

## Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene Araştırma/Uygulama Merkezi

Üniversitemiz bünyesinde kurulu araştırma ve uygulama merkezlerinin tanıtımına ODTÜ Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene Araştırma/Uygulama Merkezi'nin tanıtımıyla devam ediyoruz. Tanıtım yazısı Merkez Başkanı Prof. Dr. C. Hakan Gür tarafından kaleme alınmıştır.

### 1. GİRİŞ

Konstrüksiyon, imalat, kimya, petrokimya, taşımacılık, savunma, rafineri tesisleri, enerji santralleri ve benzeri tesislerde kaynaklı imalat ve tahribatsız muayenenin önemi açıktır. Bu alanlarda üst seviyede eğitim almış uzmanlara önemli görevler ve sorumluluklar düşmektedir. Kaynak teknolojisi ve tahribatsız muayene kapsamında, mamule dair hayati önem arz eden uygulamalar ve kararlar söz konusu olduğundan özel uzmanlık eğitimleri ve belgelendirme gerçekleştirilmektedir. Uygulama standartları, yönetmelikler ve şartnameler, imalatın planlama, uygulama ve kontrol gibi her aşamasında vasıflı ve belgelendirilmiş personel görevlendirilmesini şart koşmaktadır.

Kaynaklı imalatla kalite şartlarını tarif eden EN ISO 3834 standart serisi, kaynaklı imalatla görev alacak personeli kaynakçı/operatör, kaynak dene-

tim personeli ve tahribatsız muayene personeli olarak sınıflandırmaktadır. Bu çerçevede, kaynakçı ve operatörler EN ISO 9606, EN 287-1, EN 1418, ISO 14732 gibi standartlara göre belirlenen alt gruplarda belgelendirilmekte, kaynak denetim personeli kapsamında altında yer alan kaynak mühendisi, kaynak teknikeri ve kaynak uzmanı gibi teknik personel ise EN ISO 14731'e göre sınıflandırılmaktadır. Kontrol/muayene personeli, EN 473'e göre tahribatsız muayene personeli, EWF ve IIW kaynak inspektörü olarak gruplara ve ilgili standart ve yönetmeliklere göre alt gruplara ayrılmaktadır.

Yüksek ürün kalitesi talebi ve kalite yönetimi sistem şartları, kaynaklı imalatla çeşitli seviyelerde eğitilmiş ve belgelendirilmiş uzman personelin çalıştırılmasını gerektirmektedir. EN ISO 3834 serisi, kaynaklı imalatla görev alacak personeli kaynakçı (EN ISO 9606, EN 287-1, EN 1418, ISO 14732); kaynak mühendisi, kaynak teknikeri ve kaynak uzmanı gibi kaynak denetim personeli (EN ISO 14731); ve kontrol/muayene personeli (EN 473'e göre tahribatsız muayene personeli, EWF ve IIW kaynak inspektörü) olarak üç grupta toplanmaktadır.

Avrupa Birliğindeki uygulamada, temel tahribatsız muayene eğitim, vasıflandırma ve belgelendirme standardı EN 473 olup (2013 yılından itibaren EN ISO 9712:2012 standardı devreye girecektir), havacılık için EN 4179, boru

imalat için EN 10256 standartları söz konusudur. Ayrıca, 97/23/EC Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği ile ilgili sektörlerde tahribatsız muayene işini, gözetimini yapan ve onaylayan personelin EN 473 ve bu yönetmelik kapsamında belgelendirilmesi ve tanınırlığı olan bir kuruluş tarafından onaylanması gerekmektedir. Diğer yandan Amerikan Tahribatsız Muayene Cemiyeti'nin geliştirdiği ASNT Seviye 3, ACCP Seviye 2-3 merkezi programı ve işveren esaslı belgelendirme için tavsiye dokümanı SNT-TC-1A mevcuttur.

### 2. TARİHÇE

ODTÜ Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene Araştırma/Uygulama Merkezi, Türk ve Alman hükümetlerinin desteklediği uluslararası bir proje (1988-1996) çerçevesinde kurulmuştur. Merkezin kuruluşunda ve personelinin yetiştirilmesinde Alman Federal Malzeme Araştırma ve Test Enstitüsü (BAM-Berlin), Alman Tahribatsız Muayene Cemiyeti (DGZfP) ve Alman Kaynak Enstitüsü (SLV-Münih) ile işbirliği yapılmıştır. Merkezin çekirdek kadrosunun yetiştirilmesi için 1989-1993 yılları arasında ağırlıklı olarak ODTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümünden öğretim üyesi ve araştırma görevlileri 2-3'er yıllık sürelerle Almanya'ya gönderilerek kaynak mühendisliği veya 3. seviye tahribatsız muayene eğitimlerini ve belgelerini almışlar; ayrıca, yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir.

C. Hakan Gür<sup>1</sup>

Başlangıçta ağırlıklı olarak Alman uzmanlarca verilen ülkemizdeki eğitimler, günümüzde Merkezin uzman personeli tarafından ve sanayiden uzmanların da desteği alınarak verilmektedir.

