

TAHRİBATSIZ MUAYENENİN İŞLETME AŞAMASINDA KULLANILMASININ ÖNEMİ

Dr. Ersan GÖNÜL¹, Makine Müh.(Ph.D. M.Sc.) ve Kaynak Müh.
UT, RT, MT, PT, VT Seviye III

Burak BAYRAKTAROĞLU², Makina Müh.(M.Sc.) ve Kaynak Müh.
UT, RT, MT, PT, VT Seviye III

¹TMMOB Makina Mühendisleri Odası Kaynak Eğitim ve Muayene Merkezi
e-posta: ersan.gonul@mmo.org.tr

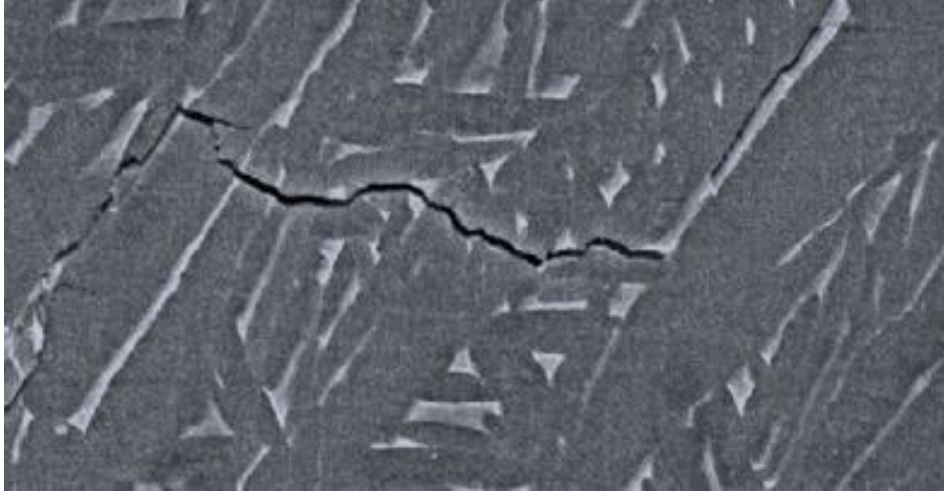
²TMMOB Makina Mühendisleri Odası Kaynak Eğitim ve Muayene Merkezi
e-posta: burak.bayraktaroglu@mmo.org.tr

Tahribatsız Muayene, birçok alanda kullanılabilen ve çalışması yapılan muayene yöntemidir. Malzemeye zarar vermeden sonuçlanması ise bu muayene yönteminin en büyük avantajlarından. Özellikle bu özelliği ile tahribatsız muayene, işletme aşamasında olan malzemelerin incelenmesi için büyük öneme sahiptir ve kullanımı zaman ilerledikçe artmaktadır. İşletme aşamasında bulunan ekipmanların kontrollerinde ise geleneksel yöntemler çoğu zaman yetersiz kalmakta ve bu durum belirsizliklere yol açmaktadır. Tahribatsız muayene yöntemi, geleneksel yöntemler ile keşfedilemeyecek riskli durumları ortaya çıkarabilmektedir. Bu risklerin en önemlisi ise ekipmanların kullanım ömürleri boyunca oluşabilecek korozyonlar ve çatlak oluşumlarıdır. Bu bildiride iş ekipmanları üzerinde uygulanabilecek tahribatsız muayene yöntemleri ve bulunabilecek belirtiler üzerinde durulacaktır. Ayrıca bu muayenelere destek niteliği taşıyan ve mikroyapıda çatlak incelemeye olanak sağlayan replika yönteminden de kısaca bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Tahribatsız muayene, iş ekipmanları, yorulma, çatlak.

