



Tabanca ve piyade tüfeği mermileri ile oluşturulan yumuşak doku ve kemik yaralanmalarının karşılaştırılması: Deneysel çalışma

Comparison of soft tissue and bone injuries caused by handgun or rifle bullets: an experimental study

A. İhsan UZAR, ¹ Mehmet DAKAK, ² Köksal ÖNER, ¹ A. Sabri ATEŞALP, ³ Taner YİĞİT, ¹ Tahir ÖZER, ⁴ Gökhan ÖĞÜNÇ, ⁵ Derviş ŞEN¹

¹Güllhane Askeri Tıp Akademisi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı; ²Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı; ³Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı; ⁴AKSAZ Deniz Hastanesi Genel Cerrahi Kliniği; ⁵Ankara Kriminal Polis Laboratuvarı

Amaç: Ateşli silahlara bağlı yumuşak doku ve kemik yaralanmalarının boyutlarını değiştiren etkenleri deneysel olarak araştırmak ve tabanca ve piyade tüfeği mermileri arasındaki etki farklılıklarını belirlemek.

Çalışma planı: Kas dokusu ile kalibrasyonu yapılmış 16 adet yumuşak doku simulantına (saydam mum) tabanca ve piyade tüfeği ile ateş edildi. Atışlar 9 mm parabellum tabanca ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde kullanılan G-3 piyade tüfeği ile, taze dana humerus kemiği konmuş ya da konmamış bloklara yapıldı. Mermilerin simulant içindeki etkileri saniyede 1000 görüntü kapasiteli yüksek hızlı kameralar ile izlendi.

Sonuçlar: Tabanca mermilerinin izole yumuşak doku modelinde oluşturduğu küçük boyutlu geçici kavite etkisine karşın, piyade tüfeği mermilerinin aynı simulant içinde meydana getirdiği geniş kavite bir milisaniye aralıklarla görüntülendi. Blast etki olarak bilinen geçici kavite boyutları arasındaki bu farkın yumuşak dokularda oluşan yaralanmaların şiddetini değiştiren en büyük etken olduğu gösterildi. Kemikli simulantlarda, kemik dokusuna çarpan mermilerin parçalanırken oluşturdukları parça ve kavite etkilerinin merminin hızıyla orantılı olduğu ve yaralanma şiddetini belirlediği gözlemlendi.

Çıkarımlar: Tabanca ve piyade tüfeği mermilerinin oluşturdukları ateşli silah yaralanmalarında boyut ve şiddet farklılıklarının deneysel ortamda ve görsel olarak belirlenmesi, tedavinin planlanmasına önemli katkıda bulunabilir.

Anahtar sözcükler: Ateşli silahlar; model, biyolojik; yaralanma, ateşli silah/fizyopatoloji.

Objectives: The aim of this study was to investigate the factors that influence the severity of soft tissue and bone injuries occurring in gunshot traumas and to compare the effects of handgun and rifle bullets on these injuries.

Methods: Sixteen tissue simulants which were made of transparent gel candle blocks and calibrated to muscle tissue were targetted by pistol (9 mm parabellum) or military rifle (G-3) bullets. Half of the blocks contained fresh calf humerus bone. The effects of the bullets in tissue simulants were monitored by using high velocity cameras capable of taking 1,000 views per second.

Results: On a millisecond time scale, handgun bullets produced a small-sized temporary cavity while rifle bullets produced a wide temporary cavity in isolated soft tissue simulants. It was shown that the differences in the size of temporary cavities resulting from the blast effect correlated highly with the severity of injury occurring in soft tissues. In samples at which calf humerus bone was targetted, we observed that fragmentation and cavity effects correlated highly with the velocity of the bullet and determined the severity of injury.

Conclusion: Experimental demonstration of differences in the size and severity of injuries caused by handgun or rifle bullets may have significant implications in the planning of treatment.

Key words: Firearms; models, biological; wounds, gunshot/physiopathology.

Ateşli silahlara bağlı yumuşak doku yaralanmalarında oluşan travmanın şiddet ve derinliğini, mermi ve dokuya ait özellikler belirler.^[1] İzole yumuşak doku yaralanmalarında mermi dokuları delerek geçerken, kitlesi ve basınç etkisi ile iki ayrı kavite oluşturarak etkisini gösterir.^[1] Merminin yumuşak doku içinde pelvis, vertebra, femur, humerus ve tibia gibi kalın kemiklere çarparak kırıklara neden olması, aynı zamanda mermide de şekil ve yapı bozukluğu oluşturur.^[2] Diğer bir deyişle, sadece kemik değil mermi de kırılır. Mermi doku içinde parçalanırken (primer parçalanma) kemik dokusunda da parçalanmaya (sekonder parçalanma) yol açar; bu parçaların her biri bir mermi gibi davranarak yaralanan doku ve organ sayısını artırır.^[2,3]

