

NAMLUYA MERMİ SÜRME HIZININ HESAPLANMASI

Aydın KUNTAY^(a), Ender KOÇ^(a), Haydar KARAÇAM^(b)

^(a) Bias Mühendislik, Güvenlik Cad. 7/12 Kavaklıdere, Ankara, akuntay@bias.com.tr

^(b) Mert A.Ş., Tersane Cad. No: 43, İstanbul, info@mert.com

ÖZET

Büyük kalibreli mermiler ateşlenmeden önce belirli bir ilk hız verilerek namlunun içine sıkıştırılmaktadır. Bu sıkışmayı sağlayan merminin çevresine yerleştirilen bakır sevk çemberidir. Bu sıkışmanın sağlanması için yive ve bakır sevk çemberine özel bir form ve toleranslar verilmektedir. Yapılan bu çalışmada belirli bir bakır sevk çemberi ve yiv sisteminin yeterli sıkışmayı sağlaması için mermiye verilmesi gereken ilk hız hesaplanmıştır. Hesaplamalarda sonlu eleman yöntemi kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermi, namlu, sonlu eleman yöntemi

ABSTRACT

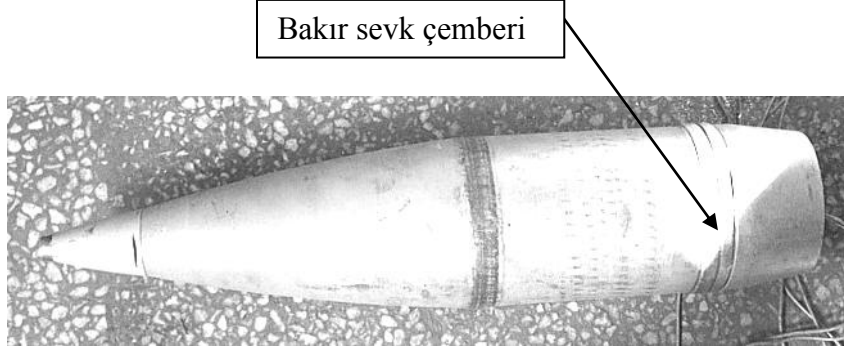
Big caliber bullets are launched into the gun barrel before being fired with an initial velocity. The copper ring is slightly larger than the barrel inside diameter so that it is squeezed inside. For this reason copper ring and barrel entrance are machined to a special geometry. In this paper, a given set of bullet and barrel geometry are analyzed to find the correct bullet velocity. Analysis are performed by using finite element method.

Keywords: Bullet, barrel, finite element method

1. GİRİŞ

Obüs ve toplarda kullanılan büyük kalibreli mermiler namluya belirli bir ilk hız ile sürülürler. Sevk çemberi, merminin arka kısmında mermi gövdesi üzerinde bulunan bakır bir halkadır (Şekil 1). Yive uygun bir profile sahiptir. Profilde yive giriş açısı ve malzeme yığma boşluğu bulunur. Bakır sevk çemberinin dış çapı yiv iç çapından daha büyük olduğu için yivlere sıkışır. Bu arada bakır namlu malzemesine göre çok daha yumuşak olduğundan elastik-plastik deformasyona uğrar. Bu deformasyonun bir sonucu olarak bakır sevk çemberi ile yiv arasında normal yönde sıkışma kuvveti meydana gelir. Sürtünme kuvveti bu normal kuvvet ile sürtünme katsayısının çarpımı şeklinde mermiye etkir. Merminin namlu içinde geri kaymasını engelleyen bu sürtünme kuvvetidir.

Böylece mermi atışa hazır konuma gelir ve namlunun yükselme durumunda dahi mermi geri kaymaz. Eldeki tek numune ile yapılan denemelerde merminin mevcut itme hızıyla namludan geri kaydığı tespit edilmiştir. Numune denemelerde hasar gördüğünden daha yüksek hızlara çıkılamamıştır. Bu nedenle 70dereceye kadar yükselen namludan merminin kaymaması için verilmesi gereken ilk hız hesaplanmıştır.

