

Urban Topu'nun Balistik Özelliklerinin 15. Yüzyıldaki Çağdaşlarıyla Karşılaştırılması

Ballistic Efficiency Comparison of Orban's Artillery with Its Counterparts at 15th Century

*Ahmet Kaan TOKSOY**

Öz

İstanbul'un Fatih Sultan Mehmet tarafından fethi teknolojik olarak savunma doktrinlerini temelden değiştirmiştir. Bu fetihden önce kalın kale duvarlarıyla dışarıdan gelen saldırılara karşı yeterli koruma sağlanacağı düşünüldükçe, fetih esnasında aynı hedef bölgesine gerçekleştirilen çoklu atışlarla kale duvarlarının delindiği ve bunun sonucu savunma zafiyeti olduğu açıkça görülmüştür. İstanbul'un fethinden önce yapılan hazırlıklar kapsamında dönemin top dökümüyle ilgili birçok ustası Edirne'ye çağırılmış ve farklı kalibrelerde topların üretimi sağlanmıştır. Bu ustalardan en çok bilineni Macar asıllı Urban (Orban) dır. Urban'ın ürettiği top fetihde kullanılan en büyük kalibreli top olup, gerek savunma duvarı üzerinde oluşturduğu fiziksel hasar gerek ateşleme sırasında oluşan büyük patlama etkisiyle psikolojik açıdan düşman üstünde yıkıcı etki yaratmış ve bu sayede fethin gerçekleşmesine büyük katkı sağlamıştır. Bu çalışmada Urban Topu'nun balistik özelliklerinin çağdaşlarıyla karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda Urban ve çağdaşlarının namlu çıkış hızı, atılan merminin uçuş süresi, hedefe çarpma hızları gibi balistik değerleri hesaplanmıştır. Özellikle delme kudretinin etkisi yine topun kendi çağdaşlarıyla karşılaştırılmıştır. Ayrıca fetih esnasında topun konumlandırıldığı sur yapısı göz önünde bulundurularak ve Urban Topu ve çağdaşlarından atılan mermilerle gerçekleşen hasar etkisi analitik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Urban Topu, Dardanel Topu, Mongs Meg Topu, İstanbul'un Fethi, Balistik Penetrasyon.

* Dr., ROKETSAN A.Ş. E-posta: ktoksoy[at]roketsan.com.tr, ORCID: 0000-0001-6773-7187.

Geliş Tarihi/Received: 15.11.2022
Kabul Tarihi/Accepted: 25.12.2022

Abstract

Defense doctrine has been changed completely after the siege and fall of Constantinople by Mehmed II the Conqueror. Before the campaign against Constantinople, cities surrounded by thick walls were thought to be sustaining enough protection against the invaders. However, it was certainly proved that a thick wall could be penetrable by multiple hits against the very same hit location and caused vulnerability for defenders. During the preparation for the siege, several cannon masters were invited by Mehmed II at Adrianopolis for producing cannons with different calibers. One of the well-known cannon masters, Orban offered his service to produce a cannon for Mehmet II. The cannon produced under the guidance of the Urban had the biggest caliber for the siege of Constantinople and had devastating effect on the defenders due to physical damage on the walls and blast effect after each firing during the siege. This result was one of the most important reasons to change the course of the siege in the favor of the Ottomans. In this study, it is aimed to compare the Urban Cannons' ballistic properties with its counterparts during the same era. Especially comparison has been made on muzzle velocity, flight duration and impact velocity etc. Moreover, the penetration capacity of the Urban Cannon and its counterparts was calculated by analytic methods and damage analysis was made by taking into consideration of the Constantinopolis wall structures.

Keywords: Orban's Cannon, Mongs Meg Cannon, Dardanelles Cannon, Fall of Constantinople, Ballistic Properties.

Giriş

İstanbul'un fethi sadece Osmanlı İmparatorluğu'nun genişlemesinin en önemli adımlarından biri olmayıp askerî anlamda da büyük bir anlayış değişikliğinin gelişmesinin başlangıcı olmuştur. Osmanlı askerî yapılanması 14. yüzyıldan başlayarak büyük bir gelişme göstermiş, 1363 yılında yeni asker anlamına gelen Yeniçeri Ocağı kurulmuş¹, top kullanımı ise 1389 yılında I. Kosova Savaşı'nda

¹ Ayşe Pul, "Yeniçeri Teşkilatına Dair Bir Risale (Değerlendirme-Karşılaştırmalı

gerçekleşmiştir². İstanbul kuşatması öncesindeki hazırlıklar kapsamında öncelikle sınır bölgelerinde bir seri anlaşmalar yapılarak kuşatma esnasında gelebilecek dış tehditlerin azaltılması sağlanmış, buna paralel olarak askerî hazırlıklar yapılmaya başlanmıştır. Bu hazırlıklardan en önemlisi İstanbul'un savunma yapısına karşı etkin saldırı araçlarının üretilmesidir. Hazırlıklardan biri de İstanbul'un surlarına hasar verebilecek topların üretilmesi olmuştur. Bu kapsamda Macar top ustası Urban, Fatih Sultan Mehmet'e hizmet ederek dönemin en etkili topunun üretimini sağlamıştır. Dukas'a göre, Urban ilk önce Bizans İmparatoru Konstaninos için top üretmeyi önermiş ancak istediği mali destek sağlanamayınca hizmetini Fatih Sultan Mehmet'e sunmuştur³. Bunun yanında Fatih Sultan Mehmet'in kendisi de birçok özelliğinin yanında top tekniği kapsamında detaylı bilgiye sahiptir. Kritovulos yazdığı kronikte kuşatma esnasında Fatih Sultan Mehmet'in Haliç içerisinde savunmacılara ait olan gemilerin topla vurulmasının mümkün olup olmadığını sorguladığını, çevresinde bulunan topların atışlarının Galata surları tarafından her yönden engellenmesi sebebiyle mümkün olmadığını bildirdiğini yazmıştır⁴. Bu şartlar altında Fatih Sultan Mehmet yeni bir tür top yapılmasını önermiştir. Bu top, aşırma atışı dediğimiz günümüz havanları gibi çalışarak gülleyi yükseğe doğru atarak, yüksekten hızla hedef alınan gemilere isabet ederek batırabilecektir. Kritovulos bu topun üretilerek gemilere karşı atışların gerçekleştirildiğini ve başarıyla savunmacıların gemilerinin imha edildiğini belirtmiştir. Top teknolojisi ve ilgili metalurji bilgisi 15. yüzyılda henüz çok erken aşamalarda olduğu için toplar dövme demir veya bronz malzemeden üretilmekteydi. Atış, güherçile ve güllenin topun ağızdan doldurulmasıyla, topun doldurulduktan sonra ateşlenmesi ise Falya deliği olarak adlandırılan küçük bir kanaldan gerçekleştiriliyordu⁵.

Metin)", *Bellekten*, Sayı 301 (Aralık 2020), c. 84, s. 983-1044.

² İsmail Hakkı Uzunçarşılı, *Osmanlı Tarihi: Anadolu Selçukluları ve Anadolu Beylikleri hakkında bir mukaddime ile Osmanlı Devleti'nin Kuruluşundan İstanbul'un Fethine Kadar*, c. 1, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1982, s. 507-518.

³ Dukas, *İstanbulun Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, Kabalcı Yayın Evi, İstanbul 2020, s. 171.

⁴ Mihail Kritovulos, *İmrozlu Kritovulos'un Tarihi (1451-1467)*, çev. Ari Çokona, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2015, s. 62-63.

⁵ Salim Aydüz, *Düşten Fethi İstanbul/Fethin Topları: Ateşli Silahların Gelişmesinde*

Bazıları fetih sırasında kullanılmakla beraber, Fatih Sultan Mehmet döneminde farklı kalibrelerde toplar üretilmiş olup bunlardan günümüze altı adedi ulaşmıştır⁶. Bu toplardan 4 adedi İstanbul'da, diğerlerinden bir adedi İtalya'nın Toronto şehrindeki askerî müzede (Museo Storico Nazionale di Artiglieria), diğeri de İngiltere'nin Porshmouth şehrindeki Fort Nelson Müzesi'nde bulunmaktadır. Ülkemizde Askerî Müze'nin girişinde bulunan fetih dönemi topu, tek bir gövde olarak üretilmiş olup topun ağırlığı 15 ton, boyu 424 cm dış çapı ise 63 cm'dir⁷.