İzole yumuşak doku travmalarında, yaralanmanın boyutlarını değiştiren en büyük faktör olan geçici kavite etkisi, dokuya dik giren bir merminin doku içinde takla atması ve mermi ile doku arasındaki çarpma yüzey alanı artışına bağlı olarak meydana gelir.^[4,5] Oysa kemik yaralanmaları sonucu oluşan mermi parçalanmasında, kavite gelişimi için merminin takla atmasına gerek yoktur. Şekil bozukluğu ve parçalanma sonucu, merminin dokuya çarpan yüzey alanındaki artış ve kavite kendiliğinden oluşur.^[2,3] Sonuçta ateşli silahlara bağlı kemik yaralanmalarında, izole yumuşak doku yaralanmalarına oranla daha ciddi doku hasarı görülür.^[2,3]

Bu çalışmada, düşük hızlı tabanca ve yüksek hızlı piyade tüfeği mermileri kullanılarak, merminin parçalanma ve kavite etkisi, doku simulantları içine yerleştirilmiş gerçek kemik dokusu üzerinde araştırıldı.

Gereç ve yöntem

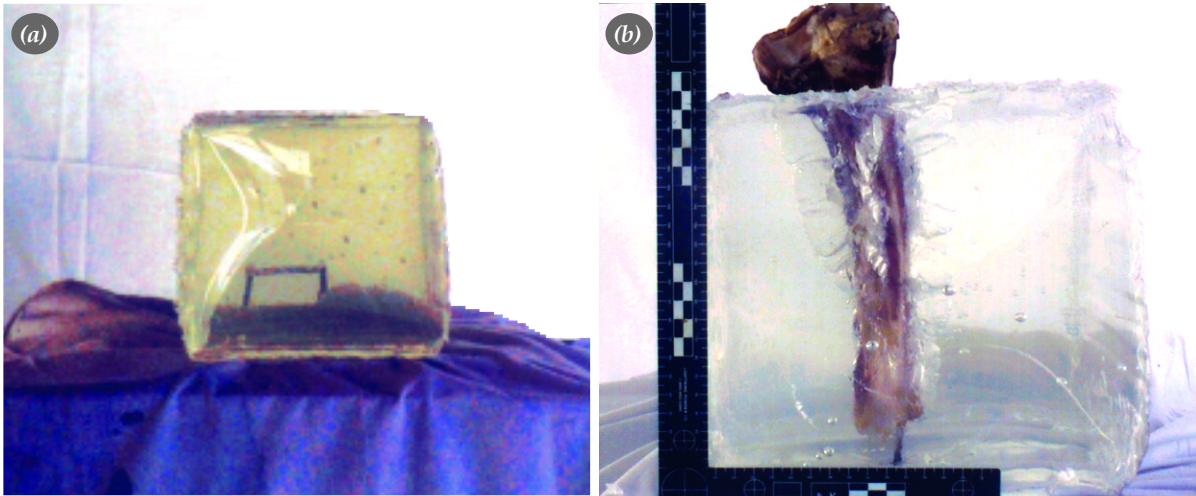
Çalışma Gülhane Askeri Tıp Akademisi (Ankara), Aksaz Deniz Hastanesi (Marmaris) ve Kriminal Polis Laboratuvarı (Ankara) içinde oluşturulan bir araştırma grubu tarafından, Türk Silahlı Kuvvetleri Konya-Karapınar Atış Poligonunda gerçekleştirildi.

Çalışmada merminin kavite etkisinin daha net ve bütün sınırları ile görülmesi için 16 adet 30x30x40 santimetre boyutlarında kübik tarzda büyük mum blokları kullanıldı (Şekil 1a). Bloklar eşit sayıda dört gruba (A, B, C, D) ayrıldı ve son iki grubun içine taze dana humerus kemikleri yerleştirildi (Şekil 1b).

İzole yumuşak doku yaralanmasında kavite etkisini görüntülemek amacıyla kemiksiz mum bloklarından oluşan A grubuna tabanca, B grubuna piyade tüfeği; merminin parçalanma etkisini araştırmak amacıyla bloklar içine taze dana humerus kemiği yerleştirilmiş C grubuna tabanca, D grubuna piyade tüfeği mermileri kullanılarak üç metreden ateş edildi.

Çalışmada yumuşak doku simulantı olarak kullanılan kalibrasyonu yapılmış saydam mum bloklar, daha önceki çalışmalarda Uzar ve ark.^[6] tarafından tanımlandığı gibi, ısıtılmış sıvı beyaz parafin yağı içinde %15 oranında G-1650 kryptonun eritilmesi ve kalıplara dökülerek +4 C derecede 24 saat bekletilmesiyle elde edildi.

Deneyler 9 mm parabellum tabanca (7.2 gram ağırlık, 340±14 m/sn hız) ve G-3 piyade tüfeği (7.62 mm x 51 NATO, 9.2 gram ağırlık, 840±22 m/sn hız) ile yapıldı. Atışlar, her iki silahta da rutin olarak kul-



Şekil 1. (a) 30x30x40 cm boyutlarında saydam mum blok. (b) içine dana humerus kemiği yerleştirilmiş mum blok.

lanılan bakır kaplama (full copper jacket) mermilerle yapıldı. Bütün atışlarda mermi hızları bloklara girmeden önce kalibre edilmiş mobil hız ölçme cihazı (Oehler Model 35 Proof Chronograph Austin, Texas. Oehler Research, Inc. 1996) yardımıyla ölçüldü.

