

AKÜ FEMÜBİD 22 (2022) 025901 (431-435)

AKU J. Sci. Eng. 22 (2022) 025901 (431-435)

DOI: 10.35414/akufemubid.1036049

Araştırma Makalesi / Research Article

## Pleksiglas Takozların Farklı Frekans ve Çaptaki Ultrasonik Probların Muayene Hassasiyetine Etkisi

Emre GÖRGÜN<sup>1</sup><sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler MYO, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Sivas.e-posta: emregorgun@cumhuriyet.edu.tr. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1971-456X>

Geliş Tarihi: 13.12.2021

Kabul Tarihi: 05.04.2022

### Öz

Bu çalışmanın amacı standartlarda dövme malzemelerin ultrasonik muayenesi için izin verilen farklı frekanstaki ve çaptaki problemlerin tren tekerlekleri üzerinde uygulanabilirliğini araştırarak hassasiyetlerinin karşılaştırmasının yapılmasıdır. Demiryollarında hareketli araçlar içerisinde kritik bir öneme sahip olan tren tekerleği ve akslarının tahribatsız muayenesi günümüzde büyük önem kazanmıştır. Tahribatsız muayene yöntemlerinin de gelişmesi ile birlikte uygulanabilirlik çok daha kolay bir hal almıştır. Demiryollarında işletme güvenliği açısından oluşabilecek süreksizliklerin önceden tespit edilmesi bu bakımdan çok daha kolaylaşmış ve olası hataların tahmini daha mümkün hale gelmiştir. Yüzeysel kusurların bulunması için genellikle manyetik parçacık muayene yöntemi tercih edilirken hacimsel kusurların bulunmasında ise ultrasonik muayene yöntemi ön plana çıkmıştır. Ultrasonik yöntemle muayene de ülkelerin standartları, malzemenin yapısı, imalat yöntemi, muayene tekniği gibi bazı temel parametreler referans olarak kabul edilmektedir. Demiryolları içinde bu durum geçerli olmakla birlikte bu çalışmada; ultrasonik muayenede genel olarak kullanılan prob frekansı ve prob çaplarındaki değişimin demiryolu tekerlekleri özelinde ölçüm hassasiyetine etkisi araştırıldı. Çalışmada 1MHz, 2MHz frekanslar ve 6mm ile 10mm çap değerlerinin çapraz kombinasyonları şeklinde deneyler gerçekleştirildi. Çalışma sonucunda problemlerin ürettiği ultrasonik ses saçılımı ile frekans değeri arasında ters orantı bulunduğu tespit edilmiş olup daha yüksek frekanstaki problemlerin daha az saçılım değerleri ile yüksek performans gösterdiği belirlendi.

### Anahtar kelimeler

Tahribatsız muayene;  
Demiryolu Tekerleği;  
Demiryolları; Prob

## Comparison of Measurement Accuracy of Ultrasonic Probes at Frequencies and Diameters in Railway Wheel Inspection

### Abstract

In this study, ultrasonic inspection of forged train wheels was investigated. The effect of probes with different frequencies and diameters on the measurement accuracy was investigated in ultrasonic examination. Non-destructive testing of train wheels and axles is very important. Non-destructive testing methods are easy to apply. It has become much easier to detect cracks that may occur in advance and the prediction of possible errors has become more possible. While magnetic particle inspection method is generally preferred to find surface defects, ultrasonic inspection method has come to the fore in finding volumetric defects. In the ultrasonic inspection, some basic parameters such as the standards of the countries, the structure of the material, the manufacturing method, the inspection technique are accepted as reference. In this study; The effect of the change in probe frequency and probe diameter used in ultrasonic examination on the measurement sensibility of railway wheels was investigated. In the study, experiments were carried out in the form of cross combinations of 1MHz, 2MHz frequencies and 6mm and 10mm diameter values. As a result of the study, it was determined that there was an inverse relationship between the propagation and the frequency value of the ultrasonic, and it was determined that the probes with higher frequencies showed higher performance with less propagation values.

