

Mermi Geçirmezlik Testlerinde Yenilikçi Yaklaşımlar

Dursun Ekmekci^{1*}, Emrah Kaplan²

¹Makine Mühendisliği / Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye

²Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye

*(dursunekmekci@gumushane.edu.tr)

Özet – Bu bildiri, mekanik testlerin elektriksel incelemesi, malzeme test süreçlerinin daha ayrıntılı ve kesin sonuçlar elde etmesine olanak sağlayan önemli bir yaklaşım olarak incelenmektedir. Bu çalışma, mermi geçirmezlik analizinde elektriksel metotların kullanımının avantajlarını ve potansiyel katkılarını da vurgulamaktadır. Bu bildiri, malzeme sağlamlığı testlerinde elektriksel yaklaşımın önemini vurgulayarak, mevcut literatüre önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Elektriksel yaklaşımın, malzeme mekanik özelliklerinin hızlı ve hassas bir şekilde değerlendirilmesinde nasıl kullanılabileceği konusundaki potansiyelini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler – Mekanik Özellikler, Balistik Direnç, Malzeme Test Metotları, Yerel Malzeme Mekanik Özelliği

I. GİRİŞ

Malzeme bilimi ve mühendisliği, farklı uygulama alanlarında kullanılan malzemelerin özelliklerini anlama ve geliştirme amacıyla önemli bir bilim dalıdır. Bu bağlamda, malzeme sağlamlığı ve dayanıklılığı, bir malzemenin performansını belirleyen temel özelliklerden biridir. Malzemelerin mekanik özelliklerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, endüstriyel tasarım, inşaat, otomotiv, havacılık ve savunma gibi birçok sektörde kritik bir öneme sahiptir [1].

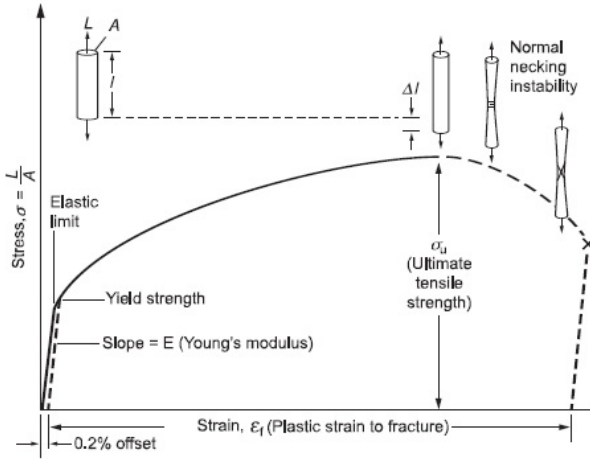
Bu bildiri, malzemelerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan elektriksel ölçüm metotlarını ele almaktadır. Genellikle malzemelerin elektriksel iletkenlik, direnç ve kapasitans gibi özellikleri, mekanik dayanıklılıkları hakkında önemli bilgiler sağlayabilir. Elektriksel ölçüm metotları, malzeme biliminde ve mühendislikte malzemelerin karakterizasyonu ve performansının geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan önemli araçlardır. Elektriksel ölçüm metotları, malzeme sağlamlığını ve dayanıklılığını incelemek için darbe veya yük uygulamadan da kullanılabilirler. Bu potansiyel, malzemelerin uzun vadeli performansını tahmin etmek ve belirli uygulamalara uygunluğunu değerlendirmek için önemlidir [2]. Ayrıca, elektriksel yaklaşımların

hızlı, ekonomik ve tekrarlanabilir ölçümlere olanak sağladığı unutulmamalıdır.

II. MEKANİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Hem ticari hem de askeri alanlarda malzemenin farklı mekanik özelliklerini ve davranışlarını incelemek için kullanılan yaygın yöntemlerdir. Hangi yöntemin seçileceği, ölçüm yapmak istediğiniz özelliklere ve malzeme türüne göre değişkenlik gösterir.

Bu testlerde malzeme üzerine uygulanan gerilme (yük) değeri, deformasyon (şekil değişimi) ile ilişkilendirilir. Bu testlerin sonucunda elde edilen veriler, malzemenin elastisite modülü, akma dayanımı, kopma dayanımı gibi önemli mekanik özelliklerini belirlemek için kullanılır. Malzemenin plastik deformasyonunda gerilme, gerilme hızı ve elastik/plastik bölgeyi ölçmek için kullanılır [3]. Şekil 1'de gösterilen çekme testi mekanik özellikleri ölçmek için kullanılan en yaygın testtir.



Şekil 1. Çekme gerilime-birim şekil değişim eğrisi [4].

