

# GAZALTI KAYNAK İŞLEMİNDE KAYNAK HATALARININ AKUSTİK YÖNTEM İLE ÖLÇÜLMESİ

Ömer CILIZ\*  
Nihat AKKUŞ\*\*

\*MARMARA ÜNİVERSİTESİ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Göztepe Kampüsü, Kadıköy/İSTANBUL  
E-mail: [omerciliz@gmail.com](mailto:omerciliz@gmail.com)  
Tel: 0216 336 5770 (İç hat: 320)

\*\*MARMARA ÜNİVERSİTESİ, Teknoloji Fakültesi, Göztepe Kampüsü, Kadıköy/İSTANBUL  
E-mail: [nihat.akkus@marmara.edu.tr](mailto:nihat.akkus@marmara.edu.tr)  
Tel: 0216 336 5770 (İç hat: 320)

## ÖZET

Bu çalışmada manüel gaz altı kaynağın yapılışı anında, oluşan akustik sinyalleri analiz ederek kaynak hatalarının tespiti amaçlanmıştır. Kaynak esnasında oluşan sesler bir mikrofon marifeti ile toplanıp, kayıt edilmiştir. Ardından toplanan akustik sinyallere, Audacity yazılımı ile FFT analizler yapılarak ortam gürültüsü ve baskın frekans bantları tespit edilmiştir. Yine aynı yazılım ile bu frekans bantlarına filtre uygulanarak hata noktaları tespit edilmiştir. Sonrasında stokastik yöntem ile öngördüğümüz etkilere karşı oluşacak hata noktalarındaki ses değişimlerini analitik yöntem ile yorumlayan ve grafikler oluşturan yazılım çıktıları olan grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler NDT muayenelerinin sonuçları ile karşılaştırılarak verimliliği ortaya konmuştur. Olumlu bulgulara ulaşan araştırmaların artması durumunda, yüksek maliyetli ve imalat sürecini uzatan diğer tahribatsız muayene yöntemlerinin yerini alması mümkün olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ark kaynağı, akustik sinyal, kaynakta kalite kontrolü, FFT analizi, kaynak esnasında ölçüm

## ABSTRACT

An investigation has been made to monitor on-line acoustic signals for gas metal arc welding in this study. The acoustic signals of the arc welding process during welding is obtained by a industrial microphone and recorded. Audacity software was used for FFT analysis of noise of the environment and subsequently dominating frequencies were defined. The same software was used also to define the welding failure points by applying filters of frequency bands. The out coming data were then obtained by application of stochastic method where acoustic signal changes were obtained. The graphical figures then were compared with data which were obtained by radiography (RT). The comparison of the results were indicated that acoustic signals can be a source of tracking welding quality and this may save cost of quality control of the welding.

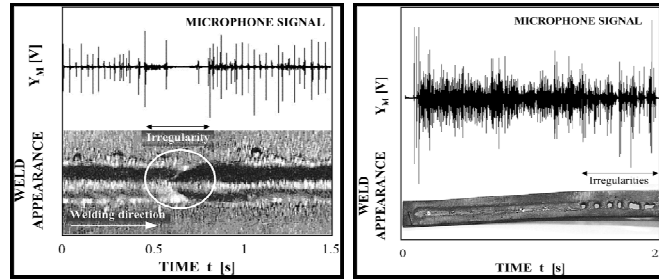
**Key Words:** Arc welding, acoustic signal, quality control in welding, FFT analysis, in-process measurement

## 1. GİRİŞ

Günümüzün gelişen teknolojik gereksinim ve olanakları doğrultusunda otomotiv, gemi inşası, endüstriyel tesisler, mimari yapılar, demiryolu köprüleri ve boru hatları gibi pek çok alanda, karmaşık şekilli konstrüksiyonlar imal edilmektedir. Bu yapıların yekpare halde üretimi ekonomik ve çoğunlukla da mümkün olmayacağından, imalatı gerçekleştirebilmek için kaynak prosesine uygulamaları çok yoğun olarak kullanılmaktadır. Kaynaklı imalat teknolojinin en önemli konularından birisi, yapılan kaynaklı imalatın kalitesinin belirlenmesidir. Bu bağlamda endüstride kaynak dikişi kalitesinin kontrol etmek amacıyla birçok yöntem kullanılmakta olup, bunların tahribatlı ve tahribatsız olarak iki ana grup altında incelenmekte ve neredeyse tamamı kaynak işleminin bitişini takiben yapılan testlerdir. Ultrasonik Muayene, Radyografi, Manyetik Parçacık Muayene, Sıvı Penetrant Muayene, Girdap Akım

