

Marmara Araştırma Enstitüsü elemanları tarafından yapılan Boğaz Köprüsü Radyografik Muayenelerinden bir görünüş.

ENDÜSTRİDE TAHRİBATSIZ MUAYENELER

Dr. NEZİHİ ÖZDEN
Marmara Bilimsel ve Endüstriyel
Araştırma Enstitüsü Uzmanı

Tahribatsız muayene adının, son zamanlarda endüstri çevrelerinin dışına taşacak kadar yaygınlaştığı görülmektedir. Gerçekten modern endüstrinin hizmetimize sunduğu ve günlük yaşamımızın birer parçası olan sayısız eşya ve araçlar, muhtelif imalat safhalarında tahribatsız muayene süzgecinden süzülerek gelmektedirler. Endüstriyel ürünlerin bugünkü yüksek kalite standardına, tahribatsız muayeneler olmaksızın erişilemeyeceği bir gerçektir. Benzerleri arasından bir veya birkaçını seçerek denemek ve varılan sonuç

ları diğerlerine teşmil etmek suretiyle yapılan klasik tahribatlı deneyler, bugünün gerektirdiği çok yüksek kalite güvenilirliğine ulaşmada yeterli olamamaktadırlar. Artık, endüstriyel gelişmenin ortaya koyduğu hedef, parçanın bir benzerinin değil, fakat bizzat kendisinin muayene edilmesidir. Örneğin yüz kritik parçadan müteşekkil bir sistem düşünelim; her bir parçanın arıza yapma ihtimali binde bir, yani güvenilirliği 0,999 olsun Bu takdirde sistemin güvenilirliği $(0,999^{100}) \sim 0,90$ olur. Bunun yeterli güvenilirliğe sahip bir sistem



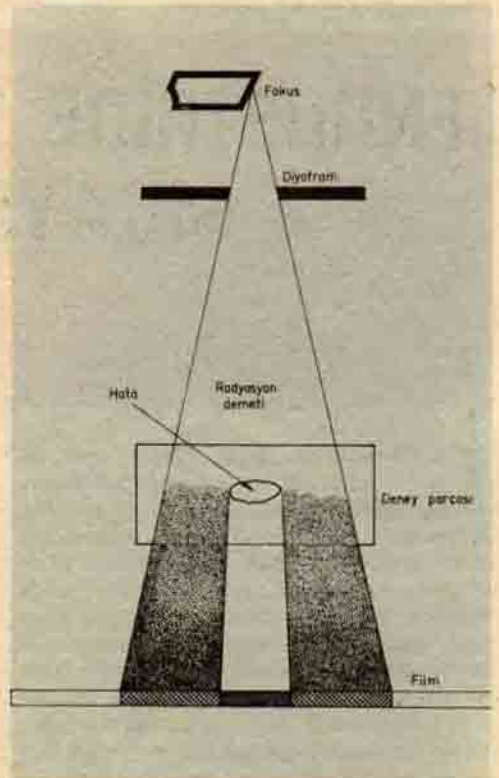
**Marmara Araştırma Enstitüsü elemanları
Tarafından yapılan Boğaz Köprüsü Ultrasonik
muayenelerinden bir görünüş.**

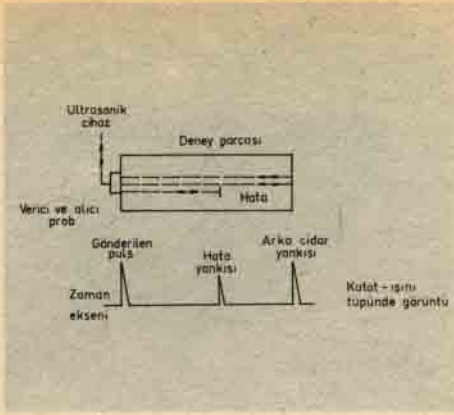
olamayacağı aşikârdır. Otomobil, uçak vs. çok daha fazla sayıda kritik parçadan teşekkül ettiğine göre, bugün bunların hepimizce bilinen kalite güvenirliliğine ulaşabilmek için, bunları teşkil eden parçaların ne kadar yüksek bir standardı ile imâl edilmeleri lazım geldiği kolayca anlaşılır.