1) GİRİŞ

Günümüzde endüstrinin birçok alanında iş ekipmanları kullanılmakta olup birçok faaliyetin gerçekleştirilmesinde önemli rol üstlenmektedir. Kullanım şartlarına bağlı olarak bu ekipmanlar, birçok farklı yükleme durumu ile karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle metal malzemeden üretilmiş olan ekipmanların kullanım sürecinden kaynaklı riskleri vardır. Bununla birlikte kaynaklı birleştirme, dövme veya döküm yöntemiyle üretilen konstrüksiyonlarda da, uygulanan yüklemelerden dolayı plastik deformasyonlar ve sehimler oluşabilir. Yapılan projelendirme hesaplarında konstrüksiyon yapısı açısından problemle karşılaşılmayan bu durumlar için sehim ve gerilmeler; yıllar boyunca tekrarlandığında, malzemede yorulmaya neden olmaktadır. Yorulma kendini, malzemede veya kaynak dikişinde, çatlak olarak gösterir. Bilindiği gibi; belirli bir tekrarlı yükleme ile çalışan her metal konstrüksiyonun bir ömrü vardır. Belirli bir yükleme durumu altında uzun yıllar çalışan konstrüksiyonlarda yorulmaya bağlı çatlaklar gözlenir. Yorulma çatlakları, ekipman kullanımında düşük yüklemelerde dahi ani kırılmalara neden olabileceğinden, işçi sağlığı ve iş güvenliği bakımından son derece büyük riskler oluşturmaktadır. Bununla birlikte, işletme esnasındaki kullanım kadar, imalattaki kalite durumu da bu hataların ortaya çıkmasında ve gelişmesinde önemlidir. Bu durum, konstrüksiyonların değerlendirilmesin düşünülebilir. İyi bir kalite seviyesinde ve hatasız olarak üretilmiş bir konstrüksiyonda, kalite açısından önem gösterilmemiş konstrüksiyona göre daha az ve daha uzun sürede belirti çıkması olasıdır. Fakat nasıl üretilirse üretilsin, belirli bir süre sonra durumlarının kontrolü önemlidir ve işletmeler tarafından periyodik olarak düşünülmesi gereken bir işlemdir.



Şekil 1-Yorulma belirtileri gösteren bir malzemede mikroyapı incelemesinde görülen çatlak[1]

Yapılan incelemelerde, yorulma belirtisi gösteren konstrüksiyonlarda çatlağın zamanında tespiti alınacak olan önlemler için kritik bir yere sahiptir. Özellikle belirli bir süre kullanılmış konstrüksiyonlarda kaçınılmaz olan yorulma, yapılacak test ve değerlendirmeler ile ortaya çıkarılmalı ve gerekli çalışmalar yapılarak önlem alınmalıdır. Bu konuda eğer ki ekipmanın muayeneden sonra herhangi bir problem ile karşılaşılması durumunda kullanılması isteniyor ise yapılacak testlerde malzemeye zarar verilmemeli, ekipmanın montaj yapısı bozulmamalıdır. Bu kontrollerde tahribatsız muayene ön plana çıkmaktadır. Tahribatsız muayene ile yapılacak testlerde konstrüksiyona zarar verilmeyecek, testten önceki durumunda teslim edilecektir. Bununla birlikte konstrüksiyonda detaylı bir inceleme durumu söz konusu olacaktır. Fakat kullanılacak tahribatsız muayene metodunda iyi bilinmesi, uygulanacak yöntemin verimli

sonuçlar vermesi için önemlidir. Bu durum için uluslararası normlara göre belgeli personellerin karar vermesi ve değerlendirmesi gerekmektedir. Bununla ilgili çalışmalar ve yol gösterici bilgiler ilgili standartlarda tanımlanmıştır.