Testi gibi yöntemler tahribatsız muayeneler içerisinde ön plana çıkmaktadır. Tahribatsız yöntemin avantajları olarak aşağıdakiler sayılabilir. Tahribatsız testlerde (NDT) ürün, incelendikten sonra tekrar hizmet verebilecek durumda kalmaktadır. Test; imalat esnasında, imalattan sonra veya parça hizmete sunulmadan hemen önce yapılabilir. Tüm üretim incelenebilir veya örnek numuneler alınabilir. Aynı numuneye farklı testler eş zamanlı veya sıralı olarak uygulanabilir ve ekstra doğrulama için aynı numune üzerine aynı test uygulanabilir. Çok az bir numune hazırlığı gerektirir ya da hiç hazırlık gerektirmez. Kullanılan teçhizatlar genellikle taşınabilir olduğundan muayene istenilen yerde gerçekleştirilebilir. Tahribatsız muayeneler, iç veya yüzey hatalarını içeren çeşitli malzemelerde veya ebat ölçümü, malzeme yapısının veya kimyasının saptanması, malzemenin fiziksel veya mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Yukarıda sayılan avantajları nedeniyle kaynak dikişinin tahribatsız muayenesi gelişen teknolojiye bağlı olarak yeni teknikler ile desteklemek üzere araştırma altındadır.

Bu kapsamda çalışmamızın konusu olan metallerin kaynaklı birleştirilmesi esnasında eşzamanlı olarak; kaynak arkında oluşan ses sinyallerinin, takibi ve analizi yapılarak, tahribatsız muayenesinin gerçekleştirilebilmesi önem arz etmektedir. Şimdiye kadar yapılan araştırmaların kısa bir literatür özeti aşağıda sunulmuştur. 1967 yılında, Erdmann-Jesnitzer ve arkadaşları GMAW sırasında oluşturulan akustik dalgalar hakkında ilk çalışmayı yayınladılar[1]. Bu yayına göre üretilen ses basıncı ark uzunluğu ve akım kaynağı ile artar. 1970'lerin sonlarında ve 1980'lerin başlarında Arata ve ark. [2,3] oluşan sesin, ark havuzunun davranışını etkileyerek numunenin içine ve çevredeki havaya ne gibi etkisinin olduğu tespit eden önemli ölçümler yapıldı. Toz altı kaynak işlemi esnasında oluşan akustik sinyalleri kullanmak için bazı girişimleri 1987 yılında Mayer [4] tarafından sunuldu. Rostek 1990 yılında [5] akustik sinyal izleme yeteneklerini kanıtlamak için bilgisayar destekli akustik görüntü tanımanın kullanılabileceğini öne sürdü. Grad ve ark. [6] 1996 yılında süreç kararlılığını değerlendirmek için farklı istatistik parametreleri kullanarak bir izleme yöntemi geliştirilmiştir. 2001 yılında, Wang ve ark. [7] plasma arc kaynağında anahtar deliği yönteminin etki davranışını tespit etmek için bir akustik yöntem geliştirmiştir. 2002 yılında, Miller ve ark. [8] lazer ultrasonik teknolojiye dayalı bir robotik kaynak işlemi izlemek için temassız otomatik veri toplama sistemi sundu. Ancak, yöntem esas olarak kaynağın geometrisinin tespitine hizmet etmektedir. 2003 yılında L. Grad ve arkadaşları[9] hedeflediğimiz çalışmaya en yakın yayını otomatik kaynak sistemi baz alan bir düzenek ile yapmışlar ve Şekil 1'de gösterilen çıktıları elde etmişlerdir.