1991 yılında Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmeliği ile ODTÜ Rektörlüğüne bağlı olarak resmen kurulan bu Merkez, aşağıda belirtilen faaliyetleri yürütmektedir:

1. Eğitim,
2. Personel belgelendirme,
3. Teknik danışmanlık ve testler,
4. Temel ve uygulamalı araştırma projeleri.

Merkezimiz, Uluslararası Kaynak Enstitüsünün (IIW) tam üyesidir (ülkemizden IIW üyesi olan iki kuruluş vardır); Amerikan Kaynak Cemiyetinin (AWS) "Educational Institution" ve Amerikan Tahribatsız Muayene Cemiyeti (ASNT) "Corporate Partner" üyesidir.

Kuruluşundan bu yana kesintisiz faaliyet gösteren ve alanında bir ekol oluşturan bu Merkez, uluslararası kaynak mühendislerini, kaynakçıları, 1. seviye ve 2. seviye tahribatsız muayene uzmanlarını yetiştirerek sanayimize önemli katkılar yapmaktadır. GSI-SLV Münih ile ortaklaşa yürüttüğü faaliyetler çerçevesinde belgelendirilen kaynakçı sayısı 4500'ü, IWE uluslararası kaynak mühendisi sayısı 920'yi; tahribatsız muayene uzmanı sayısı 2350'yi aşmıştır.

### 3. EĞİTİM VE BELGELENDİRME FAALİYETLERİ

#### 3.1 Kaynak Teknolojisi

Merkezimiz, 1992'den beri GSI-SLV-Münih tarafından kaynak alanında yetkilendirilmiş eğitim merkezi olarak



aynı seviyede olduğunu belirtmek üzere, katılımcılara GSI SLV-Münih tarafından eşdeğerlik belgesi verilmektedir. ODTÜ'den IWE uluslararası kaynak mühendisi diploması alanların sayısı 920'yi aşmıştır.

#### Kaynakçı Belgelendirmesi

Merkez tarafından, talebe göre, GSI-SLV-Münih veya TÜRKAK akreditasyonu kapsamında kaynakçı sınavları ve belgelendirme yapılmaktadır. Verilen belgelerin sayısı 4500'ü aşmıştır.

#### 3.2 Tahribatsız Muayene

ODTÜ'de 1988-1993 arasında Alman Tahribatsız Muayene Cemiyeti'nin (DGZfP) kurallarına göre, 1993-2002 arasında ise EN 473'e göre Almanya ile eşdeğer kurslar gerçekleştirilmiş ve sınavlarda başarılı olanlara uluslararası geçerliliği olan DGZfP belgeleri verilmiştir. 2000 yılına kadar TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası ile bir protokol çerçevesinde işbirliği yapılmış; takiben ODTÜ kendi sistemi kapsamında faaliyetlerini sürdürmüştür. ODTÜ'de tahribatsız muayene eğitimlerine katılanların sayısı 2350'yi aşmıştır.

Eğitim ve belgelendirme faaliyetlerinin birbirinden ayrılması hususundaki uluslararası gelişmelere paralel olarak ODTÜ Tahribatsız Muayene Personel Sertifikalandırma Merkezi 2002'de kurulmuştur. 2004 yılında ISO/IEC 17024 ve EN 473'e göre çok sektörlü alanda ultrasonik, radyografi, manyetik parçacık ve sıvı penetrant metodlarında 1. seviye ve 2. seviye belgelendirme için TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir. 2010 yılı sonunda personel belgelendirme sistemine EN 287-1 ve EN

<sup>1</sup> Prof.Dr., Merkez Başkanı - <http://www.wtndt.metu.edu.tr>



ISO 9606-2 kaynakçı belgelendirmesi de eklenmiş ve Merkezin ismi ODTÜ Kaynak ve Tahribatsız Muayene Personel Sertifikalandırma Merkezi olarak değiştirilmiştir. Mayıs 2011’de TÜRKAK tarafından genişletilmiş kapsam onaylanmıştır (Akreditasyon No: AB-0002-P, Rev.06).

Avusturya Tahribatsız Muayene Cemiyeti (ÖGFZP) uzmanlarının ziyaretini takiben Basınçlı Ekipmanlar Direktifi Ek-I Madde 3.1.3.’e göre yetkili olan Avusturya Tahribatsız Muayene Cemiyeti ve TÜV-Austria ile protokol imzalanarak Merkezin verdiği belgelerin bu kuruluşlarca kabul edilmesi ve basınçlı kaplar direktifi kapsamına girmesini sağlanmıştır.

Ülkemizde ASNT uygulamalarının daha bilinçli gerçekleştirilmesine katkıda bulunmak amacıyla ODTÜ öncülüğünde ülkemizdeki ASNT üyelerinin katılımıyla 2007’de başlatılan çalışmalar sonucunda, ASNT-Türkiye Birimi (ASNT-TURK; <http://www.asnt-turk.org>), 2008 sonunda ASNT tarafından resmen onaylanmış ve faaliyete geçmiştir.

