

Meme Kanserinin Tarama ve Tanılamasında Yapay Zeka Uygulamaları

Şükriye Şahin¹

Yasemin Özhanlı²

Özet

Meme kanseri, kadınlarda en sık görülen kanser türlerinden biri olup erken tanı, tedavi başarısının artırılması ve mortalitenin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Mamografi, ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme ve biyopsi meme kanserinin tarama ve tanılmasında temel yöntemler arasında yer almaktadır. Yoğun meme dokusu, görüntülerin yorumlanmasındaki güçlükler, yanlış pozitif sonuçlar, gereksiz biyopsiler ve radyolog iş yükü tanı süreçlerinde önemli sınırlılıklar oluşturabilmektedir. Son yıllarda yapay zekâ, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve radyomiks uygulamaları bu sınırlılıkların azaltılmasında umut verici teknolojiler olarak öne çıkmaktadır. Yapay zekâ destekli sistemler, tıbbi görüntülerden elde edilen büyük veri kümelerini analiz ederek şüpheli lezyonların belirlenmesine, kanser riskinin tahmin edilmesine, tümör özelliklerinin sınıflandırılmasına ve klinik karar destek süreçlerine katkı sağlayabilmektedir. Radyomiks ise görüntülerden elde edilen nicel verileri klinik ve biyolojik bilgilerle bütünleştirerek hastalığın prognozu, tedaviye yanıtı ve bireyselleştirilmiş yönetimi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bununla birlikte yapay zekâ uygulamalarının klinik kullanıma aktarılabilmesi için algoritmaların güvenilirliği, farklı popülasyonlarda doğrulanması, veri kalitesi, etik ilkeler ve hasta mahremiyeti dikkate alınmalıdır. Yapay zekâ, sağlık profesyonellerinin yerini alan bir sistem olarak değil, tanı doğruluğunu ve klinik karar süreçlerini destekleyen tamamlayıcı bir teknoloji olarak değerlendirilmelidir.

- 1 Şükriye Şahin, Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları AD, Kocaeli, Türkiye, sukriye.sahin@kocaeli.edu.tr ; Orcid: 0000-0001-8321-8475
- 2 Yasemin Özhanlı*, Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği AD, Kocaeli, Türkiye, yasemin.ozhanli@kocaeli.edu.tr; Orcid: 0000-0001-8001-6907

1. Meme Kanserinin Epidemiyolojisi ve Etiyolojisi

Meme kanseri, memedeki hücrelerin kontrolsüz çoğalması sonucu gelişen ve kadınlarda dünya genelinde en sık görülen kanser türlerinden biridir (Centers for Disease Control and Prevention, 2020). Dünya genelinde kadınlarda görülen kanserler arasında ilk sıralarda yer alan meme kanseri, önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (İslam ve ark., 2020). 2022 yılında dünya genelinde yaklaşık 2,3 milyon kadına meme kanseri tanısı konulmuştur ve bu hastalık, tüm yeni kanser olgularının %11,7'sini teşkil etmektedir. Kadınlarda kanserden kaynaklanan ölümlerin yaklaşık %6,9'unu oluşturmaktadır (Quaglini ve ark., 2020; Bray ve ark., 2024). Amerika Birleşik Devletleri'nde kadınlar arasında en sık tanı alan kanser türü meme kanseri olup, kadınlarda her yıl yeni tanı konulan kanserlerin yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır (Breastcancer, 2023). Aynı zamanda meme kanseri, kadınlarda kansere bağlı ölümlerin en önemli nedenlerinden biri olup, aynı yıl içerisinde yaklaşık 666 bin kadın bu hastalık nedeniyle yaşamını kaybetmiştir (Bray ve ark., 2024). 2018 yılına ait Türkiye Kanser İstatistikleri 2018 verilerine göre meme kanseri tüm kadın kanser vakalarının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Yaşa standartlanmış meme kanseri insidans oranı yaklaşık olarak 100.000'de 48,6 olarak belirlenmiştir (THSK, 2018).

Meme kanserinde memede saptanan her kitlenin kötü huylu olmadığı, birçok kitlenin benign özellik gösterebildiği bilinmektedir (American Cancer Society, 2021). Meme kanserinde tümörün histolojik derecesi, hastalığın prognozunu belirlemede ve uygun tedavi yaklaşımının planlanmasında önemli prognostik faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Fan ve ark., 2020). Farklı biyolojik özellikler gösterebilen bu hastalık, tümör hücrelerinin yapısı, büyüme hızı ve tedaviye verdiği yanıt açısından kişiden kişiye değişiklik gösterebilmektedir. Bazı meme kanseri türleri yavaş ilerlerken, bazıları daha agresif seyrederek kısa sürede çevre dokulara ve uzak organlara yayılabilmektedir (Quaglini ve ark., 2020). Özellikle hastalığın erken dönemde tanınması, mortalite oranlarının azaltılmasına ve tedavi başarısının artırılmasına katkı sağlamaktadır (Bray ve ark., 2018). Kontrol altına alınmayan kötü huylu tümörler ise çevre dokulara ve uzak organlara yayılabilmekte, bu durum yaşamı tehdit eden ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (Krag, 2020).