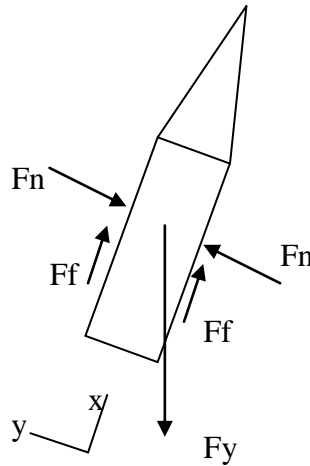


Şekil 1. Mermi ve bakır sevk çemberi.

2. HESAPLAMA VE ANALİZLER

2.1. Mermi Üzerindeki Kuvvetler

Yapılmak istenen merminin geri kaymasını önleyecek miktarda sıkışmayı sağlamaktır. Bu nedenle öncelikle sıkışma kuvvetini hesaplamak gerekecektir. Namlu 70 derece yükseldiğinde merminin serbest cisim diyagramı aşağıdaki gibidir.



Şekil 2. Mermi serbest cisim diyagramı.

Bu şekilde;

- Fy: Yer çekimi kuvveti
- Fn: Sıkışma kuvveti
- Ff: Sürtünme kuvveti

Şimdi merminin yive sıkıştığını ve dengede olduğunu varsayalım. İleride göreceğimiz gibi bakır sevk çemberinin elastik-plastik deformasyonundan kaynaklanan kuvvetler de mermiyi namludan geri kayması veya yerinde durması yönünde etkileyebilir. Bu etkiyi daha sonra inceleyeceğiz. Şimdilik denge durumunda mermi üzerindeki kuvvetleri, merminin x ekseninde eşitlersek:

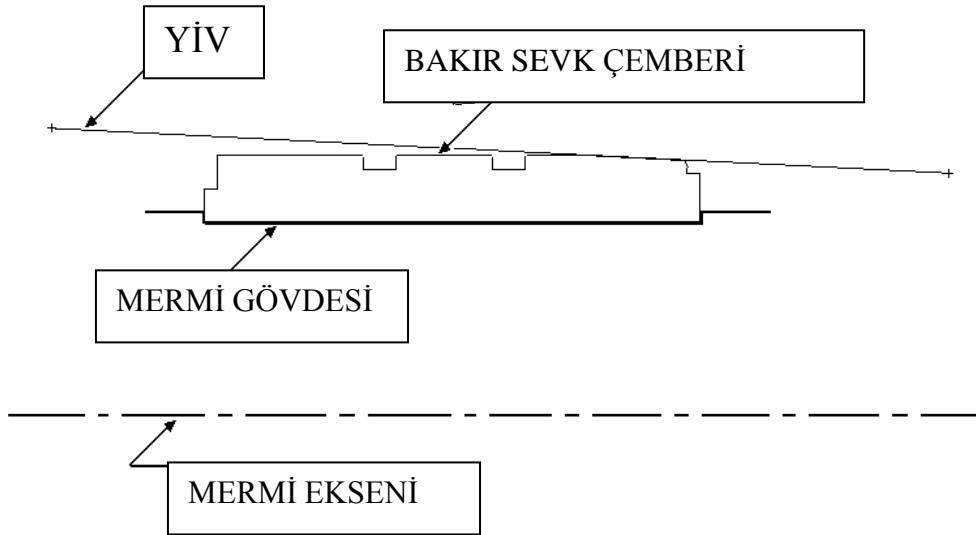
$$F_y \cdot \sin\theta \leq F_f \quad (1)$$

Dolayısıyla merminin geri kaymaması için toplam sürtünme kuvveti, mermiyeye etki eden yer çekimi kuvvetinin namlu eksenindeki bileşeninden büyük olmalıdır. Sürtünme kuvveti normal kuvvetle sürtünme kuvvetinin çarpımına eşittir:

