

KAPSÜLSÜZ VE BARUTSUZ MERMİ ATAN HAFİF SİLAH TASARIMI

İbrahim ÇAYIROĞLU Ercüment N. DİZDAR

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Karabük, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, kapsülsüz ve barutsuz mermi atan yeni bir tabanca tasarımı yapılmıştır. Enerji olarak XM46 sıvı silah yakıtı kullanılmıştır. Ateşleme sistemi manyetolu olarak yapılmıştır. Silahın mekanizması mevcut klasik silahlara benzemektedir. Kapsül ve barut kullanılmadığı için şarjörde daha fazla hacim kazanılmıştır. Tasarlanan silahın üç-boyutlu katı modeli oluşturulmuş ve gerekli hesaplamaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tabanca, Sıvı silah yakıtı, XM46, Han, Tean.

DESIGNING A NEW PISTOL BULLET WITHOUT CAPSULE AND POWDER

ABSTRACT

In this study, a new pistol which shoots bullet without capsule and powder has been designed. XM46 liquid gun propellant has been used as energy. Firing system has been designed as electronic. The mechanism of weapon is similar to other classic weapons. Since capsule and powder are not used, much more volume in magazine has been gained. Three-dimensional solid model of designed weapon has been drawn and related calculations have been achieved.

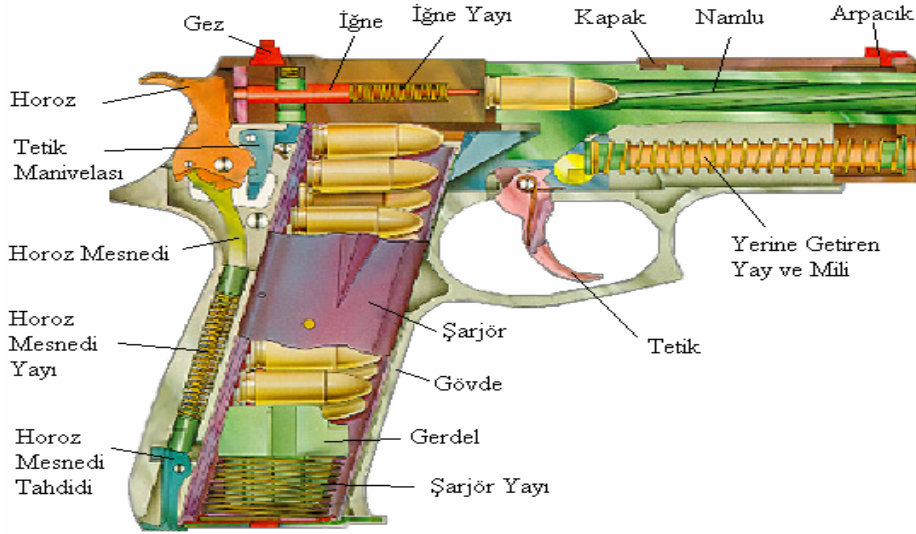
Key Words: Pistol, Liquid propellant gun, XM46, Han, Tean.

1. GİRİŞ

Ülkemizde silah teknolojisinin gelişmesine büyük önem verilmesi gerekmektedir. Yurt dışından satın alınan her silah ülke ekonomisinde büyük döviz kaybına neden olmakta ve dışa bağımlı kalmanın getirdiği siyasi ve stratejik mahsurlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Bu açıdan silah teknolojisi konusunda üniversitelere, teknoloji enstitülerine ve ar-ge kuruluşlarına büyük görev düşmektedir.

Günümüzde silah sanayi, teknolojinin gelişmesinde önde giderek ekonomiye büyük katkı sağlamaktadır. Bunun yanında hafif silah teknolojisindeki gelişmeler Samuel Colt'un 1836 yılında geliştirdiği ilk toplu tabancadan bu tarafa çalışma sistemi olarak yaklaşık aynı kalmıştır. Her ne kadar lazer ve elektro manyetik sistemle çalışan farklı silahlar geliştirilmiş olsa da pratik kullanımda pek yaygınlık kazanmamıştır. Teknolojik gelişmeler kinetik enerjinin bu yüzyılın ilk 20 yılında da kullanılacağını göstermektedir. Bu nedenle çalışmalar daha çok kinetik enerjinin hedefe daha etkili biçimde aktarılması üzerine olmuştur [1,2,3].