2. Meme Kanserinin Histolojik Tipleri

Meme kanserinde histolojik tiplerin belirlenmesi, hastalığın seyri ve uygulanacak tedavi yaklaşımının planlanması açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Tümörün hücresel özellikleri ve yayılım biçimi değerlendirildiğinde, prognoz belirlenmesine ve uygun tedavi seçeneklerinin

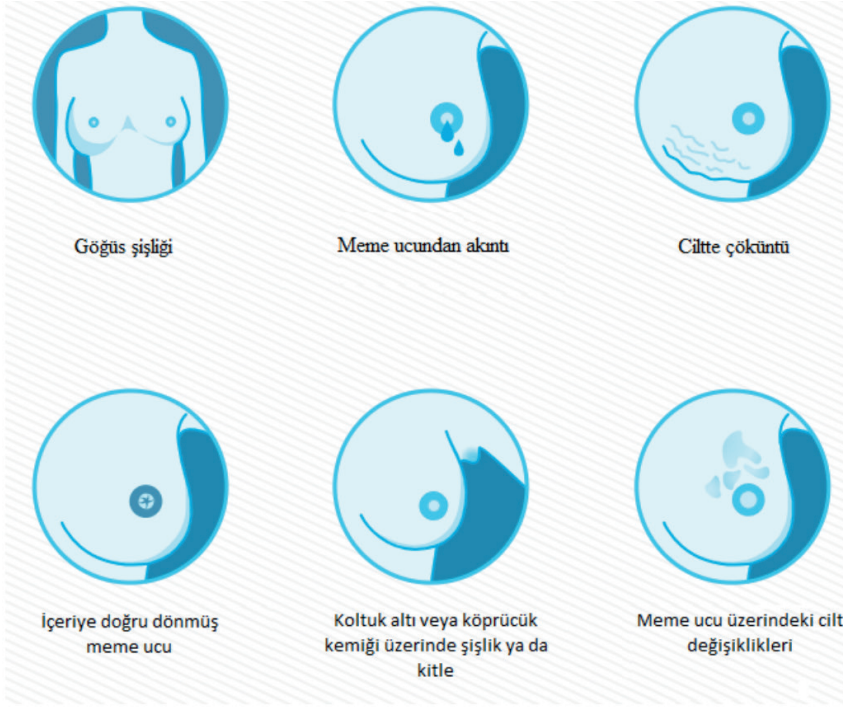
seçilmesine katkı sağlanmaktadır. Meme kanserinin sınıflandırılmasında en yaygın kullanılan sistemlerden biri Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) histopatolojik sınıflandırma sistemidir. Bu sınıflandırmaya göre invaziv duktal karsinom olguların yaklaşık %80'ini, invaziv lobüler karsinom ise yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır (Çavuşoğlu, 2015; Breast cancer (female), 2024).

İnvaziv duktal karsinom, meme kanserinin en sık görülen histolojik tipi olup süt kanallarında başlayarak çevre dokulara yayılım gösteren tümörleri ifade etmektedir. İnvaziv lobüler karsinom ise süt bezlerinden köken alan ve çevre dokulara yayılabilen bir tümör türüdür. Bu tip tümörlerin daha diffüz yayılım gösterebildiği ve bazı durumlarda çevre dokuları daha geniş alanlarda etkileyebildiği bildirilmektedir (Yılmaz, 2015; Breast cancer (female), 2024).

3. Meme Kanserinin Belirtileri

Meme kanseri farklı belirtilerle ortaya çıkabilmektedir. En sık görülen belirtiler arasında memede veya koltuk altında yeni bir kitlenin hissedilmesi, memenin bir bölümünde şişlik ya da kalınlaşma görülmesi yer almaktadır. Bunun yanı sıra meme derisinde tahriş, çukurlaşma, kızarıklık veya pullanma gibi değişiklikler de dikkat çekebilmektedir. Meme ucunun içe çekilmesi, meme ucunda ağrı hissedilmesi ve anne sütü dışında, özellikle kanlı olabilen meme başı akıntıları da önemli belirtiler arasında bulunmaktadır. Ayrıca memenin boyutunda veya şeklinde meydana gelen değişiklikler ile memenin herhangi bir bölgesinde hissedilen ağrı meme kanserinin belirtileri arasında yer alabilmektedir (Symptoms of Breast Cancer, 2024).

Şekil 1'de belirtilen semptomlar yalnızca meme kanserine özgü olmayıp, kanser dışındaki bazı meme hastalıklarında da görülebilmektedir (Symptoms of Breast Cancer, 2024). Memede ortaya çıkan kitle, ağrı, cilt değişiklikleri veya akıntı gibi belirtilerin önemli bir kısmı iyi huylu meme rahatsızlıklarından kaynaklanabilmektedir (Breast Cancer Signs and Symptoms, 2024). Bununla birlikte memede fark edilen yeni bir kitle, yumru ya da herhangi bir değişikliğin nedeninin belirlenebilmesi ve gerekli durumlarda erken tedavi uygulanabilmesi için deneyimli bir sağlık profesyoneli tarafından değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Breast Cancer Signs and Symptoms, 2024).



Şekil 1. Meme kanseri belirtileri (Meme Kanseri Belirtileri ve İşaretleri, 2024).

4. Meme Kanseri Risk Faktörleri

Meme kanseri, genetik, hormonal, çevresel ve yaşam tarzına bağlı birçok etkenin rol oynadığı multifaktöriyel bir hastalıktır. Meme kanseri gelişiminde etkili olan risk faktörleri genel olarak değiştirilemeyen ve değiştirilebilir risk faktörleri şeklinde iki grupta değerlendirilmektedir. Değiştirilemeyen risk faktörleri arasında genetik özellikler önemli bir yere sahiptir. Özellikle BRCA1 ve BRCA2 gen mutasyonları meme kanseri gelişme riskini artırabilmektedir. Ailede meme kanseri öyküsünün bulunması da bireyin risk düzeyini yükselten önemli faktörlerden biridir. Bunun yanı sıra meme kanseri kadınlarda erkeklere göre çok daha sık görülmektedir. Yaş ilerledikçe risk artmakta ve olguların büyük bölümü menopoza sonrası dönemde ortaya çıkmaktadır. İlk adet yaşının erken olması ve menopozun ileri yaşta gerçekleşmesi, bireyin daha uzun süre östrojene maruz kalmasına neden olduğu için risk artışıyla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca memede kist, fibroadenom ve hiperplazi gibi iyi huylu meme hastalıklarının varlığı da meme kanseri açısından risk oluşturabilmektedir. Irk ve etnik özelliklerin de risk üzerinde etkili olduğu, özellikle beyaz ırkta meme kanseri görülme sıklığının daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Değiştirilebilir risk faktörleri ise daha çok yaşam tarzı ve hormonal etkenlerle ilişkilidir. İlk

