

Mamografi ve Tomosentezde Yapay Zekâ

Artificial Intelligence in Mamography and Tomosynthesis

Levent ÇELİK^a,
Ömer ÖZÇAĞLAYAN^a

^aMaltepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Radyoloji ABD,
İstanbul, Türkiye

Yazışma Adresi/Correspondence:
Ömer ÖZÇAĞLAYAN
Maltepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Radyoloji ABD,
İstanbul, Türkiye
omer.ozcaglayan@gmail.com

ÖZET Meme kanseri kadınlarda en sık mortaliteye neden olan malignitedir. Meme kanserinin tanısında taramanın ve dolayısıyla mamografinin (MG) yeri tartışmasızdır. Dijital meme tomosentez (DMT), sağladığı 3D görüntü özelliği ve ekstra bilgi sayesinde mamografinin dens meme probleminde çözüm üretici bir pozisyondadır. Ancak iş yükünün getirdiği zaman ve algıda ve dolayısıyla değerlendirmede yetersizlik radyologların MG ve DMT değerlendirilmesini kötü yönde etkilemektedir. Yapay zekâ (YZ) sistemleri birçok disiplinde olduğu gibi tıpta ve özellikle radyolojide yardımcı ve sorun çözücü bilgisayar tabanlı algoritmalar. YZ özellikle tarama MG'lerinde olmak üzere MG ve DMT tetkiklerinin değerlendirilmesinde radyologlara destek olacak yardımcı sistemlerdir ve gelecekte meme radyologlarının önemli bir partneri olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ; meme; mamografi

ABSTRACT Breast cancer is the most common malignancy that causes mortality in women. The role of screening and therefore mammography (MG) in the diagnosis of breast cancer is undisputed. Digital breast tomosynthesis (DBT), thanks to the 3D image feature and extra information it provides, is in a position to provide a solution to the dens breast problem of mammography. However, the time brought by the workload and the inadequacy of perception and therefore evaluation adversely affect the evaluation of MG and DBT by radiologists. Artificial intelligence (AI) systems are computer-based algorithms that are helpful and problem-solving in medicine, especially in radiology, as in many disciplines. AI is an auxiliary system that will support radiologists in the evaluation of MG and DBT examinations, especially in screening MGs, and will be an important partner of breast radiologists in the future.

Keywords: Artificial intelligence; breast; mammography

Meme kanseri, dünya çapında kadınlarda kansere bağlı ölümlerin önde gelen nedenidir.¹ Yaşam beklentisi büyük ölçüde tanı anındaki kanserin evresine bağlı olduğundan, meme kanserini mümkün olduğu kadar erken teşhis etmek için tarama programları başlatılmıştır. Şu anda tarama programları mamografi ile yapılmaktadır. Mamografi (MG) bazlı taramanın faydaları gösterilmiş olmasına rağmen, dens memelerde sensitivitesi düşüktür.² Dijital meme tomosentezi (DMT) bu sorunun çözümünde kısmen etkilidir. Radyolojik görüntüler sadece resim değil, veridir. Radyolojik görüntüleri değerlendirmek için çeşitli veri işleme algoritmalarının kullanılabilmesi açıktır. Bilgisayar destekli tespit (CAD) sistemleri, MG ile meme kanseri tespitini artırmak için 1990'ların başında geliştirilmiştir. Bu sistemler radyologlar tarafından ayırt edici özelliklerin tanımlandığı ve bu ayırıcı özelliklerin programcılar tarafından bilgisayarlara öğretildiği programlardır. DMT incelemelerinde elde edilen görüntüleme bil-

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Çelik L, Özçağlayan Ö. Mamografi ve tomosentezde yapay zekâ. Çelik L, Özçağlayan Ö, editörler. Meme Radyolojisi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2023. p.23-6.

gilerinin yüksek boyutlu ve multiparametrik olması bu görüntülerin okunmasını radyologlar için zor ve zaman alıcı bir iş haline getirmektedir. Şu anda, radyologların okuma verimliliğini ve doğruluğunu artırmak için bilgisayarla görme ve makine öğrenimi (ML) tekniklerine dayalı birkaç otomatik araç geliştirilmektedir. 2012'den beri makine öğrenimi, bilgisayara bakıştaki hızlı ve devrimsel değişikliklere tanık olmaktadır; ve sonuç olarak, geliştirilen algoritmalarla birlikte tıbbi görüntü analizi, 'derin öğrenme' olarak adlandırılmıştır. Bu alanlar, 2012 ILSVRC ImageNet yarışmasını Derin Evrişimli Ağlar (CNN) algoritması tarafından kazanıldığında bir gecede tam anlamıyla değişti.³