Günümüz hafif silahlarında (tabanca ve makineli tüfekler) temel çalışma prensibi hemen hemen aynıdır. Elle ilk başta kurulan mekanizma bir mermiyi hazneye alır ve ardından tetiğe basıldığında horoz iğneye çarpar ve fişegin içindeki barut ateşlenir. Barutun oluşturduğu basınçla çekirdek namlu içerisindeki yivler sayesinde dönerek çıkar ve dönme sonucu oluşan jirasyon dengesi yardımıyla hedefe sapmadan gider. Bu esnada haznedeki basıncın bir kısmı mekanizmayı geri itmede kullanılır. Geri gelen mekanizma kurulan yay gücüyle tekrar ileri hareket ederek yeni bir mermiyi hazneye alır ve ikinci atışa hazır hale gelir [2, 3, 4] (Şekil 1).



Şekil 1. Tipik bir tabancanın genel yapısı.

2. YANMA OLAYI VE BARUTUN ÖZELLİKLERİ

Barutun esas görevi çekirdeği namlunun dışına belli bir hızla itmektir. Bunun için gerekli enerji namlunun haznesinde yanma sonucu oluşan gazların basıncıyla sağlanır. Yanma başladığında barut büyük bir hacme dönüşmek ister ve yanma haznesi çok küçük olduğu için yüksek basınç elde edilir. Barut açık havada saniyede milimetre hızıyla yanmasına karşın, kapalı ortamda yanarken basınç yükselmesiyle birlikte bu yanma hızı saniyede kilometre düzeyine çıkan patlamaya dönüşür.

İlk barutun bulmasından bu yana barut üzerinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Kara barut olarak adlandırılan formülü (%75 KNO_3 + %15 C + %10 S) 1000'li yıllarda geliştirilmiştir. Bu barut yandığında % 60 artıkmaktadır. Artık günümüz modern mühimmatlarında kullanılmamaktadır. Nitro barutu 19.yy da geliştirilmiştir. Geliştirilen Nitroselüloz ise çok hızlı yanmakta ve pratik olarak hiç kalıntı ve renkli duman bırakmamaktadır. Nitroselüloz, pamuk liflerinin üzerine sülfür ve potasyum nitrat asidi eklenerek yapılır. Lif yapının üzerine solvent (eter, alkol) eklenip yoğunlaştırılarak plastik özelliği kazandırılır. Daha sonra şekil verilerek solvent buharlaştırılır. Bu durumda da nem kapma özelliği artmaktadır. Nitroselüloz barutu tek tabanlı (single-base) barut olarak da anılır. Solvent kullanımından kurtulma isteği başka maddelerin keşfine yol açmıştır. Bu madde Nitrogliserin ($\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$) dir. Nitroselülozla birleştirildiğinde plastik özelliği kazanmakta ve böylece çift tabanlı (double-base) barutu oluşturmaktadır. Bu iki maddenin yanına bir de nitrogadin (nitroguadine) eklenerek üç tabanlı (triple-base) barut elde edilmektedir. Günümüz silahlarında kullanılan barut tanecik yapısına ve içerisine katılan maddelerin (diphenylamine, ethyl centralite, reçine, polyester vs) karışımına göre farklılık göstermektedir. Nitro barutları kara baruta göre daha iyi reaksiyon göstermekte ve 3 kat daha fazla renksiz gaz ($\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 + \text{N}_2$) çıkarmaktadır. Bu üç barutun özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir [5, 6, 7, 8].

Tablo 1. Silahlarda Kullanılan Barutların Özellikleri.