doğumun ileri yaşta yapılması meme kanseri riskini artırabilirken, emzirmenin koruyucu etkisinin olduğu belirtilmektedir. Uzun süreli doğum kontrol hapı kullanımı ve menopoza sonrası hormon tedavileri de risk artışıyla ilişkilendirilen faktörler arasında yer almaktadır. Beslenme alışkanlıkları ve vücut ağırlığı da meme kanseri gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Özellikle menopoza sonrası dönemde fazla kilo ve yağ dokusunun artması östrojen düzeylerini yükseltebilmekte ve bu durum meme kanseri riskini artırabilmektedir. Buna karşılık sebze ağırlıklı ve dengeli beslenmenin koruyucu etkiler sağlayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca aşırı alkol tüketiminin östrojen düzeylerini artırarak meme kanseri gelişme olasılığını yükseltebildiği bildirilmektedir (Koçak ve ark., 2011; Breast Cancer Risk Factors You Can't Change, 2024; Obeağı, 2024).

5. Meme Kanseri Tanılama ve Tedavi

Meme kanserinin tanısında farklı değerlendirme yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Breast Cancer, 2024).

Kendi kendine meme muayenesi: Kişinin memesinde veya koltuk altında oluşabilecek kitleleri, şişlikleri ya da cilt değişikliklerini fark etmesine yardımcı olmaktadır.

Mamografi: Fizik muayene ile fark edilemeyen küçük kitlelerin ve anormal yapıların belirlenmesini sağlayabilmektedir.

Meme ultrasonu: Memede bulunan oluşumların sıvı dolu kist mi yoksa katı kitle mi olduğunu değerlendirmede kullanılmaktadır.

Biyopsi: Meme dokusundan örnek alınarak kanser hücrelerinin incelenmesini sağlamaktadır. Böylece kanserin tipi, derecesi ve hormon reseptör durumu belirlenebilmekte, buna uygun tedavi planı oluşturulabilmektedir.

Meme MR: Tümörün boyutunu, yerleşimini ve yayılım düzeyini ayrıntılı şekilde değerlendirmede önemli katkılar sağlamaktadır.

Meme kanseri tedavisinde genel olarak cerrahi tedavi, radyoterapi, hormon tedavisi, kemoterapi ve hedefe yönelik tedaviler olmak üzere beş temel yaklaşım bulunmaktadır. Hastaların çoğunda tedavi planı, bu yöntemlerin bir veya birkaçının birlikte kullanılmasını içermektedir (Breast Cancer Treatment Options, 2020). Tedavi yöntemlerinden bazıları lokal etki göstererek yalnızca tümörün bulunduğu bölgeyi hedef alırken, bazıları ise sistemik özellik göstererek tüm vücutta kanser hücreleriyle mücadele etmektedir (Breast Cancer Treatment Options, 2020). Meme kanserinde uygulanan bu tedavi seçenekleri hastalığın evresine, tümörün özelliklerine ve hastanın genel durumuna göre planlanmaktadır. Ancak hastalık vücudun farklı bölgelerine yayılmışsa, yani metastatik hale gelmişse tamamen iyileştirilmesi her zaman mümkün

olmayabilmektedir. Buna rağmen günümüzde kullanılan tedavi yöntemleri sayesinde hastalık çoğu zaman uzun süre kontrol altında tutulabilmekte ve hastaların yaşam süresi ile yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir (Chaurasia ve ark., 2018).

5.1. Meme Kanserinde Görüntüleme Teknolojilerindeki Gelişmeler

Son yıllarda bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG), pozitron emisyon tomografisi (PET) ve ultrasonografi (USG) gibi radyolojik görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verilerin dijitalleştirilmesinde önemli artışlar yaşanmıştır. Bu teknolojik gelişmeler, görüntülerden elde edilen verilerin hızlı ve sistematik biçimde analiz edilmesine olanak sağlayarak karar destek süreçlerinde kullanılmasını mümkün hale getirmiştir.

Radyomiks kavramı, “radyo” ve “omik” terimlerinin birleşiminden oluşmakta olup tıbbi görüntülerden yüksek miktarda nicel veri elde edilmesini ve bu verilerin kapsamlı şekilde analiz edilmesini ifade etmektedir. İnsan gözüyle fark edilmesi güç olan karmaşık görüntü özelliklerini değerlendirebilen radyomiks, görüntülerden elde edilen verileri klinik ve biyolojik açıdan anlamlandırmayı amaçlayan yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (van Timmeren ve ark., 2020).

Radyomiks, tıbbi görüntülerden elde edilen yüksek boyutlu verilerin analiz edilmesiyle hastalıkların prognozu, tedaviye yanıtı ve sağkalım süresi gibi önemli klinik sonuçların öngörülmesinde kullanılan güçlü bir yöntemdir. Tümörün iç yapısındaki heterojenliği ayrıntılı biçimde değerlendirebilmesi sayesinde hastalığın biyolojik özellikleri hakkında kapsamlı bilgiler sunabilmektedir. Radyomiks analizleri, tüm tümör hacmini inceleme olanağı sağladığı için yalnızca sınırlı bir bölgeden örnek alınarak yapılan biyopsilere kıyasla daha geniş ve bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır (van Timmeren ve ark., 2020). Bu yöntem sayesinde hastaların sağkalım süresi, nüks riski ve metastaz gelişme olasılığı gibi klinik sonuçlar tahmin edilebilmektedir. Ayrıca tedavi öncesi ve sonrası elde edilen görüntülerin radyomiks analizi ile tümörün kemoterapi, radyoterapi veya immünoterapi gibi tedavilere verdiği yanıt nicel olarak değerlendirilebilmektedir. Bu durum, tedavi sürecinin daha etkili şekilde planlanmasına ve kişiye özgü tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Aerts ve ark., 2014).

