

# ODTÜ - KAYNAK TEKNOLOJİSİ VE VE TAHRİBATSIZ MUAYENE ARAŞTIRMA/UYGULAMA MERKEZİ

C. Hakan Gür \_ Prof.Dr., Merkez Başkanı  
<http://www.wtndt.metu.edu.tr>

## ÖZET

Konstrüksiyon, imalat, kimya, petro-kimya, 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 personelin görevlendirilmesini şart koşmaktadır.

Kuruluşunun başladığı 1988 yılından beri devam eden faaliyetleri ile süreklilik arzeden, önemli bilgi ve tecrübe birikimine sahip ODTÜ Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene Araştırma/Uygulama Merkezinde, Personel Belgelendirme (EN ISO 17024) ve Deneysel Laboratuvarı (EN ISO 17025) TÜRKAK akreditasyonları kapsamında kaynak teknolojisi ve tahribatsız muayene alanlarında eğitim, belgelendirme ve test faaliyetleri gerçekleştirilmekte; sanayinin sorunlarının çözülmesi için danışmanlık ve hasar analizi hizmeti verilmekte; yüksek lisans ve doktora seviyesinde öncü araştırmalar yapılmaktadır. Yönetmeliği 1991 yılında Resmi Gazetede yayınlanan bu Merkez, ülkemizde üniversiteler bünyesinde kurulan ilk merkezlerden biridir.

## 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. Başlangıçta ağırlıklı olarak Alman uzmanlarca verilen ülkemizdeki eğitimler, günümüzde Merkezinin 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; Amerikan Kaynak Cemiyetinin (AWS) "Educational Institution" ve Amerikan Tahribatsız Muayene Cemiyeti (ASNT) 'nin "Corporate Partner" üyesidir.

Kuruluşundan bu yana kesintisiz faaliyet gösteren ve alanında bir ekol oluşturan bu Merkez, uluslararası kaynak mühendislerini, kaynakçıları, seviye 1 ve seviye 2 tahribatsız muayene uzmanlarını yetiştirerek sanayimize önemli katkılar yapmaktadır. Belgelendirilen kaynakçı sayısı 5,000 'i, IWE uluslararası kaynak mühendisi sayısı 1,400 'ü; tahribatsız muayene uzmanı sayısı 2,600 'ü aşmıştır.

### **3. EĞİTİM VE BELGELENDİRME FAALİYETLERİ**

#### **3.1 Kaynak Teknolojisi**

Merkezimiz, 1992 'den beri GSI-SLV-Münih tarafından kaynak alanında yetkilendirilmiş eğitim merkezi olarak faaliyet göstermektedir. Ayrıca, ODTÜ - Kaynak ve Tahribatsız Muayene Personel Sertifikalandırma Merkezi vasıtası ile TÜRKAK akreditasyonu kapsamında çelik ve alüminyum kaynakçı belgelendirmesi yapmaktadır.

#### **Uluslararası Kaynak Mühendisliği**

1992 'den 2011 'e kadar Alman yetkililerin yönetiminde yapılan sınavlarda başarılı olanlara Alman Kaynak Cemiyeti (DVS) diploması ile birlikte IIW Uluslararası Kaynak Mühendisi diploması verilmiştir. Ocak 2011'de IIW tarafından yetkilendirilen ulusal yapı (ANB-TR) devreye girmiştir. IIW kriterlerine göre yapılan denetimi takiben 30 Nisan 2011 tarihindeki TKTA (*Türkiye Kaynak Teknolojileri Akademisi*) ANB-TR Yönetim Kurulu toplantısında, Merkezimiz "Yetkilendirilmiş Eğitim Kurumu (ATB)" olarak onaylanmıştır. Bu tarihten itibaren, katılımcılara ODTÜ 'de eğitim aldıklarını belirten bir sertifikanın yanında, sınavlarda başarılı olanlara uluslararası geçerli olan IIW Uluslararası Kaynak Mühendisliği diploması ANB-TR aracılığıyla verilmektedir. Eğitimler sırasında, önceden olduğu gibi, Alman uzmanlar seminerler vermektedir. ODTÜ 'deki kaynak mühendisliği eğitiminin içeriği ve kalitesinin GSI SLV-Münih tarafından Almanya'da düzenlenen eğitimlerle aynı seviyede olduğunu belirtmek üzere, katılımcılara GSI SLV-Münih tarafından eşdeğerlik belgesi verilmektedir. ODTÜ 'den IWE uluslararası kaynak mühendisi diploması alanların sayısı 1,400 'ü aşmıştır.