Şekil 1 Otomatik kaynak sırasında akustik ölçüm sonuçları

Endüstride çok geniş bir uygulama alanı olmasına rağmen araştırmacılar akustik izleme teknikleri ile hata analizine pek ilgi göstermemektedir. Nedeni farklı kaynak koşullarının yanı sıra, kaynak özellikleri ile ilişkisi için akustik olayların tam olarak anlaşılammış olmasıdır. Ancak kaynak kalitesinin kaynak yapılırken takibine imkân verecek farklı yöntemlerde endüstri için çok gerekli ve önem arz etmektedir. Bu akustik sinyal ve kaynak kalitesi arasındaki ilişkinin karmaşıklığı bu konun daha geniş incelemeye ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak manüel gaz altı kaynağın yapılışı anında, oluşan sesleri analiz ederek kaynak hatalarının tespiti amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAKTA SES ÖLÇÜMÜ DENEY DÜZENEGİ ve ÖRNEK ÖLÇÜM

Tecrübeli bir kaynakçı kaynak esnasında çıkan sesleri dinleyerek kaynağı değerlendirebilir[10]. Ayrıca insanların işitme sistemi hassasiyetinin en fazla olduğu frekansların 1000 Hz ile 5000 Hz arasındaki bölgede bulunduğu belirlenmiştir[11]. Bilgiler doğrultusunda çalışmamızda ortam gürültüsü kaldırılmış

ses kayıtları üzerinde FFT analizi ile belirlenen 1000Hz ila 5000Hz arasındaki baskın frekans tespit edilmiştir. Ardından bu baskın frekansa 1/1 oktav bandı için kullanılan aşağıdaki formüller uyarlanarak alt ve üst sınır değer frekansları tespit edilmiş ve bu değerler arasında uygulanan yüksek geçirgen ile düşük geçirgen ses filtreleri uygulanmıştır. Audacity yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen bu işlemler ile Sinyal-Zaman ile Frekans-Zaman grafikleri çizdirilmiş ve Elde edilen bu grafiklerde sinyallerin zamana bağlı değişimlerinin, hata noktaları hakkında bilgi vermesi amaçlanmaktadır.

Gözden kaçırılmaması gereken bir başka husus ise uygulanan filtre 1/1 oktav bandı filtresi değil özel bir filtredir. Yalnızca alt ve üst sınır değerlerin belirlenmesinde bu filtre için kullanılan formüllerden yararlanılmıştır. Nedeni ise işitme sisteminin en duyarlı olduğu bölgedeki baskın frekans bölgesinin doğru tespiti ve süzülebilmesidir.

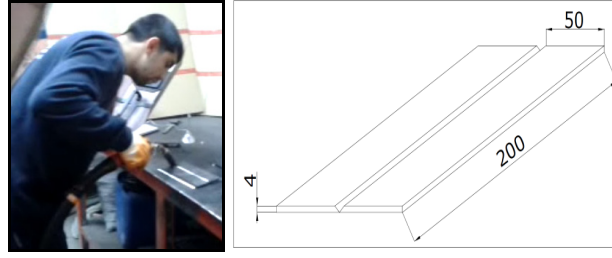
$$f_u - f_l = 0,707 f_c \quad (1)$$

$$f_u = 2 \cdot f_l \quad (2)$$

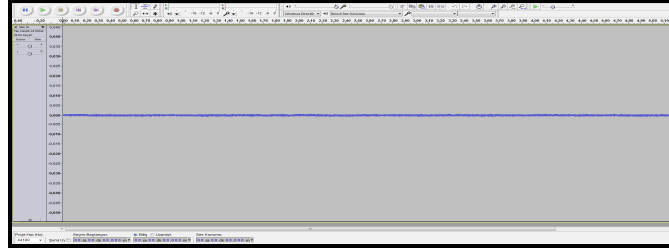
Çalışmamızda ses algılayıcısı (mikrofon) ile toplanan sesler, uygun akustik kayıt ve analiz yazılımı kullanılarak yüksek yoğunluklu işlemler gerektiren sinyal işleme adımı tamamlandıktan sonra bilgisayara aktarılarak kayıt edilmiştir. Elde edilen veriler analiz yazılımı ile bilgisayar ortamında FFT analizi, Düşük Geçirgen ve Yüksek Geçirgen filtreleme yöntemleri kullanılmış, böylece verilerin anlamlı hale getirilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmada kaynak esnasında ses ölçümü için spesifik olarak aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir;

