

Bakım Mühendisliği Uygulamalarında Malzeme Biliminin Önemi

Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN EKER
Yıldız Teknik Üniversitesi

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte mevcut kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi için değişik sektörlerde çalışmalar hızla devam etmektedir. Özellikle teknoloji düzeyi yüksek uygulamalarda, verimliliği sürdürülebilir hale getirebilmek için sistemlerin bakım uygulamalarına daha çok önem verilmesi gerektiği yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır. Bu durum öncelikle uçak ve uzay sanayi uygulamalarında ele alınmış, ancak şu anda nerdeyse ilgili tüm sektörlerde dikkat edilecek ana unsur olmuştur.

Bakım işleminin temelinde makina, ekipman ve teçhizatın verimli çalışmasını engelleyecek faktörleri yok ederek daha verimli çalışmasını temin etme düşüncesi yatmaktadır. Bu faktörler günümüzde çok farklı şekilde ortaya konulmaktadır. En sık kullanılan ifade şekli "altı büyük kayıp" şeklindedir. Bu kayıplar içinde belki en önemlisi arızalardan kaynaklanan kayıplardır. Bunun temelinde tasarım, tasarımın da temelinde malzeme bilimi verileri yatmaktadır. Tabiiatta gördüğümüz tüm uygulamalarda, malzeme bilimi temel düşünceleri olmadan başarılı olunması söz konusu değildir. O nedenle bakım mühendisliği uygulamaları mutlaka malzeme bilimi ile ilişkilendirilmelidir. Ayrıca, bu bilimin temel verilerinin iyi özümленerek uygulamaya sokulması sistem verimliliğine olumlu katkı yapacaktır. Bu da malzeme biliminin,

çevresel sorumlulukların da göz önünde tutulduğu üretim yöntemleriyle üretilmesi ve geliştirilmesi, ancak "teknolojik-ekonomik-ekolojik" denge bileşenlerinin her birinin zorunluluk arz ettiği mühendislikler arası bir misyon ve strateji odaklı bir çalışma süreciyle mümkün olabileceğinin kanıtıdır. Bildiride, bu gerçekler göz önüne alınarak bakım mühendisliği uygulamalarında malzeme biliminin yeri çeşitli uygulamalarda ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Makina mühendisliği, her türlü mekanik sistemlerin ve enerji dönüşüm sistemlerinin tasarımının geliştirilmesi ve üretiminin planlanması konularında eğitim ve araştırma yapan mühendislik dalıdır. Makina mühendisleri, takım tezgâhlarının yanı sıra endüstrinin tüm dalları için makineler ve donanımlar tasarlar ve imal ederler. Malzeme bilimi ve teknolojisi de başta makina olmak üzere fizik, kimya ve biyoloji ile elektronik, kimya, inşaat gibi geleneksel mühendislik dallarındaki uygulamalarla içiçe, disiplinler arası bir alan olarak öne çıkmaktadır.

Günlük yaşamın doğal parçası haline gelmiş gereçlerden yarı-iletken yongalara, ulaşım ve iletişim sektöründeki kullanımlarından protez ve yapay organ gibi tıbbi uygulamalara, zırh plakaları veya süper alaşımlar gibi savunma sanayi ağırlıklı ileri teknoloji uygulamalarına kadar her alanda değişik malzemeler, taşıdıkları özelliklerle uyumlu kullanım alanları bulur. Malzeme Bilimi ve

Mühendisliği'nin uygulamaları da bu geniş yelpazede kullanılan metal, seramik, cam, polimer ve bunların kompozit yapılarından oluşan her türlü malzemenin tasarımı, geliştirilmesi, üretimi ve özelliklerinin karakterizasyonunu kapsar. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, bilişim teknolojileri ve genetik-moleküler biyoloji ile birlikte 21. yüzyılı şekillendirecek mesleklerden biridir.

İnsanlığın ihtiyaç duyduğu, geleceğe dönük mühendislik malzemelerinin çevresel sorumlulukların da göz önünde tutulduğu üretim yöntemleriyle üretilmesi ve geliştirilmesi, ancak "teknolojik - ekonomik - ekolojik" denge bileşenlerinin her birinin zorunluluk arz ettiği mühendislikler arası bir misyon ve strateji odaklı bir çalışma süreciyle mümkün olabilmektedir. Bu çalışma süreci içinde bakım uygulamaları da büyük yer işgal etmektedir.

