



CDMAM Fantom Görüntülerinin Otomatik ve Manuel Değerlendirme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Comparison Of Automatic And Manuel Readings For CDMAM Phantom Images

Nedim Muzoğlu^{1,2}, Ömer Şaylı¹, Özcan Gündoğdu¹, Melike Kaya Karaaslan^{1,2}, Hakan Oruç²
¹Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye
{o.sayli ,o.gundogdu, 145162006 }@kocaeli.edu.tr
²İstanbul Beyoğlu Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği, İstanbul, Türkiye
{nedim.muzoglu,hakan.oruc}@beyoglubirlik.gov.tr

Özetçe—Bu çalışmada, bir dijital mamografi sisteminde kontrast–detay mamografi (CDMAM) fantomu kullanılarak elde edilen fantom görüntülerinin program tarafından otomatik ve gözlemci tarafından manuel değerlendirilme sonuçları karşılaştırılmıştır. CDMAM görüntülerinin manuel değerlendirilmesinde; 3 Megapiksel ve 5 Megapiksel çözünürlüğe sahip medikal monitörler kullanılmıştır. Yapılan çalışmada CDMAM fantomu 20 mm kalınlığında Polymethyl methacrylate (PMMA) plakaları arasına yerleştirilerek, otomatik ışınlama şartlarında (AEC-Opdose) ışınlanmıştır. Fantom her ışınlama sonrasında 1mm kadar hareket ettirilerek ve daima küçük detaylar göğüs duvarına gelecek şekilde sekiz CDMAM görüntüsü alınmıştır. Görüntülerin otomatik olarak değerlendirmesi CDMAM analizler yazılımı V.2.8 (CDCOM) ile, manuel olarak değerlendirilmesi ise üç farklı gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir. Otomatik olarak program tarafından elde edilen sonuçların manuel değerlendirmeye göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Gözlemci değerlendirmeleri 5MP çözünürlüğe sahip medikal monitörde daha iyi bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, mamografi sistemlerinin kalite kontrol uygulamalarının ve klinik uygulamalarda mamografi görüntülerinin incelenmesinin 5MP çözünürlüğe sahip medikal monitörde değerlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler — CDMAM fantom; dijital mamografi; kontrast-detay.

Abstract—In this study, we present comparison of human and software reading of contrast-detail mammography (CDMAM) phantom images for a digital mammography system. The human readings were conducted through CDMAM images using 3 Megapixel and 5 Megapixel medical monitors. The phantom was positioned between Poly methyl methacrylate (PMMA) blocks of 20mm thickness. A set of 8

digital radiographs were taken using the automated exposure control (AEC-Opdose). The phantom was slightly repositioned between each exposure, always with the smaller details close to the chest wall side. Automated readings were carried out with CDMAM 3.4 Analyser software V.2.8. (CDCOM) and human readings were evaluated by three observers. As a result of this study, CDMAM 3.4 Analyser software is able to provide results significantly better than those estimated by human observers. Additionally, human readings were better for 5 Megapixel medical monitor. We can note that quality control tests of mammography systems and clinical evaluation of mammogram should be evaluated with 5 Megapixel medical monitor.

Keywords — CDMAM phantom; digital mammography; contrast-detail.

I. Giriş

Mamografi sistemleri meme hastalıklarının özellikle meme kanserinin teşhisinde en yaygın olarak kullanılan uygulamalardan birisidir. Mamografi sistemlerinde çok küçük kontrast ve çaplardaki yapıların tespit edilebilmesi esastır ve elde edilen görüntülerin kaliteli ve istenilen nitelikte olması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple mamografi sistemlerinde elde edilen görüntülerin kaliteleri belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Mamografi sistemlerinde elde edilen görüntülerin kalitesinin tespit edilmesine yönelik tasarlanmış çok sayıda fantom bulunmasına rağmen özellikle dijital mamografi sistemlerinde kontrast-detay analizinin CDMAM fantom ile tespit edilmesi uluslararası standartlar tarafından önerilmektedir [1]. Kontrast-detay analizi bir görüntüleme sisteminden elde edilen görüntülerdeki, çeşitli detaylardaki (farklı çap ve kalınlıklardaki) yapıların değerlendirilmesinde kullanılan etkin bir yöntemdir.