2) TAHRİBATSIZ MUAYENE VETAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

Tahribatsız malzeme muayenesi, kalite kontrolün en önemli bölümü olup, genel olarak bilinen, üretimim tamamlayıcı ve son kısmı olduğudur. Bununla birlikte gerek üretimden önce yapılan araştırma-geliştirme çalışmalarında gerekse üretimden sonraki işletme aşamasında aktif olarak kullanılmaktadır. Tahribatsız muayene, incelenen parçanın malzemesine zarar vermeden muayene edilerek, dinamik ve statik yapıları hakkında bilgi edinilen muayene yöntemlerinin tümüne verilen addır. Tahribatsız muayene çalışmalarında laboratuvara veya malzemenin numune alınmasına gerek yoktur. Testler, malzemenin bulunduğu ortamda doğrudan parça üzerine yapılır. Bu sebepten dolayı üretim esnasında yeni parçalara olduğu kadar, periyodik bakımlarda ve hatta işletme esnasında servisteki parçalara da uygulanır. Bu durumlarda parçayı, montajlı olduğu sisteme takılı olduğu yerden sökmeden ve bazen de işletmeyi hiç durdurmadan muayene yapmak mümkündür. Özellikle yorulma ile ilgili ortaya çıkan belirtilerin belirlenmesi için tahribatsız muayene metotlarından yararlanılabilir. Tahribatsız muayene metotları, hızlı ve pratik yöntemler olmasının yanında yorulma ile ilgili belirtilerin, özellikle çatlak oluşumlarının ortaya çıkarılmasında büyük öneme sahiptir.



şekil 2-Yorulma atlağı

2.1.İşletme Aşamasında Uygulanabilecek Tahribatsız Muayene Yöntemleri

Bilindiği gibi yorulma, malzemede mikroçatlaklar ile kendini göstermeye başlamaktadır. Zaman içerisindeki yüklemeler ile bu mikroçatlaklar görülebilir hale gelmekte ve en sonunda kırılmalara sebebiyet vermektedir. Bu açıdan bakıldığında, özellikle tekrarlı yükleme/gerilme bölgelerinde, yüzey çatlakları olarak ortaya çıktığı gözlemlenebilmektedir. Bu sebepten dolayı yüzey yöntemlerinin uygulanması, çatlakların bulunmasındaki en etkin tahribatsız muayene yöntem seçimidir. Tahribatsız muayene için en aktif kullanılan yüzey yöntemleri de aşağıdaki gibidir;

- Gözle Muayene
- Manyetik Parçacık Muayenesi
- Penetrant Muayenesi
- Eddy-Current Muayenesi
- Girdap Akımları Muayenesi

Yöntemleri incelediğimizde, gözle muayene çok basit bir metot olarak görünse de kendine özgü incelikleri vardır. Genellikle bir başka tahribatsız muayene metodunun uygulanmasından önce yapılması gereken bir çalışmadır. Metalik veya metalik olmayan bütün malzemelere uygulanabilir. Gözle Muayene için çoğu durumda yüzey temizliğine gerek kalmaz.

Gözle muayene için personel tecrübesinin, kontrol şartların uygun ve standartlara göre sağlanmış olması gerekmektedir. Gözle muayene ile plastik deformasyonlar ve yorulmaya bağlı olan çatlak oluşumları tespit edilebilir. Bununla birlikte, gözle muayene ile görülebilen belirtiler, nispeten gözün görebileceği belirtilerdir. Daha ince ve küçük hatalar (örneğin kılcal çatlaklar) için diğer yüzey metotlarına başvurulması gerekmektedir.