Derin öğrenme yöntemleri, 2012'den bu yana hızla artan çalışma sayısı ile daha da geliştirildi ve otomatik görüntü analizinde tercih edilen yöntem oldu. CNN olarak bilinen derin öğrenme mimarisi, görüntüleri işlemek için baskın hale geldi. Tıbbi olmayan alanlardaki görüntüler için CNN'lerle derin öğrenmenin başarısı, tıbbi görüntülerin analizine yönelik umutları ve araştırmaları artırdı. Sinir ağları onlarca yıldır kullanılmasına rağmen, son yıllarda üç temel faktör büyük sinir ağlarının eğitimini mümkün kılmıştır: (a) büyük miktarlarda etiketlenmiş verinin mevcudiyeti, (b) ucuz ve güçlü paralel bilgi işlem donanımı ve (c) eğitim teknikleri ve mimarilerindeki gelişmeler. Derinliği ve karmaşıklığı artan CNN'ler, 2012'den bu yana büyük ilgi görmektedir. Derin öğrenmenin önemli bir avantajı, ilk adım olarak görüntü özelliği belirleme ve hesaplama gerektirmemesidir; bunun yerine, özellikler öğrenme sürecinin bir parçası olarak tanımlanır. Derin öğrenme sistemleri, ayırt edici özellikleri etiketlenmiş verilerden kendileri öğrenir. Bu nedenle, çok sayıda doğru şekilde etiketlenmiş veriye ihtiyaç vardır. Yapay zekâ (YZ), son günlerde tüm bilim disiplinlerinde en popüler konudur. Tıbbi görüntüleme, YZ ile birlikte sağlık inovasyonunun en hızlı yükselen alanıdır. 10 yıldan daha uzun bir süre önce, radyolojide YZ ile ilgili toplam yayın sayısı yılda ancak 100'ü aşıyordu. Şu anda, radyolojide YZ ile ilgili yayınlar yılda 100-150'den yılda 700-800'e yükselmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), meme kanseri tespitinde MG ve DMT için MG-CAD sistemlerini 1998'de onayladı ve mamografi CAD için geri ödeme 2002'de başladı. İlk CAD sistemleri aslında denetimli makine öğrenimi sistemleriydi ve spesifite yerine sensitiviteyi tercih ediyorlardı. Medikolegal endişeler nedeniyle ABD'de yaygın olarak kullanıldılar, ancak dünyanın geri kalanında kullanılmadı. CAD sistemleri, tespit ve teşhis performanslarını geliştirmeye çalışan radyo-

loglar için bir yardımcı olarak tanımlandı. Tespit edilebilir kanserlerin en az %25'i dijital MG'de gözden kaçmaktadır ve bu görünür lezyonların gözden kaçmasını ve yorumlama hatalarını en aza indirmek önemlidir.⁴ Meme kanseri taramasında CAD kullanmanın yararı hala belirsizdir. Kanıtların çoğu, temel olarak çoğu geleneksel CAD sisteminin spesifitesinin düşük olması nedeniyle, CAD'ın tarama maliyet etkinliğine net bir pozitif katkısının olmadığını göstermiştir.⁵ CAD sistemleri, MG'de gerçek pozitif işaretlerin yanı sıra birçok yanlış pozitif alan da gösterirler. Bununla birlikte, derin CNN'lerle YZ'deki önemli gelişmeler, meme kanseri tespiti de dahil olmak üzere birçok tıbbi görüntüleme uygulamasında insanlar ve bilgisayarlar arasındaki performans farkını azaltmaktadır.⁶ Bu nedenle, bu yeni nesil derin öğrenme tabanlı CAD sistemleri meme kanseri tarama programlarının performansında bir iyileşmeye izin verebilir.⁷

MG YZ sistemleri, MG'de yüksek riskli alanları farklı görsel yardımcıları gösterir. Bazıları MG'de kalsifikasyonlar ve yumuşak doku lezyonları için klasik CAD işaretlerini riskin kantitatif bir göstergesiyle birlikte gösterirken, diğerleri riski ayırt edici özellikler olmaksızın yalnızca bir sıcaklık haritası biçiminde görselleştirir. YZ algoritmalarının gelişiminin yanı sıra, YZ sisteminin sağladığı yardım da taramanın iyileştirilmesine yardımcı olabilir. Çalışmalar, CAD'yi aynı anda bir karar destek aracı olarak kullanmanın radyologlara geleneksel yaklaşımdan daha fazla yardımcı olduğunu göstermiştir.⁸ Göğüs radyologlarının teşhis performansı, yardımsız okumaya kıyasla bir YZ sisteminden destek alındıktan sonra daha yüksekti. Vaka başına ortalama okuma süreleri her iki koşulda da benzerdi.⁹

