

TARİHİ ESERLERİN RADYOGRAFİ TEKNİĞİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Beril TUĞRUL*

Radyografi, öz bir tanımla, girici ışın veya elemanter parçacıklar kullanarak malzeme iç yapısına ilişkin görüntü alma tekniğidir. Kullanılan girici ışına bağlı olarak radyografi teknikleri adlandırılmaktadır. Örneğin, X-ışını radyografisi, gama radyografisi, nötron radyografisi ve beta radyografisi gibi...

Farklı radyasyon kaynağı kullanımıyla, bu radyasyon tiplerinin maddeye nüfuz edebilme kabiliyetlerine bağlı olarak, tekniğin uygulanabileceği malzeme tipi ve kalınlığına ilişkin limitler ortaya çıkmaktadır. Örneğin, X-ışını radyografisi daha çok 5 cm'ye kadar çeliklere, gama radyografisi ise genellikle kalın ve yoğun parçalara uygulanmaktadır.

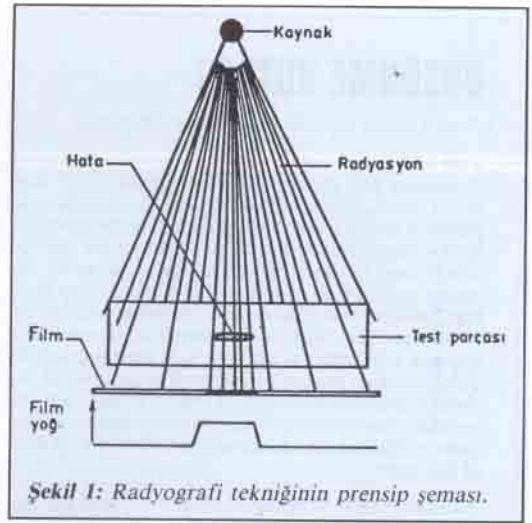
Öte yandan, nötronların madde ile etkileşmelerinin farklılığı nedeniyle elektromanyetik radyasyonla (X ve gama ışınları ile) gerçekleştirilen radyografiye göre daha farklı bilgiler edinilebilmektedir. Böylelikle, parçanın özelliklerine ve/veya amaca uygun olarak uygulanabilecek radyografi tekniği de değişebilmektedir. Bir başka deyişle, hemen her malzemeye uygun bir radyografi tekniği söz konusudur. Bu da tekniğin yaygın kullanımının başlıca sebeplerinden biridir.

Tekniğin esası, Şekil: 1'de görüldüğü gibi, malzemenin bir tarafına radyasyon kaynağı diğer tarafına da duyarlı özel bir film konarak, malzemenin ışınlanmasına dayanmaktadır. Bu şekilde, radyasyon kaynağından çıkan, malzemeye nüfuz edebilen ışın veya elemanter parçacıkların malzemeyi katederek malzemenin hemen arkasına yerleştirilmiş olan filmi etkilemesi sağlanır.

Radyasyonun malzemeyi katedişi sırasında zayıflaması söz konusudur. Bu zayıflama, malzemenin kalınlığı ve/veya yoğunluğuna bağlı olarak farklı olmaktadır (1-3). İşte bu farklılık, film üzerine gelen radyasyon miktarının da değişik olması sonucunu doğurur. Böylelikle, film üzerinde farklı yoğunlukta karama bölgeleri meydana gelir ki, bu da görüntüyü oluşturur.

Bu tekniği, günlük yaşamımızda daha çok tıp uygulamasından tanıyoruz. Bilindiği üzere, X-ışınıyla röntgen çekimi, tıp alanında teşhis amacıyla hayli yaygın kullanılan bir yöntemdir. Böylelikle, insan iç organları veya kemiklerinin durumu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Oysa, radyografi tekniği, sadece tıp alanında değil, en az o alandaki yaygınlıkta endüstride de uy-



Şekil 1: Radyografi tekniğinin prensip şeması.

gulanmaktadır. Endüstride, daha çok X ve gama radyografi teknikleri ile tamamen tahribatsız olarak malzeme iç bünyesine ilişkin kalite kontrolleri yapılabilmektedir. "Radyograf" olarak adlandırdığımız bu filmler, mamulün güvenilirlik mertebesinin bir kanıtı olmaktadır.