	Kara Barut	Nitroselüloz	Nitrogliserin
Enerji (J/g)	2650	3500	4800
Çıkan Gaz Hacmi (lt/g)	0,3	0,9	0,8
Patlama Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	2500	2500-3000	3000-3800
Tutuşma Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	300	170	160
Yanma Hızı (mm/s, 1 Atm)	1,8	0,07	0,15
Kalıntı Oranı (%)	60	1	1

3. İÇ VE DIŞ BALİSTİK HESAPLAMALAR

İç balistik olayı tetiğin çekilmesiyle başlar, merminin namluyu terk etmesi anına kadar devam eder. İç balistik hesaplamalar, mermi büyük boyutlarda olduğunda (ör: Canon) matematiksel açıdan güvenilir bir

şekilde tahmin edilebilir. Küçük boyutlarda olduğunda oldukça zordur. Geçmişte balistik veriler küçük mermiler için hesaplama yerine hız ve basınç test metotlarıyla yada ampirik metotlarla tespit ediliyordu. Çok sayıda çekirdek/barut kombinasyonu içeren küçük boyuttaki mermilerin atış testleri yapılarak performans değerleri elde ediliyordu. Bu testlerden yeterli sayıda veri ortaya çıkarılıyor ve ses balistik bilgileriyle birlikte değerlendirilerek küçük mermiler için kabul edilebilir sonuçlar alınıyordu. Bilinen kinetik enerji denklemi ($E=1/2mv^2$) baruttan çıkan enerji miktarına eşitlendiğinde mermi hızı kabul edilebilir doğrulukla hesaplanabilir. Gerçekte çıkan enerjinin çok az bir kısmı merminin hareketine kullanılır. Browning Tüfekleri için Tablo 2'deki dağılımı vermiştir [5, 7].

Tablo 2. Baruttan çıkan enerjinin kullanıldığı alanlar.

Mermi yatağının ısıtılması	% 4
Çekirdeğe kinetik enerji verilmesi	% 29
Gazlara kinetik enerji verilmesi	% 19
Namlunun ısıtılması	% 22
Gazların ısıtılması	% 19
Mermi sürtünmesi	% 7
Toplam	% 100

Görüldüğü gibi toplam enerjinin ancak % 29'u merminin hareketi için kullanılmaktadır. Bu oran küçük mermiler için % 17-37 arasında değişmektedir. Dış balistik, çekirdeğin namluyu terk ettikten sonra hedefe ulaşana kadar olan olayları inceler. Çekirdek namluyu terk ettiğinde onu düz bir hat boyunca götüren kinetik enerjiye sahiptir. Ancak yerçekimi onu yere doğru çeker ve hava direnci de hızının azalmasına neden olur. Barut ve mermi üreticileri performans değerleri elde etmek için test atışları ve hesaplar yaparak tablolar halinde kataloglarında bu bilgileri verirler. Ülkemizde üretimi yapılan bazı tabanca ve tüfek mermilerin özellikleri Tablo 3'de verilmiştir [7, 8]. Enerji değerleri Tablo 1 kullanılarak yaklaşık bulunmuştur.

Tablo 3. Bazı Tabanca ve Tüfek Mermilerin Performans Değerleri.

Çap (mm)	Mermi	Barut Tipi	Barut Miktarı (g)	Çıkan Enerji (J)	Namlu Hız (m/s)	Namlu B. (MPa)	Silah
7.65	MKE	Single B.	0.14	490	270	147	Tabanca
9.00	MKE	Single B.	0.22	770	270	147	Tabanca
9.00	MKE	Single B.	0.28	980	345	245	Tabanca
9.00	MKE	Single B.	0.30	1050	345	294	Tabanca
9.00	MKE	Single B.	0.36	1260	375	255	Tabanca
9.65	MKE	Single B.	0.16	560	180	147	Tabanca
9.65	MKE	Single B.	0.18	630	220	196	Tabanca
7.62	M59	Double B.	2.85	11970	838	331	M1,G3,MG3
7.62	M2	Double B.	3.14	13188	835	330	A4,A6,M1
12.70	M17	Double B.	15.00	63000	887	365	M2,M3
20.00	M55	Double B.	37.00	155400	1030	379	M39,M61