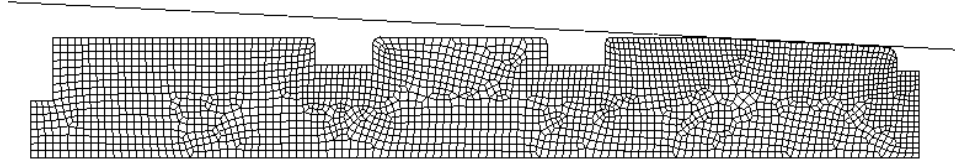
$$F_f = F_n \cdot \mu \quad (2)$$

2.2 Sonlu Eleman Modeli

Eğer merminin yivlere sıkışmasından kaynaklanan normal sıkışma kuvveti hesaplanabilirse, sürtünme kuvveti elde edilebilir. Merminin yive sıkışmasını incelemek için sonlu eleman yöntemi kullanılmıştır. Sonlu eleman modelinde bakır sevk çemberinin kesiti ele alınmıştır. Bakır sevk çemberinin tüm yiv setlerinde eşit miktarda ezildiği varsayılmıştır. Bu nedenle analizler tek bir yiv seti üzerinde yapılmıştır. Analizlerde sadece bakır deforme olabilen malzeme olarak tanımlanmış, mermi gövdesi ve yiv seti deforme olmayan rijit malzeme olarak girilmiştir. Bakırın çeliğe göre çok yumuşak olduğu gözönüne alınırca bu varsayım doğrudur. Bakırın ilerlemesi boyunca yerçekimi kuvveti de mermiyeye etkimektedir.



Sonlu eleman analizi "plane strain" varsayımı ile yapılmıştır. Bu da deforme olan bakırın, yivlerin arasına değil de tamamen çemberin kesitinde özellikle bırakılan boşluklara aktığını ifade etmektedir. Sadece sıkışma durumu için bu varsayım doğru kabul edilebilir. Bakırın malzeme özellikleri elastik-plastik bölgeler için girilmiştir. Analizin başındaki sonlu eleman ağı Şekil 4'de verilmiştir. Program deformasyon miktarına göre sonlu eleman ağını otomatik olarak yenilemektedir.

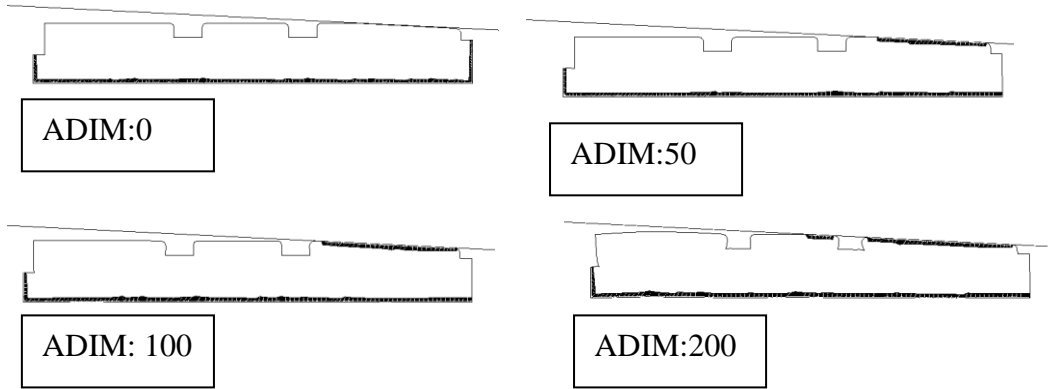


Şekil 4. Sonlu eleman ağı

Analiz iki aşamalı olarak ele alınabilir. Birinci aşama sıkıştırma kısmı, ikinci aşama ise merminin serbest kaldığı gevşeme durumudur. Analiz toplam 400 adımda tamamlanmıştır. İlk 200 adım sıkışma aşaması, geri kalan 200 adım da gevşeme aşamasıdır.

2.3 Sıkıştırma Aşaması

Bu aşama bakır sevk çemberinin verilen ilk hızın etkisiyle gidebildiği en uzak mesafeye kadar olan kısımdır. Bu aşamayı simüle etmek için bakır sevk çemberi, mermi gövdesi tarafından ilerletilir. Bu ilerlemenin miktarı deneme-yanılma yoluyla tespit edilmiştir. Bu ilerleme miktarı aslında merminin verilen ilk hızın enerjisinin yettiği kadardır. İlk hız ile verilen kinetik enerjiyi tamamen tüketen merminin hızı belli bir noktada sıfırlanır ve mermi durur. Şekil 5’de merminin ilerlemesi 0, 50, 100 ve en son 200üncü adımlarda gösterilmiştir. Üst taraftaki boyalı kenarlar merminin yive temas ettiği kısmı göstermektedir.