Urban'ın ürettiği toptan sonra Fatih Sultan Mehmet dönemi toplarının en etkileyici olanı, üzerindeki yazılardan belirlendiği üzere fetihten yaklaşık 10 sene sonra Münir Ali Usta tarafından üretilen Dardanel Topu'dur. Bu top üretim tekniği ve yapısı bakımından Urban Topu ile benzer özellikler taşımaktadır. Urban ve Dardanel topları iki parçadan oluşup, vidalı kısımlar kullanılarak savaş alanında birleştirilerek kullanılmaktadır⁸. Dardanel topu 1807 yılına kadar kullanımda kalmıştır. Dardanel topu 1807 yılında İngiliz Amiral John Thomas Duckworth'ün İngiliz çıkarlarını savunmak amacıyla İstanbul'a yaptığı harekât esnasında İngiliz gemilerinin Çanakkale Boğaz geçişini engellemek için ateşlenmiştir. Dardanel topu Padişah Abdülaziz tarafından gerçekleştirilen İngiltere ziyareti anısına Kraliçe Viktorya'ya hediye edilmek üzere 1868 yılında Çanakkale'den alınarak İngiltere'ye götürülmüştür⁹.

Urban Topu'nun balistik etkilerinin anlaşılması için özellikle fetih esnasındaki İstanbul'un savunma yapılarının detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. İstanbul'u koruma için tasarlanan sur yapıları şehrin genişlemesiyle Roma döneminde Konstantin tarafından

Sultan Fatih'in Rolü, Üsküdar Belediyesi Kültür Yayınları, İstanbul 2015, s. 129.

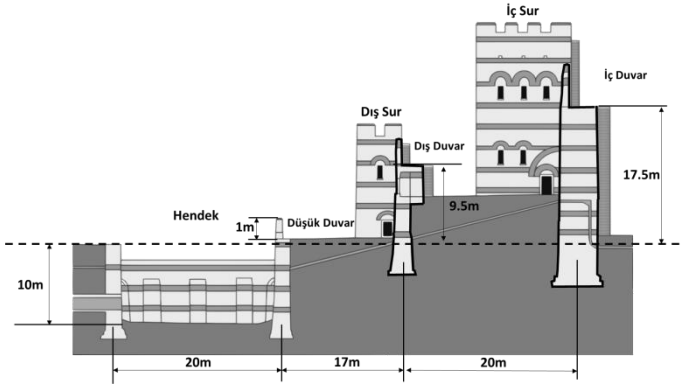
⁶ Salim Aydın, *Düşten Fethi İstanbul/Fethin Topları: Ateşli Silahların Gelişmesinde Sultan Fatih'in Rolü*, s. 127.

⁷ Salim Aydın, *Düşten Fethi İstanbul/Fethin Topları: Ateşli Silahların Gelişmesinde Sultan Fatih'in Rolü*, s. 129.

⁸ A.R. Williams ve A.J.R. Paterson, "A Turkish Bronze Cannon in the Tower of London", *Gladius*, Sayı 17 (1986), s. 185-205.

⁹ J. H. Lefroy, "The Great Cannon of Muhammad II (A.D. 1464)", *The Archaeological Journal*, Sayı 25 (1868), s. 263-264.

inşa edildiği bölgeden Theodosius II döneminde daha dışarıya taşınmış ve MS 423 yılında bugünkü konumunda inşa edilmiştir¹⁰. Fetihten önceki duruma bakıldığında, İstanbul'un o dönemin benzer kalelerinde olduğu gibi katmanlı bir savunma yapısında inşa edilmiş olduğu görülmektedir. Bu yapı içerisinde dışarıdan içeriye doğru hendek, dış sur ve üzerinde 96 adet kulenin bulunduğu iç sur olarak üç adet savunma katmanı bulunmaktadır. Hendek kısmının 20 m genişliğinde ve 10 m derinliğindedir. Hendek kısmının hemen gerisinde ise dış surlar yer almaktadır. Dış sur 14 m, iç sur ise 17.5 m yüksekliğe kadar ulaşmaktadır. Hendek ile dış sur arası 17 m, iç sur ve dış sur arasında ise 20 m genişliğinde savunma amaçlı rezerv alanlar bulunmaktadır.



Şekil 1: İstanbul surlarının kuşatma öncesi katmanlı savunma yapısı.

Sur yapılarında kullanılan duvar yapısı katmanlar halinde tuğla, tuğla katmanlar arasında döneme ait harç ve parlatılmış dış yüzeye sahip kireçtaşı kullanılarak oluşturulmuştur¹¹. İstanbul Surları gerek kuşatmalar gerekse deprem gibi doğal felekatler sonrası oluşan hasarlar sebebiyle farklı dönemlerde tamir edilmiş ve eklemeler yapılmıştır¹². İstanbul'un Fatih Sultan Mehmet tarafından kuşatılmasından önce de savunmaya yönelik tamirat yapıldığı halde kuşatma esnasındaki top

¹⁰ Stephen Turnbull, *The Walls of Constantiople AD 324-1453*, Osprey Publishing, Oxford 2004, s. 5.

¹¹ G. B. Gordon, "The Wall of Constantine", *The Museum Journal*, Sayı 4 (Aralık 1921), c. 12, s. 236.

¹² Stephen Turnbull, *The Walls of Constantiople AD 324-1453*, s. 7-8.

atışları sebebiyle surlar yıkılmış, savunmacılar surları farklı yöntemler kullanarak kuşatma esnasında tamir etmeye çalışmışlardır¹³.

Bu çalışma kapsamında Urban Topu'nun fiziksel, malzeme ve üretim yöntemleri çağdaşları olan 15. yüzyıl toplarıyla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma farklı kaynaklardan toplanan bilgilerin derlenmesiyle oluşturulmuştur. Topların üretim tarihleri, malzemeleri, boyutları ve kalibreleri gibi değerler kullanılmıştır. İkinci aşamada ise balistik hesaplama teknikleri kullanılarak karşılaştırma amacıyla seçilen toplarla beraber iç ve dış balistiğe yönelik hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Güllelerin namludan çıkış hızı, atış mesafesi ve vuruş hızı gibi değerler hem Urban Topu hem de çağdaşları için hesaplanmış ve sonuçlar verilmiştir. Ek olarak hedef malzeme üzerindeki etkilerinin incelenmesi için toprak üzerindeki delme kudreti ve İstanbul'u çevreleyen sur yapısı üzerinde oluşturacağı hasar açısından Urban Topu ve çağdaşları için karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılarak sunulmuştur. Yapılan çalışmanın amacı, Urban Topu'nun kuşatma esnasındaki önemini ne olduğunu sorgulamak ve dönem toplarından balistik olarak farklarını ortaya çıkarmaktır. Bu sorgulamada topun sahip olduğu atış kabiliyeti (namlu çıkış hızı, atış mesafesi) ve toptan atılan güllenin İstanbul surlarına verebileceği hasar için yapılan hesaplamalar tarihî kanıtlarla karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda bu çalışmada 15. yüzyıldaki çağdaşlarının balistik anlamda benzer özelliklere sahip olup olmadığının belirlenerek İstanbul'un Fethi için Urban Topu gibi etkin bir topa gereksinim olup olmadığı sorusu üzerinde durulmuştur.

1. Urban Topu'nun Fiziksel Özelliklerinin Çağdaşlarıyla Karşılaştırılması

15. yüzyıl başlarında ateşli silah teknikleri ve buna bağlı olarak metalurji teknolojileri gelişimlerinin erken dönemlerindedir. Özellikle büyük toplar günümüz havanları gibi ağızdan doldurulacak şekilde üretilmekte, atılan güller ise üretim maliyetleri dökme demir güllere göre ucuz olduğu için granit gibi doğal malzemelerden yapılmaktadır. Urban Topu ve çağdaşlarının yapım yılı, yapım malzemesi ve geometrik özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

¹³ Mihail Kritovulos, *İmrozlu Kritovulos'un Tarihi (1451-1467)*, s. 59.

Top Adları	Tarih	Malzeme	Ağırlık (kg)	Toplam Uzunluk (m)	Barut Haznesi Uzunluğu (m)	Kalibre (cm)	Gülle Ağırlığı (kg)
Dulle Griet of Ghent	1435-1449	Dövme Demir	16400	4.98	1,53	64	350
Bombarde de Pierre d'Aubusson	1490	Bronz	3325	1.95	0.7*	58	261
Boxted Bombard	1450~1460	Dövme Demir	1500	2.3	0.34	34.3	58**
Faule Mette	1411	Bronz	8228	2.9	1.81	76	409
Pumhart von Steyr	1400-1450	Dövme Demir	8000	2.59	1.44	80	690
Faule Grete	1409	Bronz	4600	2.5	1.5	50	170
Mongs-Meg	1449	Dövme Demir	6600	4	1.16	49.5	166
Dardanel	1464	Bronz	16620	5.18	2	63	353
Urban	1453	Bronz	30000	9.2	2,75	75.2	601

Tablo 1: Urban Topu ve çağdaşlarının teknik özellikleri¹⁴.