Mermilerin simulant ve kemik içinden geçişi ve kavite oluşumunu izlemek amacıyla saniyede 1000 görüntü kapasiteli yüksek hızlı dijital kamera (Ektapro Imager 1000 Digital Model, Kodak) kullanıldı.

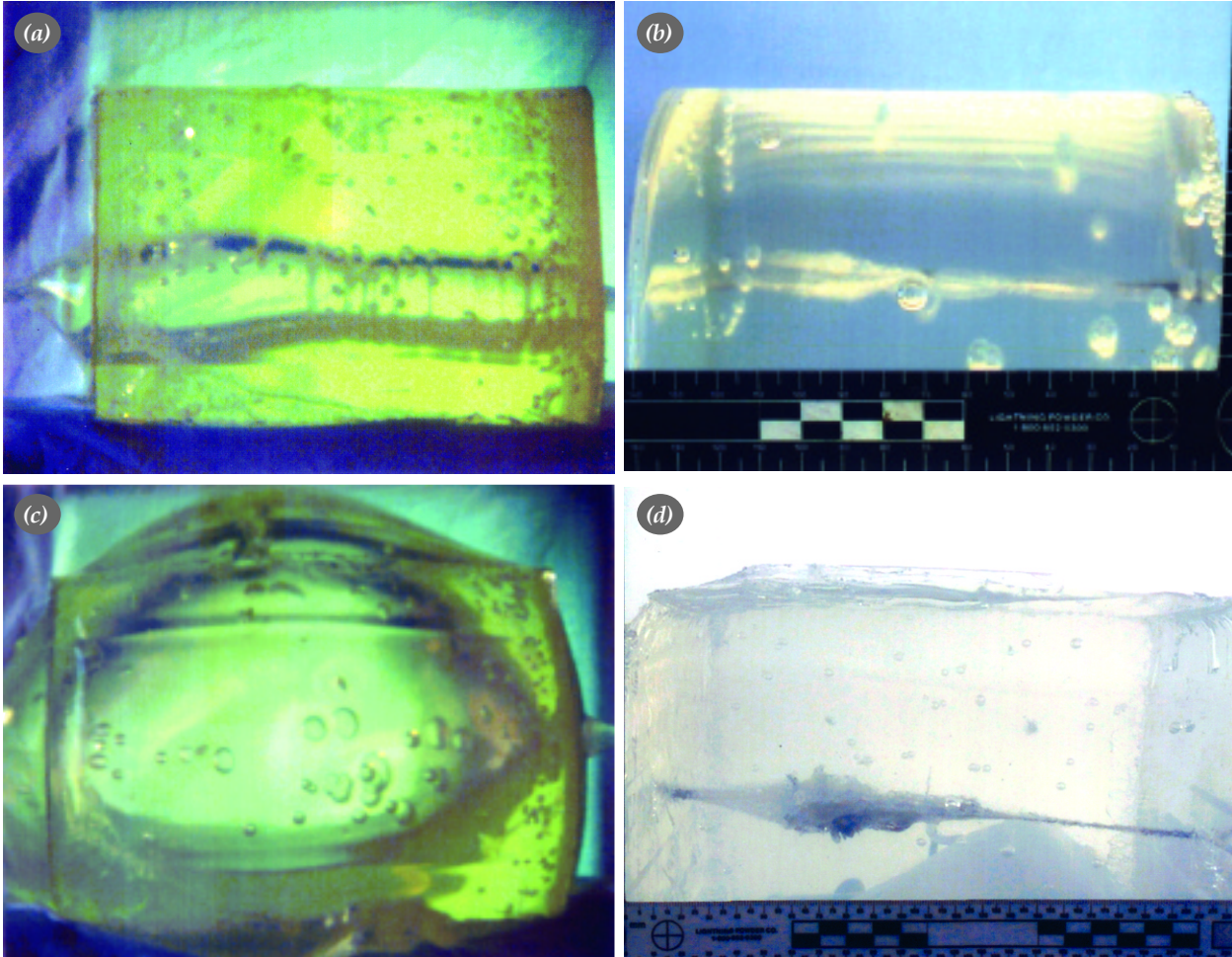
Sonuçlar

İzole yumuşak doku yaralama modeli olan A grubuna yapılan tabanca atışlarında, merminin 40 santimetre uzunluğundaki mum blok içinde geçişi ve oluşturduğu geçici kavite izlendi. Kavite boyutları üç milisaniye sonra 3 santimetre çapında en büyük boyuta ulaştı (Şekil 2a). Açılan kavite birkaç milisaniye için-

de kapandı ve geride mermilerin kitlesi ile oluşturduğu kalıcı kavitenin kaldığı görüldü (Şekil 2b).