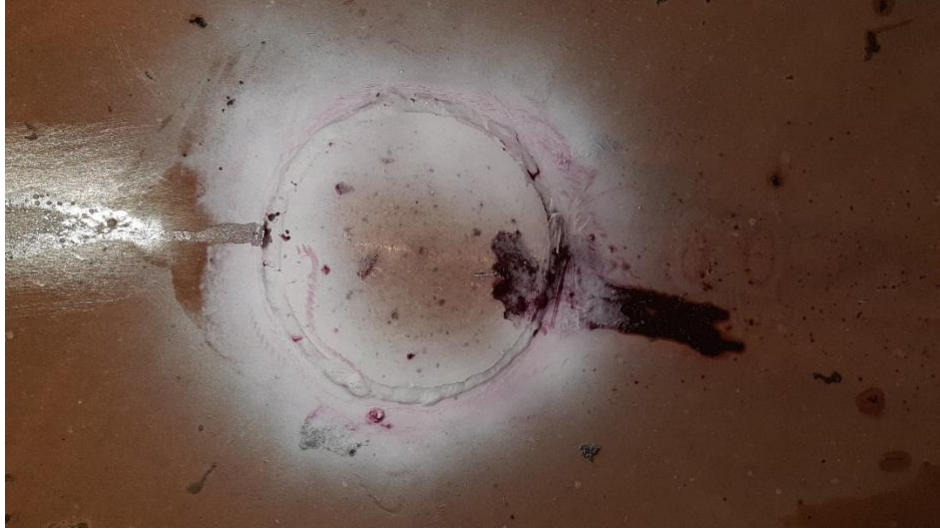
Manyetik parçacık muayenesi, ferromanyetik özellikteki test yüzeyinde veya hemen altındaki çatlakların tespitinde kullanılır. Oldukça basit, hızlı ve düşük maliyetle uygulanabilirliği nedeniyle ferromanyetik malzemelere uygulanır ve oldukça geniş bir kullanıma sahiptir. Bu yöntemde yüzey hatalarının belirlenebilmesi, hatanın boyutuna ve yüzeye yakınlığına bağlı olup sadece ferromanyetik, yani mıknatıslanabilen malzemelere uygulanır. Bünyesinde hata bulunan bir malzeme yüzeyine, manyetik alan uygulanması halinde, yüzeye ferromanyetik tozlar serpilirse, bu tozlar hataların bulunduğu bölgelerde toplanırlar. Böylece, mevcut süreksizliklerin yerleri tespit edilmiş olur.



Şekil 3-Manyetik parçacık muayenesi sonucunda işletme aşamasında bulunan çatlağı

Penetrant muayene, yüzey hatalarının tespit edilmesinde kullanılan oldukça yaygın bir yöntemdir. Bununla birlikte, manyetik parçacık muayene yöntemi gibi hızlı bir yöntem değildir. Manyetik parçacık muayene yönteminden avantajı ise tüm malzemelere uygulanmasıdır. Tespit

edilmek istenilen hatalar, uygulanan yüzeye açık olması gerekir. Bu nedenle, yüzey altında kalan veya herhangi bir nedenle yüzeye bağlantısı kesilmiş bulunan hatalar bu metotla tespit edilemez. Süreksizlikler çatlak türünde çizgisel belirtiler, gözenek türünde ise yuvarlak belirtiler elde edilir.



Şekil 4-Penetrant muayene uygulaması

Girdap akımları muayenesinde, iletken malzemelerdeki kusurları saptamak için elektromanyetik indüksiyon ilkesi kullanılır. Akım taşıyan bir bobin, muayene edilecek parçanın yakınına yerleştirilir. Bobin, girdap akımları oluşturan bileşenle etkileşime giren bir alternatif akım kullanarak değişen bir manyetik alan oluşturur.

İşletme aşaması kontrollerde yorulma çatlaklarını bulabilmek için tahribatsız muayene metodu olarak büyük bir oranda manyetik parçacık muayenesi veya penetrant muayenesi kullanılmaktadır. Darbeler ile meydana gelen plastik deformasyon sonucunda ve/veya yorulmalar sonucunda meydana gelen çatlakların, dolayısıyla çatlaklar ile meydana gelen risklerin açığa çıkarılması için gözle dahi görülmeyen hataların görülür hale getirilebilmesi için önemlidir. [2]