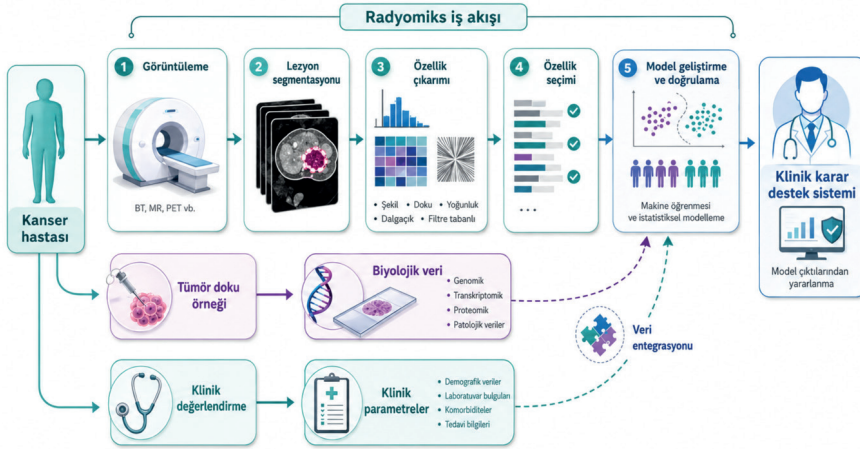
Radyomiks, görüntülerden elde edilen çok sayıdaki özelliği analiz ederek hastalığa özgü bir “radyomiks imzası” oluşturabilmektedir. Bu veriler makine öğrenmesi algoritmalarıyla birlikte değerlendirildiğinde prognostik doğruluk artırılabilir. Ayrıca radyomiks verilerinin genomik, transkriptomik ve proteomik verilerle bir arada kullanılması, hastalık biyolojisinin daha

kapsamlı anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Böylece bireyselleştirilmiş prognoz modellerinin geliştirilmesi mümkün hale gelmektedir (Papanikolaou ve ark., 2020).

6. Yapay Zekanın Sağlık Alanında Kullanımı

Yapay zekâ (YZ), büyük veri kümelerinden anlamlı sonuçlar çıkarabilen ve gelişmiş hesaplama algoritmalarına dayalı olarak çalışan sistemler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Radyomiks analizinden elde edilen yüksek hacimli, karmaşık ve çok boyutlu görüntüleme verilerinin işlenmesi, yorumlanması ve klinik tahmin modellerinin geliştirilmesinde yapay zekâ önemli bir rol üstlenmektedir. Bu süreçte özellikle makine öğrenimi (ML) ve derin öğrenme (DL) yöntemleri, model geliştirme aşamasında yaygın olarak kullanılan temel yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Koçak ve ark., 2019; Baltacı Yıldız ve Şahin 2024).

Makine öğrenmesi yöntemlerinde, önceden belirlenen ya da segmentasyon ile ayrıştırılan bölgelerden elde edilen veriler manuel olarak çıkarılarak analiz edilir. Buna karşılık derin öğrenme yöntemleri, çok katmanlı yapay sinir ağları aracılığıyla ham veriler üzerinden otomatik olarak özellik çıkarımı yapabilmekte ve hangi özelliklerin kullanılacağına sistemin kendisi karar verebilmektedir (Koçak ve ark., 2019; Baltacı Yıldız ve Şahin 2024) (Şekil 2).



Şekil 2. Radyomiks sürecinin şematik gösterimi (McCague ve ark. 2023; Seeram ve Kanade 2024)

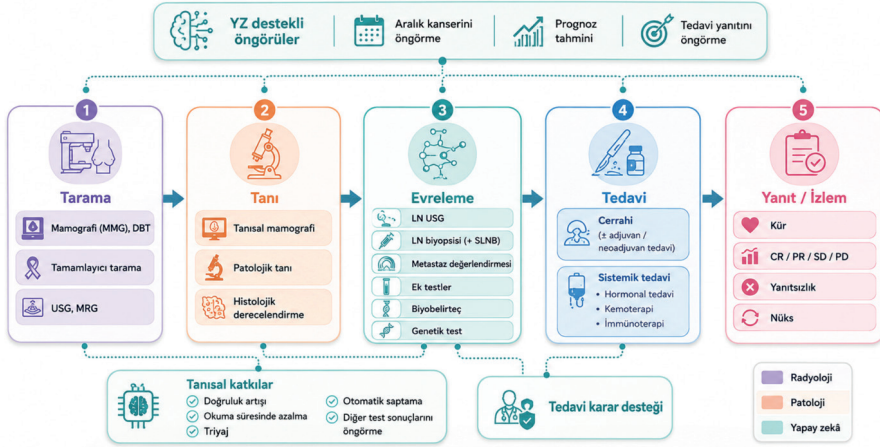
Tıbbi görüntüleme cihazlarıyla elde edilen radyolojik veriler, öncelikle ilgi duyulan bölgenin iki boyutlu (ROI – Region of Interest) ya da üç boyutlu (VOI – Volume of Interest) olarak sınırlandırılması amacıyla segmentasyon işleminden geçirilmektedir. Bu işlem sonrasında ROI ve VOI alanlarından, dokunun morfolojik ve tekstürel özelliklerini tanımlayan radyomiks özellikleri elde edilmektedir. Elde edilen özellik sayısının oldukça fazla olması nedeniyle, analiz sürecinde güvenilirliği düşük, tekrarlanabilir olmayan ya da tümör hacmi gibi içsel değişkenlerden aşırı etkilenen özelliklerin elenmesi için bir özellik seçimi aşaması uygulanmaktadır. Bu seçimin ardından yalnızca kararlı ve güvenilir özelliklerden oluşan bir “radyomiks imzası” oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu imza, hastalık sınıflandırması, tedaviye yanıtın değerlendirilmesi ve sağkalım tahmini gibi klinik sonuçların öngörülmesinde kullanılan matematiksel modellerin geliştirilmesi, eğitilmesi ve doğrulanması süreçlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca görüntüleme verileriyle birlikte klinik ve biyolojik verilerin entegre edilmesi sayesinde, klinik karar destek sistemlerinde kullanılabilecek daha kapsamlı ve bütüncül radyomiks modellerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır (McCague ve ark., 2023).