Medikal Görüntüleme

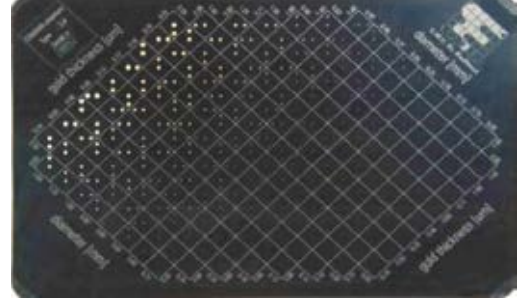
2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

CDMAM fantomu özellikle mamografi sistemleri için geliştirilmiş bir fantom çeşididir. Kontrast-detay ölçümlerinin manuel olarak değerlendirilmesi birden çok gözlemcinin değerlendirmesine dayanmaktadır. Manuel olarak gözlemci tarafından yapılan değerlendirmelerin gözlemcilerinin çok fazla zamanlarını alması, tamamen gözlemciye bağlı olması ve sıkıcı bir süreç olması nedeniyle dezavantaj olarak düşünülmektedir [2,3]. Bu sebeple dijital mamografi sistemlerinin görüntü kalitesi tespitinde, kontrast detay analizinin gerçekleştirilebilmesi için otomatik bir yöntem kullanılması daha uygun olmaktadır. İlaveten, mamografi görüntülerinin değerlendirilmesinde kullanılan medikal monitörlerin çözünürlükleri görüntünün değerlendirilmesinde, küçük çap ve kontrasttaki yapıların gözlemlenebilmesinde önemli rol almaktadır. Bu çalışmanın amacı elde edilen dijital CDMAM fantom görüntülerinin, manuel olarak gözlemci tarafından ve otomatik olarak CDMAM yazılımı (CDCOM) tarafından değerlendirilme sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Ayrıca manuel olarak değerlendirilmede elde edilen CDMAM görüntülerinin farklı çözünürlüğe sahip 21.3 inch (3 Megapiksel- 5 Megapiksel) medikal monitörlerde de değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

II. Materyal ve Metod

Çalışmada, kontrast detay karakteristiklerini elde edebilmek için kullanılan CDMAM 3.4 fantomu; alüminyum bir taban üzerinde 2 mm PMMA ile kaplanmış olup yapı 10mm PMMA kalınlığa eşdeğerdir. CDMAM 3.4 fantomu, 16 sıra ve 16 sütun kare matris olarak dizayn edilmiştir. Her bir karenin merkezinde bir adet ve rastgele seçilmiş bir kenarında bir adet eşit çap ve derinlikte altın diskler içerir. Fantom farklı obje boyutlarını temsil etmek için farklı kalınlıklarda % 99.99 saflıkta altın disklerden oluşur. Altın disklerin kalınlıkları 0.03-2 µm ve çapları 0.06-2 mm aralığında değişmektedir (Şekil 1) [4].

Dijital mamografi sistemlerinde kontrast-detay analizi yapmak üzere tasarlanmış CDMAM 3.4 fantomu PMMA plakaları arasına yerleştirilerek, Siemens Mammomat Inspiration dijital mamografi sisteminde otomatik ışınlama (AEC-Opdose) şartlarında ışınlanmıştır. Fantom ışınlama sırasında toplam 40mm PMMA plakaları arasına (20mm aşağıda-20mm yukarıda), küçük detaylar göğüs duvarına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. 40mm PMMA plakaları ve CDMAM fantomu ile birlikte oluşan yapı yaklaşık 50mm PMMA eşdeğerindedir. CDMAM 3.4 fantom ve PMMA plakalarından oluşan bu kombinasyon 60 mm kalınlığında meme eşdeğerine eşittir [1,5]. Her ışınlama sonrasında hafifçe hareket ettirilerek (yaklaşık 1 mm kaydırılarak), ışınlama sekiz farklı görüntü alacak şekilde tekrarlanmıştır [1]. Elde edilen fantom görüntüleri işlenmemiş/ham DICOM görüntüsü olarak sistemden alınarak değerlendirilmek üzere başka bir bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil 1: CDMAM 3.4. fantomu