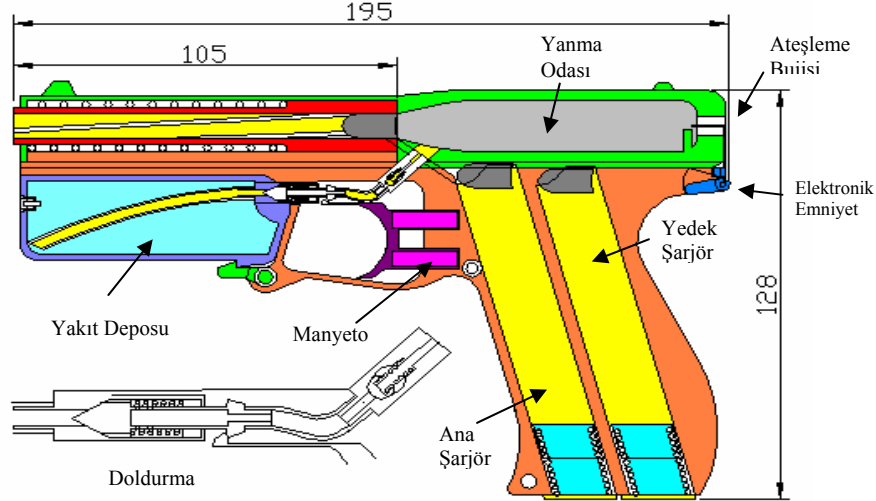
Bir fişek 4 ana kısımdan meydana gelmektedir (kovan, çekirdek, sevk barutu, kapsül). Bütün bu kısımların üretimi ve montajı için ayrı bir üretim hattının kurulması gerekmektedir. Bu nedenle fişekğin maliyeti çok yüksek düzeylere çıkmaktadır. Ayrıca savaş ortamında fişeklerin üretimi ve taşınmasında zorluklarla karşılaşmaktadır. Fişekler ağırlık ve hacim olarak çok fazla yer tuttıkları için bir personelin yanına alabileceği ve şarjöründe bulundurabileceği sayı sınırlı kalmaktadır. Bu mahsurları gidermek için burada kovansız sadece çekirdek atabilecek bir silah tasarımı yapılmıştır. Fişekte kovan ve barut bulunmadığı için şarjörde taşınabilecek mermi sayısı artmıştır. Mermi sadece kurşun çekirdekten oluştuğu için üretimi küçük bir atölyede basit bir presle yapılabilecektir. Burada esas problem itici gaz olarak kullanılacak enerji kaynağının tespiti olmaktadır.

4. TASARLANAN SİLAHIN ÇALIŞMA PRENSİBİ VE PERFORMANS DEĞERLERİ

4.1. Silahın Mekanik Tasarımı

Bu çalışmadaki asıl amaç mevcut pahalı fişekler yerine daha ucuz bir mermi atabilecek bir silah geliştirmektir. Bu amaçla geliştirilen silahta mevcut fişeklerin sadece çekirdek kısmını atan bir silah

geliştirilmiştir (Şekil 3). Silahın mekanizması mevcut silahlarınkiyle benzerdir. Burada silah ilk olarak elle kurulduğunda kapak şarjörden bir mermiyi alarak namluya sürmekte ve yerine oturmaktadır. Bu esnada tetik çekilirken önce yanıcı gazın valfi açılır ve yüksek basınçlı gaz hazneye dolar. Tetiğin yürümesinin sonlarına doğru valfin kapağı tetikten kurtularak kapanır ve manyeto ateşlenir. Ateşlenen yanıcı gaz patlamanın oluşturduğu enerji ile mermiyi ileri doğru fırlatır ve bu esnada etki tepki prensibiyle kapak takımı da geriye doğru gelir. Kapak takımı geri gelince kurulan yayın tesiriyle tekrar ileri gider ve ikinci bir mermiyi alarak yeni bir atışa hazır hale gelir.



4.2. Uygun Sevk Yakıtının Bulunması

Silahın tasarımı için ilk belirlenmesi gereken konu, gerekli enerjiyi sağlayabilecek gaz miktarının ve yanma odasının büyüklüğünün belirlenmesidir. Bu amaçla ilk olarak silahın performans değerlerinin hangi düzeyde olacağına karar verilecektir. Bunun için şu özellikler başlangıç değerleri olarak kabul edilmiştir.