Muhtelif Metodlar :

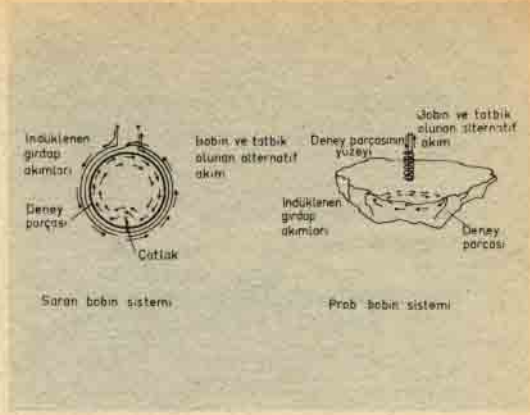
Tahribatsız muayene için muhtelif metodlar geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Malzemeni katedip geçebilen X— ve gamma ışınları ve nötronlarla malzeme içinin fotoğrafını almak, kullanılan metodların başında gelir. *Endüstriyel radyografi* adı verilen bu metod gerçekte tıbbî radyografinin benzeridir. Ancak endüstriyel radyografide muayene parçası gerek malzeme cinsi, gerekse boyut ve dizayn bakımından çok farklı olabilir. Dolayısıyla çok değişen şartlara rağmen radyografik hassasiyeti muhafaza edebilmek için endüstriyel radyografide muhtelif yöntemler geliştirilmiştir. X—ışınları, küçük bazı istisnalar dışın-

Endüstriyel radyografinin prensip şeması.





Ultrasonik muayenenin prensip şeması.



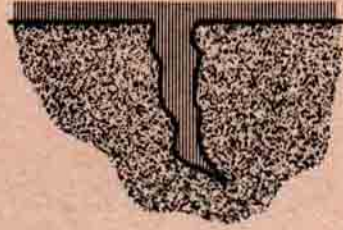
Girdap akımları ile muayenenin prensip şeması

da, genellikle kapasiteleri 50 ilâ 400 kilovolt arasında değişen taşınabilir elektronik X—ışını tüplerinde üretilir. Daha yüksek enerjili X—ışınları ile çalışmak gerekirse genellikle lineer akseleratörler ve betatronlar kullanılır. Bu maksat için 35 milyon elektron voltluk betatronlar tesis olmuş bulunmaktadır. Bunlar çok büyük sabit kuruluşlardır. Gamma ışınlarını gerektiren hallerde radyoizotop kaynaklar kullanılır. Kobalt - 60, Iridium - 192, Sezyum - 134, Sezyum - 137 ve Tulyum - 170 endüstriyel radyografide en çok kullanılan radyo izotop gamma kaynaklarıdır. Radyografik makaslarla kullanılan nötron demetleri genellikle nükleer rektörlerden temin olunur. Şekilde de Boğaz Köprüsü kaynak dikişlerinin X—ışını radyografisi ile muayenesinde bir sahfa görülmektedir.

Tahribatsız muayenenin ikinci temel metodu olan *ultrasonik muayene* yüksek frekanslı ses dalgalarını kullanır. Kulak tarafından işitilebilir sesin frekansının en fazla 20 kilohertz olmasına karşılık, tahribatsız muayenede kullanılan ultrasonik frekanslar 50 kilohertz ile 15 megahertz arasında değişir. Düşük frekanslar ahşap, beton ve porselenin, yüksek frekanslar ise metallerin muayenesinde kullanılır. Ultrasonik dalgalar maddesel ortamlarda ses hızı ile yayılırlar ve önlerine çıkan engellerden (malzeme içindeki hatalardan) yansıyarak geriye dönerler. Uygulanan metod, eski denizcilerin sisli havalarda geminin burnuna oturttukları tayfının ileriye doğ-

ru haykırması ve sesinin yankılanmasını dinliyerek yakın bir tehlikenin varlığını keşfetmeye çalışmasının modernize edilmiş şeklidir. Çelikte 10 metreye varan derinlikleri bu metotla muayene etmek mümkündür. Beton, dökme demir, pirinç gibi heterojen ve iri taneli malzemelerde ses müteaddit yansımaları dağılıp çabucak zayıflar. Bu gibi malzemeler ultrasonik muayeneye elverişli değildir. Şekil, Boğaz Köprüsünde ultrasonik muayenelerden bir sahneyi göstermektedir.