#### **Kaynakçı belgelendirmesi**

Merkez tarafından, talebe göre, EN ISO 9606-1 ve 9606-2 'ye göre GSI-SLV-Münih veya TÜRKAK akreditasyonu kapsamında kaynakçı sınavları ve belgelendirme yapılmaktadır. Verilen belgelerin sayısı 5,000 'i aşmıştır.

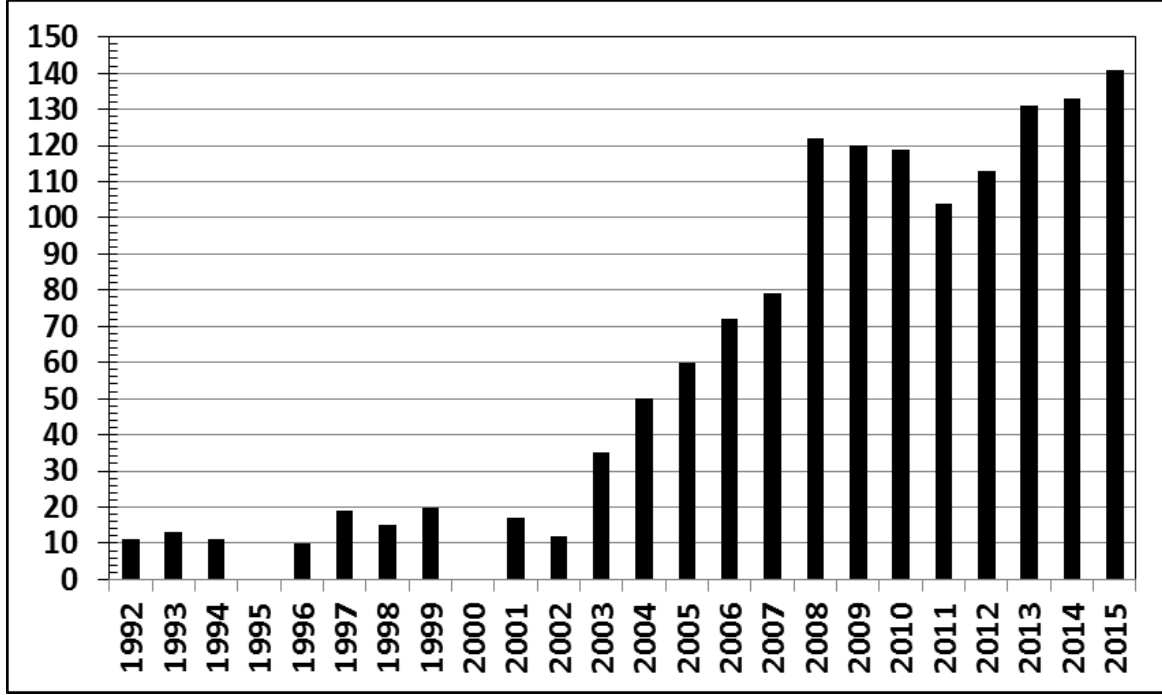
#### **3.2 Tahribatsız Muayene**

ODTÜ 'de tahribatsız muayene eğitimlerine katılanların sayısı 2,600 'ü aşmıştır. Merkezimiz tarafından 1988-1993 arasında Alman Tahribatsız Muayene Cemiyetinin (*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. 2012 yılında, EN 473 'ün yerine geçen EN ISO 9712 standardına adapte olunmuştur.