- Namlu uzunluğu = 105 mm
- Çekirdek ağırlığı = 7 g
- İlk hızı = 270 m/s
- Etkili menzili = 50 m/s

7 g'lık bir çekirdeği 270 m/s lik hızla atmak için gerekli enerji, $E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0.007 \times 270^2 = 255 \text{ J}$ dir. Tablo 2'de verildiği gibi merminin kinetik enerjisi toplam enerjinin %30 kabul edilirse, gerekli toplam enerji 850 J olacaktır.

Şekil 3. Tasarlanan silahın 2 ve 3 Boyutlu resimleri.



Bu miktar bir enerjiyi sağlayabilecek itici yakıtın miktar ve hacmini bulalım. Bunun için öncelikle kullanılacak gazın belirlenmesi gerekir. Tablo 4.'de itici gaz olarak kullanılabilir çeşitli gazların ısıl enerji değerleri verilmiştir [5, 6, 7].

Tablodan anlaşılacağı gibi hidrojen hariç diğer bütün gazların birim ağırlık başına verdiği enerji hemen hemen aynıdır. Hidrojen zaten üretim ve depolama zorlukları nedeniyle kullanımda tercih edilemez. Bunların

içerisinden uygun gaz olarak, evlerde mutfak tüplerinde de kullanılan propan ve bütan karışımı seçilip enerji hesapları yapılırsa şöyle olacaktır.

Tablo 4. İtici gaz olarak kullanılabilir çeşitli gazlar.

Yakıt	Kimyasal Formül	Molekül Ağırlığı	Yoğunluk Kg/m ³	Enerji Değeri (kJ/m ³)	Enerji Değeri (kJ/kg)
Hidrojen	H ₂	2.016	0.0838	11.910	142.097
Metan	CH ₄	16.043	0.6669	37.030	55.529
Etan	C ₂ H ₆	30.071	1.2501	64.910	51.920
Etilen	C ₂ H ₄	28.055	1.1663	58.690	50.322
Asetilen	C ₂ H ₂	26.039	1.0825	54.140	50.010
Etil Alkol	C ₂ H ₅ OH	46.071	1.9153	58.630	30.610
Propan	C ₃ H ₈	44.099	1.8333	92.390	50.399
Bütan	C ₂ H ₁₀	58.126	2.4164	119.820	49.589

Silahtaki yanma odasının hacmi 15 cm³ dür. Kapak merminin arkasına yerleştikten sonra yanma odası kapalı bir hacim oluşturmaktadır. Bu kapalı hacmin içerisine tetik çekilirken basınçlı gaz sıkıştırılacaktır. Bu çok kısa bir süredir. Yaklaşık bir kabul yapılırsa bu süre içerisinde 30 cm³ lük bir gaz sıkıştırılabilir. Bu durumda yanma odasının basıncı 2 atmosfere çıkacaktır. Normal havada 30 cm³ gelen propan bütan karışımı Tablo 4'den hesaplanırsa 3.18 J lük enerji verir. Görüldüğü gibi bu miktar enerji Tablo 1 incelendiğinde merminin hedefe gönderilmesi için çok küçük bir değerdir. Bu durumda enerji yoğunluğu çok yüksek olan başka sevk gazlarına ihtiyaç vardır. Bu konu üzerinde daha önceden çalışmalar yapılmıştır.

Sevk barutu kullanmadan mermiyi atma üzerine çalışmalar (Naval Surface Warfare Center at Dahlgren, VA -the Navy's primary gun technology laboratory -1970) laboratuvarındaki çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Burada gemilerde taşınan mühimmatın sevk barutlarından kurtulmak istenmiştir. Bunun yerine deniz suyundan hidrojen ve oksijeni üretilip bunu kullanmak istemişlerdir. Böylece Hidrojen-Oksijen silah programı doğmuştur (HOG). Fakat deniz suyu ayrıştırıldığında hidrojen ve Ozon çıkmıştır. Daha sonra oksijeni havadan sıvılaştırarak elde etmişlerdir fakat birçok problem çıkmış ve projeyi durdurmuşlardır [7, 8, 9, 10].