¹⁴ Bombarde de Pierre d'Aubusson topu için bkz. “Bombarde-mortier d'Aubusson en bronze avec ses boulets de granit”, [https://www.musee-armee.fr › Documents › MA_fiche-bombarde.pdf](https://www.musee-armee.fr/~/media/Documentations/MA_fiche-bombarde.pdf) (Erişim Tarihi: 12.12.2022). Boxted Bombard için bkz. Howard L. Blackmore, “Boxted Bombards”, *The Antiquaries Journal*, Sayı 1 (Mart 1987), c. 67, s. 89. Pumhart von Steyr, Faule Mette ve Duller Griet of Ghent toplarının detayları için bkz. Gabor Agoston, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, Cambridge University Press, Cambridge 2005, s. 65. Mons Meg Topu ile ilgili veri için bkz. Ian Lewtas, “The Ballistic Performance of the Bombard Mons Meg”, *Defence Technology*, Sayı 12 (2016), s. 59-68. Dardanel Topu ile ilgili veri için bkz. “Gun Turkish Bombard (1464)” <https://collections.royalarmouries.org/object/rac-object-6177.html> (Erişim Tarihi 28.08.2022).

* Tahminî değer.

** Granit gülle kullanıldığı zaman.

Tablo 1’den de görülebileceği üzere, topların üretim yılları 1400-1500 yılları arasındadır. Bu toplardan Boxted Bombard olarak adlandırılan top, 1450-1460 yılları arasında İngiltere’de üretilmiştir. Kaynaklar bu topun İngiltere’de üretilen ilk toplara örnek olduğunu belirtmektedir¹⁵. Pumhart Von Steyr olarak adlandırılan top ise 1400-1450 yıllarında Styra Avusturya’da üretilmiş olup, dövme demirden üretilmiş en büyük kalibreli toptur. Urban Topu’nun çağdaşlarından olup, bronz malzemededen üretilmiş toplara bir örnek olarak da Bombarde de Pierre d’Aubusson verilebilir. Bu top Saint-Jean şövalyelerinin büyük ustası olan Pierre d’Aubusson tarafından yaptırıldığı için bu adı almıştır. Rodos Adası’nın 1522’de Kanuni Sultan Süleyman tarafından fethedilmesinden sonra top adada kalmış, 1862 yılında Sultan Adülaziz tarafından III. Napolyon’a hediye edilmiştir¹⁶. Mons Meg Topu ise 1449 yılında günümüz Belçika sınırları içerisinde yer alan Mons şehrinde Burgundy Dükü Philip’in isteği üzerine üretilmiş ve 1457 yılında İskoçya’ya götürülerek İskoç kralı II. James’e sunulmuştur. 1680 yılına kadar gerek askerî kuşatmalarda gerek törenlerde kullanılmaya devam edilmiştir¹⁷. 1435-1449 yılları arasında üretilen Dulle Griet Topu 1452 yılında Ghent ayaklanmasında Oudebaarde kuşatmasında kullanılmıştır¹⁸. Top halen Belçika’nın Gent şehrinde sergilenmektedir.

15. yüzyıl toplarının üretiminde kullanılan malzemeler üzerinde birçok araştırmacı tarafından incelemeler yapılmıştır. En önemli incelemeler günümüze kadar ulaşan topların kesitlerinden alınan numuneler üzerinde gerçekleştirilen metalurjik araştırmalardır¹⁹. Avrupa’da üretilen toplarda demir kullanılması maliyet açısından bronz kullanımına göre daha yaygındır. Osmanlı İmparatorluğu’nda ise top üretimi pahalı olmasına rağmen bronz malzemededen gerçekleştirilmiştir.

¹⁵ Howard L. Blackmore, “Boxted Bombards”, s. 87.

¹⁶ Bombarde de Pierre d’Aubusson topu için bkz. “Bombarde-mortier d’Aubusson en bronze avec ses boulets de granit”, <https://www.musee-armee.fr › Documents › MA fiche-bombarde.pdf> (Erişim Tarihi: 12.12.2022).

¹⁷ Ian Lewtas, “The Ballistic Performance of the Bombard Mons Meg”, s. 59.

¹⁸ P. Burton, *A history of the late mediaval siege, 1200-1500*, The Boydell Press, Woodbridge 2010, s. 252.

¹⁹ R.D. Smith ve R.R. Brown, “Bombards; Mons Meg and Her Sisters”, *Royal Armouries Monograph 1*, Londra 1989, s. 90-97.

Bronz kullanımının önemli bir sebebiyle olarak topların daha kalın cidarlı olarak üretilibilmeleri ve dolayısıyla daha yüksek yanma basınçlarına dayanabilmeleri olarak özetlenmiştir²⁰. Yapılan araştırmalarda 15. yüzyılda üretilen bronz toplarda kalay oranının %11 civarında olduğu ifade edilmektedir. Dardanel Topu'nda yapılan ölçümlenmelerde bölgesel olarak %8 olduğu belirlenmiştir²¹.

Urban ve Dardanel topları namlu ve barut haznesi olacak şekilde iki parçalı olarak döküm tekniği kullanılarak üretilmiştir²². İki parça birbirlerine vidayla montajlanmaktadır. Bronz üretimi esnasında kullanılan kalay, üretim esnasında büyük miktarda döküm yapılması ve döküm yollarının uzun olması ve buna bağlı olarak döküm esnasında ısıl dağılımın yeterince homojen olmaması sebebiyle sıvı fazdaki eriyik madenin akışkanlığın düşmesine sebep olmaktadır. Akışkanlığın azalması sebebiyle döküm esnasında bazı bölgelerde kalay yoğunlaşması oluşabilmektedir. Topların üretim esnasında akışkanlığın düşmesi ve kalay yoğunluğunun değişmesi sebebiyle mekanik özelliklerden biri olan sertlik değerlerinde bölgesel değişiklikler gerçekleşmektedir.

Dardanel Topu'nda yapılan sertlik ölçümlerinde namlu çıkış yönüne doğru sertlik değerleri azalmaktadır. Namlu çıkışlarında sertlik değerlerinin düşmesi bu topların dik bir şekilde namlu çıkışları aşağıda olacak şekilde döküldüklerini göstermektedir. Bunun yanında vida adımlarının bulunduğu kısım mekanik işleme sebebiyle diğer bölgelere göre daha yüksek sertliğe sahiptir. Yüksek sertlik değerleri genel olarak malzemenin tokluk değerinin azalmasına dolayısıyla yanma esnasında oluşan yüksek basınç ve sıcaklığa dayanımının azalmasına sebep olmaktadır. Özellikle Dukkas fetih esnasında bir gün içerisinde toptan 3-7 defa atış yapılabildiğini bu atışlar arasında topların çatlamasının

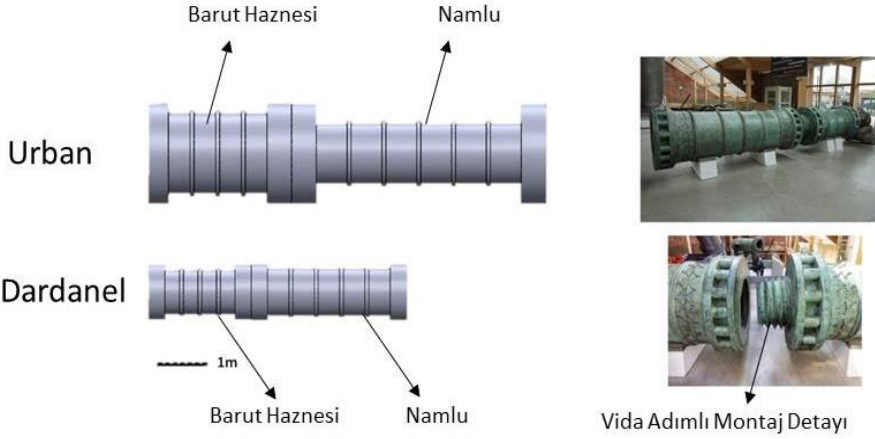
²⁰ Gabor Agoston, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, s. 65.

²¹ A.R. Williams ve A.J.R. Paterson, "A Turkish Bronze Cannon in the Tower of London", s. 193.

²² Şekil 2.

önlenmesi amacıyla topun zeytinyağıyla soğutulduğundan bahsetmektedir²³.