İletgen malzemelerde elektrik enerjisi ortalama katedebildiğine göre, malzeme için tahribatsız muayenesinde bunun da kullanılabilmesi aşikârdır. Muhtelif elektriksel tahribatsız muayene metodları arasında endüstride en yaygın olarak kullanılan *elektromagnetik muayene*'dir. Buna, girdap akımları ile muayene adı da verilir. Üzerinden alternatif akım geçen bir bobinin magnetik alanı içine konan iletgen malzemenin yapılmış bir deney parçasında girdap akımları endüklenir; Şekil 5. Endüklenen girdap akımlarının şiddeti deney parçasının iletkenliğine, magnetik permeabilitesine, şekline ve büyüklüğüne bağlıdır. Binaenaleyh, girdap akımları deney parçasının bu veya bunlarla ilişki kurulabilen diğer birçok fiziksel ve metalurjik özelliklerinde yerel değişimleri ortaya koyabilir. Çok yüksek hızlarda yapılan imalatın otomatik muayenesine elverişlidir. Örneğin saniyede 50 metre hızla imâl olunan tel, 1100°C sıcaklıkta imâl olunan



Penetrasyon

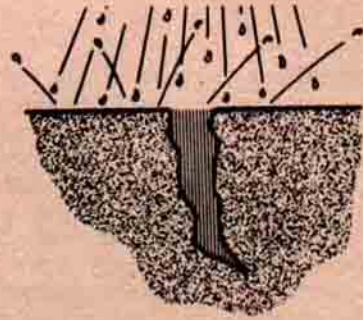
Mağnetik parçacıklarla muayenenin prensip şeması.

çelik çubuk ve profil bu metoduyla otomatik olarak yüzde yüz muayene olunabilmektedir.

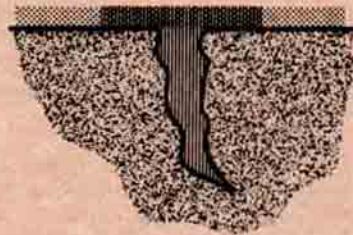
Deney parçası üzerine oturtulan bir daimi mıknatısın veya elektromıknatısın iki kutbu arasında kalan bölgede teşkil olunan yerel magnetik alanın akı çizgileri deney üzerinden devrelerini tamamlarlar. Şayet deney parçası yüzeyinin bir bölgesinde çatlak vs. gibi bir fiziksel süreksizlik varsa, akı çizgileri bunun etrafından dolaşarak yollarına devam edebilirler; Şekil 6. Deney parçası yüzeyine serpilen demir oksit tozları vasıtasıyla magnetik akı çizgileri, dolayısıyla bunların sapması gözle görülür hale getirilebilir. *Mağnetik parçacıklarla muayene metodu* bu esasa dayanır.

Penetrant muayeneler vizkozitesi çok az sıvıların fevkalade ince yüzey çatlaklarından içeriye sızabilmesine dayanır. Sonra yüzey kurulansa dahi çatlığa sızmış sıvı içeride kalır. Bilahare yüzeye serpilen bir toz, çatlaktaki sıvıyı dışarı emerek meydana getirdiği ıslak izden çatlığın varlığını ortaya koyar; Şekil 7. *Penetrant muayeneler* tahribatsız muayeneler arasında da belki en eski kullanılanıdır. Makina devrini başlatan geçen yüzyıllardan dövme parçaları sıcak yağa batırılmak ve kurulandıktan sonra yüzeyine tebeşir tozu serpilmek suretiyle muayene olunuyor idi.

Sayılan bu beş metod, tahribatsız muayene metodları içinde endüstriye en çok yayılmış olanıdır. Bu tahribatsız muayene dünyasında *ilk beşler*, ya da *en büyük beşler* denilir. Bunlar dışında tahribatsız



Yıkama



Developman

Penetrantlerle muayenenin prensip şeması,

Şekil ölçeksiz olarak çizilmiştir.

muayene teknolojisi daha az kullanılan veya henüz gelişme safhasında olan başka metodlar da ihtiva eder. Gelişen teknoloji yeni muayene problemleri ortaya koymakta ve bunların çözümü için yeni muayene metodlarına ihtiyaç hasıl olmaktadır.