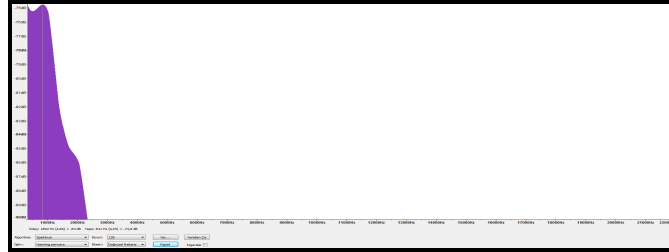
- Kaynak edilen test plakaları St-37 kalite malzemeden 50 mm. x 200 mm. x 4 mm. boyutlarında seçilmiştir.
- Ortam sıcaklığı şartlandırılmamış, deneyler oda şartlarında gerçekleştirilmiştir.
- Uygulama esnasında mümkün olduğu kadar gerçek çalışma şartlarına yakın olması ve uygulanabilirliğinin değerlendirilebilmesi açısından gerçek iş sahasında herhangi özel bir sessizliğin olamamasına dikkat edilmiştir. Ancak ortamdaki dış seslerin, yapılacak analizleri olumsuz etkileyeceği dikkate alınarak uygulamaya başlamadan ortam gürültüsü için ses kaydı alınarak, daha sonra bu gürültünün bilgisayar ortamında kaldırılabilmesi için veri örneği toplanmıştır.
- Hata tespiti kaynak akustiğinin ses sinyalindeki (şiddetindeki) değişimlere dayandırıldığından yeterli hassasiyete sahip herhangi bir mikrofon ile akustik değişimlerin gözlenmesi mümkün olabilmektedir.
- Ses şiddeti, dolayısı ile toplanan akustik sinyalleri, ses kaynağına olan mesafe ile ters orantılı olarak değiştiğinden; kaynak arkına L mesafede ses kaydı alınması ve 5L mesafede başka bir ses kaynağının bulunmaması durumunda dış seslerin kaydı etkilemeyecek düşük gürültü seviyelerde kaldığı gözlenmiştir. Önceden alınmış gürültü örneği FFT yöntemi ile analiz edilmiş, belirlenen frekans aralığı filtrelenerek gürültü kaldırılmıştır.
- Düşük şiddetli değişimlerin, karmaşık kaynak sesi içerisinde hele ki manuel uygulamalarda ilerleme hızının da nispeten stabil olmadığı göz önünde bulundurularak hata tipi hakkında sağlıklı bilgi veremeyeceği kabul edilmiştir. En az süresizlikler kadar önemli olan hatalardan kaynakta sıçrama, ortam sesi ve kaynak akustiğinin düzensizliği arasında ayırt edilmesi hayli zordur. Yine ITAB bölgesinde oluşacak çatlaklar kaynak işlemi sonrasında oluşacağından kaynak esnasında tespitinin yapılmayacağı aşikardır. Bu nedenle bu konular değerlendirme dışında tutulmuştur.
- Kaynatılan levhaların radyografik muayeneleri yapılmış ve elde edilen sonuçlarla yaptığımız akustik analiz ile bilgisayar ortamında eşleştirilmiştir.
- Yapılan eşleştirme sonucu stokastik yöntem ile öngördüğümüz etkilere karşı oluşacak hata noktalarındaki ses değişimlerini analitik yöntem ile yorumlayan ve grafikler oluşturan gönüllüler tarafından oluşturulmuş Audacity yazılımı çıktıları olan grafikler yorumlanmıştır.