2000 yılında önemli bir kuruluşumuzda yapılan hesaplamalara göre bakımda, yılda 90 milyon \$ ile bütçenin yüzde 12,4'ü harcanmıştır. Bu rakam herkesin kolayca tahmin edebileceği gibi oldukça büyüktür. Buna rağmen işin kötü tarafı miktarın büyüklüğünden ziyade, bu miktarın 1/3'üne yakınının gereksiz harcamalar olmasıdır [4].

Hiçbir bakım mühendisliği uygulaması malzeme biliminden ayrı olarak düşünülemez. Temelinde ortak olan nokta bakım uygulamalarının malzemelerden oluşan alet ve makineler üzerinde

gerçekleştirilmesidir. Bir bakıma bakım işleminin kalitesi malzeme bilgisine dayandırılır. Buna bağlı olarak bakım stratejileri geliştirilir.

MALZEME BİLİMİNİN MODERN BAKIM YÖNETİMİNDEKİ YERİ

Makina mühendisliğinde bakım işlerinin özel bir yeri vardır. Çünkü bakım işleri bir tezgâhın çalıştırılması, bir makinanın işletilmesi gibi tekrarlanan türden tekdüze etkinlikler değildir. Arıza ayrıcalığı gibi belirleyici ve yapma/onarma gibi giderici çalışmaları içerdiğinden bir anlamda da sorunu “keşfetme” ve “çözüm getirme” gibi özel çabaları da içerir [3]. Bu nedenle bu işlemi risk analizi mantığına dayalı bir yönetim biçiminde tanımlayarak çözmek daha akılcı olmaktadır.

Bakım yönetimi, en alt seviyeden itibaren olmak üzere Planlı Bakım Seviyesi (Seviye-1), Proaktif Bakım Seviyesi (Seviye-2), Organizasyonun Mükemmelleşmesi Seviyesi (Seviye-3), Güvenilirlikte Mühendislik Desteği Seviyesi (Seviye-4) ve İşletme Mükemmelliği Seviyesi (Seviye-5) olmak üzere beş ayrı seviyede gelişim izlemektedir [4].

Modern bakım yöntemi, son yıllarda tüm sektörlerde ele alınmaya başlanan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Temeli bakım uygulaması yapılacak alan üzerinde modern yöntemler yardımıyla, en yüksek emniyette, en uzun ömürle, hiç arızasız ve en az maliyetle kullanıma hazır olmalarını temin etmektir. Bu da bakım metodlarının, bakım ekipmanlarının ve bakım yönetim sistemlerinin bir üçlü sarmal halinde ele alınmasıyla mümkün olabilmektedir.

Malzeme bilimi bu sarmal yapı içinde yer alarak yönetim başarısını arttırmakta önemli unsurlardan biridir. Burada ele alınabilecek konular malzeme yönetimi ile malzeme yedekleme prosedürü içinde toplanabilir.

Malzeme yönetimi; malzeme seçimi, satın alma ve envanter yönetimi temel işlevleri oluşturmaktadır. Malzeme yönetiminde önemli karar verme noktalarından biri malzeme seçimidir. Malzeme seçimindeki temel amaç verilen soruna ve duyulan ihtiyacı karşılamaya yönelik bakım işlemi gerçekleştirilecek en uygun ve olabildiğince uzun ömürlü malzeme seçmektir. Bu seçimini gerçekleştirmek için de bakım prosesinin adımlarına ve döngüsüne hâkim olmak gerekir. Bunun yanında bakımda kullanacağı malzemenin karakteristik özelliklerini, bulunabilirliğini (sağlanabilirliği), maliyetini ve ekonomisini de düşünmek zorundadır ve bu koşullarda karşılıklı bir dengenin kurulması şarttır [1].

Malzeme özellikleri; bakım işlemi yapılacak malzemenin daha önceki özellikleri dikkate alınarak malzemenin hangi koşullarda ve ortamlarda çalışacağı saptandıktan sonra bakım çalışmasının gerektirdiği mekaniksel, fiziksel, kimyasal özelliklerin belirlenmesini esas almaktadır. Sonuçta malzeme özellikleri uygulama gerekliliğine göre gözden geçirilerek malzeme seçimi yapılmalıdır.

Malzeme bulunabilirliği diğerlerine nazaran daha çabuk ve kolay karar verilebilecek bir husustur.