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'e göre çok sektörlü alanda ultrasonik, radyografi, manyetik parçacık ve sıvı penetrant metotlarında seviye 1 ve seviye 2 belgelendirme için TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir. 2010 yılı sonunda personel belgelendirme sistemine çelik ve alüminyum kaynakçıların belgelendirmesi de eklenmiş ve Merkezin ismi ODTÜ - Kaynak ve Tahribatsız Muayene Personel Sertifikalandırma Merkezi olarak değiştirilmiştir. Mayıs 2011 'de TÜRKAK tarafından genişletilmiş kapsam onaylanmıştır.

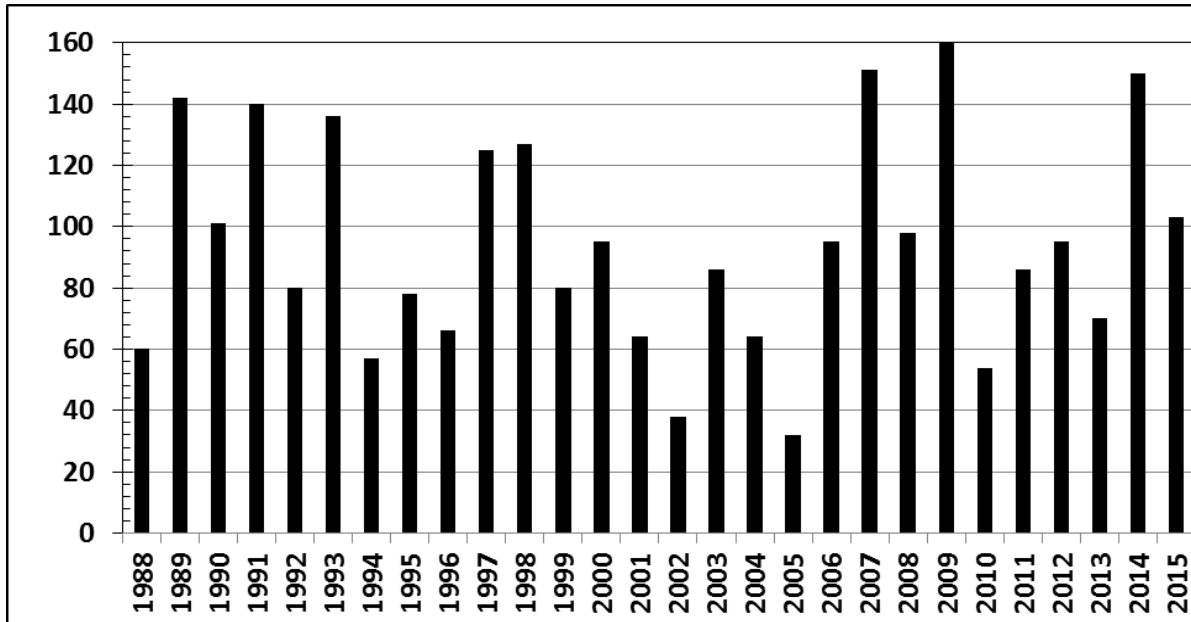
Temmuz 2014 'te akreditasyon kapsamına Görsel Muayene (VT) seviye 1 ve 2 eklenmiştir (Akreditasyon No: AB-0002-P, Rev.09)

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.