Avrupa’da demir malzemeden üretilen topların Urban ve Dardanel toplarından temel farkları üretim tekniğidir. Bu toplar dövme tekniğiyle üretilmişlerdir²⁴. Dönem metalurji teknikleri nedeniyle topların malzemelerinde düşük karbon oranı, yüksek fosfor oranı gibi sorunların olduğu yapılan araştırmalarda görülmüştür²⁵. Üretilen bu toplar namlu ve barut haznesi gibi iki kısımdan oluşmakla birlikte çeşitli teknikler kullanılarak kalıcı olarak birleştirilmektedirler. Urban ve Dardanel topların bronz malzemeden iki parçadan dökülmesi ve sonrasında vidalı birleşim detayının oluşturulması top üretiminde önemli bir teknolojik gelişmedir. Bu şekilde üretimin amacı diğer toplara göre çok daha büyük kalibrede ve boyutlarda olan bu topların bir noktadan bir noktaya taşınmasını kolaylaştırmaktır²⁶.



Şekil 2: Urban ve Dardanel toplarının boyutsal karşılaştırılması ve vida adımlı montaj detayı.

Bunun yanında dönemin diğer toplarından alınan örnekler üzerinde yapılan sertlik ölçüm değerlerinin Dardanel Topu ile benzer

²³ Dukas, *İstanbulun Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, s. 187.

²⁴ Howard L. Blackmore, “Boxted Bombards”, s. 89.

²⁵ R.D. Smith ve R.R. Brown, “Bombards; Mons Meg and Her Sisters”, s. 90-97.

²⁶ Şekil 2.

aralıklarda olduğu tespit edilmiştir. Tablo 2’de Dardanel Topu ile beraber bu çalışma içerisinde karşılaştırma amacıyla kullanılacak dönem toplarına ait azamî ve asgarî sertlik değerleri özetlenmiştir. Toplarda kullanılan malzemelerin sertlik değerleri alındıkları bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Bu dağılım 100-300 HV sertlik değerleri arasında bulunmaktadır. Sertlik değerlerinin bu şekilde geniş bir aralıkta olmasının sebebi ise üretim esnasında topların boyutsal anlamda büyük olmaları ve soğuma işlemlerinin zamana yayılarak yapılması ve son olarak bazı bölgelerin üretim esnasında veya sonradan mekanik işleme tabi tutulmasıdır.

Sertlik (HV, kg/mm ²)					
Top Adı	Mons Meg	Basel Gun	Dulle Griet	Boxted Bombard	Dardanel
Namlu İç Yüzeği	-	-	-	-	113
Barut Haznesi	147	208	-	171-157	228
	98			306	237
	156				
	141				
Namlu Dış Yüzeği	160-232	150	223	259	145
	164	128-172	181	276	
	132			180-263	
	210			302	
Asgari	98	128	181	171	145
Azami	232	208	223	306	237

Tablo 2: Urban ve çağdaşı topların farklı bölgelerinden alınan sertlik değerleri²⁷.

Gerek dik döküm tekniklerinin kullanımı gerek vidalı iki parça olarak üretilmeleri dikkate alındığında Urban ve Dardanel toplarının dönemin diğer toplarıyla karşılaştırıldığında 15. yüzyıl özneline teknik olarak farklı oldukları belirlenmiştir.

²⁷ Mons Meg, Basel Gun, Dulle Griet ve Boxted Bombard için bkz. R.D. Smith ve R.R. Brown, “Bombards; Mons Meg and Her Sisters”, s. 90-97. Dardanel Topu için bkz. A.R. Williams ve A.J.R. Paterson, “A Turkish Bronze Cannon in the Tower of London”, s. 192.

2. Urban Topu ve Çağdaşlarının Ateşlenme Sonrası Çıkış Hızlarının Belirlenmesi

Toplardan atılan güllerin toptan çıkış hızları barut haznesinin hacmi, ateşleme esnasında kullanılan barut tipine, namlu boyuna, atılan güllenin ağırlığına ve atış esnasındaki ortam sıcaklığı gibi birçok parametreye bağlıdır. Namlu içerisindeki barutun yanma sonrası sahip olduğu iç enerjinin bir kısmı sıcaklığa bir kısımda yanma sonrası oluşan yüksek basınca sahip artık gaz ürünlere aktarılır. Bu olay çok hızlı geliştiği için namlu içerisindeki basınç aniden yükselir ve içerisindeki gülleği büyük bir hızla namlu boyunca itmektir. Gülle namludan çıkana kadar bu itki sürmektedir. 14. ve 15. yüzyılda kullanılan güherçile günümüz barutlarıyla karşılaştırıldığında çok daha düşük bir yanma basıncı oluşturmaktadır²⁸. Urban'ın üretmiş olduğu topun ateşlemeye hazırlanışı detaylı olarak Kritovulos'un yazdığı kronik içerisinde açıklanmaktadır²⁹. Özellikle barut haznesi tamamen güherçile ile doldurularak sıkıştırılmaktadır. Ateşleme ise topun barut haznesine dışarıdan ulaşan ve falya olarak adlandırılan bir delik üzerinden gerçekleştirilmektedir. Benzer ateşleme sıralamasının döneme ait diğer toplarda da yapısal benzerlikler sebebiyle uygulandığı görülmektedir. Dukas'a göre, Urban topların üretimini üstlenmiş fakat Fatih Sultan Mehmet'e güllerin üretiminden anlamadığını söylemiştir³⁰. Dolayısıyla güllerin üretimini Fatih Sultan Mehmet üstlenmiştir. Dönemin benzer toplarından granit güller atıldığı için bu çalışmada da gülle malzemesi granit olarak kabul edilmiştir. Urban Topu dışında farklı kayıtlardan Mongs Meg³¹, Dulle Griet³² ve Dardanel³³ toplarına ait elde edilen top

²⁸ C. Gillet, "A Technological Success in the 15th Century: Jehan Gambier's Mons Meg", *J Ordinance Soc.*, c. 16 (2004), s. 16–25.

²⁹ Mihail Kritovulos, *İmrozlu Kritovulos'un Tarihi (1451-1467)*, s. 54-55.

³⁰ Dukas, *İstanbul'un Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, s. 170.

³¹ Ian Lewtas, "The Ballistic Performance of the Bombard Mons Meg", s. 59–68.

³² Gabor Agoston, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, s. 65.

³³ George M. Hollenback, "Notes on the Design and Construction of Urban's Giant Bombard", *Byzantine and Modern Greek Studies*, Sayı 26 (2002), s. 284-291; "Gun Turkish Bombard (1464)" <https://collections.royalarmouries.org/object/rac-object-6177.html> (Erişim Tarihi 28.08.2022).

kesit geometrileri güllerin namlu çıkış hızlarının analitik yöntemle hesaplanması için kullanılmıştır. Bu toplar atılan güllerin atış menzili ve hedef üzerinde bıraktıkları etkilerinin tarihî kayıtlarda olması nedeni karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla seçilmiştir.

Güllerin toptan çıkış hızı, 1742 yılında Robins tarafından türetilmiş ağızdan doldurulmalı topların çıkış hızlarının bulunmasına yönelik analitik denklem kullanılarak hesaplanmıştır³⁴. Hesaplamalarda kullanılan denklem matematiksel sadeleştime sonrası $V = 26 * (R * \ln \alpha / ((\alpha / \beta) * \psi * \lambda + 1))^{0.5}$ olarak elde edilmiştir. Denklemde $\alpha = L/c$, $\lambda = d/D$ ve $\beta = L/d$ olarak tanımlanmıştır. Ψ granit güller için 6.13 olarak belirlenmiş birimsiz değer, L değeri topun barut haznesi uzunluğu ve güllenin top içinde aldığı toplam mesafe, c, barut haznesinin boyu, d güllenin çapı veya top kalibresi, D barut haznesinin çapı olarak ifade edilmiştir. R değeri kullanılan barutun kalitesine bağlı olarak değişen bir katsayıdır. Barut Çin'de keşfedilmiş, önce Araplar tarafından daha sonra da Avrupa'lular tarafından askerî amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır³⁵. Kara barut olarak adlandırılan patlayıcı madde Potasyum Nitrat (Güherçile), Kömür ve Sülfür karışımından oluşmaktadır. Barut üretimi başlarda toplanan malzemelerin kuru olarak öğütülerek karıştırılması şeklinde iken, silah yapılarının iyileştirilmesi ihtiyacı sebebiyle daha etkin yanma özelliklerine sahip farklı karışım oranları ve ıslak üretim tekniklerinin ortaya çıkmıştır³⁶. Karışım oranları 9. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar ağırlık oranları açısından büyük değişiklikler göstermiştir³⁷. Bu karışım oranı 18. yüzyıldan itibaren sabitlenmiş olup, ağırlıkça %75 Potasyum Nitrat, %15 Kömür ve %10 Sülfür'den oluşmaktadır. Osmanlı İmparatorluğu'ndaki barut ham malzeme üretimiyle ilgili detaylar Gabor Agoston tarafından detaylı bir şekilde verilmiştir³⁸. Karşılaştırılma yapılması amacı R değeri aynı olduğu varsayımıyla tüm toplar için 1000

³⁴ W. Johnson, "Benjamin Robins' new principles of gunnery", *International Journal of Impact Engineering*, Sayı 4 (1986), c. 4, s. 205-219.