A. CDMAM Fantom Görüntülerinin Manuel Olarak Gözlemciler Tarafından Değerlendirilmesi

European protokolünde CDMAM görüntülerinin gözlemciler tarafından manuel olarak değerlendirilmesi en az 8 farklı CDMAM görüntüsünün 3 farklı gözlemci tarafından her seferinde farklı görüntülerin skorlanması şeklinde önerilmektedir. Görüntülerin manuel olarak değerlendirilmesi tamamen gözlemciye bağlı olduğundan 8 farklı görüntünün en az üç farklı gözlemci tarafından değerlendirilmesi ve bu değerlendirmelerin ortalama değerinin alınarak karşılaştırılmalarda kullanılması önemlidir.

Manuel değerlendirme, mamografi sistemlerinin görüntülerinin raporlandığı uygun çevre koşullarına sahip raporlama odasında gerçekleştirilmiştir. Sekiz farklı dijital CDMAM fantom görüntüsünün 3 farklı gözlemci tarafından değerlendirilmesi; 5 Megapiksel (Costec D213V9B-CA, 2560(H)X2048(V) pixels, 14 bit, Pixel Pitch : 0.165(H) mm X 0.165(V) mm), 3 Megapiksel (Costec D213Q9B-CA, 2048(H)X1536(V) pixels, 14 bit, Pixel Pitch: 0.2115(H) mm X 0.2115(V) mm) medikal monitörler kullanılarak ayrı ayrı tamamlanmıştır.

Gözlem yapılan CDMAM görüntüsü üzerinde her bir kare içindeki gözlemlenebilen altın diskler gözlemlendiği şekilde CDMAM fantom skor formuna işaretlenir. Değerlendirmeler sadece altın disklerin gözlemlenebilir olduğu yerlerin işaretlenmesi ile yapılır. Doğrulama şemasının tamamlanabilmesi için her sıra ve kolonda en az 3 alan gözlemlenmelidir [4]. Gözlemcilerin manuel değerlendirmesi sonucunda oluşturduğu her bir CDMAM görüntüsüne ait skor formu, altın disklerin gerçek pozisyonları dikkate alınarak en yakın komşu doğrulama metodu ile değerlendirilir [2,4]. Yapılan değerlendirmede 8 (n=8) farklı görüntüye ait her bir çap değeri için gözlemlenebilen en düşük altın eşik değer kalınlıklarının ortalaması Denklem (1) den hesaplanarak kontrast detay eğrisi çizdirilir.

$$T_{gort} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i T_i}{n} \quad (1)$$

T_{gort} = Ortalama altın eşik kalınlığı

$D_i T_i$ = Çap değerinde gözlemlenebilen en küçük altın eşik kalınlığı

Medikal Görüntüleme

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

B. CDMAM Fantom Görüntülerinin Otomatik Olarak CDMAM Analyzer Yazılımı Tarafından Değerlendirilmesi

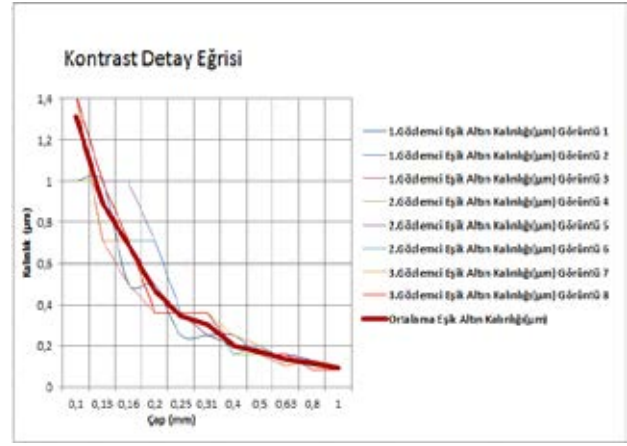
CDMAM 3.4. fantomu kullanılarak elde edilen görüntülerin CDMAM analyzer V.2.8 yazılımı kullanılarak değerlendirilmesi daha hızlı analiz sağlamaktadır. CDMAM görüntülerinin otomatik olarak değerlendirilmesinde, CDMAM 3.4 için CDCOM yazılımı kullanılır. CDCOM yazılımı CDMAM fantom görüntüsündeki altın diskleri otomatik olarak tanımlar ve EUREF web sayfasında mevcuttur [www.euref.org]