Şekil 2 Uygulama Fotoğrafı Ve Numune Çizimi

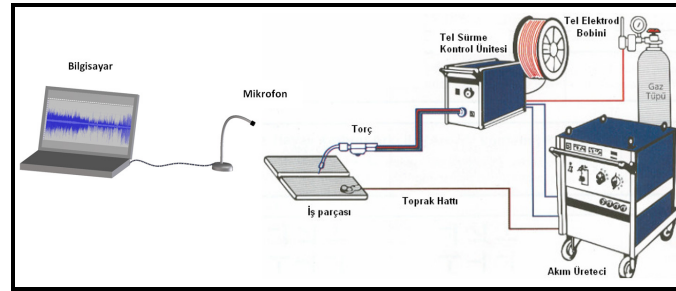


Şekil 3 Ortam gürültüsü Sinyal-Zaman (Sn) Grafiği



Şekil 4 Ortam gürültüsü Ses Şiddeti (dB)-Frekans (Hz) Grafiği

Ses şiddeti-Frekans grafiğinde görüldüğü gibi ortam gürültüsü 300Hz ile 2300Hz frekans bandında oluşmuştur. Kaynak sesi analizlerinde, bu frekans bandına filtre uygulamak sureti ile kaynak sesi haricindeki sesleri temizlemek için kullanılmıştır.



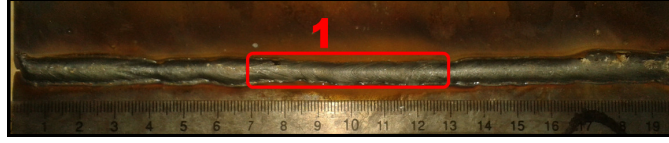
Şekil 5 Deney Uygulama Şematik Görünümü

## 2.1 KAYNAKLA BİRLEŞTİRME İŞLEMİ

1- Kaynak ilerleme hızı =  $(0,19m / 31) \times 60 = 0,368$  m/dak olarak gerçekleşmiştir.

2- İlk hata olarak, resim üzerinde işaretlenmiş 1 numaralı bölge kaynak esnasında tel besleme hızı 12m/dak dan 10m/dak düşürülmüştür.

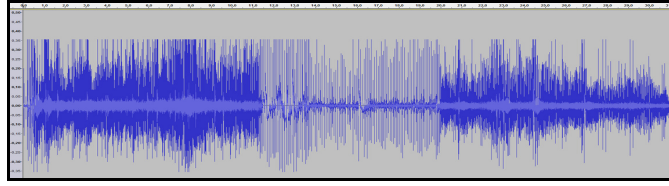
3- Alınan ses kayıtlarında 1 numaralı hata bölgesinde diğer hata analizlerine göre en belirgin tespit edilebilen hata olmuştur. Örnek kaynaklı birleştirme işlemi Şekil 6'da gösterildiği gibi yapılmış ve kırmızıçizgi ile belirtilen alana denk gelen kısmın radyografik resmi Şekil 7'de verilmiştir. Yine aynı kaynak dikişine ait Kaynak Ham Sesinin Sinyal-Zaman Analizi ve Kaynak Ham Sesinin Spektrum Frekans çözümlenmesi Şekil 8 ve 9'da gösterilmiştir.



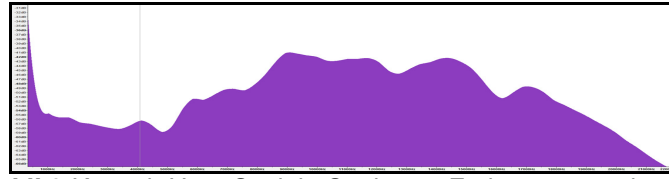
Şekil 6 Test Parçası Kaynak Görünümü



Şekil 7 Test Parçası Kaynağının Radyografik Muayene Film Görünümü



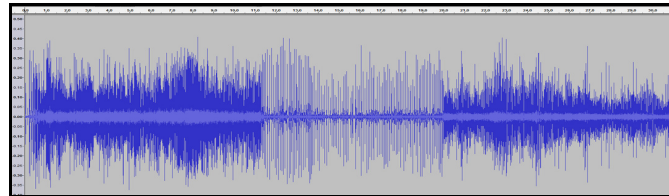
Şekil 8 Kaynak Ham Sesinin Sinyal-Zaman Analizi



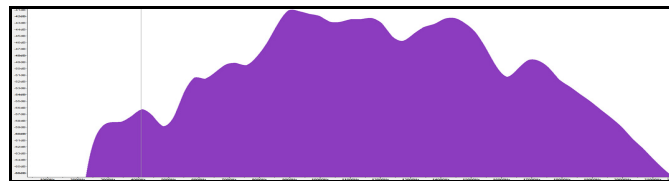
Şekil 9 Kaynak Ham Sesinin Spektrum Frekans çözümlemesi