Şekil 5-Hava tankı kalınlık ölçümü

İşletme aşamasında kontrol edilmesi gerek bir diğer önemli kriter konstrüksiyonlardaki korozyon durumudur. Özellikle basınçlı kaplarda ve borularda önemli olan bu yapı, zamanla bir kanser gibi ilerler ve yapıyı en sonunda kullanılamaz hale getirir. Bu durum işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından da çeşitli riskler beraberinde getirir. Bu durumun tespiti içinse tahribatsız muayene metotlarından hacimsel yöntemleri tanımlamak gerekir. Hacimsel yöntemler malzemelerin hacimleri (et kalınlıkları vs.) boyunca tarama yapmamıza olanak sağlayan yöntemlerdir. Korozyon durumlarının tespitinde ise en önemli muayene metodu ultrasonik muayene metodudur. Ultrasonik muayene metodu genel yapısı itibari ile sesin fiziksel özellikleri ile çalışan bir yöntemdir. Ses hızı burada önemli bir parametre olmakla beraber, sesi ortam değişimindeki yansıma ve sekme özelliği kullanılarak değerlendirme yapılır.

2.2.Genel Olarak Tahribatsız Muayene Yöntemlerin Değerlendirmesi ve Elde Edilen Bulgular

İşletme aşamasındaki bir cihazın saha kontrollerinde tahribatsız muayene yöntemlerinden ağırlıklı olarak gözle muayene, manyetik parçacık muayenesi ve penetrant muayene kullanılmaktadır. Girdap akımları muayenesi ise ağırlıklı olarak eşanjörlerin muayenelerinde kullanılabilir.

Gözle muayene esnasında, konstrüksiyonun yapısı gözle görülebilecek hatalar açısından incelenmektedir. Bu hatalar genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Gözle görülebilen çatlaklar
- Görülebilir imalat ve işletme hataları
- Çentikler
- Plastik deformasyonlar
- Korozyon



**Şekil 6-Görsel muayene ile elde edilen bulgular
(Gözenek, doldurulmamış kaynak, nüfuziyet eksikliği)**

Yapılan saha kontrollerinde, manyetik parçacık muayenesi çok daha hızlı ve etkin sonuçlar verirken, penetrant muayenesi hem inceleme koşulları olarak hem de hatanın tespitindeki zaman kaybı açısından manyetik parçacık testine göre daha az tercih edilmektedir. Fakat kontrole konu olan konstrüksiyonda kullanılan malzemeler ferromanyetik özellikte olmaması durumunda (paslanmaz vs.) penetrantın kullanılması kaçınılmazdır. Manyetik Parçacık ve Penetrant muayenesi ile aşağıdaki bulgular elde edilmektedir:[3]

- Gözle görülemeyen çatlaklar
- Genel olarak gözle görülmeyen imalat ve işletme hataları
- Çentikler

Ultrasonik muayenede ise kalan et kalınlığı rahatlıkla belirlenir ve uygun standart yardımı ile belirlenen veya projelendirme esnasında hesaplanan minimum et kalınlığı ile değerlendirme yapılabilir. Böylelikle yapılan kalınlık ölçümleri ile basınçlı kabın veya konstrüksiyonun mevcut durumundaki et kalınlığı tespit edilir. Korozyon kontrolleri ile takip edilebilen et kalınlığı, kritik sınıra gelmeden belirlenebileceği gibi çeşitli standartlarda belirtilen ölçüm metotları ile korozyon durumu açısından basınçlı kapların kalan ömürleri tayin edilebilir.

2.3.Tahribatsız Muayenelerde Personelin Önemi

NDT nesnelerin tahrip edilmeden, test süreci sırasında değiştirilmeden ve bozulmadan muayene edilebileceği tek seçenektir. NDT genel olarak testten sonra kullanımına devam edilecek nesnelere için kullanılır. Örneğin, güvenlik ekipmanları, boru hatları, enerji santralleri, konstrüksiyonların servis içi kontrolleri ve hatta arkeolojide eşsiz parçalar için bile kullanılır.