Program ilk olarak grid pozisyonu ve referans noktaları tanımlayarak altın disk pozisyonunu doğru olarak yerleştirir [2,3,4]. Görüntülerin otomatik olarak değerlendirilmesinin daha doğru yapılabilmesi için yazılımda değerlendirilecek görüntülerin işlenmemiş (ham) data olması önerilmektedir [1]. Sekiz farklı CDMAM görüntüsü mamografi sisteminden işlenmemiş olarak alınmış ve CDMAM analyzer V.2.8 kullanılarak görüntüler otomatik olarak değerlendirilmiştir. CDMAM fantomu üzerine yerleştirilmiş altın disk çapları 0.06-2mm aralığında değişmektedir, Ancak program fantom görüntülerini 0.1-1mm aralığındaki disk çapları için değerlendirmektedir. Bu nedenle, gözlemci tarafından yapılan değerlendirmeler de 0.1-1mm altın disk çapı için gerçekleştirilmiş ve kontrast-detay eğrileri bu aralıktaki disk çapları için çizdirilmiştir.

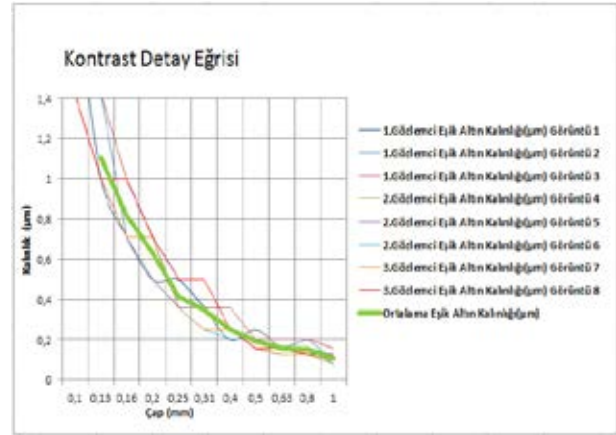
III. Sonuçlar

Elde edilen dijital CDMAM fantom görüntüleri manuel olarak gözlemciler tarafından 3MP ve 5MP çözünürlüğe sahip medikal monitörlerde ve otomatik olarak CDMAM analyser V.2.8 yazılımı (CDCOM) tarafından değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen görüntülerde 0.1-1mm aralığındaki altın disk çapına karşılık tespit edilen altın disk kalınlıklarına ait kontrast-detay eğrileri çizilmiştir (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4.) Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki CDMAM fantom görüntülerinin yazılım ile otomatik olarak ve gözlemci tarafından manuel olarak değerlendirilmesi arasında yüksek oranda ilişkili bağlantı vardır. Ancak 0.1mm-1mm altın disk çapları için yapılan değerlendirme sonucunda küçük çap ve düşük kontrasttaki yapıları tespit etmede otomatik değerlendirme sonuçlarının daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Manuel olarak gözlemci tarafından yapılan değerlendirmelerde ise 3 Megapiksel ve 5 Megapiksel çözünürlüğe sahip medikal monitörler karşılaştırılmış ve 5 Megapiksel çözünürlükteki medikal monitörde elde edilen sonuçların 3 Megapiksel medikal monitöre göre çok daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Klinik uygulamalarda ve mamografi cihazlarının kalite test işlemleri yapılırken mamografi görüntülerinin incelenmesinin 5 Megapiksel çözünürlüğe sahip medikal monitörde gerçekleştirilmesi önerilmektedir. CDMAM