## 2.2. HAM VERİYE 2300 HZ – 48DB HIGH PASS FİLTRE UYGULANMIŞ GÖRÜNÜM (ÖZEL FİLTRE: GÜRÜLTÜ BANDI)

İşitme sisteminin en hassas olduğu 1000Hz ile 5000Hz arasında, Ses Basıncı-Frekans grafiğine göre oluşan en yüksek ses düzeyinin 4096Hz merkez frekansında olduğu gözlenmiştir. Bu merkez frekans değeri için özel filtre uygulanacak ve sınır frekans değerlerinin belirlenmesi 1/1 oktav bandı filtresi hesaplama yönteminden faydalanılmıştır. Kaynak Sesinin 2300Hz HPF Uygulanmış Sinyal-Zaman Analizi Şekil 10'da ve Kaynak Sesinin 2300Hz HPF Uygulanmış Ses Şiddeti (dB)-Frekans (Hz) Analizi Şekil 11'de verilmiştir.



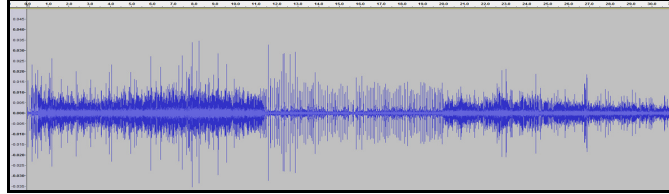
Şekil 10 Kaynak Sesinin 2300Hz HPF Uygulanmış Sinyal-Zaman Analizi



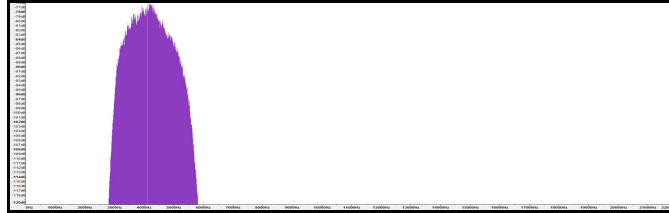
Şekil-11 Kaynak Sesinin 2300Hz HPF Uygulanmış Ses Şiddeti (dB)-Frekans (Hz) Analizi

### 2.3 TEST PARÇASI GÜRÜLTÜ BANDI UYGULANMIŞ VERİYE 4096HZ TEPE GENLİĞİ İÇİN 1/1 OKTAV BANDI FİLTRE UYGULAMASI

Tepe noktası 4096Hz merkez frekansı için 1/1 oktav bandı filtresi uygulanmış görünüm için alt ve üst sınır değerleri Denklem 1 ve 2'ye göre hesaplanmıştır. Buna göre ham ses kaydına 2896Hz frekans sınır değeri için yüksek geçirgen filtre (high pass filter) uygulanacaktır. Ardından 5792Hz frekans sınır değeri için alçak geçirgen filtre (low pass filter) uygulanmıştır. Her iki analize ait grafikler Şekil 12 ve 13'de gösterilmiştir.



Şekil 12 Kaynak Sesinin 4096Hz Merkez Frekans Filtreli Sinyal-Zaman Analizi



Şekil 13 Kaynak Sesinin 4096Hz Merkezi Frekans Filtreli Ses Şiddeti (dB)-Frekans(Hz) Analizi

Hata noktalarının tespitinde ses şiddetinden daha ziyade sinyal (-1/+1 aralığında oranlanmış) zaman grafiğinde genliklerin sıfıra yaklaştığı bölgeler özellikle süreksizlikler için aydınlatıcı olmuştur. FFT analiz grafiği gürültü kaldırma ve işleme sisteminin baskın olduğu frekans bölgelerinin filtrelenmesi sonrası kontrol için fayda sağlamıştır. Ayrıca uygulanan filtreler, süreksizlik noktalarının, nispeten daha basit tespitine imkân tanımış olsa da asıl önemi hata başlangıç ve bitiş konumlarının daha keskin tespit edilebilmesine imkân tanımıştır.