Diğer taraftan ise tahribatsız muayene personelinin yapmış olduğu kontroller ve değerlendirmeler, yalnızca işverene ve yükleniciye karşı saygı gösterilmesi için değil iyi işçilik kurallarına da saygı gösterilmesi açısından büyük bir sorumluluk taşır. Tahribatsız muayene personeli test sonuçları ile ilgili, ekonomik etkilerden etkilenmeyecek şekilde bağımsız ve özgür olmalıdır aksi takdirde yapılan incelemeler ve test sonuçları tehlikeye atılmış olacaktır. Tahribatsız muayene personeli hatalı test sonuçlarını imzalamasının güvenlik, sağlık ve çevre açısından tehlike yaratacağının farkında olması gerekmektedir. Hukuki açıdan, sertifika sahteciliği bir suçtur ve bunu yapanlar ulusal yasal düzenlemelere göre yargılanırlar. Testi yapan kişi, bulduğu test sonuçlarıyla ilgili işvereniyle, yetkili makamlarla ve ya yasal gerekliliklerle ilgili çelişkili durum yaşayabilir.

Bu sebepten dolayı, tahribatsız muayene personelinin özel olarak eğitilmesi ve vasıflandırılması gerekmektedir. Eğitim ve vasıflandırma uluslararası normlara göre yapılmalı, yapılan çalışmalar ile de personelin tecrübe kazanması sağlanmalıdır. Bu konuda çalışma yapacak olan eğitim ve belgelendirme kuruluşlar bu konuya hassasiyetle yaklaşmalı ve normlara uygun olarak çalışmalarını gerçekleştirmelidir.[4]



Şekil 7-Tahribatsız muayene personeli belgelendirme sınavı

2.4.Mikroyapıda Çatlak İnceleme: Replika Yöntemi

Bununla birlikte sahadan alınan tahribatsız muayene metotlarına ek olarak mikroyapı incelemeler de üzerinde durulması gereken bir test yöntemidir. Özellikle sahadan alınan incelemelere dayanan replika testleri, saha kullanımında olan malzemelerin mikroyapısının incelenmesine olanak sağlar.



Şekil 8-Replikanın uygulanması[5]

Replika yöntemi, ince bir plastik film üzerinde malzemenin topografisi ve mikro yapısı hakkında bilgi veren tahribatsız bir numune inceleme metodudur. Elde edilen replika ışık mikroskopunda ya da elektron mikroskopunda incelenebilir. Normal durumlarda iyi hazırlanmış bir numunede ışık mikroskopunda 50x-1000x arası büyütmede, elektron mikroskopunda ise 5000x büyütmelelere kadar incelemeler yapılabilir.

Replika testi ile birlikte, malzemenin kullanımından kaynaklı yorulma çatlaklarının taranmasını mikroyapı seviyesine indirerek çatlağın daha erken tespiti gerçekleştirilir. Böylelikle malzemenin yorulma durumu hakkında bilgi edinilmiş olur.



Şekil 9-İşletme aşamasında kullanılan malzemenin replika testi sonucu keşfedilen mikro çatlaklar[6]

3) İŞ EKİPMANLARINA YAPILAN TAHRİBATSIZ MUAYENE BULGULARI

3.1.Kaldırma ve İletme Ekipmanları

Kaldırma ve iletme ekipmanları, endüstriyel tesislerin birçok bölgesinde kullanılabilen olup, bir yükün bir bölgeden başka bir bölgeye taşınması için kullanılan ekipmanlardır. Dolayısı ile Endüstriyel çalışma alanlarında iş gücü ve zamandan tasarruf sağlamak amacıyla kullanılan ekipmanların bütünüdür.

Kullanıldıkları alanlara ve kullanım sınıflarına göre ayrılan bu makineler belirlenmiş yükleri istenilen düzeyde kaldırmaya ve/veya bir yerden başka bir yere güvenli bir şekilde taşınması görevini üstlenirler. Dolayısı ile tekrarlı yüklemelere maruz kalırlar. Ayrıca yanlış kullanımdan kaynaklanan durumlarda söz konusudur.

Klasik periyodik kontrollerde keşfedilmeyen hataların bulunmasında tahribatsız muayene yöntemleri önemli bir yere sahiptir. Yapılan incelemelerde uzun yıllar kullanılan konstrüksiyonlarda birçok yorulma çatlaklarına rastlanmıştır.