Transfer öğrenim, bir problemi çözerken elde edilen bilgileri depolamaya ve ardından bunu farklı ama ilgili bir probleme uygulamaya odaklanan bir makine öğrenimi (ML) yöntemidir. Örneğin, arabaları tanımayı öğrenirken elde edilen bilgiler, kamyonları tanımaya çalışırken uygulanabilir. DMT okumak için geliştirilecek YZ programları, MG okumak için geliştirilen YZ programlarının bilgisini kullanabilecektir. Transfer öğrenim sayesinde, YZ sistemlerinin eğitimi daha hızlı ve daha doğru olacak ve daha az etiketli veri gerektirecektir.¹⁰ Bu bilgi aktarımı nedeniyle, DMT'yi okuyan YZ programları günlük uygulamada beklenenden daha erken mevcut olacaktır. DMT okumada başarılı YZ programlarının yaygınlaşmasıyla birlikte, DMT temelli meme kanseri taraması muhtemelen hızlandırılacaktır. DMT, tek başına dijital MG'e (2D) kıyaslandığında, meme kanseri saptama oranları yüksek ve yanlış pozitif sonuçlarını azalttığı gösterilen üç boyutlu (3D) bir görüntü-

leme tekniğidir.^{11,12} 2D dijital MG dokuların üst üste binmesi yanlış pozitiflere neden olur. DMT örtüşen opasiteleri azaltır ve böylece geri çağırım oranlarını düşürürken lezyon görünürlüğünü artırır. Son araştırmalar, DMT'nin özellikle meme yoğunluğu artmış veya heterojen yoğun göğüsleri olan kadınlarda kitlelerin saptanmasında faydalı olduğunu bulmuştur. Göreceli bir dezavantaj, DMT'nin artan görüntü sayısı nedeniyle okuma sürelerini %50'den %200'e çıkarmasıdır.¹³ Radyolog değerlendirme süresini azaltmak ve verimliliği artırmak için optimize edilmiş CAD ve DMT için teşhis sistemlerine ihtiyaç vardır. DMT kullanımının artmasıyla birlikte, YZ-CAD sistemlerinin geliştiricileri bu ortaya çıkan görüntüleme tekniğini dik-kate almıştır. Mart 2020'de FDA, Screenpoint'in Transpara adlı yazılımını DMT değerlendirme konusunda onayladı. Bu YZ yazılımının, DMT okumada radyolog doğruluğunu artırırken, okuma süresini vaka başına 35 saniye azalttığı gösterilmiştir. Derin öğrenme tabanlı CAD yazılımları, tıpkı radyologların yaptığı gibi, her iki görünümde de anormallikler görüldüğünde MLO ve CC görüntülerini ilişkilendirebilir. CAD sistemlerinin başlıca sınırlamaları, eski ve yeni görüntüleri karşılaştıramamaları ve çoğu CAD sisteminin sağ ve sol meme görüntülerini (simetri) karşılaştıramamasıdır. Bir MG'a bütün bir resim olarak bakmazlar. Yakın gelecekte, derin öğrenme algoritmalarının ve donanımlarının daha da geliştirilmesi bu engellerin üstesinden gelecektir. Böylece, YZ tabanlı CAD sistemleri, MG'de meme kanseri tespiti için radyologlarınkine benzer veya ondan daha iyi bir performansa ulaşarak daha da iyi karar destek sistemleri haline gelecektir. YZ'nin MG ve DMT'deki başka bir uygulaması, iş listesini önceliklendirmesidir. İş listesinde şüpheli bulguları olan vakaları önceliklendirebilir, böylece radyologların etkinliğini artırır ve kanser vakalarının hızlı değerlendirilmesine olanak tanır.