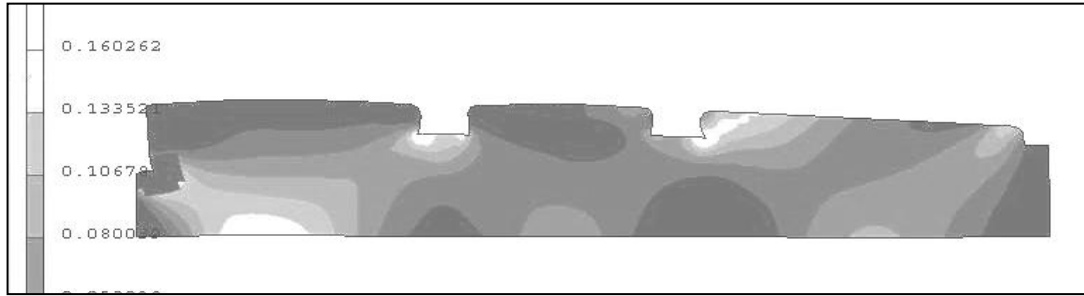


Şekil 5. Sıkıştırma Aşamasında Bakır Sevk Çemberinin İlerlemesi

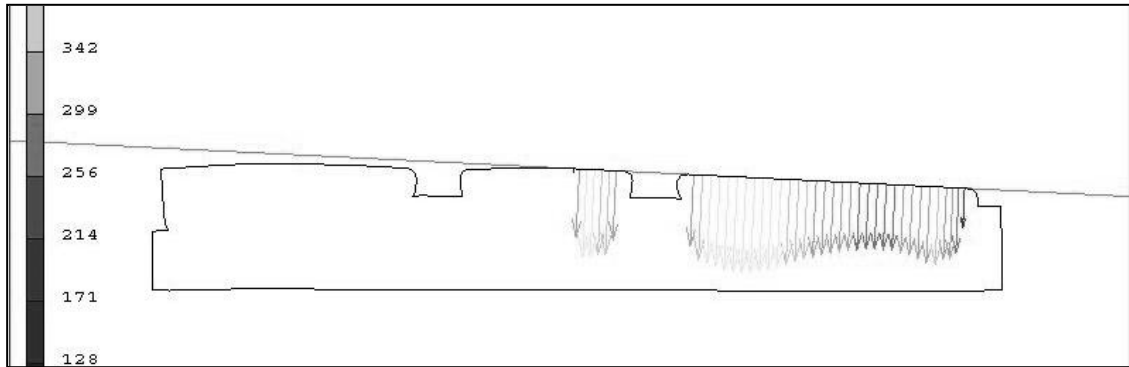
Yivlere sıkışan bakır sevk çemberinde elastik-plastik deformasyon meydana gelir. Durma noktasına geldiğinde bakır sevk çemberi üzerindeki von-Mises gerilme ve plastic strain dağılımları Şekil 6 ve 7’de verilmiştir. Durma anındaki sıkışma kuvvetinin vektörel gösterimi Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 6. Sıkıştırma sonunda bakırda von-Mises gerilme dağılımı.



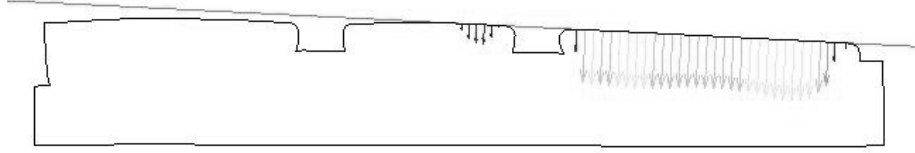
Şekil 7. Sıkıştırma sonunda bakırda plastic strain dağılımı.



Şekil 8. Bakır üzerinde sıkıştırma kuvveti vektorel gösterimi.