Tahribatsız olarak malzeme iç yapısı hakkında bilgi edinmenin büyük önem taşıdığı bir diğer alan ise arkeolojidir. Geçmişle aramızda bağlantıyı kuran, esas itibarıyla geçmiş dönemlerden günümüze intikal eden eserler ve buluntulardır. Yazıtlar dışındaki buluntuların işlevleri ile farklı yönlerden özelliklerinin bilinmesi, o dönemin uygarlık seviyesi ve yaşam şartları hakkında bize bilgi verebilmektedir.

Bulutnu ve eserleri, en basit şekilde beş duyu-muzla dıştan inceleyebilmekteyiz. Ancak, çoğu kez, bu inceleme iyi bir değerlendirme için yeterli olmamaktadır. Daha ileri bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır(4). Eserlere herhangi bir zarar vermeksizin iç yapıları hakkında radyografi ile bilgi edinebiliriz. Böylelikle, eski eser ve buluntuların gizli kalmış kimi yönlerine açıklık getirilebilmektedir.

Radyografi teknikleri, eski eserlere çok farklı amaçlarla uygulanabilmektedir(5). Şimdi bu teknikle, farklı açılardan yapılabilecek incelemelere ilişkin örnekleri, tümü ülkemize ilişkin tarihî eserler üzerinde, tarafımızdan gerçekleştirilmiş çalışmalarla açıklayalım.

Eski eserlerin maruz kaldıkları kimi etkilerden ötürü bazı kez, özelliklerinin bir kısmı veya buluntunun ne olduğunun kesin olarak tayini geleneksel tekniklerle mümkün olamayabilir. Bu durumda, radyografi tekniği başvurulabilecek ileri bir teknik niteliğindedir. Eserin ne olduğunun belirlenmesine ilişkin çalışmalara bir örnek olarak M.Ö. III. binin sonlarına ait bir Truva buluntusu olan yumak verilebilir (Env. No: 700). Halen İstanbul Arkeoloji Müzelerinde bulunan yumak, yangın geçirdiğinden birbirine

* Doç.Dr., İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü.

nın birbirine bağlantısı ile son bulmaktadır. Saçak elemanların diğer uçları serbesttir. Bu durumda sap, gövdedeki delikten sokulurken önce saçak elemanların bağlantı noktasından itibaren itildiği için, rahatlıkla içeri girmekte. Ancak, içeride saçak elemanlar serbest kaldığından birbirinden ayrılmakta ve geri çekilmek istendiğinde, sapın çıkmasına bu saçak elemanlar mani olmaktadır. Böylelikle de kilit kapalı kalmış olmaktadır. Kilit açılmak istendiğinde gövdenin altından sokulan ve uç kısmı U şeklinde profile sahip bir anahtar ile bu saçak elemanlar bir araya toplanarak sapın dışarı çıkması sağlanmaktadır. Kilit böylece açılmaktadır.