6.1. Meme Kanseri Tarama ve Tanılamada Yapay Zeka Kullanımı

Meme kanserinde her hasta için geçerli olan tek bir standart tedavi yaklaşımı bulunmamaktadır. Tedavi planı oluşturulurken meme kanserinin tipi ve evresi ile birlikte bireyin genel sağlık durumu, yaşam tarzı ve kişisel özellikleri dikkate alınmaktadır (Content on Early Breast Cancer, 2024). Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler, meme kanserinin erken tanınması ve tedavi süreçlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlamıştır. Özellikle yapay zekâ uygulamalarının tıbbi görüntüleme ve tedavi planlamasında kullanılmaya başlanması, meme kanserinin daha doğru ve hızlı değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Bunun yanı sıra yapay zekâ destekli sistemler, sağlık profesyonellerinin iş yükünü azaltarak zaman ve iş gücü tasarrufu sağlamakta, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin maliyetlerinin düşürülmesine katkıda bulunmaktadır (Chen ve ark., 2021; Kumar ve Grandhi, 2024; Yousif ve ark., 2022; Baltacı Yıldız ve Şahin 2024).

Klinik uygulamalarda yapay zekâ sistemleri, iş akışlarını destekleyerek ve şüpheli lezyonları tespit ederek radyologlara yardımcı olmaktadır (Dembrower ve ark., 2020). Hatta bazı yapay zekâ modellerinin, uzun dönem meme kanseri riskini öngörme ve kanser tespiti gibi görevlerde insan performansına eşdeğer ya da daha üstün sonuçlar verebildiği bildirilmektedir (Ravichandran ve ark., 2018). Benzer şekilde meme patolojisi alanında yapay zekâ; kanserin tespiti, sınıflandırılması, histolojik derecelendirme, lenf nodu metastazlarının belirlenmesi, biyobelirteçlerin ölçülmesi ve BRCA mutasyonu gibi genetik

anormalliklerin tahmini gibi birçok farklı amaçla kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2023). Şekil 3'de, yapay zekânın meme kanseri tanı sürecine entegre edilebileceği olası kullanım alanları özetlenmektedir.



MMG = mamografi; DBT = dijital meme tomosentezi; USG = ultrasonografi; MRI = manyetik rezonans görüntüleme; LN = lenf düğümü; SLNB = sentinel lenf düğümü biyopsisi; CR = tam remisyon; PR = kısmi yanıt; SD = stabil hastalık; PD = ilerleyici hastalık; AI = yapay zeka.

Şekil 3. Yapay zekânın meme kanseri hastalarının tanı sürecindeki uygulamaları
((Anh ve ark. 2023; Tabouri ve ark. 2024).

Salomon'un 1913 yılında ilk mamografiyi geliştirmesinden bu yana meme görüntüleme yöntemleri, erken tanının sağlanmasında ve meme kanserine bağlı mortalitenin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır (Picard, 1998). Mamografi (MMG) gibi görüntüleme tekniklerinin kullanıma girmesi, kanserin erken dönemde saptanmasını, lezyonların daha hassas şekilde segmentasyonunu ve karakterize edilmesini kolaylaştırmış; ayrıca tedavi yanıtının izlenmesi ve tedavi sonrası takip süreçlerini de önemli ölçüde geliştirmiştir (WHO, 2014). Bu gelişmeler sonucunda iki boyutlu (2D) mamografi, maliyet etkin ve geniş kitlelere uygulanabilir olması nedeniyle birçok ülkede kadınlar için standart tarama yöntemi olarak kabul edilmiştir (Ahern ve Shen, 2009).

Bununla birlikte, 2D mamografinin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Görüntüde anatomik yapıların üst üste binmesi, patolojik alanların ayırt edilmesini zorlaştırmakta ve kanser tespitinde güçlük yaratabilmektedir. Özellikle meme yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda, glandüler ve fibrotik dokunun artışı hem tümörlerin gizlenmesine hem de normal doku ile benzer görünüm oluşmasına neden olabilmektedir. Bu durum, mamogramların

