

Türkiye'de ve Dünya'da Bakım Mühendisliği Eğitimi ve Önemi

Cemal MERAN

*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü Kınıklı / Denizli,
cmeran@pau.edu.tr*

Salih Seçkin EROL

*Denizli Ticaret Odası, Avrupa İşletmeler Ağı Proje
Müdürü, Denizli
serol@dto.org.tr ; sserol@mynet.com*

GİRİŞ

Dünya genelinde ve ülkemizde özellikle üretim sektörlerinde üretim esnasında kesiklikler meydana gelmemesi için mekanik sistemlerin çalışma güvenilirliğinin kontrol altında tutulabilmesi gerekliliği aşikârdır. Zira, üretimde istenmeyen duruşlar işletmelerde büyük oranlara varan mali kayıplara yol açabilmektedir. Mekanik sistemlerin istenen ve öngörülen performansta faaliyetlerine devam edebilmesi için gerekli tüm çalışmalar bakım uygulamaları altında yer almaktadır. Bakım uygulamalarının günümüz teknolojilerine paralel yapılabilmesi; sistemli ve metodolojik anlayışların benimsenmesi ve mühendislik yaklaşımının getirileri ise Bakım Mühendisliği kavramını ve görevini oluşturmuştur. Bu çalışmada Bakım Mühendisliği'nin işletmeler açısından önemi ve getirileri; Bakım Mühendisi'nin görevleri ve çalışma alanları; bu alanda ülkemizde ve Dünya genelinde verilen akademik eğitimler incelenmiş ve irdelenmiştir akabinde ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

Bakım prosesi, bir sistemin süreğenliğinin, yani öngörülen seviyede çalışabilirliğinin durağanlığa

dönüşmemesi için yapılan çalışmalar bütünüdür. Mekanik sistemler olarak adlandırılan makine, makine elemanları, hareketli ve hareketsiz sistemlerin bakımı ise mekanik bakım olarak adlandırılmaktadır.

Bakım uygulamalarına ihtiyaç duyulmasının sebepleri arasında plansız duruşlar, verimlilik kaybı, mali kayıplar, iş ve işçi güvenliği, yedek parça tedarik yönetimi gibi sebepler yer almaktadır.

Bakım Mühendisliği ise, mekanik sistemlerin süreğenliğinin, yani çalışabilirliğinin maksimize edilmesi; bakım gereksinimi ve bakım süresinin minimize edilmesi için gerekli tasarım, geliştirme, seçim ve lojistik destek planlarını düzenleyen mühendislik yetenek ve tekniklerinin uygulamasıdır. Bakım çalışmalarının sistematik ve bir metodoloji dahilinde otomasyona dönüştürülmesi sürecinde Bakım Mühendisliği yaklaşımı devreye girer.

Bakım Mühendisliği; çeşitli ülkelerde, Güvenirlik Mühendisliği, Teroteknoloji ve Sistemekonomi isimleri ile anılmaktadır.

Sanayileşmekte olan ülkelerde bakım ve bakım konusunda yetişmiş personel ihtiyacının rekabet ortamında kritik önem taşıyor olması bu ülkelerdeki

eğitim sisteminin konuyla ilgili entegrasyona gitmesine yol açmıştır. Bugün birçok ülkede bakım konusunda lisans ve lisansüstü eğitimler verilmektedir.

BAKIM MÜHENDİSLİĞİNE OLAN GEREKSİNİM

Bakım Mühendisinin Çalışma Alanları

Mekanik sistemlerin üretime dönük sanayi şartlarında en temel nesne olduğu aşikârdır. Günümüz modern sanayi anlayışında seri üretim tipi hâkimdir. Seri üretimde benzer ürün prototiplerinden çok sayıda, mümkün olduğu kadar kısa sürede ve düşük maliyetle üretim yapmak amaçlanmaktadır. Seri üretim mekanizmalarının aksamaya maruz kalmaması için mekanik sistemlerin hem verim hem de performans olarak yeterli seviyede bulunması gereklidir ve bu durumun stabilitesinin sağlanması gerekmektedir.