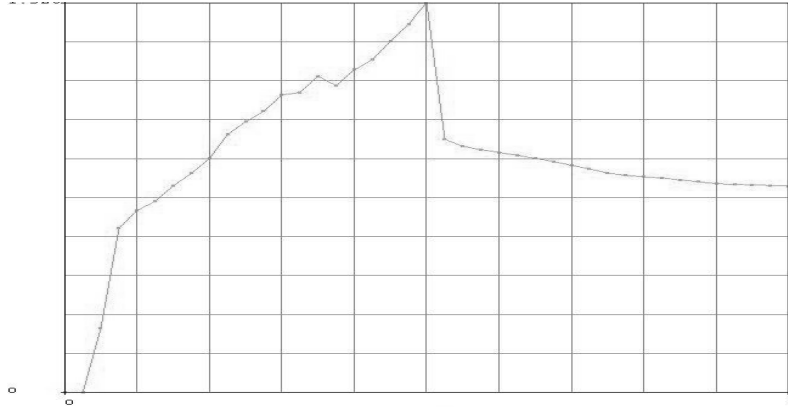
2.4 Gevşeme Aşaması

Mermi tamamen durduktan sonra üzerindeki elastik gerilmeler gevşer. Bu gevşeme aşaması programda yavaş yavaş yaptırılmıştır. Gevşeyen mermi çok az geriye doğru kaymaktadır. Bu esnada gevşeyen mermi üzerindeki sıkıştırma kuvvetleri de azalır (Şekil 9). Görüldüğü gibi sıkışma kuvveti belli bir noktada dengeye gelerek durmaktadır. Merminin son durumda üzerine gelen toplam sıkışma kuvveti de bu değerdir.



Şekil 9. Sıkıştırma kuvvetinin gevşemesi (400.adım)

Sürtünme katsayısının değeri sıkışma kuvvetinin gevşemesinde büyük öneme sahiptir. Bakır-çelik arasındaki sürtünme katsayısı genelde 0.2-0.3 arasında verilmektedir. Analizler güvenli tarafta kalmak için 0.2 üzerinden yapılmıştır. Ancak kontrol amacıyla 0.1 ve 0.3 sürtünme katsayılarında analizler tekrar edilmiştir. Şekil 10'da bu analizlerden bir örnek verilmiştir.



Şekil 10. Toplam sıkıştırma kuvveti-zaman eğrisi.

2.5. İlk Hız Hesaplaması

Mermiye verilen ilk hız ile mermiye kinetik enerji depolanmaktadır. Merminin bu enerjisi kullanılarak namlu içinde sıkışmaya kadar yapılan başlıca işler ve harcanan enerji ise şunlardır:

1. Merminin yükselmesinden kaynaklanan potansiyel enerji kazancı
2. Merminin elastik-plastik deformasyonu ve sürtünmeye karşı yapılan iş

Verilen Kinetik Enerji:

$$E_k = 0.5.m.V^2 \quad (3)$$

m: merminin kütlesi
V: ilk hız

Potansiyel Enerji:

$$E_p = m.g.h \quad (4)$$

m: mermi kütlesi
g: yer çekimi ivmesi
h: düşeyde gidilen mesafe

Bakırın deformasyonu ve sürtünmeye karşı yapılan iş:

Bu iş bakırdan elde edilen reaksiyon kuvvet-ilerleme eğrisinin altındaki alandır. Bu ana kadar harcanan toplam enerji Şekil 10 ile verilen Kuvvet-İlerleme eğrisi altındaki alandan hesaplanır. Toplam 48 adet yiv seti olduğu için eğri altındaki alan 48 ile çarpılmaktadır.

Enerji dengesi yazılırsa, tek bilinmeyen olarak ilk hız hesaplanmış olur:

$$\text{Kinetik enerji (Ek)} = \text{Potansiyel enerji (Ep)} + \text{Deformasyon Enerjisi (Ed)}$$

3. Değerlendirme

Yapılan çalışmada bakır sevk çemberinin yive sıkışması analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarından harcanan enerji ve sıkışma kuvveti elde edilmiştir. Bu değerler kullanılarak yapılan hesaplamalarla mermiye verilmesi gereken ilk hız bulunmuştur.

Analizlerde merminin yivden geri kaymasına yol açan iki mekanizma olduğu görülmüştür. Bunlardan birincisi tahmin edileceği üzere yer çekimi kuvvetidir. İkincisi ise gevşeyen merminin üzerindeki elastik kuvvetlerin etkisidir. Öyle ilk hız değeri vardır ki, mermi geri çıkamayacak şekilde yivlere sıkışmaktadır. Bu değer analizlerde deneme yanılma yoluyla tespit edilmiştir.

Analizlerde bazı varsayımlar ve basitleştirmeler kullanılmıştır. Bu varsayımlar ve kullanılan malzeme özelliklerinin, sürtünme katsayısının doğruluğu sonuçları etkileyebilir. Bunun yanında hesaplanan ilk hız değerinin benzeri sistemlerde kullanılan değerlere yakın olduğu bildirilmiştir.

KAYNAKÇA

1. J.L.Meriam, (1987), "Dynamics", Wiley