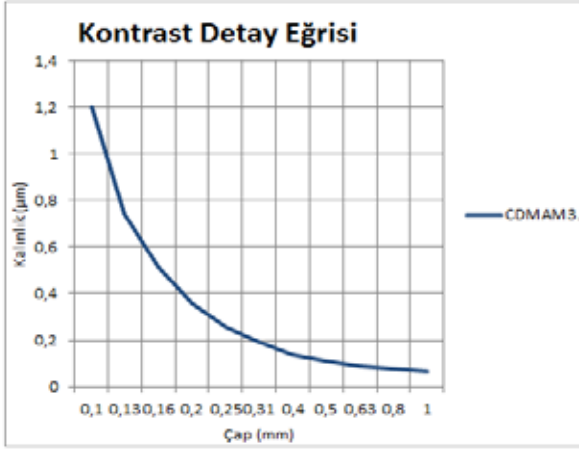
phantom görüntülerinin değerlendirilmesinde, otomatik değerlendirme sonucu ile 5 Megapiksel çözünürlüğe sahip medikal monitörde elde edilen sonuç birbirine oldukça yakın olarak gözlemlenmiştir. Ancak 3 Megapiksel çözünürlüğe sahip medikal monitörden elde edilen sonuçların, otomatik ve 5 Megapiksel monitörde elde edilen sonuçlardan sapma gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 5). İlavenet yapılan çalışmalarda yüksek çözünürlüklü görüntülerin 5 Megapiksel monitörde değerlendirilmesi mikro kalsifikasyonların tespitinde oldukça avantajlı olduğu belirtilmiştir [6].



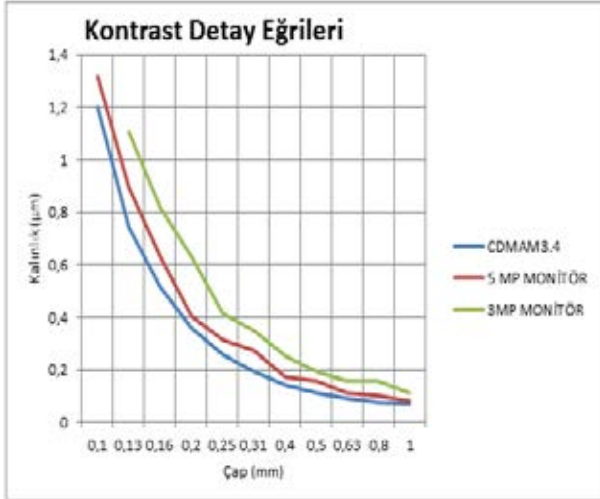
Şekil 2: Manuel Değerlendirmede 5 MP Monitör için Kontrast Detay Eğrisi



Şekil 3: Manuel Değerlendirmede 3 MP Monitör için Kontrast Detay Eğrisi



Şekil 4: Otomatik Olarak Tespit Edilen Kontrast Detay Eğrisi



Şekil 5: CDMAM Görüntülerinin Manuel ve Yazılım Değerlendirme Kontrast Detay Eğrileri

IV. Kaynakça

- [1] European Guidelines, "Protocol for the quality control of the physical and technical aspects of mammography screening," *European Commission*, Fourth Edition, Netherlands, 2006.
- [2] Kenneth, C. Y., Jaöes, J.H. C., Jennifer, M. O., Hilde, B., "Comparison of software and human observers in reading images of the CDMAM test object to assess digital mammography systems", *Medical Imaging*, v.6142, 2006.
- [3] Nico, L., Stefano, R., Paola, G., Marco, S., Marco, B., Giovanni B., "Comparison of human observer and CDCOM software reading for CDMAM images", *Medical Imaging* v.6515, 2007.
- [4] Artinis Medical System. Manual, Contrast-Detail Phantom CDMAM 3.4.& CDMAM 3.4 Analyser software V2.2, 2014
- [5] David, R. D., Celia, J. S., Kenneth C. Y., Jennifer M. O., Patsy J. W., Lindsay M., "Comparison of Breast Dose for Digital Tomosynthesis Estimated from Patient Exposure and Using PMMA Breast Phantoms" *11th international conference on Breast Imaging*, IWDM, s. 361-367, 2012
- [6] Hu, X., Gu, Y., Wu, B., Li, R., Peng, W., Mao, J., Zheng, X., "Effect of 3-megapixel and 5-megapixel monitors on detecting micro-calcification in high-and low-resolution breast images" *Journal of Biomedical Engineering*, 30(2):245-8,2013.