SONUÇ

YZ kesinlikle radyolojiyi ve diğer tıp alanlarından daha hızlı etkileyecek ve Wilhelm Roentgen'in röntgeni keşfetmesinden bu yana radyoloji pratiğini her şeyden çok değiştirecektir. Görüntü tanıma derin öğrenmenin emsalsiz başarısı, insanların performans düzeyinde görüntü yorumlama görevlerini otomatikleştirme konusundaki iyimserliği yeniden canlandırmıştır. Sadece son birkaç yılda, meme görüntüleme gibi belirli görüntü tanıma görevlerinde insan performansına ulaşan ve hatta onu aşan çeşitli alanlarda uygulamalar gördük.¹⁴ Radyoloji dahil olmak üzere çeşitli alanlarda insan emeğini derin öğrenme tabanlı YZ ile değiştirmenin uygulanabilirliği hakkında tartışmalar olmuştur. Ancak, abartılı beklentilerden kaçınmak için bu YZ sistemlerinin sınırlamalarını anlamak önemlidir. Derin öğrenme de dahil olmak üzere makine öğrenimi sistemleri, belirli görevleri çözmede uzmanlaşmışken, insan zekası çeşitli kavramlara yönelik anlayış geliştirebilir ve görevleri gerçekleştirmek için farklı düzeylerden ve alanlardan çok miktarda bilgiyi birleştirebilir. Bir YZ sistemi yalnızca girdileri kadar iyidir. YZ sistemlerine girdilerin doğruluğu, YZ'nin bu girdileri yorumlamadaki doğruluğu kadar önemlidir. Radyologların günlük rutinlerinde kolayca artefakt olarak etiketledikleri birçok bulgu, MG değerlendiren YZ sistemleri için yanlış yorumlamanın kaynağı olabilir. Teknolojik gelişmelere en açık tıp grubu olan radyologlar, YZ uygulamalarına günlük rutinlerinde yer vereceklerdir. Yakın gelecekte, YZ sistemleri muhtemelen meme görüntülemenin ayrılmaz bir parçası haline gelecektir. Meme radyologları, meme görüntüleme YZ uygulamalarının tüm yönlerini öğrenmeli ve bunları uygulamalarına dahil edebilmelidir. Meme klinisyenleri de bu yeni teknolojinin faydalarının ve eksikliklerinin farkında olmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward JE, Forman D. Global cancer statistics. *CA Cancer J Clin.* 2011;61(2):69-90.
2. Tabar L, Fagerberg C, Gad A, Baldetorp L, Holmberg LH, Grötoft O, et al. Reduction in mortality from breast cancer after mass screening with mammography: Randomised trial from the breast cancer screening working group of the Swedish national board of health and welfare. *Lancet.* 1985;1(8433): 829-32.
3. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. Imagenet classification with deep convolutional neural Networks. *Advances in neural information processing systems.* 2012:1097-105.
4. Bird RE, Wallace TW, Yankaskas BC. Analysis of cancers missed at screening mammography. *Radiology.* 1992;184(3):613-7.
5. Lehman CD, Wellman RD, Buist DS, Kerlikowske K, Tosteson ANA, Miglioretti D, et al. Diagnostic accuracy of digital screening mammography with and without computer-aided detection. *JAMA Intern Med.* 2015;175(11):1828-37.
6. Kooi T, Litjens G, van Ginneken B, Gubern-Merida A, Sanchez CI, Mann R, et al. Large scale deep learning for computer aided detection of mammographic lesions. *Med Image Anal.* 2017;35:303-12.
7. Trister AD, Buist DSM, Lee CI. Will machine learning tip the balance in breast cancer screening? *JAMA Oncol.* 2017;3(11):1463-4.
8. Samulski M, Hupse R, Boetes C, Mus RD, den Heeten GJ, Karssemeijer N. Using computer-aided detection in mammography as a decision support. *Eur Radiol.* 2010;20(10):2323-30.
9. Rodríguez-Ruiz A, Krupinski E, Mordang JJ, Schilling K, Heywang-Köbrunner SH, Sechopoulos I, et al. Detection of Breast Cancer with Mammography: Effect of an Artificial Intelligence Support System. *Radiology.* 2019;290(2):305-14.
10. Ciatto S, Houssami N, Bernardi D, Caumo F, Pellegrini M, Brunelli S, et al. Integration of 3D digital mammography with tomosynthesis for population breast-cancer screening (STORM): a prospective comparison study. *Lancet Oncol.* 2013;14(7):583-9.
11. Haas BM, Kalra V, Geisel J, Raghu M, Durand M, Philpotts LE. Comparison of tomosynthesis plus digital mammography and digital mammography alone for breast cancer screening. *Radiology.* 2013;269(3):694-700.
12. Tagliafico AS, Calabrese M, Bignotti B, Signori A, Fisci E, Rossi F, et al. Accuracy and reading time for six strategies using digital breast tomosynthesis in women with mammographically negative dense breasts. *Eur Radiol.* 2017;27(12): 5179-84.
13. Li X, Qin G, He Q, Sun L, Zeng H, He Z, et al. Digital breast tomosynthesis versus digital mammography: integration of image modalities enhances deep learning-based breast mass classification. *Eur Radiol.* 2020;30(2):778-88.
14. Bejnordi BE, Veta M, Van Diest PJ, Van Ginneken B, Karssemeijer N, Litjens G, et al. Diagnostic assessment of deep learning algorithms for detection of lymph node metastases in women with breast cancer. *JAMA.* 2017;318(22): 2199-210.