Kullanılacak malzeme, bakımı işlemi gerçekleştiren işletmenin stoklarında varsa bu firmaya kolaylık sağlamakta, ancak olmadığı zaman sorun olarak karşısına çıkabilmektedir. Eğer malzeme stoklarda bulunmuyorsa işletme piyasadan bunu tedarik edecektir. Piyasanın bunu tam zamanında karşılayıp karşılamaması, yani temin süresi önem göstermektedir. Bu konuda malzeme yedekleme prosedürü uygulanması önerilir.

Malzeme maliyeti, bakım işleminde kullanılacak değişik tip malzemelerin toplam miktarına bağlıdır. Bu durum hazır ya da yeniden yapılmaya durumuna bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca toplam maliyet, bütün bitiş

operasyonlarını da içermelidir. Eğer toplam maliyet beklentinin altında ve kesinlikle gerekli ise daha pahalı bir malzeme kullanımı yoluna gidilebilir. Yüksek mukavemet, ısıya karşı direnç, paslanmaya karşı direnç gibi özelliklere sahip alaşımlar genellikle pahalıdır. Bunun nedeni alaşım katkılarının saflaştırılması ve alaşım proseslerinin yüksek maliyetidir. Alaşımlar sadece başka bir çözüm olmadığı durumlarda kullanılmalıdır. Genelde uygulamaya bakıldığında orijinal malzemenin eşdeğeri bulunmadığı koşullarda bakım işleminde maliyeti daha düşük malzemeler kullanılmaktadır. Bazı durumlarda bakım işlemi yapılacak alet ya da makina üzerinde orijinalliği bozacak uygulamalara da başvurulmaktadır. Örnek olarak bir ürünün ağırlığının ve boyutlarının büyütülmesi bir sakınca teşkil etmiyorsa, daha iyi mukavemet değerine sahip pahalı malzeme kullanmak yerine elemanların kalınlığını arttırmak mukavemet özelliklerini iyileştirip ucuz bir ürün elde etmek mümkündür. Benzer şekilde paslanma direnci yüksek; fakat pahalı bir malzeme kullanmak yerine yüzeyde yapılacak maliyeti daha düşük bir işlemle (örneğin kaplama, boyama vb.) düşük maliyetli ürün elde etmek mümkündür [2].

Bakım işlemlerinde çoğu zaman yağlama ön plana çıkarılmaktadır. Makinalar için yağ kimyasal bir akışkandan öte çalışma kondisyonunu direkt olarak etkileyen sıvı bir makina elemanıdır. Makinalarda uygun yağın kullanılmaması ya da zamanla özelliklerini yitirmiş yağın kontrol edilmemesi nedeniyle kullanımına devam edilmesi işletmelerde çok kötü sonuçlara sebep olabilmektedir.

Makinalardan beklenen verimin elde edilmesi, makinaların uzun ömürlü olması ve en önemlisi beklenmedik duruşlardan uzak durulmak isteniyorsa yağın belli periyotta kontrol edilmesi gerekmektedir. Yağ

olması gereken kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip değilse değiştirilmeli ya da mümkünse filtre edilerek kullanılmalıdır. Aksi halde başta yağın temasta olduğu malzemeler olmak üzere tüm sistemin tehlikeye girmesi söz konusu olacaktır.

Yağlamada kullanılan yağlayıcı malzemelerin de bazı özelliklere sahip olması gerekir. Bunlar yağın viskozitesi, içindeki partiküller, su, toplam asit değeri, toplam baz değerleri vb. sayılabilir. Bu değerlerin ideal değerlerden sapması yağın özelliklerini yitirmesine yol açar. Bu da bakım işleminde üzerinde durulması gereken önemli bir husus olarak ele alınmalıdır.

MALZEME BİLİMİNİN ARIZA YÖNETİMİNDEKİ YERİ

Temeline bakıldığında arıza ile bakım arasında birebir ilişki vardır. Günümüz bakım anlayışında, arızanın ardından yapılan onarım işleminden çok, arızanın plansız duruşa sebebiyet vermemesi için ilk ortaya çıktığı andan itibaren tespit edilmesi ve gerekli önlemler alınarak kötü sonuçların, zaman kaybının, gereksiz bakım işlerinin önüne geçilmesi önem kazanmaktadır.

Problemin başlangıç safhasında tespit edilmesi, ancak teknolojinin son ürünü cihazların kullanımı ile mümkün olmaktadır. Ancak, gerçek anlamda işletmelere fayda verecek bu tip cihazların bazen maliyeti, bazen teknolojisi, bazen de işletme giderleri sebebiyle alımları cazip olmamaktadır.