A. Darbeye Dayanıklı Malzemelerin Elektriksel Özellikleri

Metallerin mekanik ve elektriksel özellikleri arasındaki ilişki karmaşıktır ve malzeme bileşimi, sıcaklık ve mekanik yükleme koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu ilişkiler hem mekanik hem de elektriksel performansın kritik olduğu elektrik bağlantılarının, iletkenlerin ve diğer elektriksel bileşenlerin tasarımı gibi mühendislik uygulamalarında anlaşılması önemlidir [5].

Zırh gibi mermi geçirmez özelliklere sahip olan ve darbeye karşı yüksek dayanım gösteren malzemeler, genellikle metaller veya kompozit malzemelerdir. Bu tür malzemelerin elektriksel özellikleri, kullanılan malzeme türüne ve yapısına bağlı olarak değişebilir. İşte bu tür malzemelerin tipik elektriksel özellikleri vardır. Birçok metal, iyi elektriksel iletkenlerdir. Bu, elektrik akımının bu metaller boyunca kolayca iletilmesini sağlar. Özellikle bakır (Cu) gibi metaller elektrik iletkenliği açısından oldukça etkilidir. Bu malzemelerin elektriksel dirençleri, kullanılan metal veya kompozit malzemenin türüne bağlı olarak değişebilir. Genellikle, yüksek mukavemetli malzemelerin düşük dirence sahip olduğu görülür. Birçok darbeye dayanıklı ve mermi geçirmez malzeme, korozyona karşı dayanıklıdır. Bu, elektriksel özelliklerin uzun süreli stabil kalmasını sağlar. Bu tür malzemeler, darbeye ve mekanik gerilmelere karşı dayanıklıdır ve elektriksel bağlantıları güçlü tutar. Bu da yine elektriksel özelliklerin stabilitesini sağlar. Darbeye dayanıklı malzemeler genellikle yalıtım amaçları için kullanılmazlar çünkü iyi birer elektrik iletkenidirler. Ancak bazı özel kaplamalar veya yalıtım malzemeler ile birleştirilerek elektriksel

izolasyon sağlanabilir. Literatürde, darbe kuvveti- yer değiştirme eğrisi üzerinde 24 J'de 12 katmanlı kompozitin ölçülen karakteristik noktaları ve karakteristik noktaların yüksek hızlı kamera görüntüleri gösterilmiştir [6].

B. Zırh Malzemesi Test Süreci

Mermi geçirmezlik testlerinin sonuçları, test edilen malzemenin performansını ve dayanıklılığını belirler. Mermi darbesi sonrası malzeme üzerinde şu analizler yapılır. Eğer mermi malzemeyi geçtiyse, bu durum "penetrasyon" olarak adlandırılır ve mermi geçirmezlik seviyesi başarısız kabul edilir. Mermi, malzemeyi delip geçmediyse, mermi materyalin içinde kalma hızı saptanır. Bu veri, malzemenin ne kadar enerjiyi absorbe ettiğini gösterir. Merminin malzemeye zarar verip vermediği de değerlendirilir. Materyal üzerindeki delikler, çatlaklar veya deformasyonlar gözlemlenir ve kaydedilir. Sonuçlar, malzemenin hangi tür mermilere karşı ve hangi standartlara göre [7] ne kadar koruma sağladığını gösterir. Değerlendirme sonuçları, malzeme yapısının veya bileşenlerinin değiştirilmesi gibi performans artırma süreçlerinde kullanılabilir. Bu sonuçlar, askeri ekipmanların, balistik yeleklerin veya zırhın geliştirilmesi ve sivil güvenlik uygulamaları için kritik öneme sahiptir. Balistik testlerde kullanılan hedef plaka, hız ölçerler ve silah arasındaki mesafe durumu ve mermi hızı için Avrupa EN 1522/1523 standardı göz önüne alınmıştır. Testler öncesinde mermi hızı, kovan içindeki barut miktarı ile ayarlanarak 7.62 Ball tipi mermi için 820 ± 10 m/s, 7.62 AP tipi mermi için ise 830 ± 10 m/s hız aralığında tutulmaya çalışılmıştır [8].