³⁵ Gabor Agoston, "15. Yüzyılda Batı Barut Teknolojisi ve Osmanlılar", *Toplumsal Tarih*, Sayı 18 (Haziran 1995).

³⁶ John F. Gulmartin, "The gunpowder revolution, c. 1300–1650", <https://www.britannica.com/technology/military-technology/The-gunpowder-revolution-c-1300-1650> (Erişim tarihi: 23.12.2022).

³⁷ L. Davis Tenney, *The Chemistry of Gun Powder and Explosives*, Angriff Press, s. 39

³⁸ Gabor Agoston, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, s. 96-127.

olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında en hızlı çıkış hızının 271 m/s ile Mong-Meg topunda olduğu, Urban ve Dardanel toplarının çıkış hızları sırasıyla 216 ve 195 m/s olarak hesaplanmıştır. Dulle Griet topunun çıkış hızı ise 238 m/s olarak belirlenmiştir. Dulle Griet ve Dardanel toplarının kalibre olarak birbirine yakın olmalarına rağmen çıkış hızlarındaki temel farkın kullanılan barut miktarının Dulle Griet topunda büyük çaplı barut haznesini sebebiyle daha fazla olmasıdır. En yüksek kinetik enerjinin ise 601 kg ağırlığına sahip gülle ile Urban Topu'na ait olduğu belirlenmiştir.

3. Mesafe ve Vuruş Hızı Gibi Dış Balistik Özelliklerinin Belirlenmesi

Toplardan atılan güllerin havadaki hareketleri namludan çıkış hızına, atış açısına, atılan nesnenin geometrisine ve atış esnasındaki sürtünme katsayısına bağlıdır. Bir önceki bölümde hesaplanan namlu çıkış hızları bu bölümde topların atış mesafesi ve vuruş hızlarının hesaplaması için girdi olarak kullanılmıştır. Urban Topu üretildikten hemen sonra etkisinin belirlenmesi için Edirne'de ateşlenmiştir. Dukas'ın verdiği bilgilere göre atılan gülle ateşlenme sonrası 1 mil mesafeye düşmüştür³⁹. Dönemin yaygın olarak kullanılan 1 Roma mili yaklaşık olarak 1479 m mesafeye eşleniktir. Bu bilgi elde edilen sonuçların karşılaştırılması esnasında kullanılmıştır⁴⁰.

Hesaplanan top çıkış hızları Urban topu dâhil olmak üzere ses altı seviyelerdedir. (M, Mach Sayısı <1). Ses altı atışlar için mach sayısı uçuş boyunca sabit olarak alınabilmektedir⁴¹. Dış balistik özelliklerinin belirlenmesini sağlayan hesaplamalar için zaman adımlı iterasyon yapan denklem takımları kullanılmıştır.⁴² Bu denklem takımlarını kullananan

³⁹ Dukas, *İstanbulun Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, s. 172.

⁴⁰ William Smith, *Dictionary of Greek and Roman Antiquities*, Cambridge University Press, Cambridge 2013, s. 762.

⁴¹ Faith A. Morrison, "Data Correlation for Drag Coefficient for Sphere," www.chem.mtu.edu/~fmorriso/DataCorrelationForSphereDrag2016.pdf (Erişim tarihi: 28.08.2022).

⁴² Robert L. McCoy, *Modern Exterior Ballistics: The Launch and Flight Dynamics of Symmetric Projectiles*, Schiffer Military, Pennsylvania 2009, s. 46-47.

bilgisayar kodu bu çalışma için yazılmış ve her bir top için farklı atış açıları için çalıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Değerler incelendiğinde Urban Topu'nun 10 derece açıyla ateşlenmesi durumunda ulaşılan mesafenin 1464 m olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu değer Dukas'ın belirtmiş olduğu mesafeyi doğrular niteliktedir. Bunun yanında Mongs-Meg Topu için yapılan diğer bir çalışmada 10 derece açıda yapılan atış için hesaplanan atış mesafesi 2207 m olarak bulunmuştur⁴³. Bu çalışmada ise Mongs-Meg Topu için hesaplanan atış mesafesi 2039 m olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, yazılan bilgisayar koduyla gerçekleştirilen hesaplamaların doğruluk değerinin tarihsel verilerle karşılaştırıldığında yüksek olduğunu göstermektedir.

Top Adı	Namlu Çıkış Hızı (m/s)	Top Açısı (°)	Vuruş Hızı (m/s)	Mesafe (m)	Uçuş Süresi (s)	Vuruş Açısı (°)
Urban	216	5	199	781	3.78	5.28
		8	191	1203	5.99	8.69
		10	185	1464	7.44	11.05
		12	181	1709	8.86	13.47
Dardanel	195	5	180	639	3.42	5.26
		8	173	984	5.42	8.65
		10	169	1199	6.72	10.99
		12	165	1401	8.015	13.40
Mons-Meg	271	5	226	1148	4.66	5.68
		8	207	1709	7.31	9.54
		10	197	2039	9.02	12.32
		12	189	2339	10.68	15.21
Dulle Griet	238	5	213	929	4.14	5.38
		8	201	1415	6.55	8.95
		10	194	1711	8.11	11.48
		12	188	1986	9.65	14.00

Tablo 3: Urban ve Çağdaş toplar için farklı top atış açılarında elde edilen dış balistik değerleri.

⁴³ Ian Lewtas, "The Ballistic Performance of the Bombard Mons Meg", s. 59–68.

Elde edilen sonuçlar üzerinden değerlendirme yapıldığında Urban ve Dardanel toplarının çağdaşlarına göre aynı atış açılarında daha kısa mesafelere ulaştıkları gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise ateşleme esnasında bu toplardan atılan güllenin çıkış hızının Mongs Meg ve Dulle Griet toplarına göre düşük olmasıdır. Çıkış hızlarının düşük olmasının temel nedeni ise özellikle atılan güllenin kalibresinin Urban Topu'nda ciddi bir şekilde büyük olmasıdır. Hedefe vuruş açılarının ise birbirlerine yakın oldukları gözlemlenmiştir.

4. Urban Topu'nun Hedef Balistik Özelliklerinin Çağdaşlarıyla Karşılaştırılması

Hedef balistiği analizi kapsamında Urban ve çağdaşlarından atılan güllerin hedef üzerinde oluşturduğu hasar analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada her bir topun 1 Roma mili (1479 m) mesafede toprak üzerinde oluşturduğu delme derinliği incelenmiştir. Buradaki amaç bir önceki bölümdeki top çıkış hızlarının analizinde yapıldığı gibi hasar analizinden elde edilen sonuçların tarihî kayıtlarla karşılaştırılmasıdır. İkinci aşamada ise topların kuşatma esnasında savunma amaçlı oluşturulmuş sur ve kule yapılarında oluşturacakları hasar sayısal analizlerle belirlenmiştir. Bu analizler yapılırken kuşatma esnasında topların ok tehdidinden uzak bir mesafeye yerleştirileceği kabul edilmiştir. Bu mesafenin ise azami 500 m olacağı diğer bir varsayım olarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Güllerin hedefler üzerinde oluşturduğu hasar için ilgili denklemler literatürdeki mevcut çalışmalardan alınmıştır⁴⁴.

Dukas Kroniğinde Urban Topu'nun ilk defa ateşlemesi sonrası fırlatılan güllenin 1 mil toprak içerisinde bir kulaç (1.82 m) toprağa saplandığı ifade etmiştir⁴⁵. Çalışma kapsamında incelenen topların atış sonrası 1 mil mesafede toprak içinde oluşturacakları delme derinlikleri için hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Urban

⁴⁴ V. K. Luk and M. J. Forrestal, "Penetration Into semi-inf-infinite Reinforced Concrete Targets With Spherical and Ogival Nose Projectiles", *The International Journal of Impact Engineering*, Sayı 4 (1987), c. 6, s. 291-301. Ayrıca bkz. J. Forrestal, V. K. Luk, "Dynamic Spherical Cavity-Expansion in a Compressible Elastic-Plastic Solid", *MJournal of Applied Mechanics*, Sayı 2 (Haziran 1988), c. 55, s. 275-279.

⁴⁵ Dukas, *İstanbulun Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, s. 172.