Radyografi tekniği, eserlerin fiziksel özelliklerinin tayini (örneğin boyut tayini), malzeme ve imalat tekniği değerlendirmesi amacıyla da uygulanabilmektedir. Bu tür çalışmalara ilişkin bir örnek olarak M.Ö. III-I. yy.'a ait Batı Anadolu yöresinden, Myrina-Kalaba şehri buluntusu olan opak bir koku şişesi (alabastron) verilebilir (Env. No: 264[C]). Bu koku şişesinin Şekil: 6'da fotoğrafı, Şekil: 7'de ise radyografı görülmektedir. İstanbul Arkeoloji Müzelerinde bulunan bu koku şişesi opak olduğu için iç yapısı hakkında bilgi edinilememektedir. Alabastronun hem biçimsel ve hem de yapısal değerlendirmesi, çekilen radyograf yardımı ile yapılabilmektedir. Biçimsel olarak incelendiğinde, koku şişesinin farklı bölgelerinde cidar kalınlıklarının farklı olduğu anlaşılmıştır. Cidar kalınlıkları arasındaki farklılıklar 4,5 mm'ye kadar varabilmektedir. Böylelikle, eserin fiziksel özelliklerinden biri olan boyut tayini hassasiyetle gerçekleştirilmiştir(10). Koku şişesinin biçimsel incelenmesi çerçevesinde, şişenin sivri olarak son bulan iç kısmında, sivrileşme noktasının tam orta eksen üzerinde bulunmadığı görülmektedir. Burada, iç kalıp tekniği ile yapıldığı anlaşılan şişenin kalıp tekniğinin uygulanması bakımından çok da iyi olmadığı söylenebilir. Böylelikle imalat tekniği değerlendirmesi yapılmış olmaktadır. Öte yandan bu koku şişesinin cam hamuruna ilişkin radyograf görüntüsü incelendiğinde, açık ve koyu kimi benekler olduğu görülmektedir. Burada, koyu benekler gözenekleri ve açık benekler ise curufları belli etmektedir. Ayrıca, alabastronun dip sütununda yönelmiş kimi hatlar göze çarpmaktadır ki, bunlar gerilme çatlaklarıdır. Bunlardan ayrı olarak, şişenin boyun kısmında da yapı bozulması gözlenmektedir. Böylelikle, alabastronun ha-



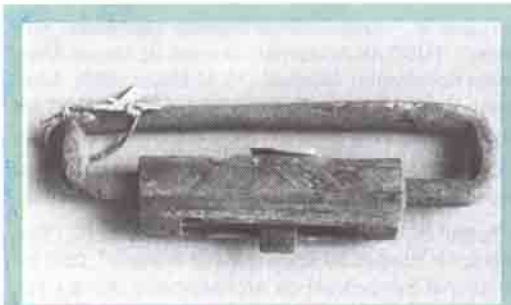
Şekil 2: Truva buluntusu yumağın fotoğrafı.



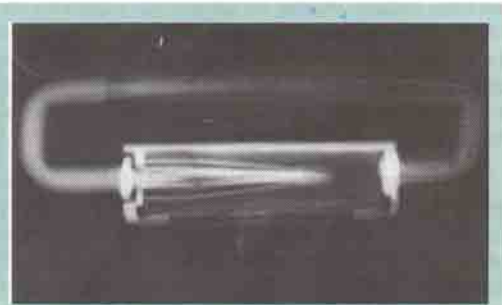
Şekil 3: Truva buluntusu yumağın radyografı.

kaynaşmış vaziyetteydi(6.7). Şekil: 2'de fotoğrafı görülen yumağın X-ışını radyografisi çekildiğinde, bu yumağın ziyet eşyası türünde elemanlardan oluştuğu kesinleşmiştir. Şekil: 3'te radyografı görülen yumağın, esas itibarıyla (ısı etkisiyle helezoni kıvrılmış şekilde) iki topuzlu iğne, bir bilezik ve zincir bulunduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, radyografi tekniği, mekanizma tekniği tayinine ilişkin olarak da kullanılabilir. Bu tür çalışmalara bir örnek olarak paslanmış olduğu için sökülmesi uygun bulunmayan bir asma kilit verilebilir. 19. yy. Osmanlı dönemine ait olan bu asma kilidin fotoğrafı Şekil: 4'te, radyografı ise Şekil: 5'te görülmektedir(8.9). Halen Türk-İslâm Eserleri Müzesi'nde bulunan bu asma kilidin radyografından saçak elemanlı bir asma kilit olduğu anlaşılmaktadır (Env. No: 1418). Kilit, sap ve gövdeden oluşmaktadır. Sap kısmı ayrılabilen ve uç kısmı saçak elemanları-



Şekil 4: Asma kilit fotoğrafı.