### Keywords

Non-Destructive Test;  
Rail; Wheel Defects;  
Railways

## 1. Giriş

Tahribatsız muayene genel olarak incelemesi yapılacak olan malzemeye zarar vermeden malzeme içerisinde veya malzeme yüzeyinde bulunan süreksizliklerin tespit edilmesi ilkesine dayanmaktadır. Malzeme muayenesinde kullanılan yöntem malzemedeki süreksizliğin bulunduğu bölgeye göre değişiklik göstermekte, aynı zamanda malzemenin cinsi ve malzeme ortamı gibi birçok parametre malzeme muayene yöntemini etkilemektedir (Deepak *et al.* 2021). Ancak genel olarak tahribatsız malzeme muayene yöntemlerini yüzey muayenesi ve hacimsel muayene olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür (Türker 2003). Malzeme yüzeyine açık olan veya malzeme yüzeyinden 2 mm kadar derinliklerde bulunan süreksizliklerin tespit edilmesinde kullanılan tahribatsız muayene yöntemleri ne genel olarak yüzey muayenesi denilmektedir (Dunlap Jr 2004). Malzemenin içerisinde yüzeyin altında bulunan süreksizliklerin bulunmasında kullanılan tahribatsız muayene yönetimi ise hacimsel muayene yöntemleri olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak ultrasonik muayene ve radyografik muayene hacimsel muayene türlerinden en yaygın olanlarıdır. Radyografik muayenenin uygulanmasındaki prosedürler ultrasonik muayene yöntemini sahada daha pratik uygulanabilir hale getirmiştir. Bu nedenle hacimsel muayene yöntemlerinde ultrasonik ve radyografik muayenenin her ikisinin de mümkün olduğu durumlarda birçok işletme ultrasonik muayene yöntemini tercih etmektedir (Türker vd. 2003).

Ultrasonik muayene yönteminde genel prensip; insan kulağının duyamayacağı frekanstaki ses dalgalarının malzeme yüzeyine gönderilmesi ve malzemenin sınır yüzeyinden tekrar yansıyan ses dalgalarını elektrik sinyaline dönüştürülerek okunmasıdır (Raj *et al.* 2002).

Ultrasonik muayene yönteminde verileri işleyip okunması sağlanan dijital beyin bir de piezoelektrik prensiple ses dalgalarını gönderen ve malzeme yüzeyinden yansıyan ses dalgalarını elektrik sinyallerine çeviren problemler bulunmaktadır (Çelik 2013).

Ultrasonik muayene sanayinin birçok alanında yaygın olarak kullanılmakla beraber et kalınlığı 8 mm daha düşük olan malzemeler için çok tercih edilmemektedir.

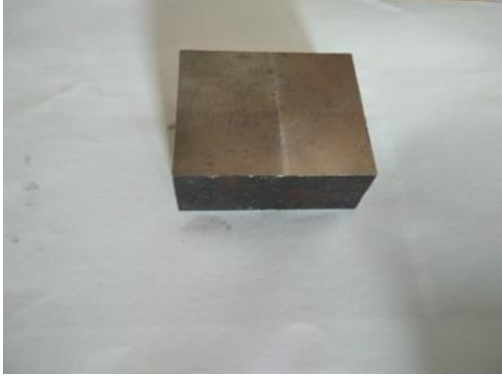
Tahribatsız muayene yöntemlerinin en önemlilerinden birisi olan ultrasonik yöntemde, malzeme içerisinde bulunan ve gözle görülmeyen hacimsel kusurlar tespit edilmektedir. Tren tekerleği ve aksı gibi sürekli dinamik yüklemeye maruz kalan parçalar için ultrasonik yöntemle hacimsel muayene kritik öneme sahiptir. Malzemelerin kohezif dayanımı ilkesine göre malzeme içerisindeki çatlakların yarıçaplarındaki düşüşlerin gerinme yığılımları üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır bu nedenle tren tekerlek ve akslarının hacimsel muayenesindeki hassasiyet büyük önem kazanmaktadır. Literatürde frekans artışı ve yöntem çalışması ile hassasiyet artışları ile ilgili çalışmaların bulunduğu ancak prob çapları ile prob frekanslarının kombine olarak hassasiyet üzerinde etkisi üzerine herhangi bir çalışma yapılmadığı görüldü. Çalışmamız prob çapının da muayene hassasiyetini belirleyen parametrelerden birisi olduğunu önermesi bakımından önem taşımaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada pleksiglas takoz malzemelerinin 2 farklı çap ve 2 farklı frekans değerine sahip problemlerin ölçüm hassasiyetine olan etkileri araştırıldı. Ultrasonik muayenede aynı malzemedeki yapılan farklı malzemelerin ultrasonik ölçüm sonuçlarındaki küçük farklılıkların önüne geçebilmek amacı ile deney numuneleri değiştirilmedi. (Bahonar *et al.* 2021). Bu çalışmada ultrasonik muayene cihazı ara yüzünde ölçüm kapısı aynı sekmeler üzerine oturtuldu (Blitz *et al.* 1995).