Topu'nun toprak içerisinde oluşturduğu delme derinliği 1.78 m olarak bulunmuştur. Bu sonuç Dukas kroniğinde paylaşılan veriyi doğrulamaktadır. Çalışma kapsamında incelenen topların toprak üzerinde oluşturacakları delme değerlerine bakıldığında Urban Topu'na en yakın delme derinliğinin Dulle-Griet topu olduğu gözlemlenmiştir. Dardanel ve Mons-Meg topları toprak üzerinde bıraktıkları delme kudreti açısından Urban Topu'na göre daha az etkili oldukları belirlenmiştir.

Parametreler	Tarihi Veri	Hesaplanan			
	Urban	Urban	Dardanel	Mons Meg	Dulle Griet
Atış Mesafesi	1480 m	1464m	1401m	1430m	1415
Vuruş Hızı	--	185m/s	165m/s	216m/s	201m/s
Toprakta Kat Ettiği Mesafe	1.82m	1.78m	1.41m	1.25m	1.61m
Top Atış Açısı	--	10 Derece	12 Derece	6.5 Derece	8 Derece

Tablo 4: Urban ve çağdaşı topların atış sonrası 1 mil mesafede toprak içinde oluşturacakları delme derinlikleri.

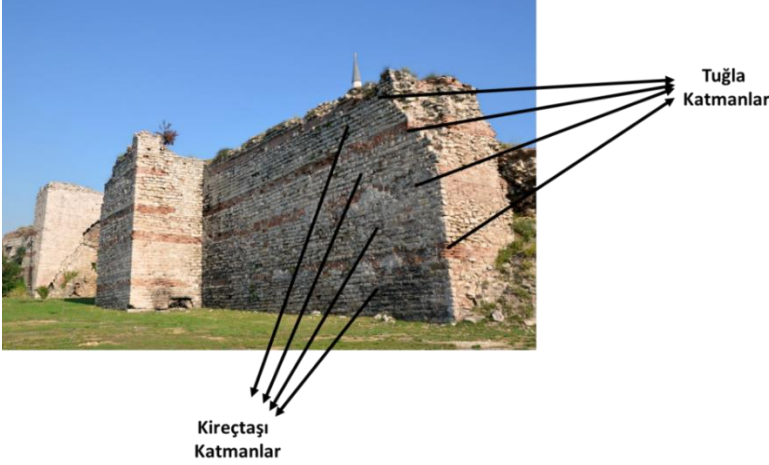
İkinci analizde ise öncelikle İstanbul'u kuşatan duvar yapısının yapısal ve mekanik detayları hesaplamalarda kullanılmak amacıyla incelenmiştir. Theodosius II döneminde yapılan surlar katlar halinde kireçtaşı ve tuğla katmanları halinde inşa edilmiş her kat arasında harç malzemesiyle dolgu yapılmıştır⁴⁶. Tuğlalar ilgili katman içerisinde 5 sıra şeklinde yerleştirildikleri gerçekleştirilen renovasyon planlarından görülmektedir⁴⁷. Kullanılan tuğların kalınlıkları 4,5-5 cm kalınlığında olup tüm tuğla katının azami yüksekliğinin 45cm olduğu belirlenmiştir⁴⁸.

⁴⁶ Şekil 3.

⁴⁷ Bağış Kankotan, “İstanbul Kara Surları T61-T62 Burçları ve Ana Sur Duvarı”, <https://renovarestorasyon.com/portfolio-item/321-ada-1-parsel-s-m-o-ahsap-kagir-yapi/> (Erişim tarihi:04.09.2022).

⁴⁸ Neslihan Asutay-Effenberger, “Theodosius Surları”, <https://istanbulsurlari.ku.edu.tr/essay/54/theodosius-surlari> (Erişim tarihi: 28.08.2022).

Kireç taşlarından örülen katlar 8 ile 10 sıra halinde örülmekte olup ortalama yüksekliği ise 1.2 ile 1.5 m arasında değişmektedir.



Şekil 3: İstanbul Surlarının kesit yapısı.

Bizans dönemi yapılarından alınan örnekler üzerinden yapılan araştırmalarda kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu malzemelerden harç malzemesinin basma mukavemeti 1.5 ile 3.5 MPa arasında olduğu alınan örneklerden belirlenmiştir⁴⁹. Bunun yanında direkt olarak surlardan alınan numunelerde ise bu değer 3-6 MPa arasında olduğu görülmüştür⁵⁰. Bizans dönemindeki tuğlaların, kullanılan harç malzemesinden daha yüksek, yaklaşık olarak 10 MPa, basma kuvvetine sahip olduğu belirlenmiştir⁵¹. Her iki malzemenin

⁴⁹ Serhan Ulukaya, Afife Binnaz, Hazar Yoruç, Nabi Yüzer ve Didem Oktay, “Material Characterization of Byzantine Period Brick Masonry Walls Revealed in Istanbul (Turkey)”, *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, Sayı 2 (2017), c. 61, s. 214.

⁵⁰ Gülçin Kahraman Altaş, Seden Acun Özgünler ve Erol Gürdal, “Erken Bizans Dönemi Savunma Yapılarında Kullanılan Horasan Harçlarının Özellikleri”, *Vakıf Restorasyon Yıllığı*, Sayı 6 (2013), s. 87.

⁵¹ Serhan Ulukaya, Afife Binnaz, Hazar Yoruç, Nabi Yüzer ve Didem Oktay, “Material Characterization of Byzantine Period Brick Masonry Walls Revealed in Istanbul (Turkey)”, s. 215. Ayrıca bkz. Hanıfı Binici, Fatih Binici, Mehmet Akcan, Yavuz Yardım, Enea Mustafaraj ve Marco Corradi, “Physical–Mechanical and Mineralogical Properties of Fired Bricks of the Archaeological Site of Harran, Turkey”, *Heritage*, Sayı

birlikte basma davranışının ise 2.8-3.55 MPa değer aralığında olduğu görülmektedir. Güncel üretim teknikleriyle gerçekleştirilen çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmektedir⁵². Kireçtaşı ise alındığı bölgeye göre basma mukavemeti 6 ile 260 MPa arasında değişiklik göstermektedir⁵³. Tuğladan örme yapılarıdaki tasarım kriterlerinden biri olan kompozit mukavemet değerinin hesaplanması standartlarda detaylı olarak açıklanmıştır⁵⁴. Her iki katmanın birlikte çalışması sonucunda ortaya çıkan basma mukavemeti 4 MPa olarak hesap edilmiştir. Bu değer gerçekleştirilen hasar analizi kapsamında kullanılmıştır.

Kireçtaşı maden ocağından çıkarıldığında şekil vermesi kolay bir taştır. Zamanla havayla teması sonrası kimyasal tepkimeye girerek basma ve kesme mukavemetleri artarak yapısındaki gözenekler azalmakta ve çevresel etmenlere karşı dayanım göstermektedirler⁵⁵. İstanbul'u korumak için oluşturulan surlarda kullanılan kireçtaşları bölgeye yakın olan kaynaklardan temin edilmiştir. Bu kaynakların başlıcaları Bakırköy, Sazlıbosna ve Pınarhisar olarak özetlenebilir⁵⁶. Bu bölgelerden elde edilen kireç taşlarının basma mukavemetleri ise 19-24 MPa olarak değişmektedir. Bu çalışmada Urban ve çağdaşları olan topların sur üzerinde bıraktıkları delme derinliğini hesaplamak amacıyla kullanılan kireç taşlarının basma mukavemeti ortalama değer olarak 21.5 MPa olarak alınmıştır. Tuğla ve harçdan oluşan ve kireçtaşı için belirlenen bu basma mukavemeti değerleri topların hasar analizlerinde girdi olarak

3 (2020), s. 1018-1034.

⁵² D. V. Bomp ve A. Y. Elghazouli, "Compressive behaviour of fired-clay brick and lime mortar masonry components in dry and wet conditions", *Materials and Structures*, Sayı 60 (2020), s. 3-21.

⁵³ SN Zharikov, SS Taranzhin ve VA Kutuev, "Rock slope stability assessment toward elimination of accidents", *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, Sayı 773 (2021), s. 3.

⁵⁴ *Eurocode 6: Design of masonry structures. Part 1.1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures*, European Committee for Standardization, ENV 1996-1-1:1995, 1995, s. 36

⁵⁵ Mustafa Kumral, Gökhan Şans, Cihan Yalçın, Mustafa Kaay ve Murat Budakoğlu, "Çatalca (İstanbul) Civarındaki Tarihi Küfeki Taşının Oluşumunda Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Etkileri", *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı 1 (2019), c. 8, s. 278-287.