Kemiksiz ve büyük blokları kapsayan B grubu için yapılan G-3 piyade tüfeği atışlarında mermilerin simulantı delerek çıktıkları ve arkasından kavite oluşumunun başladığı ve 6 milisaniye içinde, tabanca mermisinin aksine 25 santimetre genişliğine ulaştığı görüldü (Şekil 2c). Oluşan kavite, simulantın elastik yapısı nedeniyle 8 milisaniye içinde küçüldü ve geride merminin oluşturduğu mermi yolu kaldı (Şekil 2d).

İçine kemik yerleştirilmiş C grubu dört mum blok için yapılan tabanca atışlarında mermilerin saydam mum içine penetrasyonu, kemiği deldiği ve bloğu terkettiği an bir milisaniye aralıklarla izlendi (Şekil 3a). Mermiler simulanttan çıktıktan sonra kavite en geniş (3 cm) çapa ulaştığında, kemik öncesi ve sonrası kaviteler arasında belirgin bir boyut farkı olmadığı belirlendi (Şekil 3b). Bu-



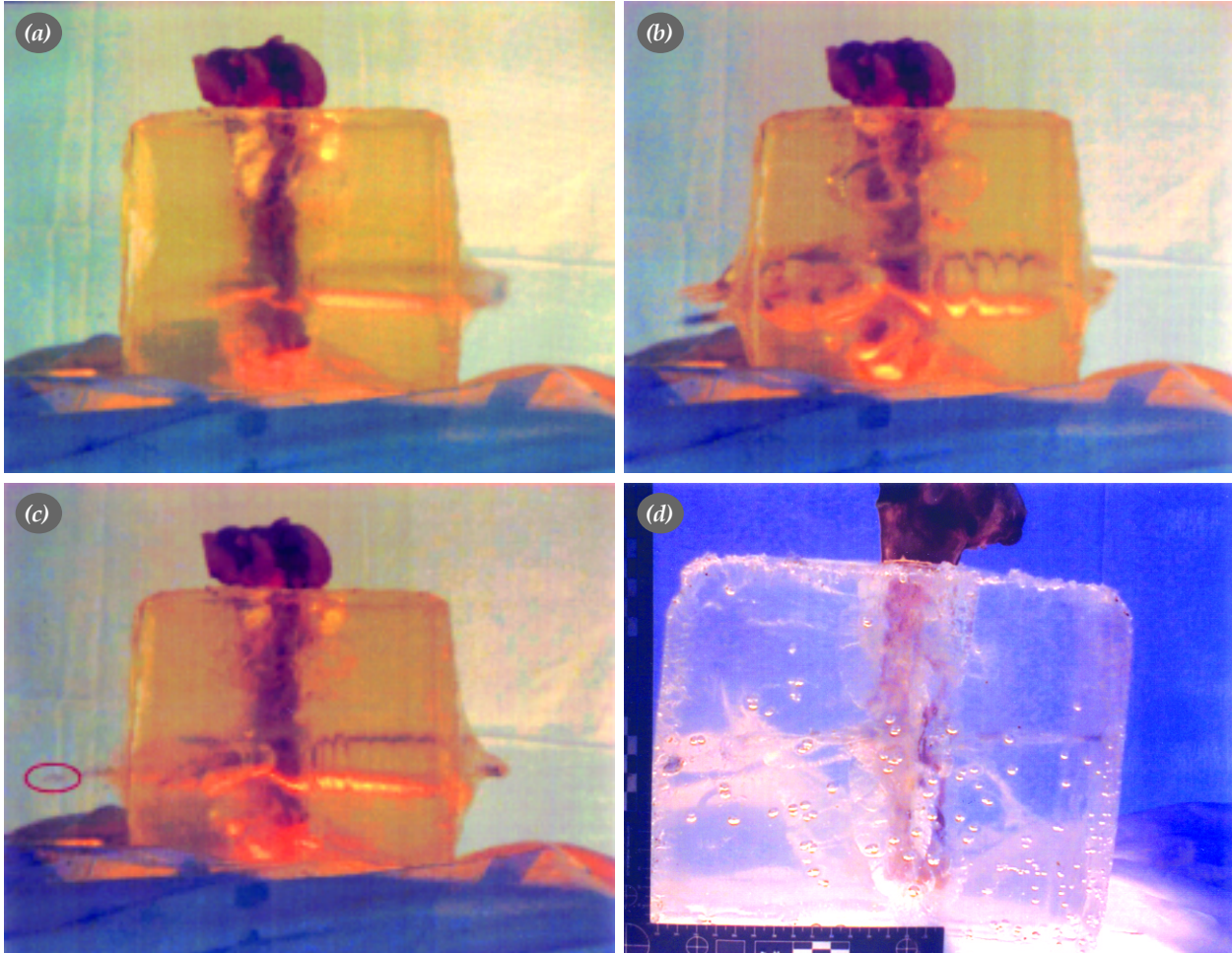
Şekil 2. Tabanca mermisinin mum blokta oluşturduğu (a) geçici kavite, (b) kalıcı kavite. G3 Piyade Tüfeği mermisinin oluşturduğu (c) geçici kavite, (d) kalıcı kavite.