Bu çalışmada deney numunesi olarak orta karbonlu C45 çeliği tercih edilmiştir (Şekil 1). Kütük halinde temin edilen C45 çeliği daha sonra talaşlı imalat yöntemi ile işlenmiştir. Deney numunesinin prizma şeklinde olması ultrasonik ses dalgalarını yansıtması açısından önem teşkil etmektedir (Costa *et al.* 2021). Dikdörtgen prizma şekline işlenen deney numunesi 30x40x50mm ölçülerine getirmiştir. Ultrasonik muayene yönteminde genel olarak 8 mm ile 40 mm arasındaki değerlerde UT ve RT

yöntemlerinin ikisinin de kullanılabilceği TS EN ISO 17635 Standartında belirtilmiştir. (Honarvar *et al.* 2020). Şekil 1 ve Şekil 2’de görüldüğü üzere malzeme seçimi yaparken 30 mm kalınlık referans değeri olarak alınmıştır.

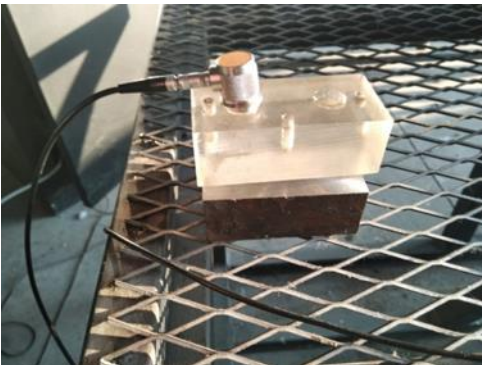


Şekil 1. Ölçüm blokunun freze ile üretilmesi



Şekil 2. Pleksiglas prob takozu

Pleksiglas takozlar 30 x 30 x 50 mm ebatlarında üretilmiştir. Piezoelektrik etki ses dalgalarının okunmasının daha net olması açısından yüzeyler hassas işleme ile düzgün bir hale getirilmiştir. Deney numunesi ile pleksiglas takoz arasına temas sıvısı olarak makine yağı uygulanmıştır. Böylece deney düzeneği son halini almıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Pleksiglas prob takozu

Şekil 4’te ve Şekil 5’te görüldüğü üzere ultrasonik prob takozu olarak kullanılacak olan pleksiglas malzeme kütük olarak freze ile işleme yöntemi ile elde edilmiştir. Daha sonra sırasıyla kesme, torna ve frezeleme işlemleri ile son halini almıştır. Prob tutucu için takozlara uygun çaplarda yuvalar açıldı. Prob - takoz montajı sırasında pleksiglas takozlar içerisindeki prob yuvalarına uygun temas (temas) sıvısı miktarlarda makine yağı uygulandı (Honarvar *et al.* 2020).

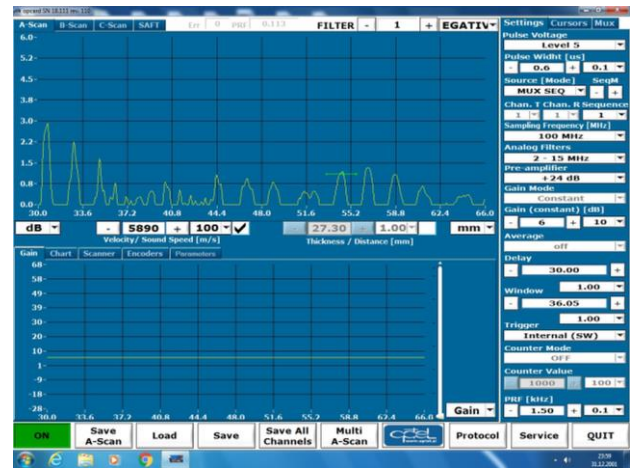
Çizelge 1’de görüldüğü üzere çalışmamızda 2 farklı frekans(1MHz ve 2MHz) ve 2 farklı çap(6mm ve 10mm) değerlerine sahip olan toplam 3 farklı grup prob kullanılmıştır.