yorumlanmasını daha da zorlaştırmaktadır. Yoğun meme yapısına sahip kadınlarda (mamografide $\geq$ %75 yoğunluk) tümörlerin gözden kaçma olasılığı artmakta veya tanı daha ileri evrelerde konulabilmektedir; bu da bu grupta meme kanseri riskinin daha yüksek olmasına yol açmaktadır (Boyd ve ark., 2007). Bu nedenle, özellikle bu tür vakalarda daha gelişmiş ve alternatif görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Meme kanseri tanısını iyileştirmek amacıyla, meme tarama süreçlerinde çift okuma (double reading), arbitraj, dijital meme tomosentezi (DBT) ve bilgisayar destekli tanı (CAD) sistemlerinin kullanımı gibi çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Bazı Avrupa ülkelerinde uygulanan çift okuma stratejisinde, tarama mamografileri iki farklı radyolog tarafından bağımsız olarak değerlendirilmekte ve hastanın tekrar çağırılması konusunda ortak bir karara varılmaktadır. Görüş ayrılığı olması durumunda ise genellikle daha deneyimli üçüncü bir radyolog devreye girerek nihai kararı vermektedir. Bu yaklaşımın amacı, kanser tespit oranlarını artırmak ve gereksiz geri çağırımları azaltmaktır. Ancak günümüzde radyolog sayısındaki yetersizlik dikkate alındığında, bu yöntemin sürdürülebilirliği önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir (Taylor-Philips, 2018).

Buna alternatif olarak, özellikle ABD gibi ülkelerde dijital meme tomosentezi (DBT) gibi üç boyutlu görüntüleme teknikleri üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. DBT, meme dokusunun daha ayrıntılı ve katmanlı şekilde görüntülenmesini sağlayarak 2D mamografiye kıyasla hem yanlış pozitif sonuçları hem de geri çağırma oranlarını azaltmakta, aynı zamanda kanserli lezyonların daha iyi tespit edilmesine olanak tanımaktadır (Rose ve ark., 2013; Friedewald ve ark., 2014). Bununla birlikte, üç boyutlu görüntülerin değerlendirilmesi daha fazla kesit incelemeyi gerektirdiği için radyologların iş yükünü ve okuma süresini artırabilmektedir (Gur ve ark., 2009).

Dijital görüntüleme teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, veri miktarındaki artış bilgisayar destekli tanı (CAD) sistemlerinin geliştirilmesini de hızlandırmıştır. İlk CAD sistemi 1998 yılında ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanmış ve 2D mamografilerde şüpheli alanları işaretleyerek radyologların değerlendirme sürecine katkı sağlamıştır (Giger ve ark., 2008). Geleneksel CAD sistemleri, anormal dokulardan piksel yoğunluğu, doku yapısı ve şekil gibi el ile tanımlanan özellikleri çıkaran kural tabanlı yöntemlere dayanmaktadır (Nagi ve ark., 2001). Bu özellikler, referans verilerle karşılaştırılarak lezyonların değerlendirilmesinde kullanılmakta ve böylece tespit doğruluğu artırılmaktadır (Masotti ve ark., 2009).

Bu sistemlerde özellik mühendisliği kritik bir rol oynamakta olup çoğunlukla destek vektör makineleri gibi sınıflandırıcılar kullanılmaktadır (El-Naga ve ark., 2002). Geleneksel CAD sistemleri başlangıçta umut verici sonuçlar ortaya koymuş ve ikinci bir okuyucu olarak kullanılma potansiyeli nedeniyle dikkat çekmiştir. Ancak bu kullanım, aynı zamanda geri çağırma oranlarında artışa da neden olmuştur (Gilbert ve ark., 2008).

Sonraki prospektif çalışmalar, CAD sistemlerinin beklenen düzeyde etkinlik göstermediğini ortaya koymuştur (Lehman ve ark., 2015). Özellikle düşük özgüllük oranı nedeniyle çok sayıda yanlış pozitif sonuca yol açması en önemli sınırlılıklardan biri olmuştur (Fenton ve ark., 2011). İyi huylu kalsifikasyonların duktal karsinoma in situ (DCIS) ile ayırt edilmesindeki zorluklar da bu duruma katkı sağlamıştır. Tarama programlarında kanser görülme oranının düşük olması nedeniyle (yaklaşık %0,5), çok sayıda gereksiz ek inceleme ve biyopsi yapılmış, biyopsi oranları %19,7'ye kadar yükselmiştir (Salim ve ark., 2020; Fenton ve ark., 2007). Bu durum hem radyologlarda iş yükünü artırmış hem de CAD sistemlerine olan güvenin ve kullanım isteğinin azalmasına neden olmuştur (Kohli ve Jha, 2017).

7. Sonuç

Meme kanseri, kadınlarda en sık görülen kanser türlerinden biri olması ve erken tanı ile mortalitenin azaltılabilmesi nedeniyle tarama ve tanılama süreçlerinin etkinliğinin artırılmasını gerekli kılan önemli bir halk sağlığı sorunudur. Mamografi, ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme ve biyopsi gibi geleneksel tanı yöntemleri meme kanserinin saptanmasında temel rol oynamaya devam etmektedir. Bununla birlikte özellikle yoğun meme dokusuna sahip kadınlarda lezyonların gözden kaçabilmesi, yanlış pozitif sonuçlar, gereksiz biyopsiler, radyolog iş yükü ve değerlendirmeler arası değişkenlik gibi sınırlılıklar, tanı süreçlerinde yeni teknolojik yaklaşımlara olan ihtiyacı artırmıştır. Yapay zekâ, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve radyomiks temelli uygulamalar, meme kanseri tarama ve tanılmasında bu sınırlılıkların azaltılmasına yönelik önemli fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekâ destekli sistemler mamografi, dijital meme tomosentezi, ultrasonografi, MRG ve patoloji görüntülerinden elde edilen büyük veri kümelerini analiz ederek şüpheli lezyonların belirlenmesine, kanser riskinin öngörülmesine, tümör özelliklerinin sınıflandırılmasına ve klinik karar süreçlerinin desteklenmesine katkı sağlayabilmektedir. Özellikle radyomiks ile elde edilen nicel görüntüleme verilerinin klinik, patolojik ve moleküler verilerle bütünleştirilmesi, hastalığın biyolojik davranışının daha kapsamlı anlaşılmasına ve kişiselleştirilmiş tanı-tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte yapay zekâ uygulamalarının klinik kullanıma güvenli ve etkili biçimde aktarılabilmesi