Şekil 10-Köprülü vincin tahribatsız muayenesinde bulunan çatlak (Haz Bölgesi)

3.2.Basınçlı Kaplar ve Boru Sistemleri

Uluslararası yönetmelik ve standartlara göre, iç basıncı 0,5 bardan büyük olan kap ve ekipmanlara basınçlı kap tanımı yapılmaktadır. İçinde havanın sıkıştırıldığı veya buhar oluşturulan veya sıkıştırılmış hava, gaz vb. depolandığı kaplardır. Endüstride birçok alanda basınçlı kap ve tesisatlar bulunmak ve aktif olarak kullanılmaktadır. Yapılan denetimlere göre endüstride en sık kullanılan basınçlı kaplar kalorifer kazanları, otoklavlar, buhar kazanları, kompresör hava tankları şeklindedir.

Basınçlı kap kazaları kalorifer kazanları (sıcak su kazanları), buhar kazanları, kompresör hava tankları gibi basınçlı ekipmanlarda olması durumunda büyük hasarlara ve kayıplara neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı kontrollerinde çok dikkatli olunmalıdır. Bununla birlikte yapılan tahribatsız muayenelerde, klasik yöntemler ile testi gerçekleştirilmiş basınçlı kaplarda çatlaklara rastlanabilmektedir. Bu durum, klasik yöntemlerin yetersizliğini ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 11-Buhar kazanında tespit edilen çatlak

Yapılan kontrollerde, çatlaklar ile birlikte bu sistemlerde yukarıda belirtildiği gibi korozyonun da önemli olduğu görülmüştür. Projelendirme esnasında çalışma kalınlığının üstüne eklenen korozyon payı belirli bir kullanım süresinden sonra sıfırlanmaktadır. Bu durum ilgili ekipmanın ilerleyen süreçte korozyona karşı savunmasız olmasına sebebiyet vermekte, dayanımı sağlayan et kalınlığının incelmesine neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı korozyon kontrolleri özellikle basınçlı ekipmanlarda önemli bir yer tutmaktadır.



Şekil 12-Yapılan kalınlık ölçümü sonrası korozyon durumu tespit edilen bir basınçlı boru hattı numunesi

3.3.İnsan Taşıma ve Kaldırma Ekipmanları

İnsan taşıma ve kaldırma ekipmanları genel olarak çalışma güvenliği bakımından insanlar için riskli bölgelerde güvenli ve rahat bir şekilde çalışılmasını sağlayan, daha ziyade araç üstünde yer alan ancak iş makinesi olarak da bulunabilen araçlardır. Dolayısı ile insanlar ile direkt olarak çalışan bir ekipman olup olası bir iş kazasından çalışan operatör açısından büyük risklere sebebiyet verebilmektedir. Bu sebepten dolayı işletme aşamasında dikkatlice takip edilmeli ve kontrolleri aksatılmadan yapılmalıdır.

Bununla birlikte sahada yapılan kontrollerde, bu ekipmanların büyük riskler barındırdığı görülebilmektedir. Belirli bir kullanım ömrü ile birlikte tahribatsız muayene ile kontrolleri

yapılmalı bulgu taraması gerçekleştirilmelidir. Aksi takdirde yorulma etkileri ile birlikte çatlak oluşumları kırılmalara sebebiyet verebilecek ve olası can ve mal kayıplarına neden olan kazalar oluşabilecektir. Özellikle tekrarlı yüklemelere maruz kalan gerilme açısından kritik bölgeler belirli sürelerde kontrol edilmeli ve risk ortaya çıkarılmalıdır. Özellikle bu ekipmanlarda üretimden gelen hatalar, konstrüksiyonda çatlak oluşum riskini arttırdığı unutulmamalıdır.