nu takip eden bir milisaniye içinde parçalanmış merminin daha hafif bakır gömleğinin bloktan çıktığı görüldü (Şekil 3c). Atışlar sonunda kemiklere çarpan tabanca mermilerinin parçalanarak birden fazla yara yolu oluşturduğu (Şekil 3d), kemiklerde parçalı kırığa neden olduğu, simulant içinde kemik parçaları olduğu, ancak elastik yapısı nedeniyle birkaç milisaniye içinde kollabe olan simulant üzerinde, çok büyük bir deformasyona yol açmadığı belirlendi (Şekil 3d).

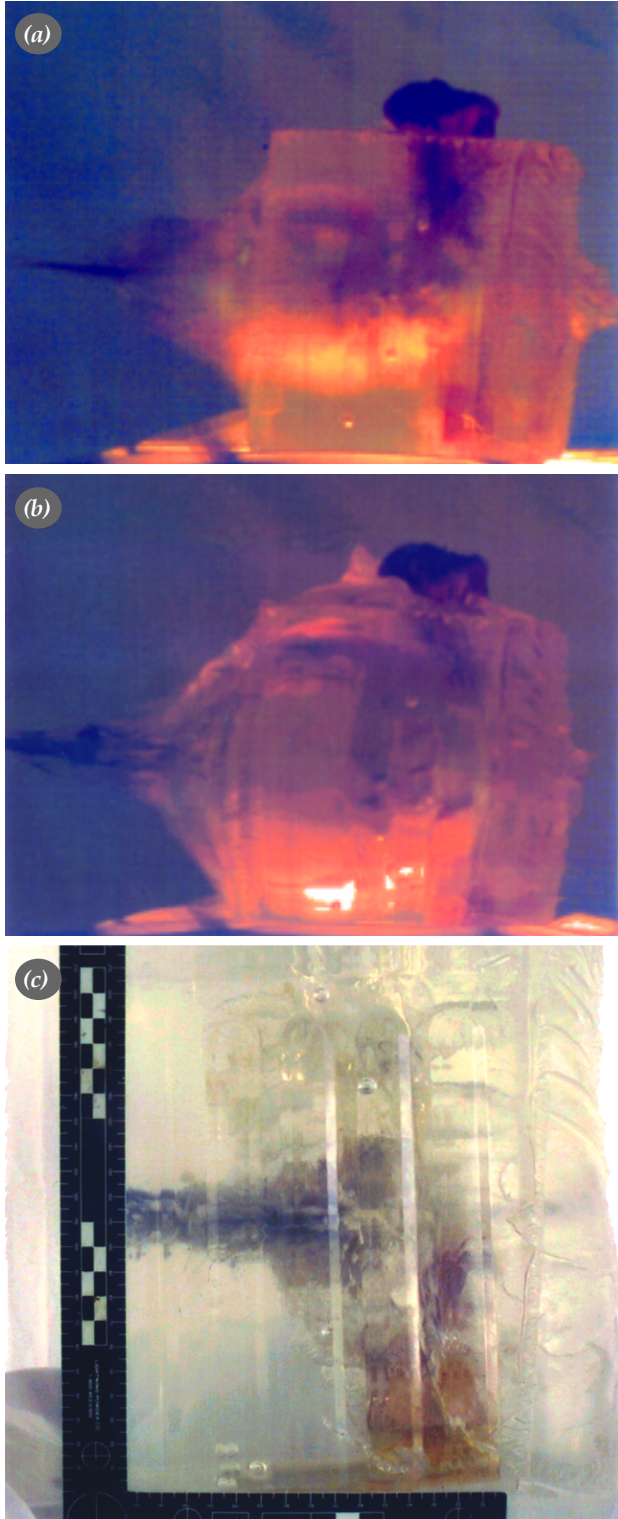
Son dört simulantı oluşturan kemikli modele (D grubu) yapılan G-3 atışlarında merminin kemiği ve mumu delerek çıktığı ve gelişen kavitenin 25 santimetre çapa ulaştığı görüldü (Şekil 4 a, b). Atış sonunda kemiğin bütünüyle parçalandığı ve simulant üzerinde yaklaşık 10 santimetre çapında geniş deformasyon alanı oluşturduğu izlendi (Şekil 4c).