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kaynaklı imalatlar, geniş kullanım alanları içerisinde çoğu zaman birleştirdikleri parçalar arasında yük ve kuvvet taşımaları amacıyla tasarlanırlar. Kaynaklı imalatların dizayn edilirken kendisinden beklenen çalışma şartlarını sağlayabilmesi için, bu şartlara cevap verecek niteliklere sahip olması gerekir. Kaynağın bu nitelikleri karşılama kabiliyetinin bir göstergesi olan kaynak kalitesi, günümüzde gerek teknolojik ve gerekse ticari alanda büyük öneme sahiptir ve bu önem gelişen teknolojiye paralel olarak artmaktadır.

Kaynaklı imalat genel olarak; ön hazırlık, kaynak anı ve son işlemler basamaklarına sahip üç aşamalı bir süreçtir. Doğal olarak kaynak kalitesi de bu süreçlerdeki, kaynağa hazırlık çalışmaları, kaynak parametreleri ve kaynak sonrası kontrol faaliyetlerinden etkilenir. Üç aşama içerisinde kaynak kalitesini en çok etkileyen; kaynak parametrelerini ve çalışma tekniği içeren, mekanik özelliklerde değişimlerin yaşandığı kaynak anıdır.

Kaynak öncesi hazırlığa dair hatalar; doğru tasarım, standart ve şartnamelere uygun ağız hazırlığı ve parça temizliği, kaynak ekipmanlarının ve kaynak tüketilenlerinin malzemeye ve konstrüksiyona uygun seçilmesini içeren doğru kurulmuş bir sistem ile önlenir. Ancak kaynak anı bu aşamadan farklıdır. Her yeni kaynak dikişinin yapılışındaki malzeme, ortam koşulları ve kaynak parametreleri o dikişe özgüdür. Birbirleri ile etkileşim içindeki kaynak parametreleri, kaynakçının/kaynak makinesinin çalışma tekniği, kaynakçının o andaki ruhsal durumu ve dikkati (manüel kaynakta) ile büyük ölçüde ideal kabul edilen malzemenin gerçek metalurjik özellikleri bir araya gelerek kaynağın sahip olacağı özelliklere ve

dolayısıyla kaynak kalitesine etki ederler.

Kaynak sonrasında yapılan muayene işlemleri ise kaynak kalitesini geliştirmekten çok kaliteyi tespit etmede kullanılan bir araç niteliği taşır. Kaynağın tamamlanarak özelliklerinin belli olmasından sonra yürütülen kontrol ve tamir uygulamaları düzeltici ve önleyici faaliyet görevi görür. Hatayı oluşturduktan sonra gidermek yerine oluşmasına imkân vermemek; işçilik, zaman, maliyet ve verimlilik açısından sağlayacağı faydaların yanı sıra kaliteyi de güvence altına alır.

Bu çalışmada üzerinde durduğumuz manüel uygulamalarla alakalı otokontrolle imkân tanıyan kişisel tecrübeler haricinde herhangi bir uygulamaya rastlanmamıştır. Yapılan deneylerde edinilen tecrübeler, manüel gaz altı kaynağında kaynak esnasında ses sinyalleri kullanılarak hata analizi yapılabileceğini ispatlamış ve hatta istenirse kaynak kalitesini sınıflandırabilecek sınırlar arasında kalınabilmesine imkân tanıyabileceğini göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda süreksizlik ve nüfuziyetsizliklerin tespiti nispi olarak ortaya konmasına rağmen yanma oluşu gibi ya da çarpılma gibi daha çok şekilsel hataların tespit edilebilirliği gözlemlenememiştir. Takip edilen çalışmalarda daha dar alanlar belirlenerek (örneğin gaz altı manüel kaynak esnasında şekil bozukluklarının akustik analizi gibi) edilecek bilgiler doğrultusunda tahribatsız kaynak muayenesi için bölge tespiti, muayenenin kendisi ve hatta hata önleme sistemi olarak kullanımı gibi yöntemlerin geliştirmesi olasıdır.

Bu çalışmada özellikle manüel uygulama tercih edilmesi, kaynaklı imalatların genellikle kaynak imalatlarının uygulanmasının mümkün olmadığı saha koşullarında gerçekleştirilmesinden mütevellittir.