Çizelge 1. Prob çap ve frekans değerleri

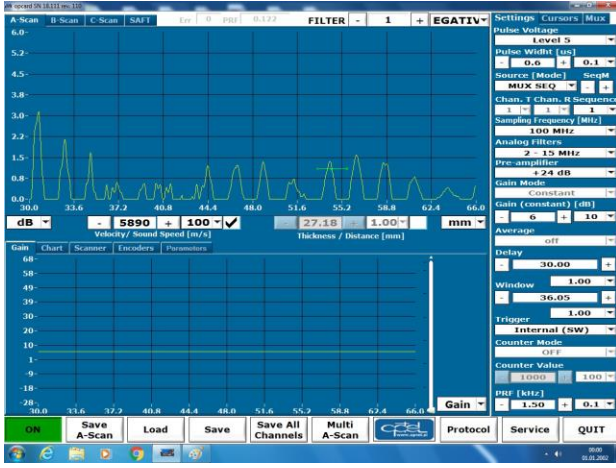
Prob Markası ve Modeli	Prob Çapı	Prob Frekansı
SIUI / P1-10L	10mm	1 MHz
SIUI / P2-6L	6mm	2 MHz
SIUI / P2-10L	10mm	2 MHz

### 3. Bulgular

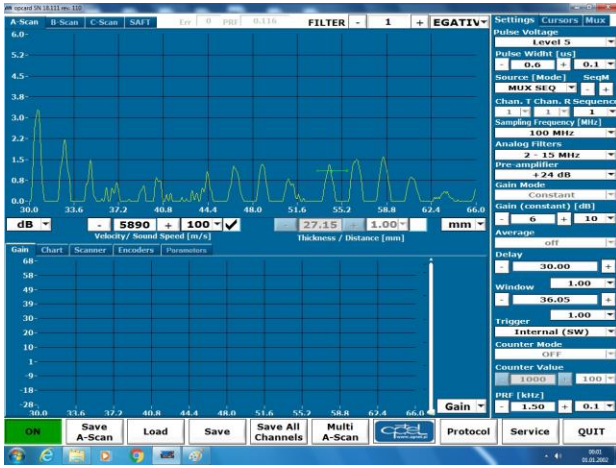
Bu çalışmada pleksiglas takoz malzemelerinin farklı çap ve frekans değerine sahip problemlerin ölçüm hassasiyetine olan etkileri araştırıldı. Ölçümlerin birbiri ile karşılaştırılabilir olması açısından aynı deney numunesi kullanıldı (Türker 2012). Bu çalışmada ultrasonik muayene cihazı ara yüzünde ölçüm kapisına aynı sekmeler üzerine oturtuldu (Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6) .



Şekil 4. P1-10L Prob ölçüm değerleri



Şekil 5. P2-6L Prob ölçüm değerleri



Şekil 6. P2-10L Prob ölçüm değerleri

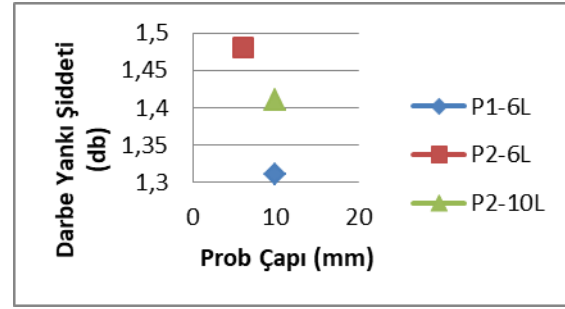
Çizelge 1. Prob ölçüm değerleri

Prob Çapı	Prob Frekansı	Darbe Yankı Şiddeti
10mm	1 MHz	1,31 MHz
6mm	2 MHz	1,48 MHz
10mm	2 MHz	1,41 MHz