için bazı önemli koşullar bulunmaktadır. Geliştirilen algoritmaların farklı popülasyonlarda, farklı cihaz ve görüntüleme protokollerinde doğrulanması; veri kalitesi, algoritmik şeffaflık, etik ilkeler, hasta mahremiyeti ve klinik sorumluluk alanlarının net biçimde tanımlanması gerekmektedir. Yapay zekâ, sağlık profesyonellerinin yerine geçen bağımsız bir karar verici olarak değil, klinik uzmanlığı destekleyen ve karar süreçlerini güçlendiren bir yardımcı teknoloji olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak yapay zekâ, meme kanseri tarama ve tanılama süreçlerinde erken tanıyı güçlendirme, radyologların iş yükünü azaltma, tanısal doğruluğu artırma ve bireyselleştirilmiş sağlık hizmetlerini destekleme potansiyeline sahiptir. Gelecekte multidisipliner ekip çalışması, güçlü klinik doğrulama çalışmaları ve etik-yasal düzenlemelerle desteklenen yapay zekâ uygulamalarının meme kanseri yönetiminde daha yaygın, güvenilir ve etkili biçimde kullanılması beklenmektedir.

Kaynaklar

- Aerts, H. J. W. L., Velazquez, E. R., Leijenaar, R. T. H., Parmar, C., Grossmann, P., Carvalho, S., et al. (2014). Decoding tumour phenotype by noninvasive imaging using a quantitative radiomics approach. *Nature Communications*, 5(1), 4006.
- Ahern, C. H., & Shen, Y. (2009). Cost-effectiveness analysis of mammography and clinical breast examination strategies: A comparison with current guidelines. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 18, 718–725.
- Ahn, J. S., Shin, S., Yang, S. A., Park, E. K., Kim, K. H., Cho, S. I., ... Kim, S. (2023). Artificial intelligence in breast cancer diagnosis and personalized medicine. *Journal of Breast Cancer*, 26(5), 405.
- American Cancer Society. (2021). *What is breast cancer?* Retrieved January 15, 2024, from <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/about/what-is-breastcancer.html>
- American Cancer Society. (2024). *Breast cancer risk factors you can't change*. Retrieved December 7, 2024, from <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/riskand-prevention/breast-cancer-risk-factors-you-cannot-change.html>
- American Cancer Society. (2024). *Breast cancer signs and symptoms*. Retrieved December 7, 2024, from <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/screening-tests-and-earlydetection/breast-cancer-signs-and-symptoms.html>
- Baltacı Yıldız, E., & Şahin, A. (2024). Kadın sağlığında yapay zekâ uygulamaları. In T. Çavuşoğlu & A. Gökhan (Eds.), *[Kitap adı eksik]*. Eğitim Yayınevi.
- Boyd, N. F., Guo, H., Martin, L. J., Sun, L., Stone, J., Fishell, E., et al. (2007). Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *The New England Journal of Medicine*, 356, 227–236.
- Bray, F., et al. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74, 229–263.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020, September 14). *What is breast cancer?* Retrieved January 14, 2024, from https://www.cdc.gov/cancer/breast/basic_info/what-is-breast-cancer.htm
- Chaurasia, V., Pal, S., & Tiwari, B. B. (2018). Prediction of benign and malignant breast cancer using data mining techniques. *Journal of Algorithms and Computational Technology*, 12(2), 119–126.
- Chen, Z., et al. (2021). Artificial intelligence for assisting cancer diagnosis and treatment in the era of precision medicine. *Cancer Communications*, 41, 1100–1115.
- Dembrower, K., Wählin, E., Liu, Y., Salim, M., Smith, K., Lindholm, P., et al. (2020). Effect of artificial intelligence-based triaging of breast cancer sc-

- reining mammograms on cancer detection and radiologist workload: A retrospective simulation study. *The Lancet Digital Health*, 2, e468–e474.
- El-Naqa, I., Yang, Y., Wernick, M. N., Galatsanos, N. P., & Nishikawa, R. M. (2002). A support vector machine approach for detection of microcalcifications. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 21, 1552–1563.
- Fenton, J. J., Abraham, L., Taplin, S. H., Geller, B. M., Carney, P. A., D’Orsi, C., et al. (2011). Effectiveness of computer-aided detection in community mammography practice. *Journal of the National Cancer Institute*, 103, 1152–1161.
- Friedewald, S. M., Rafferty, E. A., Rose, S. L., Durand, M. A., Plecha, D. M., Greenberg, J. S., et al. (2014). Breast cancer screening using tomosynthesis in combination with digital mammography. *JAMA*, 311, 2499–2507.
- Giger, M. L., Chan, H. P., & Boone, J. (2008). Anniversary paper: History and status of CAD and quantitative image analysis: The role of medical physics and AAPM. *Medical Physics*, 35, 5799–5820.
- Gilbert, F. J., Astley, S. M., Gillan, M. G., Agbaje, O. F., Wallis, M. G., James, J., et al. (2008). Single reading with computer-aided detection for screening mammography. *The New England Journal of Medicine*, 359, 1675–1684.
- Gur, D., Abrams, G. S., Chough, D. M., Ganott, M. A., Hakim, C. M., Perrin, R. L., et al. (2009). Digital breast tomosynthesis: Observer performance study. *American Journal of Roentgenology*, 193, 586–591.
- Islam, M. M., Haque, M. R., Iqbal, H., Hasan, M. M., Hasan, M., & Kabir, M. N. (2020). Breast cancer prediction: A comparative study using machine learning techniques. *SN Computer Science*, 1(5).
- Koçak, B., Durmaz, E. Ş., Ateş, E., & Kılıçkesmez, Ö. (2019). Radiomics with artificial intelligence: A practical guide for beginners. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 25(6), 485–495.
- Kohli, A., & Jha, S. (2018). Why CAD failed in mammography. *Journal of the American College of Radiology*, 15, 535–537.
- Krag, D. (2020). Breast cancer. In *Surgical oncology*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781498712651-4>
- Kumar, K., & Gandhi, H. (2024). Artificial intelligence for the management of breast cancer: An overview. *Current Drug Discovery Technologies*, 12, e031123223115.
- Lehman, C. D., Wellman, R. D., Buist, D. S., Kerlikowske, K., Tosteson, A. N., Miglioretti, D. L., et al. (2015). Diagnostic accuracy of digital screening mammography with and without computer-aided detection. *JAMA Internal Medicine*, 175, 1828–1837.
- Liu, Y., Han, D., Parwani, A. V., & Li, Z. (2023). Applications of artificial intelligence in breast pathology. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 147, 1003–1013.