#### **KAYNAKLAR**

- [1] F. Erdmann-Jesnitzer, E. Feustel, D. Rehfeldt, Akustische Untersuchungen am Schweißlichtbogen, Schw. und Schn. 19 (3) (1967) 95–100.3
- [2] Y.Arata, Investigation on welding arc sound: Report1, IIW Doc.S.G.212-451-79 (1979)
- [3] Y.Arata, Investigation on welding arc sound: vibration analysis of base metal during welding, Trans. JWRI 10 (1981) 39 -45.
- [4] J.L. Mayer, Application of acoustic emission to in process monitoring of submerged arc welding, IIW Doc V-WG3-29-87 (1987).
- [5] W. Rostek, Investigations on the connection between the welding process and airborne noise emission in gas shielded metal arc welding, Schw. und Schn. 42 (6) (1990) E96–E97.
- [6] L. Grad, V. Kralj, On line monitoring of arc welding process using acoustic signals, Proc. 13th Conf. BIAM'96, Zagreb, 1996, pp. 1.17–1.20.
- [7] Y.W. Wang, P.S. Zhao, Noncontact acoustic analysis monitoring of plasma arc welding, International Journal of Pressure Vessels and Piping 78 (1) (2001) 43–47.
- [8] M. Mi, B. Miller, A. Kita, I.C. Ume, Development of automated real-time data acquisition system for robotic weld quality monitoring, Mechatronics 12 (9-10) (2002) 1259–1269.
- [9] Grad L., Grum J., Polajnar I., Slabe J. M. Feasibility study of acoustic signals for on-line monitoring in short circuit gas metal arc welding International Journal of Machine Tools & Manufacture 44 (2004) 555–561
- [10] Bies, D.A. ve Hansen, C.,H., Engineering Noise Control, Unwin Hyman Ltd, London, England (1988)
- [11] Beranek, L., L., "Noise and Vibration Control", McGraw-Hill, New York, U.S.A (1971)

## ÖZGEÇMİŞ

### **Yüksek Mühendis Ömer CILIZ**

1982 İstanbul doğumlu olan Ömer CILIZ, ilk ve orta öğrenimini Semiha Şakir ve Mihriban Suat Bedük İlk Öğretim Okullarında tamamladı. Nevzat Ayaz Lisesini Bitirdikten sonra Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 2011-2013 yılları arasında Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Programında Yüksek Lisans çalışması yaptı ve "Gazaltı Kaynak Yönteminin Akustik Olarak İncelenmesi" isimli tezi ile mezun olmuştur. Farklı Mühendislik firmalarında Saha Mühendisi ve Şantiye Şefi olarak başladığı profesyonel çalışma hayatına Proje Mühendisi olarak devam etmektedir.

### **Prof. Dr. Nihat AKKUŞ**

Balıkesir Merkez Endüstri Meslek Lisesi Tesviye Bölümünden 1979 yılında mezun olduktan sonra, Marmara Üniversitesinde, 1979-1983 yılları arasında lisans ve 1984-1986 yılları arasında da yüksek lisans eğitimini yapmış, 1992-1996 yılları arasında Tokyo Şehir Üniversitesinden Makine Mühendisliği alanında "Titanyum Tüplerin Superplastik Deformasyon ile Şekillendirilmesi" üzerine doktorasını tamamlamıştır. 1985-1992 Yılları Arasında Marmara Üniversitesinde Araştırma Görevlisi, 1996-2001 Yılları Arasında Tokyo Üniversitesinde Öğretim Üyesi, 2001-2002 Yılları Arasında Fransa Bourgony Üniversitesinde Doktora Sonrası Araştırmacı ve Doçent Kadrolarında Çalışmıştır. 2002 yılından itibaren katıldığı Marmara Üniversitesinde Mekatronik Bölümünde 5.5 yıl Kurucu Bölüm Başkanlığı, Mesleki Eğitim Merkezi Kuruculuğu, Vakıf Üniversitesi Kurucu Rektörlüğü, Uluslararası Kaynak Enstitüsü Kurucu Denetleme Kurul Başkanlığı görevlerinde bulunmuştur. 100 civarında uluslararası yayını ve 5'si basılmış olan 7 kitabı vardır.