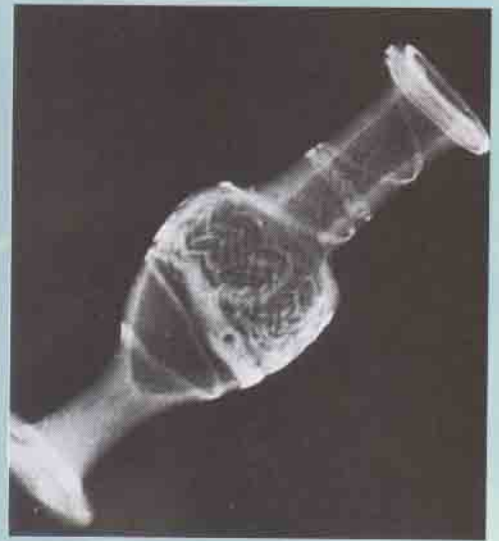


Şekil 5: Asma kilit radyografı.



Şekil 6: Koku şişesi (alabastron) fotoğrafı.

Şekil 7: Koku şişesi (alabastron) radyografı (sağda).



mur tekniği açısından da fazla iyi olmadığı söylenebilir. Bu şekilde radyografi tekniği yardımı ile malzeme değerlendirmesi de yapılmaktadır.

Bu tip çalışmalardan ayrı olarak, antik eserlerin restorasyon-konservasyon çalışmalarına ilişkin incelemeler de yapılabilmektedir. Buna bir örnek olarak, İstanbul Arkeoloji Müzeleri'nde bulunan restorasyon görmüş bir alabastron verilebilir (Env. No: 2336 [C]). M.S.XII-XIII. yy.'lar arasına ait İslâmî bir eser olan alabastron, Müze'ye müsadere sonucu restorasyon görmüş olarak intikal etmiştir. Bu alabastronun fotoğrafı Şekil: 8'de radyografı ise Şekil: 9'da görülmektedir.

Opak turkuaz renkteki bu şişenin restorasyonu-na ilişkin olarak parça birleşimleri net bir şekilde görülemezken, radyografıta açık ve seçik olarak bu inceleme yapılabilmektedir. Burada, restorasyon kalitesi çok iyi değildir(10).

SONUÇ

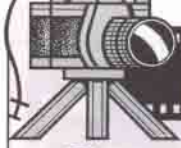
Görüldüğü üzere, tarihi eserlerin incelenmesinde radyografi tekniklerinin getirdiği inceleme olanakları hayli fazladır. Ancak bu çalışmaları yaparken öncelikle buluntu ve esere uygun radyografi tekniğinin seçiminin yapılması ve ardından da parçanın malzemesi, boyutları ve biçimi gibi özelliklerine bağlı olarak üzere saptanacak birçok radyografi çekim parametresinin belirlenmesi gerekir.

Bu parametreler arasında poz süresi, kaynak-parça uzaklığı, radyografi kumanda parametreleri, kullanılacak film ve ekran tipleri gibi hususlar sayılabilir. Söz konusu parametrelerin tayini, radyografi çekiminin başarısını doğrudan etkileyen ve tamamen çekimi gerçekleştiren uzmanın ihtisasına bağlı olan önemli bir husustur.

Ülkemizin tarihi zenginlik açısından önemli bir merkez olduğu göz önüne alınırsa, radyografi tekniğinin kapsamı ve yaygın uygulanmasıyla eserlerin değerlendirilmelerinde ileri bilgiler edinilebilir. Anadolu, insanlık tarihi boyunca, bir uygarlık merkezi durumundadır. Arkeolojik buluntu ve eser zenginliğimiz, gerçekten büyük boyutlardadır. Bu zenginliğimizin incelenmesi ve değerlendirilmesinde, radyografi tekniğinin yanı sıra çağımızda gelişen diğer ileri tekniklerden bu alanda yararlanılması ile, bu konu yeni ve ilginç boyutlar kazanabilecektir. Böylelikle de, Anadolu'nun tarih boyunca oynadığı rol, bilimsel kanıtlarıyla daha da vurgulanabilecektir.