Mevcut mekanik sistemlerde üretimin sektöre uğramaması OEE (Genel Ekipman Verimliliği) ile doğrudan ilişkilidir. Genel Ekipman Verimliliği ise ekipmanın kullanılabilirlik, performans oranı ve kalite oranı ile ilişkilidir. TPM (Toplam Üretken Bakım) uygulamalarında OEE (Genel Ekipman Verimliliği) hesaplamaları

göz önünde bulundurulmakta ve sistemin sağlıklı işleyip işlemediği konusunda fikir sahibi olunmaktadır.

Yukarıda sözü geçen mekanik sistemlerin kesintisiz ve performans kaybına uğramadan çalışmalarına devam edebilmeleri, konuyla ilgili yetişmiş uzman personelin varlığına ve ilgili bakım uygulamalarına bağlıdır. Ülkemizde birçok işletmede bakım uygulamaları göz ardı edilmiş ya da bu konuda alaylı personelden fayda beklenmiştir. Halbuki bakım uygulamalarının ilgili akademik eğitim görmüş personel tarafından sistematik olarak hayata geçirilmesi üretimle ilgili teknik ve ekonomik birçok kaybın önlenmesinde rol oynayacaktır. Ekonomik kayıpların önlenmesi ve rekabet edebilme şansının artırılabilmesi için bakım politikası ve bakım müdürlüğü çalışmalarının faaliyete geçirilmesi önem arz etmektedir.

Üretimde eksik ya da yanlış bakım uygulamalarından doğan kayıplar ise şöyle sıralanabilir: Personel yaralanmaları, makina hasarları, üretimde plansız duruşlar, yüksek enerji kayıpları, mali kayıplar vb. Görüldüğü üzere mekanik sistemlerin eksik ya da yanlış bakım uygulamaları yüzünden ortaya çıkan kayıpların verdiği zararlar bir işletmede en temel problemlerin kaynağını oluşturmaktadır. Bu durumda yetişmiş, konuyla ilgili akademik eğitim görmüş, sistematik düşünen ve güncel bakım metodlarını ve uygulamalarını hayata geçirecek personele ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Bakım Mühendisliğinin Geleceği

Bakım mühendisliği meslek grubunun gelecekte önem kazanmaya devam edeceği öncelikli alanlar aşağıdaki gibi öngörülmektedir.

- ✓ Hava yolu taşıtları bakımı (uçak, helikopter, uzay araçları)
- ✓ Otomotiv endüstrisinde bakım (TPM çalışmaları)

- ✓ Otomasyon sistemlerinde bakım (Robotik sistemler)
- ✓ Enerji üretim sistemlerinde bakım (Nükleer Enerji Tesisleri)

Bakım Mühendisinin Görev İçeriği

Bakım mühendisinin görev tanımları arasında aşağıdaki hedefler yer almaktadır.

- ✓ Sıfır hata
- ✓ Sıfır iş kazası
- ✓ Birim ürün maliyetlerini düşürmek
- ✓ Aksama, arıza ve çökmelerin ürün/hizmet kalitesini etkilemesini önlemek
- ✓ Çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak
- ✓ Çevreye duyarlı üretim yapmak

BAKIM MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

Yurdumuzdaki İlgili Eğitim

- ▶ Makina mühendisliği bölümlerinde lisans ve yüksek lisans düzeyinde okutulan seçimler az sayıda bakım dersi
- ▶ Endüstri mühendisliği bölümlerinde lisans ve yüksek lisans düzeyinde okutulan seçimler az sayıda bakım dersi
- ▶ Meslek yüksekokullarının bazı bölümlerinde okutulan az sayıda bakım dersleri.