Tartışma

Ateşli silah yaralanmalarında merminin ilk etkisi olan ve merminin kinetik enerjisi ile orantılı olarak artış gösteren penetrasyon (delme gücü) etkisine karşı, vücut dokuları içinde en büyük direnci kemik dokuları gösterir.^[3,7] Yapılan çalışmalarda, bir merminin erişkinlerde femur, humerus gibi yuvarlak kemikleri delmek için en az 120-150 m/sn hızın gerekli olduğu belirlenmiştir.^[7] Mermi özelliklerini gösteren kataloglardan elde edilen hız değerlerinde, çalışmada kullandığımız tabanca mermisinin 100 metre; piyade tüfeği mermisinin ise 800 metre uzaklıkta dahi tam perforasyon için gerekli hız limitlerine sahip olduğu görülmüştür.^[8] Çalışmamızda yapılan bütün atışlar, uzak mesafeden nokta hedefi vurmanın çok zor olması, kamera çekimlerinin hedefin çok yakınında yapılması ve merminin kavite etkisinin yakın



Şekil 3. (a) Tabanca mermisinin mum blok içine penetrasyonu ve kemiği delişi ve (b) mum bloğu terkedişi izleniyor. (c) Parçalanmış tabanca mermisinin daha hafif olan bakır gömleğinin mum bloğu terkedişi. (d) Doku simulantı içinde kemik parçaları ve mermi yolları görülüyor.



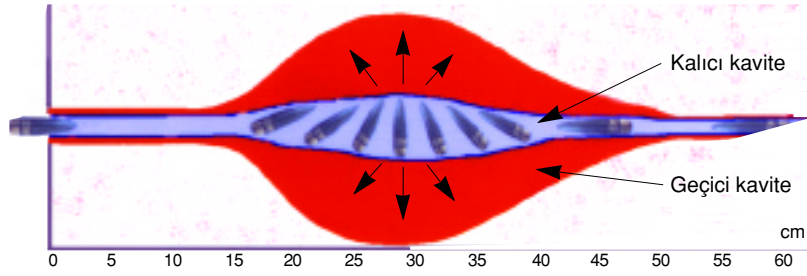
Şekil 4. (a) G3 Piyade Tüfeği mermisinin kemik ve mumu delerek geçtiği ve oluşturduğu geçici kavite. (b) Merminin oluşturduğu geçici kavitenin 25 cm çapa ulaştığı an. (c) Merminin geçişi sonucu kemiğin bütünüyle parçalandığı ve simulant üzerinde 10 cm çapında deformasyon alanı oluşturduğu izleniyor.

mesafe içinde en büyük boyutlarda görülmesi nedeniyle üç metre uzaklıktan yapılmıştır.

Hız ve kitlesinin sağladığı kinetik enerji ile vücut dokularına giren bir mermi, yumuşak dokular içinde temel etkisini iki ayrı kavite oluşturarak gösterir.^[1] Kalıcı kavite, merminin kendi kitlesi ile dokuları delerek ve parçalayarak açtığı yara yoludur.^[1] Teorik olarak, 9 milimetre çapında ve 11 milimetre uzunluğunda bir parabellum tabanca mermisi ile 7.62 milimetre çapında ve 19 milimetre uzunluğunda G-3 piyade tüfeği mermisinin kalıcı kavitelei arasında belirgin bir fark olmaması gerekir. Çalışmamızda izole yumuşak doku modeli için yapılan tabanca ve piyade tüfeği atışlarında, atış sonrası çekilen fotoğraflarda her iki tür merminin kalıcı kavitelei arasında belirgin bir fark bulunamamıştır (Şekil 2b, d).

Geçici kavite, genel olarak “blast etki” olarak bilinir ve merminin çevre ortama veya dokuya yaptığı basınç etkisi ile meydana gelir.^[1,5,7] Günümüzde kullanılan modern silahlarda namlu içinde 4-8 adet, yiv-set adı verilen ve mermiye uzun eksenli boyunca rotasyon hareketi sağlayan çelik şeritler bulunur. Bu sistem içinde mermi, dakikada 120-200.000 devirlik açışal hızla dönerek namluyu terk eder. Yüksek hızdaki dönme hareketinin sağladığı jiroskopik etki ile mermi havada düz uçuşa geçer.^[4,5,7] Bir mermi namludan çıktıktan sonra hızlanmaz, aksine ilerlediği her metre için hız kaybeder, fakat denge kazanır.^[4,5]

Merminin uçuşu sırasında karşılaştığı direnç kuvveti, içinde bulunduğu ortamın yoğunluğu ile orantılı olarak yükselir.^[4,7] Havadan 800-900 kat daha yoğun su, kan ve yumuşak dokular içinde mermiye karşı direnç aynı oranda artar.^[4,7] Çok kısa bir zaman diliminde karşılaşılan yoğun ortam ve direnç kuvveti nedeniyle mermiyi dengede tutan jiroskopik etki yetersiz kalır ve merminin dengesi bozularak takla atmaya başlar (Şekil 5).^[1,4,5,7] Takla atan mermi, dokulara sivri ucu yerine dairesel yan yüzeyi ile çarpıp. Mermi 90 derecelik tam dik konuma geçtiğinde, çarpma yüzey alanında kısa ve yuvarlak uçlu tabanca mermilerinde 2-3, sivri uçlu ve uzun piyade tüfeği mermilerinde ise 9-12 kat artış olur ve karşılaştığı direnç kuvveti de büyük miktarlarda tekrar artar.^[5] Mermi, dokuya girişinden sonra doku içinde de takla hareketi sonucunda ani olarak ikinci kez hız keserken ortama büyük bir enerji transferi olur.^[4,5,7] Salınan enerjinin ancak %1’i ısı enerjisi olarak harcanır.^[7] Bu nedenle havada 110-115 derecelik sıcaklık-