KAYNAKLAR

- 1- Bilge A.N., Tuğrul B., "Endüstriyel Radyografinin Esasları", İstanbul Teknik Üniversitesi - Nükleer Enerji Enstitüsü, Genel Yayın No: 20. İstanbul, 1990.
- 2- Halmshaw R., "Industrial Radiology Techniques", Wykeham Publications Ltd., London, 1971.
- 3- Mix, P.E., "Introduction to Nondestructive Testing", John Wiley and Sons Inc., 1987.
- 4- Tuğrul B., "Arkeometride Nükleer Tekniklerin Kullanımı". TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi, VI. Ulusal Arkeometri Kollokyumu, İstanbul, (15-17 Mayıs 1985). Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri VI. TÜBİTAK Yayınları No: 622. s: 12-29, Ankara, 1986.
- 5- Graham D., Eddie T., "X-Ray Techniques in Art Galleries and Museums", Adam Hilger Ltd., Bristol, 1985.
- 6- Tuğrul B., Sungur F., Meriçboyu Y., Yıldız F., "Radiographic Studies on Ancient Metal Artifacts", 25th International Symposium on Archaeometry, Atina - Yunanistan, (19-24 Mayıs 1986), Archaeometry, Proceeding, Elsevier, Amsterdam, p: 319-322, 1989.

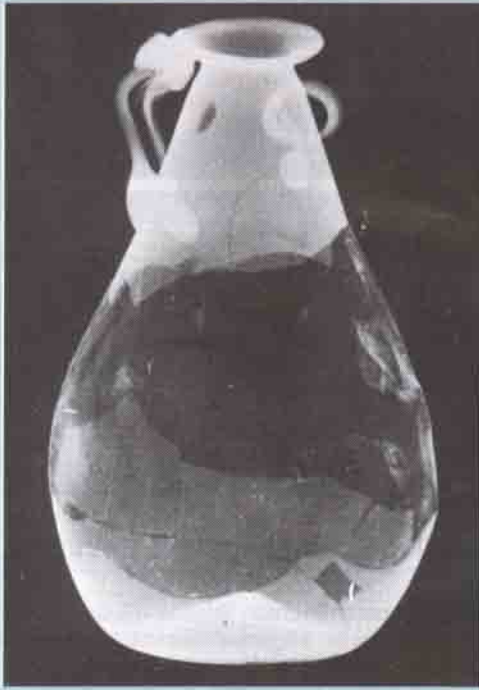


FOTOĞRAFIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Haz.: GEVDET ÇAĞAN

Geçen sayıda yayınladığımız alttaki fotoğraf ostenitik yapıdaki çeliğin haddeleme yönünde 500 kez büyütülmüş halidir.

Bu sayıda da yandaki fotoğrafı ilginize sunuyoruz.



Şekil 9: Restorasyon görmüş alabastron radyografi.



Şekil 8: Restorasyon görmüş alabastron fotoğrafı.

7- Tuğrul B., Sungur F., Meriçboyu Y. Yıldız F., "İstanbul Arkeoloji Müzelerindeki Bazı Opak Cam Eserlerin X-Işını Radyografi Tekniği İle İncelenmesi", VIII. Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara, (26-30

Mayıs 1986), II. Arkeometri Sonuçları Bildiri Kitabı, s: 81-90.

8- Tuğrul B., Soyhan C., "Bazı Türk-İslam Kiltlerinin X-Işını Radyografi Tekniği İle Değerlendirilmesi", X. Uluslararası Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara, (23-27 Mayıs 1988), IV. Arkeometri Sonuçları Bildiri Kitabı, s: 239-252.

9- Tuğrul B., "Türk-İslam Eserleri Müzesindeki Bazı Metal Eserlerin X-Işını Radyografi Tekniği İle İncelenmesi" TÜBİTAK-AKSAY Ünitesi I. Ulusal Kollokoyumu, Ankara (23-25 Kasım 1988), TÜBİTAK-AKSAY Bilimsel Bildirileri I s: 262-278, 279-293, 1989.

10- Tuğrul B., Atik Ş., "Evaluation of Ancient Opaque Glasses By X-Ray Radiography", Science and Archaeology Conference, Glasgow-İskoçya, (24-26 Eylül 1987), Proceeding, BAR British Series 196, s: 145-152, 1988.