Şekil 13-Bir sepetli platformun tahribatsız muayenesinde tespit edilen çatlak

4. SONUÇ

Tahribatsız muayene, kalite sistemlerinde belirtilen ve birçok işletmede kullanılan önemli bir kontrol yöntemidir. Gerek imalat kontrollerinde, gerekse işletme süreci kontrollerinde önemli bir yere sahiptir ve gün geçtikçe önemi artmaktadır.

Önemi artan bu muayene yönteminin işletme süreci kontrollerindeki en önemli basamaklarından birisi, kontrollerin zamanında ve eğitimli-deneyimli çalışanlar tarafından yapılmasıdır. Belirli periyotlarda ve zamanında yapılan kontroller, hataların erken fark edilerek önüne geçilmesini sağlayacak ve işletmelerle ilgili düzeltici faaliyetler için hızlı reaksiyon gösterebilecektir. Konusunda yetersiz bir çalışan ise, doğru bulguları belirleyemeyecek ve ürünle ilgili yanlış yönlendirmelere, muayenelerin uygulanmaması gereken koşullarda yapılmasına neden olacaktır. Bu yanlışlar ise firmalar için zaman kaybı oluşturmasının yanı sıra, kazaların yaşanmasına ve dolayısı ile maddi ve manevi kayıplara neden olacaktır.

Yapılan çalışmalarda, klasik kontrol yöntemlerinin, iş güvenliği için yapılan muayenelerde yetersiz kaldığı görülmüştür. Bunun en büyük nedenlerinden biri, malzemenin tekrarlı yüklemelere maruz kalması durumunun sadece yük testi ve görsel muayene gibi metotlar ile incelenmesidir. Bu incelemeler, oluşabilecek "öncü belirtilerin" görülememesine neden olacaktır. Bu öncü belirtilerin en tehlikeli olanı ise "gözle görülemeyecek çatlaklardır". Çatlaklar, yaşayan bir hata olup, kırılma ile sonuçlanabilecek olaylara neden olmaktadır.[7] Bununla birlikte diğer önemli risk ise korozyon oluşumudur. Özellikle basınçlı ekipmanlarda ortaya çıkabilecek korozyonlar, konstrüksiyonlar için kanser niteliği taşımaktadır. Dolayısı ile klasik kontrol yöntemlerinin tahribatsız muayene yöntemleri ile birleştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle olası riskler daha erken ortaya çıkarılabilecek ve önlemler alınabilecektir.

KAYNAKÇA

- [1] P. Kumar, U. Ramamurty, Microstructural Optimization Through Heat Treatment For Enhancing The Fracture Toughness And Fatigue Crack Growth Resistance Of Selective Laser Melted Ti-6Al-4V Alloy. Mart 2019, Elsevier
- [2]E. Gönül, B. Bayraktaroğlu, İş Ekipmanlarının İşletme Aşamasındaki Yorulma Durumlarının Belirlenmesinde Tahribatsız Muayenenin Önemi, 16 Kas 2019, Kaynak Teknolojisi XI. Ulusal Kongre ve Sergisi
- [3]E. Gönül, B. Bayraktaroğlu, İşletmede Kullanılan İş Ekipmanlarının Yorulma Durumlarının Tahribatsız Muayene İle Belirlenmesi, 9 May 2018, 9. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi
- [4] E. Gönül, B. Bayraktaroğlu, Tahribatsız Muayene Personelinin ISO 9712'ye Göre Belgelendirmesi ve Eğitim Organizasyonu, Eyl 2017, Mühendis ve Makina Dergisi
- [5] <https://www.metalogic.be/en/portfolio-posts/replica-testing/>
- [6]<https://www.tei.co.uk/news/tei-metallurgical-services-achieves-success-in-an-inter-laboratory-test-for-replica-assessment/>
- [7] E. Gönül, B. Bayraktaroğlu, Halatlı Taşıma Sistemlerinde Yorulma Kontrolleri Ve Önemi, Haziran 2021, Mühendis Makine Güncel
- [8]TS EN ISO 9712: Tahribatsız muayene - Ndt personelinin kalifikasyonu ve belgelendirme - Genel özellikler