Yurdumuzda ilgili lisans ve lisansüstü eğitim veren akademik kurumlar

- ⊙ Makina Mühendisliği Bölümü dersleri :
- ▶ Pamukkale Üniversitesi [1].
- Titreşim ve Gürültü Ölçümü (lisans, seçmeli)
- Mekanik Titreşimler (lisans, seçmeli)
- Bakım Tekniği (lisansüstü, seçmeli)
- ▶ Ege Üniversitesi [2].
- Korozyon (lisans, seçmeli)
- Hasar Analizi (lisans, seçmeli)
- Bakım Mühendisliği (lisans, seçmeli)
- ▶ İTÜ (İmalat Mühendisliği) [3].
- Endüstriyel Akustik ve Gürültü

(lisans, seçmeli)

- Mekanik Titreşimler (lisans, seçmeli)
- İmalatta Bakım Onarım (lisans, seçmeli)
- ▶ 9 Eylül Üniversitesi [4].
- Mekanik Titreşimler (lisans, seçmeli)
- Korozyon (lisans, seçmeli)
- ▶ Celal Bayar Üniversitesi [5].
- Korozyon (lisans, seçmeli)
- Mekanik Titreşimler (lisans, seçmeli)
- Triboloji (lisansüstü, seçmeli)
- ▶ ODTÜ [6].
- Mekanik Titreşimler (lisans, seçmeli)
- Akustik ve Ses Kontrol Mühendisliği (lisans, seçmeli)
- Mühendislik Tasarımında Güvenirlilik (lisans, seçmeli)
- ▶ Akdeniz Üniversitesi [7].
- Mekanik Titreşimler (lisans, seçmeli)
- Korozyon (lisans, seçmeli)
- ▶ Yıldız Teknik Üniversitesi [8].
- Tribolojiye Giriş (lisans, seçmeli)
- ⊙ Endüstri Mühendisliği Bölümü dersleri :
- ▶ Pamukkale Üniversitesi [9].
- Bakım Planlaması ve Güvenirlilik (lisans, zorunlu)
- ▶ Yıldız Teknik Üniversitesi [10].
- Güvenirlilik Mühendisliği (lisans, seçmeli)
- Bakım Onarımında İş Güvenliği (lisansüstü, seçmeli)
- ▶ Hacettepe Üniversitesi [11].
- Güvenirlilik Analizi (lisans, seçmeli)
- ▶ Bilkent Üniversitesi [12].
- Kalite Temini ve Güvenirlilik (lisans, zorunlu)
- ▶ Gazi Üniversitesi [13].
- Sistem Güvenirliliği (lisansüstü, seçmeli)

- Bakım Planlaması (lisans, seçmeli)
- Sakarya Üniversitesi[14].
- Bakım Planlama (lisans, seçmeli)
- Bakım Yönetimi (lisansüstü, seçmeli)

Yurdumuzda Meslek

Yüksekokullarında ilgili eğitim

- Celal Bayar Üniversitesi Saruhanlı MYO (Tarım Alet ve Makineleri Prog.) [15].
- Termik Motorlar Genel Bakım Onarım
- Tarım Alet ve Makinaları Bakım Onarım
- Ege Üniversitesi, Ege MYO (Makine Yağları ve Yağlama Teknolojisi Prog.) [16].
- Bakım Onarım
- Yağlamanın Temel Prensipleri
- Makina Yağ Teknolojileri
- Korozyon Önleme Teknikleri

Diğer Ülkelerdeki Eğitimler

- Makina Mühendisliği Bölümleri Branşlaşma/Uzmanlaşma
- Endüstri Mühendisliği Bölümleri Branşlaşma/Uzmanlaşma
- Lisansüstü Düzeyde Eğitimler Tüm teknik program mezunlarına açık

Diğer ülkelerde ilgili eğitimi veren kurumlar

- Cambridge Üniversitesi (İngiltere) [17].
Makina Mühendisliği/Triboloji (Lisansüstü düzey)
Amaç: Doğru yağlama teknikleri ve dolayısıyla aşınmaların önlenmesi.
- Georgia Teknoloji Enstitüsü (ABD) [18].
Makina Mühendisliği
Akustik ve Dinamik (Lisansüstü düzey)
Amaç: Titreşim araştırmaları
- Maryland Üniversitesi (ABD) [19].
Makina Mühendisliği
Güvenirlilik Mühendisliği (Lisansüstü düzey)

Amaç: Sistem güvenirliliğine ve kalite hedeflerine ulaşmanın sağlanması.