Şekil 5. Merminin simulant içinde ilerlerken izlediği yol, merminin takla atışı, geçici ve kalıcı kavite.

la uçan bir merminin yaklaşık olarak 1/500 saniye içinde bir dokuyu delerken yaptığı termal etki ihmal edilecek kadar azdır.^[7] Oysa salınan enerjinin %99'u ortama basınç olarak yansır; bu güçlü basınç dalgaları ile merminin kitlesi ile açtığı yara yolu çevresinde ve merminin 90 derece döndüğü mesafe en geniş olacak şekilde bütün dokular çevreye itilir ve burada geçici kavite olarak isimlendirilen, mermi dokudan çıktıktan sonra, milisaniyeler içinde gerilmeye bağlı olarak oluşan bir boşluk açılır (Şekil 5).^[1,4,5,7]

Gerilmeye dirençli elastik yapısı nedeniyle kas dokuları içinde, çıplak gözle izlenemeyecek kadar kısa bir zaman diliminde açılan kavite milisaniyeler içinde tekrar kapanır.^[4,7] Ancak bu gerilme sırasında özellikle büyük kavite oluştuğu yüksek hızlı mermilerde adale dokusunda ve çevredeki küçük damarlarda kopma ve parçalanmalar görülür.^[5,7] Adale dokusunda gerilmeye bağlı oluşan kopmalar sonucu, özellikle yüksek hızlı mermilerde, kavite sonrası mermi yolu ilk girişe oranla çok daha geniş ve küçük damarların kopmaları nedeniyle kanamalı olur.^[4,7]

Yumuşak dokular ve simulant içinde merminin takla hareketine başlama mesafesi mermilerin özelliğine göre farklılık gösterir.^[1,5] Çalışmada kullandığımız 9 mm tabanca mermisi 10-12 cm; G-3 piyade tüfeğinin 7.62 mm NATO mermisi 12-15 cm içinde takla hareketine başlar ve maksimum kavite etkisini 25-30 cm içinde oluşturur.^[1,9] Bu etkilerin en iyi şekilde görüntülenmesi amacıyla çalışmada kullanılan simulantlar büyük bloklar halinde (30x30x40 cm) yapılmıştır. Şüphesiz çok az insanın bacak kalınlığı bu boyutlardadır. Ancak oluşturduğumuz bu düzenek, uyluğa açılı olarak giren ve çıkmadan önce kaslar arasında 30 cm ilerleyen veya kalın gluteal kaslar içinde oluşan yaralanma modeli olarak düşünülebilir.

Merminin asıl korkutucu ve tahrip edici yönü parçalanma etkisidir.^[2,3] Genel olarak kullanılan ta-

banca ve piyade tüfeği mermileri, içte ağır bir metal olan kurşun ile bunu çevreleyen ince bir bakır alایشım kılıftan yapılmıştır.^[3,9] Her iki metalin ortak özelliği yumuşak ve kolay kırılabilir olmalarıdır.^[3] Vücut içinde kemik dokusu ile çarpışma durumunda, mermi kolaylıkla deforme olurken, içteki ağır kurşun, bakır kılıfı yırtarak serbest hale geçer ve doku içinde parçalanır.^[2,3,9]

Mermi parçalanması iki büyük farklı etkiye neden olur. İlk etki, dokularda mermi ve kemik parçalarının her birinin bir mermi gibi davranmasıdır.^[2,3,6,9] Değişik yönlere dağılan parçalar ayrı mermi yolu oluşturarak doku içinde ilerler. Bunun sonucunda, daha çok sayıda organ, damar veya sinir dokusu yaralanır.^[2,7] Çalışmamızda tabanca atışlarında merminin iki ana parçaya ayrıldığı ve bunların iki mermi yolu oluşturarak simulantı terk ettiği, ancak mermi parçalanmasının çok büyük bir deformasyon oluşturmadığı net olarak izlenmiştir (Şekil 3d). Oysa G-3 atışlarında mermi parçaları, tabancanın aksine çok daha geniş boyutlarda deformasyon meydana getirmiştir (Şekil 4a).