Sevk barutunun yerine kullanmak amacıyla sıvı yakıt geliştirme çalışmaları devam etmiştir. Sıvı silah yakıtları ile ilgili çalışmalar yaklaşık 15 yıl önce başlamıştır. Suyla karıştırılmış HAN (hydroxyl ammonium nitrate, NH₃OHNO₃) ve TEAN (tri-ethanol ammonium nitrate, HOCH₂CH₂)₃NHNO₃) karışımı bunlardan birisidir. XM46 sıvı silah yakıtı, % 60.8 HAN, % 19.2 TEAN ve %20 sudan, LGP 1845 sıvı silah yakıtı ise %63.2 HAN, %20.0 TEAN, % 16.8 sudan meydana gelir. HAN oksitleyici ve TEAN ise yakıt olarak kullanılmaktadır. Su karışımının tutuşma hassasiyetini engellemekte ve karışımın dağılmasını önlemektedir. Karışım sadece basınç altında reaksiyona girdiğinden açık havada son derece emniyetlidir. Bu yakıtlar yüksek enerji, yüksek yoğunluk, izafi kararlılık, düşük toksik özellik, kolay işletmeye alma ve geri çekme gibi çok önemli özelliklere sahiptir [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

XM46 sıvı yakıt karışımının çıkarmış olduğu enerji 5116 J/g olarak tespit edilmiştir. Gerçekte reaksiyonun verdiği enerji daha fazladır. Su yaklaşık 1551 J/g lük bir enerjiyi 6.9 Mpa lük bir basınçta bünyesinde gizli ısı olarak bulundurmaktadır. Ortaya çıkan enerji Tablo 1'de verilen barutların enerji miktarından fazladır. Bu da XM46'nın silahlarda sıvı yakıt olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Burada tasarımı yapılan silahın, 15 cm³ lük yanma haznesine yakıt pülverize bir şekilde püskürtülecektir. Yanma haznesi geniş bir hacim tuttuğundan istenen basıncın elde edilebilmesi için gerekenden biraz daha fazla yakıtı ihtiyaç vardır. Yukarıda bir merminin atılması için gerekli enerji 850 J olarak hesaplanmıştı. Bu miktarı % 30 daha artırırsak 1100 J lük bir enerji gerekir. Bu miktar bir enerji 0.21 g lük bir yakıtın yanma haznesine püskürtülmesiyle sağlanabilecektir. Bu ayarlama püskürtme valfinin uygun tasarımıyla sağlanabilir [17, 18].

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kapsülsüz mermi atan yeni bir tabanca tasarımı yapılmıştır. Bu tasarımın getirmiş olduğu avantajlar şöyle sıralanabilir:

- ✓ Fişekte kovan bulunmadığı için bir merminin üretim maliyeti düşmüştür.
- ✓ Şarjöre sadece çekirdek konulduğu için şarjör kapasitesi artmıştır.
- ✓ Çekirdeğin imalatı basit bir presle kullanıcı tarafından yapılabilecektir (Güvenlik konusu burada ele alınmamıştır).

- ✓ Silahın hareketli mekanizması basit hale gelmiştir. Horoz, tetik manivelası, iğne ve yayı, Horoz mesnedi ve yayı tabancadan çıkarılmıştır.
- ✓ Silah oldukça hafifletilmiştir [19]. Bu şekilde silahın ergonomikliğini artırmıştır.

Bunun yanında oluşan dezavantajlar şöyle sıralanabilir:

- ✓ İtici sıvı yakıt olarak XM46 HAN-TEAM karışımının kullanılması ayrı bir depo gerekmektedir.
- ✓ Yakıt karışımını yanma odasına göndermek için kullanılan valf sistemi ile ateşlemede kullanılan elektronik manyeto sistemi silahtaki karmaşıklığı artırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Milne, J. S., Hargarten, W. S., Kellermann, A., L., Wintemute, G., J., **Effect of current federal regulations on handgun safety features**, Annals of Emergency Medicine, Volume 41, Issue 1, Pages 1-9, January 2003.
2. Kalender, O., Söyler, S., Mağnetik Silah, **Kara Harp Okulu Bilim Dergisi**, Cilt 13, Sayı 3, 2003.
3. Björing G., Johansson, L., Hägg, G. M., **Choice of handle characteristics for pistol grip power tools**, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 24, Issue 6, Pages 647-656, October 1999.
4. Fennigkoh, L., Garg A., Hart, B., **Mediating effects of wrist reaction torque on grip force production**, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 23, Issue 4, 15, Pages 293-306, March 1999
5. Cooper, J. R.; Caldwell, D. J., **Teratologic evaluation of liquid propellant (XM46) in the rat**, Journal Of Applied Toxicology: JAT, Volume 16, Issue 3, Pages 277-280, May - June 1996.
6. **General toxicity and reproductive screen of liquid propellant XM46 administered in the drinking water of Sprague-Dawley rats**, Toxicology And Industrial Health, Volume 11, Issue 2, March - April 1995, Pages 199-215
7. Kinkead, E. R., Wolfe, R. E., Salins, S. A., Flemming, C. D., Leahy, H. F., Caldwell, D. J., Miller, C. R., Marit, G. B., **General toxicity and reproductive screen of liquid propellant XM46 administered in the drinking water of Sprague-Dawley rats**, Toxicology And Industrial Health, Volume 11, Issue 2, March - April 1995, Pages 199-215
8. Üretim Katalogu, **MKE, Nitrosan A.Ş.** 71300 Kırıkkale-Türkiye.
9. Archie W.C., Principles of Energy Conversion, **McGraw-Hill**, 1991.
10. Klein,N., Liquid Propellants for Use in Guns, **Chapter 14 in Gun Propulsion Technology**, Progress in Astronautics and Aeronautics, AIAA, Washington, D.C., 1998.
11. Morrison, W.F. and Knapton, J.D., Liquid Propellant Guns, **Chapter 13 in Gun Propulsion Technology**, Progress in Astronautics and Aeronautics, v.109,AIAA, Washington, D.C., 1998.
12. Chang, Y.P., Boyer E., Kuo, K.K., Combustion Behavior and Flame Structure of XM46 Liquid Propellant, **AIAA 38 th Aerospace Sciences Meeting and Exhibit**, Reno, NV, 10-13 January 2000.
13. Harting, G.C., Mordosky, J.W., Zhang, B.Q., Cook, T.T., Kuo, K.K., Burning Rate Characterization of OXSOL Liquid Oxidizer, **36th JANNAF Combustion Subcommittee Meeting**, FL, Oct. 18-22, 1999.
14. Andrasko, J., Stahling, S., Time since discharge of pistols and revolvers, **Journal Of Forensic Sciences**, Volume 48, Issue 2, Pages 307-311, March 2003.
15. Grellner, W., Buhmann, D., Wilske, J., **Suicide by double bolt gunshot wound to the head: case report and review of the literature**, Archiv Fur Kriminologie, Volume 205, Issue 5-6, Pages 162-168, May - June 2000.
16. Rothschild, M. A., Maxeiner, H., Unusual findings in a case of suicide with a gas weapon, **International Journal Of Legal Medicine**, Volume 106, Issue 5, Pages 274-276, 1994.
17. Oxley, J. C., Smith, J. L., Resende, E., Determining explosivity part II: comparison of small-scale cartridge tests to actual pipe bombs, **Journal Of Forensic Sciences**, Volume 46, Issue 5, September, Pages 1070-1075, 2001.
18. Grellner, W., Buhmann, D., Wilske, J., Suicide by double bolt gunshot wound to the head: case report and review of the literature, **Kriminologie**, Volume 205, Issue 5-6, Pages 162-168, May - June 2000
19. Çayiroğlu, İ. Dizdar, E. N., Gümüş, A., Tabancaların Kompozit Malzemeler Kullanılarak Hafifletilmesi, **Savunma Sanayiindeki Teknolojik Gelimeler Sempozyumu**, cilt 1, sf. 315-322, Kara Harb Okulu, Ankara, 5-6 Haziran 1997.