III. TARTIŞMA

Bazı mermi geçirmezlik testleri [9] elektriksel yöntemler yardımıyla gerçekleştirilebilir. İlk olarak, elektriksel iletim özellikleri kullanılarak malzemenin mermiye veya balistik tehditlere karşı dayanıklılığı değerlendirilebilir. Örneğin, malzeme darbe aldığı anda elektriksel iletkenliğindeki değişiklikler gözlemlenebilir. Ayrıca, malzemenin kapasitans değeri darbeler sonucu meydana gelen değişikliklere karşı hassas bir göstergesi olabilir ve kapasitans ölçümleri kullanılarak mermi geçirmezlik performansı değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra, malzemenin darbe veya yüklemeler sonucu elektriksel direncindeki değişiklikler ölçülebilir ve bu, malzemenin mekanik etkilere

tepkisini anlamak için kullanılabilir. Son olarak, malzemenin yüzeyinde veya iç yapısında oluşabilecek çatlaklar veya deformasyonlar elektriksel yük dağılımında değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikler elektriksel yöntemlerle izlenerek mermi geçirmezlik performansı değerlendirilebilir. Bu yöntemler, malzemenin elektriksel özelliklerindeki değişiklikleri izleyerek mermi geçirmezlik performansını değerlendirmeye yardımcı olabilir [10]. Ancak, mermi geçirmezlik testlerinin genellikle daha fazla mekanik ölçümle birleştirildiğini ve tam bir değerlendirme için farklı ölçüm yöntemlerinin kullanıldığını unutmamak önemlidir. Dolayısıyla, iyi bir kalibrasyon ve doğrulama gerekmektedir.

IV. SONUÇLAR

Elektriksel yöntemlerle gerçekleştirilen mermi geçirmezlik testleri, malzemenin balistik tehditlere ve darbelere karşı dayanıklılığını ölçmek için çok yönlü ve etkili bir yol sunar. Bu testler, malzemenin elektriksel özelliklerindeki değişiklikleri hassas bir şekilde izleyerek, malzemenin mekanik dayanıklılığı ve yapısı hakkında değerli bilgiler sağlar. Ayrıca, bu elektriksel testler, malzemenin yapısına zarar vermeden gerçekleştirilebilir, bu da malzemenin iç yapısını korurken testlerin yapılmasına olanak tanır. Bu nedenle, elektriksel testler, mermi ya da başka bir darbe uygulamadan da analiz yapabilmeye olanak sağlar ve zırh yapımı için potansiyel malzemelerin değerlendirilmesine olumlu bir katkıda bulunabilir.

Sonuç olarak, elektriksel yöntemler genellikle hızlı ölçümler yapma ve düşük maliyetli veri elde etme avantajına sahiptir, ancak özellikle spesifik bir uygulama için maliyeti değerlendirmek ve elektriksel ölçüm ile yapılan ölçümlerin yaygın mekanik ölçümler ile doğrulanması her zaman gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] L. A. Dobrzański, "Significance of materials science for the future development of societies," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 175, pp. 133–148, Jun. 2006.
- [2] F. Björheim, S. C. Siriwardane, and D. Pavlou, "A review of fatigue damage detection and measurement techniques," *Int. J. Fatigue*, vol. 154, p. 106556, Jan. 2022.

- [3] A. L. M. Vargas, E. Blando, and R. Hübler, "Elasto – Plastic materials behavior evaluation according to different models applied in indentation hardness tests," *Measurement*, vol. 139, pp. 134–139, Jun. 2019.
- [4] G. T. (Rusty) Gray, P. J. Maudlin, L. M. Hull, Q. K. Zuo, and S.-R. Chen, "Predicting material strength, damage, and fracture The synergy between experiment and modeling," *J. Fail. Anal. Preven.*, vol. 5, pp. 7–17, Jun. 2005.
- [5] V. I. Stashenko, O. B. Skvortsov, and O. A. Troickij, "Design of mechanical properties of structural materials for power plant equipment," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1005, p. 012021, Dec. 2020.
- [6] Z. Du, C. Chen, and X. Wang, "The mechanism of stab resistance of carbon fiber reinforced polymer," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 142, p. 106817, Dec. 2022.
- [7] N. Kumar, "Bulletproof vest and its improvement – A review," *Int. J. Sci.Dev.*, vol. 1, pp. 34-39, 2016.
- [8] M. L. Bekci, B. H. Canpolat, E. Usta, M. S. Güler, and Ö. N. Cora, "Ballistic performances of Ramor 500 and Ramor 550 armor steels at mono and bilayered plate configurations," *Eng. Sci. Technol. Int. J.*, vol. 24, pp. 990–995, Aug. 2021.
- [9] P. Zochowski, M. Bajkowski, R. Grygoruk, M. Magier, W. Burian, D. Pyka, M. Bocian, and K. Jamroziak, "Ballistic impact resistance of bulletproof vest inserts containing printed titanium structures," *Metals*, vol. 11, p. 225, Jan. 2021.
- [10] S. Wu, P. Sikdar, and G. S. Bhat, "Recent progress in developing ballistic and anti-impact materials: Nanotechnology and main approaches," *Def. Technol.*, vol. 21, pp. 33–61, Mar. 2023.