Verilen Dersler:

- Uygulamalı güvenirlilik mühendisliği
- Hata mekanizmalarının temelleri
- Güvenirlilik mühendisliğinde özel konular
- Güvenirlilik analizi
- Güvenirlilik mühendisliği yönetimi
- Bakım mühendisliği

➤ Tennessee Üniversitesi (ABD) [20].

- ⊙ Güvenirlilik ve Bakım Mühendisliği (Lisans düzeyi)
- ⊙ Güvenirlilik ve Bakım Mühendisliği (Lisansüstü düzeyde- 3 master ve 2 sertifika programı/uzaktan eğitim.)

➤ Wollongong Üniversitesi (Avustralya) [21].

- ⊙ Bakım Yönetimi (Lisansüstü düzey)

Verilen Dersler:

- Bakım yönetimi
- Bakım için sistem analizi
- Durum bazlı bakım
- Sistem mühendisliği ve ömür döngüsü yönetimi
- Bakım sistem tasarımı ve yönetimi
- Karar verme için istatistik
- Organizasyonlarda insan yönetimi

➤ Manchester Üniversitesi (İngiltere) [22].

- ⊙ Bakım Mühendisliği ve Makine Sağlığı Yönetimi (Lisansüstü düzey)

Verilen Dersler:

- M01: Bakım stratejisi
- M03: Bakım sistemleri
- M02: Bakım organizasyonu
- M04: Durum bazlı bakım
- M14: Makine titreşim izleme&analizi
- M05: Tasarımda bakım
- M13: Güvenirlilik, bakım ve risk
- M06: Bakım sistemlerini denetleme

- Vaxjö Üniversitesi (İsveç) [23].
- ⊙ Makina Mühendisliği
- ⊙ Toplam Kalite Bakımı (Lisansüstü düzey)

Verilen Dersler:

- Bakım Yönetimi
- Bakım Organizasyonu
- Makina Sağlığı Yönetimi
- Durum İzleme Teknolojileri
- Yedek Parça Yönetimi
- Vaka Çalışması

Yurdumuzda Bakım Mühendisliği

Eğitiminin Mevcut Eğitime Entegrasyonu ve Geleceği

Güçlü Yönleri :

- ✓ Mevcut eğitime adaptasyonu kolay
- ✓ Yeterli kariyer imkânları
- ✓ Gelişmeye açık
- ✓ Diğer mühendislik disiplinleri ile entegrasyonu kolay
- ✓ Talebe açık

Zayıf Yönleri :

- ✓ Konuyla ilgili eğitim verecek uzman kadro yetersizliği
- ✓ Tanıtım eksikliği
- ✓ Eğitimde uygulama eksikliği

SONUÇ VE TAVSİYELER

Sonuç

Ülkemiz eğitim sisteminde mekanik sistemlerin bakımına yönelik önlisans, lisans ya da lisansüstü program bulunmamaktadır. Ancak çeşitli programlarda az da olsa zorunlu ya da seçimlik ders olarak Bakım Tekniği vb. isimler altında ders olarak okutulmaktadır. Bakım konusunda üretime dönük var olan uzman/yönetici personel ihtiyacı çoğunlukla üniversitelerin makina mühendisliği bölümü mezunları ile giderilmeye çalışılmaktadır. Ancak makina mühendisliği bölümü spesifik olarak bakım mühendisliği üzerine henüz branşlaşmış eğitim vermemekte, bunun yanında bakım mühendisi meslek tanımına en yakın konumda bulunmaktadır. Yurdumuzda ilgili



eğitimin eksikliğiyle beraber, bakım mühendisliği tanınmamakta ve bakım çalışmalarının önemi yeteri kadar bilinmemektedir.