Mermi parçalanmasının ikinci etkisi, her bir parçanın kendi kütlesi ve yüzeyi ile ayrı olarak dokulara çarpması ve dokuların bu parçalara karşı gösterdiği direnç sonrası ortaya çıkan enerji salınımı ile kavite oluşmasıdır.^[2,3,5] Kavite boyutları tabanca ve piyade tüfeğine bağlı yumuşak doku ve kemik yaralanmalarında benzer olmasına rağmen, kavite başlama mesafelerinde önemli farklılıklar vardır.^[1,5] İzole yumuşak dokularda geçici kaviteyi oluşturan takla hareketi, belirli bir uzaklıktan sonra (tabanca için 10-12 cm, G-3 için 12-15 cm) başlarken ve yaklaşık 15 santimetre içinde genişlerken; kemik yaralanmalarında kavite etkisi kemik dokusundan hemen sonra ve geniş olarak başlar.^[1-4,7] Bu nedenle, ince bir bacakta izole yumuşak doku yaralanmalarında tabanca

ve piyade tüfekleri arasında belirgin etki farkı görülmezken, kemik yaralanmalarında her iki merminin etkileri arasında önemli farklılık vardır.^[3,6,7]

Ateşli silah yaralanmaları ile ilgili yapılan deneysel çalışmalar teknik olarak son derece zor ve büyük uğraş gerektiren bir konudur. Günümüzde, deneysel çalışmaların çoğunluğunda hayvan modelleri yerine tahta, sabun, kil, parafin ve jelatin bloklar gibi doku simulantları kullanılmaktadır.^[1,5,10] Simulant kullanımını sadece etik kurallar açısından kolaylık sağlamaz, aynı zamanda mermi etkilerinin, vücut dokularının aksine saydam ortam içinde izlenmesini sağlar. Bu amaçla bütün dünyada balistik merkezlerinde sıklıkla kullanılan simulant, kas dokuları ile kalibrasyonu yapılmış balistik jelatindir (250 A, %10 Ordnance Gelatin, +4 °C, Kind & Knoks, City Iowa, ABD).^[1,4,7] Çalışmamızda simulant olarak kullanılan saydam mum son bir yıl içinde geliştirilmiştir ve bu çalışmada kullanımını sadece ülkemizde değil, dünya literatüründe de ilk örneği oluşturmaktadır.^[6]

Ateşli silah yaralanmaları ülkemizin en önemli sosyal problemlerinden biridir. Kentlerde görülen ve genellikle tabanca mermisine bağlı yaralanmaların dışında, piyade tüfeklerine bağlı savaş yaralanmalarına da sık olarak rastlanılmaktadır. Son 15 yılda özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde olmak üzere binlerce güvenlik görevlimiz ve vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve bir o kadarı da sakat kalmıştır; bu yaralanmaların çoğunluğu yüksek hızlı piyade tüfeği mermileri ile meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak, üst ve alt ekstremiteler vücudun yaralanma olasılığı en yüksek bölümlerindedir.^[11,12] Çalışmamızın, mermi ve dokunun özel-

liklerine göre değişen yaralanma boyut farklılıklarını ve nedenlerini görsel olarak ortaya koymak dışında, tedavi planlamasında ve uygulamasında, hekimlere temel balistik bilgiler sağlayacağı düşüncesindeyiz.

Kaynaklar

1. Fackler ML, Malinowski JA. The wound profile: a visual method for quantifying gunshot wound components. *J Trauma* 1985;25:522-9.
2. Fackler ML, Surinchak JS, Malinowski JA, Bowen RE. Bullet fragmentation: a major cause of tissue disruption. *J Trauma* 1984;24:35-9.
3. Uzar Aİ, Kayahan C, Güleç B, Özer MT, Kozak O, Alpaslan F. Yara balistiği-II. Ateşli silah yaralanmalarında mermideki şekil bozuklukları ve parçalanma etkileri. *Ulus Travma Derg* 1998;4:235-9.
4. Barach E, Tomlanovich M, Nowak R. Ballistics: a pathophysiologic examination of the wounding mechanisms of firearms: Part I. *J Trauma* 1986;26:225-35.
5. Uzar Aİ. Mermi kinetiği ve yara balistiği. In: Şen D, editör. *Ulusal Cerrahi Kongre Kitabı*; 15-19 Mayıs 2002; Antalya, Türkiye. 2002. s. 45.
6. Uzar Aİ, Dakak M, Özer T, Ögünç G, Yiğit T, Kayahan C, et al. A new ballistic simulant "transparent gel candle" (experimental study). *Ulus Travma Derg* 2003;9:104-6.
7. Hopkinson DA, Marshall TK. Firearm injuries. *Br J Surg* 1967;54:344-53.
8. Gander TJ, Cutshaw CQ (editors). *Jane's infantry weapons*. Edition 2000-2001. 26th ed. Coulsdon, Surrey: Jane's Information Group; 2000. p. 20, 516.
9. Knudsen PJ, Theilade P. Terminal ballistics of the 7.62 mm NATO bullet. Autopsy findings. *Int J Legal Med* 1993;106:61-7. 10. Swan KG, Swan RC, Levine MG, Rocko JM. The U.S. M-16 rifle versus the Russian AK-47 rifle. A comparison of terminal ballistics. *Am Surg* 1983;49:472-6.
11. Ateşalp AS, Yıldız C, Başbozkurt M, Gür E. Treatment of type IIIa open fractures with Ilizarov fixation and delayed primary closure in high-velocity gunshot wounds. *Mil Med* 2002;167:56-62.
12. Trouwborst A, Weber BK, Dufour D. Medical statistics of battlefield casualties. *Injury* 1987;18:96-9.