⁵⁶ Tuğçe Erözmen, Ömer Ündül ve Namık Aysal, "Evaluation for the effects of different cleaning techniques applied on Küfeki Stones Used in historical buildings in İstanbul", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı 8 (2020), c. 26, s. 1413-1418.

kullanılmıştır. Hasar analizi kapsamında toplardan atılan güllerin hem tuğla katmana hemde kireçtaşı katmanına atış yapılması olarak iki seneryo incelenmiştir. Urban ve çağdaşlarının 500 m mesafeden duvar üzerine gerçekleştirdikleri atış esnasındaki duvara çarpma hızları bir önceki bölümde kullanılan algoritmayla belirlenmiştir. Bu vuruş hızları hasar analizlerinde kullanılmıştır. Hasar analizi kapsamında her iki katman üzerinde hesaplama sonucunda elde edilen delme derinlikleri aşağıda Tablo 5’te verilmiştir.

Top Adı	Urban		Dardanel		Mons Meg		Dulle Griet	
	Tuğla +Harç	Kireç Taşı	Tuğla +Harç	Kireç Taşı	Tuğla +Harç	Kireç Taşı	Tuğla +Harç	Kireç Taşı
Namlu Çıkış Hızı (m/s)	216		195		271		238	
Çarpma Hızı (m/s, 500m)	204		183		250		223	
Katman Basma Mukavemeti (MPa)	4	21,5	4	21,5	4	21,5	4	21,5
Delme Derinliği (m)	1,16	0,475	0,62	0,30	0,67	0,28	0,81	0,32

Tablo 5: Urban ve çağdaş toprakların sur yapısı üzerinde hesaplanan hasar analizi sonuçları.

Elde edilen delme derinliği bakımından dönemin diğer topları Urban Topu’nun sur üzerinde oluşturabileceği hasara yaklaşmadıkları tespit edilmiştir. Savunma hattı boyunca sur kalınlığının 5 ile 7.5 m arasında değiştiği bilinmektedir. Fakat Fatih Sultan Mehmet’in özellikle Urban Topu’nu Topkapı bölgesindeki duvar kalınlıkları en ince olduğu noktaya kurdu muştur. Bu noktadaki duvar kalınlıkları 5 m’dir. Elde edilen verilerden Urban Topu’nun dahi ilk atışta sur duvarını yıkamayacağı açıkça görülmektedir. Fakat duvar kalınlıkları 2.15 m olan kuleler için bu durum geçerli değildir. Kule duvarları özellikle tuğla ve harç kısmından aldığı ilk atışla ayakta kalması için gerekli olan duvar stabilite kalınlığı olan 0,72 m değerine çok yaklaştığı için ilk atışta yıkılma olasılığı bulunmaktadır. Bunun yanında Dukas kroniğinde savaş alanında Yanoş

Huniadi'nin elçisi tarafından surların ve kulenin yıkılabilmesi için üçgen teşkil edilerek atış yapılmasının gerektiğini bildirdiği söylenmiştir⁵⁷. Bu şekilde yapılan ikinci veya üçüncü atışlarda sur yapısının kolayca yıkılacağı tavsiye edilmiş ve surların bu şekilde yıkıldığı belirtilmiştir⁵⁸. Çoklu atışlar yapılarak surların yıkıldığına dair diğer bir tarihî kayıt yine Krituvulos tarafından verilmiştir. Urban Topu'nun tuğla kısımda ilk atışta 1.16 m delme kudretine sahip olması sebebiyle bu topla üçgen atış yapılarak icra edilen çoklu atışlarla duvar kalınlığı yıkılması için gerekli olan stabilite kalınlığı olan 1.66 m mesafenin altına inilebileceği görülmektedir.

Sonuç

Urban Topu'nun fiziksel özellikleri çağdaşlarıyla karşılaştırılmıştır. Urban topu gerek boyutlar gerek üretim tekniği kapsamında Dardanel Topu hariç çağdaşlarından ayrılmaktadır. Çağdaşları olan toplar genellikle dövme çelikten imal edilmişlerdir. Barut hazneleri ve namluları çeşitli teknikler kullanılarak birbirlerine sabitlenmişlerdir. Urban ve Dardanel topları ise savaş bölgelerine taşınmaları için iki parçadan ve vidalı montajlı olacak şekilde üretilmişlerdir. Bu şekilde üretilmelerinin nedeni büyük kalibrelere sahip olmalarından dolayı tek parça şeklinde taşınmasının dönemin olanakları bazında çok zor olmasıdır. Metalurjik incelemeler Dardanel Topu'nun namlu aşağıda olacak şekilde döküldüğünü göstermektedir. Ayrıca sertlik değerlerinin dönem toplarıyla benzer olduğu belirlenmiştir. Buradan özellikle Osmanlı İmparatorluğu'nda 15. yüzyılda top teknoloji kapsamında belirgin bir üstlük olmadığı söylenebilir. İç balistik anlamında özellikle Avrupa'da üretilen topların gerek mesafe gerek çıkış hızları kapsamında daha iyi sonuçlar verdikleri görülmüştür. Urban Topu'nun ateşlenmesi sonrası fırlatılan granit güllenin kazanmış olduğu

⁵⁷ “Topçu ustası atışı yaparak kaleyi sarstıktan sonra aynı yere bir gülle daha atmak istedi, tesadüfen orada bulunmuş olan Hünyadi Yanoş'un elçisi buna mani oldu ve dedi ki 'Eğer kolayca kaleleri yıkmak istiyorsan birinci atışı yaptıktan sonra güllenin isabet ettiği yerden beş altı kulaç (9-11m) mesafe uzak diğer bir yere ikinci atışı yap, bu suretle iki darbeyi yaptıktan sonra üçüncü gülleri öyle bir yere at ki, üç güllenin atıldığı yerler bir müselles (üçgen) teşkil etsinler, o zaman kalenin kolayca yıkıldığını görürsün.' Bu nasihat hoş görüldü ve topçu bu talimat dairesinde hareket etti ve muvaffak oldu”. Bkz. Dukas, *İstanbul'un Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, s. 187.

⁵⁸ Mihail Kritovulos, *İmrozlu Kritovulos'un Tarihi (1451-1467)*, s. 56.

toplam kinetik enerjisinin tüm çağdaşlarından fazla olduğu yapılan hesaplamalarla belirlenmiştir. Benzer şekilde topların havadaki uçuş süresi, mesafesi ve yere düşüş açısı gibi dış balistik özelliklerinin belirlenmesi için kod yazılmıştır. Elde edilen sonuçlar tarihi verilerle karşılaştırılmıştır. Hesaplamaların tarihi verilerle uyduğu belirlenmiştir.

Son olarak Urban Topu'nun ve çağdaşlarının hedefe çarpma sonrası hedef üzerinde oluşturduğu delme derinliği analitik hesaplamalar yapılarak belirlenmiştir. Gerek toprak gerek surlar için hesap edilen delme derinlikleri tarihî kayıtlarla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonunda Urban Topu'nun tarihî kayıtlarda belirtildiği gibi tek atışta bir kule yapısına ciddi hasar verebileceği, surlar üzerinde ise ikinci veya üçüncü atıştan sonra gedik açabileceği sayısal olarak belirlenmiştir. Urban Topu'nun menzilin ve çıkış hızının düşük olmasına rağmen attığı güllenin karşılaştırılan dönem topları arasında en büyük çaplı ve en ağır olması sebebiyle fetih esnasında sur yapısı üzerinde hasar verebilecek en etkili silah olmasını sağlamıştır. Bunun yanında Urban Topu'nun büyüklüğünün bir yerden diğer bir yere taşınması için ihtiyaç duyulan lojistik üzerinde sınırlayıcı etkisi olmuştur.

Sonuç olarak Urban Topu çağdaşlarıyla karşılaştığında iki parçalı üretilmesi açısından dönem toplarından farklıdır. Topun sahip olduğu yüksek kinetik enerji 600 kg gibi bir kütleye sahip olan güllerin İstanbul surlarına çoklu atışlarla hızlı bir şekilde ağır hasar verebileceği belirlenmiştir. Çağdaşlarının ise bu kapasiteye sahip olmadıkları yapılan hesaplamalarla görülmüştür.