Dünyada bakım mühendisliği ile ilintili akademik eğitime baktığımızda ise bakım mühendisliği ayrı bir program olarak verilmektedir. Lisansüstü bakım mühendisliği programlarına ise üretime dönük mühendislik lisans eğitimi almış hemen hemen tüm mezunlar kabul edilmektedir. Üretimle ilgili tüm mühendislik dallarında bakım uygulamalarına ihtiyaç duyulacağından dolayı tüm mühendislik dallarına açık, bakım mühendisliği lisansüstü programlarının; lise mezunları için de bakım teknisyenliği ön lisans ve bakım mühendisliği lisans programlarının açılması, bunun yanında makina mühendisliği ve endüstri mühendisliği bölümleri öncelikli olmak üzere lisans eğitiminin 3. ya da 4. sınıflarında bakım mühendisliği/yöneticiliği uzmanlık alanlarına gidilmesi ülkemizde bu alanla ilgili var olan açığın kapatılmasında rol oynayacaktır. Özellikle bakım mühendisliği eğitiminde öğrencilerin Bilgisayarlı Bakım Yönetimi Sistemi (BBYS) ile entegrasyonu öncelikli amaçlar arasında yer almalıdır.

Tavsiyeler

- Makina, endüstri ve üretim mühendisliklerinde 3. ya da 4. Sınıfta branşlaşmaya gidilebilir.
- Bakım mühendisliği lisans ve yüksek lisans bölümleri açılabilir.
- Önlisans düzeyinde bakım teknikerliği programları açılabilir.
- KOBİ'lere yönelik bakım ve bakım mühendisliğinin önemini anlatan tanıtım seminerleri düzenlenebilir.
- Bakım Mühendisleri Topluluğu/Odası kurulabilir.

KAYNAKÇA

1. <http://katalog.pau.edu.tr/DersAdi.aspx?kod=7&tablo=muhendislikFak#kod'MAK 100'>
2. <http://me.ege.edu.tr/>
3. <http://www.mkn.itu.edu.tr/bolumler/imalat/academic/icerik.pdf>
4. <http://www.batul.deu.edu.tr/mak/lisansep.htm>
5. <http://www.bayar.edu.tr/~muhendislik/>
6. <http://www.me.metu.edu.tr/main/tr/courses/>
7. <http://www.akdeniz.edu.tr/muhfak/makine/dersicerikleri1.html>
8. <http://www.mkm.yildiz.edu.tr/lisans/index.html>

9. <http://endustri.pamukkale.edu.tr/aprogramlar.htm>
10. http://www.enm.yildiz.edu.tr/ders_icerikleri.php
11. [Http://www.ie.hacettepe.edu.tr/cd-turkish.htm](http://www.ie.hacettepe.edu.tr/cd-turkish.htm)
12. <http://www.ie.bilkent.edu.tr/tr/undergrad/curriculum.html>
13. <http://www.mmf.gazi.edu.tr/endustri/v2/menu.x.php?dosya=dil=tr&mnu=global.menu.php&sol=web.d/icerk.li san.txt&sag=web.d/sag.txt>
14. <http://www.ie.sakarya.edu.tr/lisans-dersler.htm>
15. <http://www.bayar.edu.tr/~saruhanlimyo/>
16. <http://www.egemyo.ege.edu.tr/akademik.Php>
17. <http://www-mech.eng.cam.ac.uk/Tribology/>
18. <http://www.me.gatech.edu/acoustics/>
19. <http://www.enre.umd.edu/>
20. <http://www.rmc.utk.edu/>
21. <http://www.uow.edu.au/handbook/yr2004/cour672.html>
22. [Http://www.manchester.ac.uk/postgraduate/taughtdegrees/courses/pgdiploma/course/?code=04326&pg=all](http://www.manchester.ac.uk/postgraduate/taughtdegrees/courses/pgdiploma/course/?code=04326&pg=all)
23. <http://druvek.vxu.se/utb/courses.Lasso?ID=AM1060>