- Masotti, M., Lanconelli, N., & Campanini, R. (2009). Computer-aided mass detection in mammography: False positive reduction via gray-scale invariant ranklet texture features. *Medical Physics*, 36, 311–316.
- McCague, C., Ramlee, S., Reinius, M., Selby, I., Hulse, D., Piyatissa, P., et al. (2023). Introduction to radiomics for a clinical audience. *Clinical Radiology*, 78(2), 83–98.
- McCague, C., Ramlee, S., Reinius, M., Selby, I., Hulse, D., Piyatissa, P., Bura, V., Crispin-Ortuzar, M., Sala, E., & Woitek, R. (2023). Introduction to radiomics for a clinical audience. *Clinical Radiology*, 78(2), 83–98.
- MedPark Hospital. (2024). *Breast cancer: Symptoms, causes and treatment*. Retrieved December 7, 2024, from <https://www.medparkhospital.com/en-US/disease-andtreatment/breast-cancer>
- Nagi, J., Kareem, S. A., Nagi, F., & Ahmed, S. K. (2010, November 30–December 2). Automated breast profile segmentation for ROI detection using digital mammograms. In *IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences* (pp. 87–92). IEEE.
- National Breast Cancer Foundation. (2020). *Breast cancer treatment options*. Retrieved January 15, 2024, from <https://www.nationalbreastcancer.org/breast-cancertreatment/>
- Breastcancer.org. (2023). *Breast cancer facts and statistics*. Retrieved January 15, 2024, from https://www.breastcancer.org/factsstatistics?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAzJOtBhALEiwAtwj8tlbQuo59n0mvpqVNs-4YuzG07eSYQa53w4PbnkQQYEyqnfQyC5Nq4IhoCSMIQAvD_BwE
- NHS Inform. (2024). *Breast cancer female*. Retrieved December 7, 2024, from <https://www.nhsinform.scot/illnesses-and-conditions/cancer/cancer-types-inadults/breast-cancer-female/>
- Obeagu, E. I., & Obeagu, G. U. (2024). Breast cancer: A review of risk factors and diagnosis. *Medicine*, 103(3), e36905.
- Papanikolaou, N., Matos, C., & Koh, D. M. (2020). How to develop a meaningful radiomic signature for clinical use in oncologic patients. *Cancer Imaging*, 20(1), 33.
- Picard, J. D. (1998). History of mammography. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 182, 1613–1620.
- Quaglino, E., Conti, L., & Cavallo, F. (2020). Breast cancer stem cell antigens as targets for immunotherapy. *Seminars in Immunology*, 47, 101386.
- Ravichandran, K., Braman, N., Janowczyk, A., & Madabhushi, A. (2018, February 10–15). A deep learning classifier for prediction of pathological complete response to neoadjuvant chemotherapy from baseline breast DCE-MRI. In *Proceedings of SPIE*. SPIE.
- Rose, S. L., Tidwell, A. L., Bujnoch, L. J., Kushwaha, A. C., Nordmann, A. S., & Sexton, R., Jr. (2013). Implementation of breast tomosynthesis in a

- routine screening practice: An observational study. *American Journal of Roentgenology*, 200, 1401–1408.
- Salim, M., Dembrower, K., Eklund, M., Lindholm, P., & Strand, F. (2020). Range of radiologist performance in a population-based screening cohort of 1 million digital mammography examinations. *Radiology*, 297, 33–39.
- Seeram, E., & Kanade, V. (2024). Artificial intelligence applications in medical imaging. In *Artificial intelligence in medical imaging technology: An introduction* (pp. 105–123). Springer Nature Switzerland.
- Tabouri, S., Zemmour, A., & Zeroual, S. (2024). Artificial intelligence revolutionizing cancer care: A comprehensive overview. *Trends in General Medicine*, 2(1), 1–8.
- Taylor-Phillips, S., Jenkinson, D., Stinton, C., Wallis, M. G., Dunn, J., & Clarke, A. (2018). Double reading in breast cancer screening: Cohort evaluation in the CO-OPS trial. *Radiology*, 287, 749–757.
- van Timmeren, J. E., Cester, D., Tanadini-Lang, S., Alkadhi, H., & Baessler, B. (2020). Radiomics in medical imaging—“How-to” guide and critical reflection. *Insights into Imaging*, 11(1), 1–16.
- World Health Organization. (2014). *WHO position paper on mammography screening*. World Health Organization.
- Yousif, M., van Diest, P. J., Laurinavicius, A., Rimm, D., van der Laak, J., Madabhushi, A., ... & Pantanowitz, L. (2022). Artificial intelligence applied to breast pathology. *Virchows Archiv*, 480(1), 191–209.