Arıza oluşumu ileri aşamada alet ya da makinanın devre dışı kalması yanında daha başlangıç aşamasında çeşitli teknolojik ve duyuşsal tekniklerle saptanabilmektedir. Ancak teknolojik açıdan makina arızalarının tanımlanması için öncelikle spektral analiz teknikleri önerilebilir. Bu teknikte kullanılan cihazlarla sorunlu

olduğunu düşündüğümüz konstrüksiyon veya yapıda titreşim analizi, modal analiz ve ODS analizi, burulma titreşimi analizi ile gerilme ölçümü vb. işlemler yapılabilmektedir.

Örneğin rezonans, bir cismin doğal frekansında uyarılması durumunda ortaya çıkan durumdur. Her cismin doğal frekansı vardır. Şayet o cisim doğal frekansında uyarılırsa, cisim çok düşük bir uyarı düzeyiyle çok yüksek titreşim seviyelerinde titreşir ve eğer sönümlenme yeterince, uyarı yeterince uzun süreli olursa cisim tamamen tahrip olabilir.

Buhar ve gaz türbinleri, jeneratörler, büyük fanlar gibi rezonansın çok önemli olduğu makinalarda, makina imalatçısı daha önce hesaplanmış ve ölçülmüş kritik hızları kullanıcıya bildirir ve bu hız bölgesinin hızlı geçilmesini önerir. Gerçek zamanlı titreşim ölçüm ve analiz cihazlarıyla aynı anda çok noktadan yapabileceğimiz ölçümler ile rotoru bulunan makinaların en büyük problemi olan rezonans problemi hakkında bilgi sunabiliriz. Böylece çoğu zaman farklı nedenlerden kaynaklandığı düşünülen yüksek titreşim seviyeleri nedeniyle, makinaya yapılan gereksiz ve sonuçsuz müdahalelerin sebep olduğu vakit ve nakit kaybı engellenir.

Benzer şekilde örneğin bir demir çelik fabrikasında sıcak haddeleme tezgâhında, belirli malzeme kalınlığında görülen ve hadde tezgâhının düşük kapasitede çalışmasına neden olan tezgâhta yapılan titreşim ölçümleri ve gerilim ölçme testlerinin yanı sıra tezgâhın doğal frekansını tespit etmek amacıyla "darbe testi" yine arızanın belirlenmesine yönelik ölçüm tekniklerindedir.

Unutulmaması gereken nokta arıza/problem oluşuktan sonra bakım yapmak, hem bakım maliyeti hem de

işçi ve makinanın atıl kaldığı zaman kadar işçi ve makina maliyetine yol açar. Maliyetlerin en aza indirilmesi mantığı ile işletmelerde bakım yapmanın hedefi uzun vadede problem oluşmadan önce tedbir almak ve hiç problem oluşmamasını sağlamak olmalıdır.

SONUÇ

Mühendislik disiplinleri içinde yer alan konular çoğu zaman birbirinden ayrılmayacak noktaları içermektedir. Bu durum malzeme biliminin tüm mühendislik disiplinlerinde temel olarak ele alınmasına yol açmıştır. Temeli malzeme olan her unsurun malzeme bilimi gereklerine uygun olarak tasarlanması, uygulanması ve kullanılması zorunludur. Bu zorunluluk bakım mühendisliği içinde yeterince ele alınmasını, mühendislik uygulamalarının başarısı için bir bakıma ön koşul oluşturmaktadır. Onun için bakım mühendisliği uygulamaları malzeme mühendisliği konularıyla adeta örtüştürülerek önce alet ve makinalarda sürekliliği sağlamak ve gerekiyorsa problemleri tanımlayarak yenileriyle değiştirerek sürekliliği uzatmayı temel hedef olarak seçmelidir.

KAYNAKÇA

1. Akdoğan Eker, A., 2009. Makina Mühendisliğinde Malzeme Seçimi, Yıldız Teknik Üniversitesi (Yayınlanmamış ders notları), İSTANBUL
2. Curgul, İ., Yetisteren, H., Sınmazcelik, T., 2002. Makina Tasarımı ve Şekillendirme Tekniği, Birsen Yayınevi, KOCAELİ
3. Esin, A., 2004. Bakımın Gelişen Boyutu- Sürdürülebilirlik; Mühendis ve Makina No: 538, ANKARA
4. Tekir, R., 2009. Modern Bakım Yöntemleri, www.bakim-teknoloji.com