#### 4. TEST VE DANIŞMANLIK FAALİYETLERİ

Kaynak teknolojisi ve tahribatsız muayene alanlarında sanayimize verilen danışmanlık hizmetinin yanı sıra Merkezin laboratuvarlarında, hasar analizi, ultrasonik, radyografi, manyetik parçacık ve penetrant yöntemleriyle tahribatsız muayene testleri; kaynak testleri (imalat yeterlilik; yöntem testleri ve belgelendirmeleri) yapılmaktadır. Mekanik testler, çekme testi (EN 895, EN 15614-1, EN 10002, API 1104, ASME Sec IX, AWS D1.1, AWS D1.4), Brinell ve Vickers sertlik ölçümleri (EN 1043, EN 15614-1, ASTM E92, ASTM E10), çentikli darbe testleri (EN 875, EN 15614, EN 10045), eğme testleri (EN 910, EN 15614, API 1104, ASME SecIX, AWS D1.1, AWS D1.4); ve kaynaklı birleştirmelerin çentikli kırma testi (API 1104) kapsamaktadır.

#### 5. ARAŞTIRMA-GELİŞTİRME FAALİYETLERİ VE BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Merkezde ODTÜ Metalurji Malzeme

Mühendisliği Bölümü ve Makine Mühendisliği Bölümü öğrencileri yüksek lisans ve doktora seviyesinde araştırmalar yapmaktadır. Bitirilen lisans üstü tezlerin sayısı 38 olup, yurt içi ve yurt dışı yayın sayısı 60 ’ı aşmıştır.

Yeniden yapılanma stratejisi çerçevesinde, sanayi bağlantılı araştırma faaliyetlerinin geliştirilmesi ve koordinasyonu için 2012 yılında Merkez bünyesinde Ar-Ge birimi kurulmuştur. Gerçekleştirilen veya devam eden çalışmaların bazıları aşağıda listelenmiştir:

##### Kaynak Teknolojisi

- Konvansiyonel kaynak teknikleri (1991- ..): Al alaşımları, çelikler, dökme demir, sıcak çatlak, hidrojen çatlakları.
- Hibrit plazma ark kaynağı (2009-...): alaşımsız, yüksek alaşımlı ve paslanmaz çeliklerin kaynağı.
- Sürtünme karıştırma kaynağı: Al alaşımları, Mg alaşımları, intermetalik oluşumu.
- SYSWELD yazılımı kullanılarak kaynak proseslerinin simülasyonu ile kalıntı gerilmelerin ve çarpılmanın belirlenmesi; kaynak tasarımı.

Tahribatsız yöntemlerle malzeme karakterizasyonu

a) Ultrasonik dalga hızı ve ses zayıflaması ölçümleri (1997-...)

- Isıl işlemlerin çeliklerin mikroyapısına etkileri,
- SiC takviyeli Alüminyum metal matris kompozitlerde mikroyapı karakterizasyonu,
- 7020 Al-Zn-Mg alaşımında çökelme sertleşmesinin etkisi,



- Küresel dökme demirlerde grafit küreselleşmesinin belirlenmesi,
- Polimerlerin ve mika cam seramiklerin elastiklik modüllerinin belirlenmesi.

b) Mikro-manyetik teknik “Magnetic Barkhausen Noise” (2005-...)

- Tane büyüklüğünün belirlenmesi,
- Isıl işlem uygulanmış çeliklerde mikroyapı karakterizasyonu,
- Çift fazlı çeliklerin karakterizasyonu,
- Çift fazlı küresel dökme demirlerin mikroyapı karakterizasyonu,
- Bilyalı dövme (shot-peening) nedeniyle oluşan yüzey kalıntı gerilmelerinin ölçülmesi,
- Kaynaklı API 5L X70 plakalarda kalıntı gerilmelerin ölçülmesi.

Gelişmiş tahribatsız yöntemlerle hata tespiti

- “Phased array” yöntemi ile metalik ve kompozit malzemelerde hata tespiti.

#### 6. SONUÇ

1988 yılından beri kesintisiz faaliyet gösteren ve alanında bir ekol oluşturan ODTÜ Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene Araştırma/Uygulama Merkezi, uluslararası kaynak mühendislerini, kaynakçıları, tahribatsız muayene uzmanlarını yetiştirerek sanayimize önemli katkılar yapmaktadır. Bu Merkezde, kaynak teknolojisi ve tahribatsız muayene alanlarında eğitim ve belgelendirme faaliyetlerinin yanı sıra, sanayimizin kaynaklı imalat ve tahribatsız muayene alanlarındaki test talepleri karşılanmakta; sorunların çözülmesi için danışmanlık ve hasar analizi hizmeti verilmekte; yüksek lisans ve doktora seviyesinde öncü araştırmalar yapılmaktadır. Merkezimiz bugüne kadar edindiği bilgi ve tecrübeyi ülkemizin yararına kullanma hedefi ile faaliyetlerini sürdürme kararlılığındadır. Merkezimiz devam eden faaliyetlerinin yanı sıra bilimsel araştırma ve geliştirme çalışmalarını arttıracak ve ulusal yapılanmalara aktif katkısını sürdürecektir. ■