Uluslararası Kaynak Mühendisliği kurslarının analizi (1992-2015)

Toplam katılımcı = 1407, Genel Ortalama = 64 katılımcı/yıl, Son 5 yılın ortalaması = 124 katılımcı/yıl



Tahribatsız Muayene kurslarının analizi (1988-2015)

Toplam katılımcı = 2633, Genel Ortalama = 94 katılımcı/yıl, Son 5 yılın ortalaması = 101 katılımcı/yıl

#### 4. TEST VE DANIŞMANLIK FAALİYETLERİ

Sanayimize verilen danışmanlık hizmetleri, **yapısal bütünlük ve servise uygunluk değerlendirmeleri** ve **hasar analizlerinin** yanı sıra **tahribatsız test laboratuvarlarında** ultrasonik, radyografi, manyetik parçacık ve penetrant muayene ve testleri;

**Mekanik test laboratuvarlarında** çekme testleri (*ISO 6892-1, ISO 4136, API 1104, ASME Sec IX, AWS D1.1, AWS D1.5, ASTM A370, ASTM E8*), sertlik testleri (*ISO 6507-1, ISO 9015-1, ANSI/AWS B4.0, ASTM E384*), çentik darbe testleri (*ISO 148-1, ISO 9016, API 1104, ASME Sec IX, AWS D1.1, AWS D1.5, ASTM A370, ASTM E23*), eğme testleri (*ISO 5173, API 1104, ASME Sec IX, AWS D1.1, AWS D1.5, ASTM A370, ASTM E190*), çentikli kırma (Nick-break) testi (API 1104), makroskopik inceleme (*ISO 17639, API 1104, ASME Sec IX, AWS D1.1, AWS D1.5, ASTM A340*) ve kırılma tokluğu testleri (*ASTM E1290, ASTM E1820, ISO 15653, ISO 12135*) **ISO/IEC 17025'e göre TÜRKAK akreditasyonu altında** (Akreditasyon No. AB-0943-T) uygulanmaktadır.

#### 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 44 olup, yurt içi ve yurt dışı yayın sayısı 70 'i aşmıştır.

Gerçekleştirilen veya devam eden çalışmaların bazıları aşağıda listelenmiştir:

##### Kaynak teknolojisi

- Konvansiyonel kaynak teknikleri: Al alaşımları, çelikler, dökme demir, sıcak çatlak, hidrojen çatlağı.
- Hibrit plazma ark kaynağı: alaşımsız, alaşımlı ve paslanmaz çeliklerin kaynağı.
- Sürtünme karıştırma kaynağı: Al alaşımları, Mg alaşımları, intermetalik oluşumu.
- SYSWELD yazılımı kullanılarak kaynak proseslerinin simulasyonu 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 çökeltme 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 ve 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,
- Soğuk haddelenmiş çelik saclarda doku analizi.

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

Ar-Ge çalışmaları, geleneksel ark kaynağı tekniklerinin yanısıra güç-yoğun ergitme ve katı-hal kaynak tekniklerine odaklanmıştır. Hibrit plazma/gaz-metal ark kaynağı (HPAW) ve sürtünme karıştırma prosesi (FSP) çalışmalarına fiziksel ve mekanik metalurji içerikleri ile devam etmektedir. Ar-Ge Grubu 2015 yılında mevcut çalışmalarına ilave olarak TANAP projesi ile beraber API 5L X70M kaynaklanabilirliği alanında bilimsel araştırmalara başlamıştır.

Altyapı, sarf ve hizmet gereksinimleri için endüstriyel test ve analiz hizmetlerinin gelirleri ve ODTÜ-BAP, TÜBİTAK vb. destekleri kullanılmaktadır. Endüstriyel projeler üç ana grupta toplanmaktadır:

- Kaynak yöntem ve malzeme karakterizasyon ve vasıflandırma kapsamındaki test ve analiz hizmetleri,
- Kaynak metali vasıflandırma ve doğrulama kapsamındaki test ve analiz çalışmaları,
- Yöntem tasarım, geliştirme ve hasar analizi kapsamındaki projeler.

Merkezimizin Mekanik Test Laboratuvarları TÜRKAK tarafından EN ISO/IEC 17025 Deney Laboratuvarı Akreditasyonu kapsamında 2015 yılında akredite edildi. Kırılma tokluğu (CTOD) testlerinde Türkiye'deki tek akredite laboratuvar durumuna gelinmiş ve bu alanda ülkemizin kritik uluslararası projelerde yurt dışına bağımlılığı ortadan kaldırılmıştır.