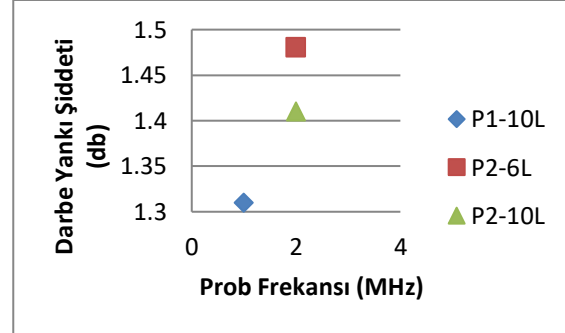
Darbe yankı tekniği ile yapılan ölçümlerde standart takoz kullanılmış ve farklı çap ve farklı frekans değerlerine sahip problemlerin tepkileri ölçülmüştür. Çizelge 2' de görüldüğü üzere yapılan ölçümlerde P2-6L grubu 2 MHz ve 6 mm çap değerindeki prob darbe yankı şiddeti olarak diğer gruba göre daha yüksek bir performans göstermiş, 2 MHz ve 10 mm çap değerindeki P2-10L grubu ikinci yüksek performans değerini göstermiş olup nispeten daha düşük frekans değerine sahip olan 1 MHz ve 10 mm. çap değerine sahip P1-10L grubunun ise son sırada yer aldığı gözlemlendi.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada sonucunda Şekil 7' te ve Şekil 8' te görüldüğü üzere problemlerin takoz üzerindeki ses demeti saçılımlarında, saçılım ile frekans değeri arasında ters orantı bulunduğu tespit edilmiş olup daha yüksek frekanstaki problemlerin daha az saçılım değerleri ile yüksek performans gösterdiği belirlendi ayrıca saçılım değerleri ile prob çapları arasında doğru orantı bulunduğu gözlemlenmiş olup prob çaplarının artması ile saçılım kaynaklı kayıpların arttığı belirlendi.



Şekil 7. Farklı çap değerleri



Şekil 8. Farklı frekans değerleri

Yapılan deneysel çalışmaların sonucunda ultrasonik muayene de takoz kullanımında kristal çapı küçüldükçe ve prob frekansı arttıkça ölçüm hassasiyetlerinin arttığı tespit edildi.

#### 5. Kaynaklar

- Bahonar, M., & Safizadeh, M. S. 2021. Investigation of real delamination detection in composite structure using air-coupled ultrasonic testing. *Composite Structures*, **114939**.
- Blitz, J., & Simpson, G. 1995. Ultrasonic methods of non-destructive testing. *Springer Science & Business Media*, **2**.
- Çelik, M. 2013. Kaynak bağlantılarında konvansiyonel ve gelişmiş ultrasonik muayene yöntemlerinin

karşılaştırmalı analizi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 120.

da Costa, P. R., Sardinha, M., Reis, L., Freitas, M., & Fonte, M. (2021). Ultrasonic fatigue testing in as-built and polished Ti6Al4V alloy manufactured by SLM. *Forces in Mechanics*, **4**, 100024.

Deepak, J. R., Bupesh, R., V. K., Srikanth, D., Surendran, H., & Nickolas, M. M., 2021. Non-destructive testing (NDT) techniques for low carbon steel welded joints: A review and experimental study. *Materials Today: Proceedings*, **44**, 3732–3737.

Dunlap Jr, W. L., 2004. Recent advances in piezocomposite materials for ultrasonic transducers. *In 16th World Conference on Nondestructive Testing, Montreal, Canada*, 170-286.

Honarvar, F., & Varvani-Farahani, A. 2020. A review of ultrasonic testing applications in additive manufacturing: Defect evaluation, material characterization, and process control. *Ultrasonics*, **108**, 106227.

Raj, B., Jayakumar, T., & Thavasimuthu, M. 2002. Practical non-destructive testing. *Woodhead Publishing*, 35-252.

Türker, M., 2003. Ostenitik Paslanmaz Çeliklerin Kaynaklı Bağlantılarının Ultrasonik Muayenesi, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 108.

Türker, M., Erturk, A., Güven, E. A., Kocaeli Üniversitesi, K., & Makine Mühendisliği Bölümü, M., 2012. Metalik Malzemelerin Ultrasonik Yöntem ile Muayenelerinde Karşılaşılan Saçılma Kayıpları. *Metal Dünyası*, **13**, 78-81.

#### **İnternet kaynakları**

1-<https://polen.itu.edu.tr/handle/11527/18850>, (30.11.2021)