KAYNAKÇA / REFERENCES

Araştırma ve İnceleme Eserleri / Secondary Sources

AGOSTON, Gabor, “15. Yüzyılda Batı Barut Teknolojisi ve Osmanlılar”, *Toplumsal Tarih*, Sayı 18 (Haziran 1995), s. 10-15

AGOSTON, Gabor, *Guns for the Sultan: Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire*, Cambridge University Press, Cambridge 2005

ALTAŞ, Gülçin Kahraman, Seden Acun Özgünler ve Erol Gürdal, “Erken Bizans Dönemi Savunma Yapılarında Kullanılan Horasan Harçların Özellikleri”, *Vakıf Restorasyon Yıllığı*, Sayı 6 (2013), s. 82-88

AYDÜZ, Salim, *Düşten Fethi İstanbul/Fethin Topları: Ateşli Silahların Gelişmesinde Sultan Fatih'in Rolü*, Üsküdar Belediyesi Kültür Yayınları, İstanbul 2015

BİNİCİ Hanifi, Fatih Binici, Mehmet Akcan, Yavuz Yardım, Enea Mustafaraj ve Marco Corradi, “Physical–Mechanical and Mineralogical Properties of Fired Bricks of the Archaeological Site of Harran, Turkey”, *Heritage*, Sayı 3 (2020), s. 1018-1034

BLACKMORE, Howard L., “Boxted Bombards”, *The Antiquaries Journal*, Sayı 1 (Mart 1987), c. 67, s. 86-96

BOMPA, D. V. ve A. Y. Elghazouli, “Compressive behaviour of fired-clay brick and lime mortar masonry components in dry and wet conditions”, *Materials and Structures*, Sayı 60 (2020), s. 59-60

BURTON, Peter, *A history of the late mediaval siege, 1200-1500*, The Boydell Press, Woodbridge 2010

DAVIS, Tenney. L., *The Chemistry of Gun Powder and Explosives*, Angriff Press

DUKAS, *İstanbulun Fethi, Dukas Kroniği 1341-1462*, Kabalcı Yayın Evi, İstanbul 2020

ERÖZMEN, Tuğçe, Ömer Ündül ve Namık Aysal, “Evaluation for the effects of different cleaning techniques applied on Küfeki Stones Used in historical buildings in İstanbul”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı 8 (2020), c. 26, s. 1413-1418

Eurocode 6: “Design of masonry structures. Part 1.1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures”, European Committee for Standardization, ENV 1996-1-1:1995, 1995

FORRESTAL, J. ve V. K. Luk, “Dynamic Spherical Cavity-Expansion in a Compressible Elastic-Plastic Solid”, *MJournal of Applied Mechanics*, Sayı 2 (Haziran 1988), c. 55, s. 275-279

GILLET C, “A technological success in the 15th century: Jehan Gambier’s Mons Meg”, *J Ordinance Soc.*, c. 16 (2004), s. 16-25

HOLLENBACK, George M., Notes on the Design and Construction of Urban’s Giant Bombard”, *Byzantine and Modern Greek Studies*, Sayı 26 (2002), s. 284-291

JOHNSON, W., “Benjamin Robins' new principles of gunnery”, *International Journal of Impact Engineering*, Sayı 4 (1986), c. 4, s. 205-219

KUMRAL, Mustafa, Gökhan Şans, Cihan Yalçın, Mustafa Kaay, Murat Budakoğlu, “Çatalca (İstanbul) Civarındaki Tarihi Küfeki Taşının Oluşumunda Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Etkileri”, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı 1 (2019), c. 8, s. 278-287

KRİTOVULOS, Mihail, *İmrozlu Kritovulos’un Tarihi (1451-1467)*, çev. Ari Çokona, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2015

LEFROY, J. H., “The Great Cannon of Muhammad II (A.D. 1464)”, *The Archaeological journal*, Sayı 25 (1868), s. 261-280

- LEWTAS, Ian, “The Ballistic Performance of the Bombard Mons Meg”, *Defence Technology*, Sayı 12 (2016), s. 59-68
- LUK, V. K ve M. J. Forrestal, “Penetration Into semi-inf-infinite Reinforced Concrete Targets With Spherical and Ogival Nose Projectiles”, *The International Journal of Impact Engineering*, Sayı 4 (1987), c. 6, s. 291-301
- McCOY, Robert L., *Modern Exterior Ballistics: The Launch and Flight Dynamics of Symmetric Projectiles*, Schiffer Military, Pennsylvania 2009
- PUL, Ayşe, “Yeniçeri Teşkilatına Dair Bir Risale (Değerlendirme-Karşılaştırmalı Metin)”, *Belleten*, Sayı 301 (Aralık 2020), c. 84, s. 983-1044
- SMITH, R.D. ve R.R. Brown, “Bombards; Mons Meg and Her Sisters”, *Royal Armouries Monograph 1*, Londra 1989
- SMITH, William, *Dictionary of Greek and Roman Antiquities*, Cambridge University Press, Cambridge 2013
- TURNBULL, Stephen, *The Walls of Constantiople AD 324-1453*, Osprey Publishing, Oxford 2004
- ULUKAYA Serhan, Afife Binnaz, Hazar Yoruç, Nabi Yüzer ve Didem Oktay, “Material Characterization of Byzantine Period Brick Masonry Walls Revealed in Istanbul (Turkey)”, *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, Sayı 2 (2017), c. 61, s. 209-215
- UZUNÇARŞILI, İsmail Hakkı, *Osmanlı Tarihi: Anadolu Selçukluları ve Anadolu Beylikleri hakkında bir mukaddime ile Osmanlı Devleti'nin Kuruluşundan İstanbul'un Fethine Kadar*, c. 1, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1982
- WILLIAMS, A.R. ve A.J.R. Paterson, “A Turkish Bronze Cannon in the Tower of London”, *Gladius*, Sayı 17 (1986), s. 185-205

ZHARIKOV, SN., SS Taranzhin ve VA Kutuev, “Rock slope stability assessment toward elimination of accidents”, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, Sayı 773 (2021), s. 1-6

İnternet Kaynakları / Online Sources

ASUTAY-EFFENBERGER, Neslihan, “Theodosius Surları”, <https://istanbulsurlari.ku.edu.tr/tr/essay/54/theodosius-surlari> (Erişim tarihi: 28.08.2022)

GULMARTİN, John F., “The gunpowder revolution, c. 1300–1650”, <https://www.britannica.com/technology/military-technology/The-gunpowder-revolution-c-1300-1650> (Erişim tarihi: 23.12.2022)

KANKOTAN, Bağış, “İstanbul Kara Surları T61-T62 Burçları ve Ana Sur Duvarı”, <https://renovarestorasyon.com/portfolio-item/321-ada-1-parsel-s-m-o-ahsap-kagir-yapi/> (Erişim tarihi: 04.09.2022)

MORRISON, Faith A., “Data Correlation for Drag Coefficient for Sphere,” www.chem.mtu.edu/~fmorriso/DataCorrelationForSphereDrag2016.pdf (Erişim tarihi: 28.08.2022)

“Gun Turkish Bombard (1464)” <https://collections.royalarmouries.org/object/rac-object-6177.html> (Erişim tarihi 28.08.2022)

Extended Summary

The main aim of this study is to compare the Urban Bombards with its counterparts not only geometrically but also the effectiveness in terms of exit velocity, firing range and its damage capability. Both Urban and Dardanell bombards made from bronze in two pieces, barrel and powder-breach. Apart from its counterparts, Urban and Dardanell bombard assembled with screwed sections. The main reason for having this assembly section is mainly for transportation purposes due to the excessive mass of these bombards. The comparative metallurgical search showed that unique production methods applied to Dardanel bombard. The era chronicles described Urban Bombard structures as very similar to Dardanell Bombard. In fact, the Dardanell bombard was produced approximately ten years after Urban Bombard and the design was repeated. The hardness of the gun sections changed due to casting bronze material and mechanical work on screwed sections. This decrease and increase of hardness cause sudden crack opening due to heat created from the firing of the bombard. Historical records noted that the Urban bombard was cooled by using olive oil after the certain number of the firing.

Calculation of firing velocity has been done by analytical equation based on geometrical properties of both bombard and cannonball. It is found that the Urban bombard sustained the highest kinetic energy, but the Mons-Meg firing velocity was the highest in all compared bombards. Additionally, the firing range with different muzzle exit angles and penetration into the soil was calculated and compared with the historical records. Obtained results showed a good correlation with the historical records. Moreover, the damage capabilities of these bombards were analyzed. Detailed analysis of wall structures has been made for efficient calculations of the damage when fired cannonball of Urban and other bombards. It was found that the Urban bombard has the capability of destroying wall towers due its weak structures respect to the wall itself in one firing. However, mathematical results indicated wall has to be received multiple hits for catastrophic damage. Historical records also supply this result. However, other bombards, the Dardanel, Mons Meg or Dulle Griet, would have very less damage capability if they were used against the Thedossian Walls due to its low damage values. These results

imply that the Urban bombard was produced specially for the siege of Constantinople. There is no information about what happened to the Urban Bombards during the final days of the siege and after the fall of Constantinople is not known. The most logical outcome is to the material of this giant bombard may be used as raw material for the production of new weapons.