

Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri'nde Web Temelli Teleradyoloji Uygulaması

Pınar YILDIRIM^a, Aydın BAKIR^b, Soner BİRİNCİ^b

^a Bilgisayar Mühendisliği, Çankaya Üniversitesi, Ankara

^b Tepe Uluslararası Sağlık Bilgi Sistemleri, Ankara

Web Based Teleradiology in Hacettepe University Hospitals

Abstract

Today, medical images are digitally produced and stored in Picture Archiving and Communication Systems (PACS) at the Radiology departments of Hospitals. These images are integrated with the electronic patient record and managed by Radiology Information Systems (RIS) and Hospital Information Systems (HIS) to provide the complete and consistent medical information of patients. The development in information technology and telecommunication systems allows the remote transmission of digital images and teleradiology applications by using Internet and web techniques. Teleradiology brings many advantages and has an important impact on the healthcare services. The aim of this study is to describe and summarize the design and implementation of web based teleradiology system for Hacettepe University Hospitals. The Hacettepe University Hospitals are one of the largest university hospitals in Turkey. In addition, among the pioneering Hospitals using IT systems, it has the biggest PACS in Turkey. The implementation of web based teleradiology system in the hospitals has been achieved between traditional PACS and DICOM Web Viewer. This system is one of the first teleradiology application in Turkey provides the internal and external access and processing to the images which are produced and stored in several image acquisition devices at Radiology Departments in Hacettepe University Hospitals.

Key Words

Teleradiology; PACS

Özet

Günümüzde tıbbi görüntüler dijital olarak üretilip, hastanelerin radyoloji bölümlerinde kullanılan PACS(Picture Archiving and Communication Systems)'da saklanmaktadır. Tam ve güvenilir tıbbi bilgi sistemleri oluşturabilmek için bu görüntüler elektronik hasta kayıtları ile entegre edilirler ve Radyoloji Bilgi Sistemleri(RBS) ve Hastane Bilgi Sistemleri(HBS) tarafından yönetilirler. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde dijital görüntülere Internet ve web üzerinden erişmek ve teleradyoloji uygulamalarını gerçekleştirmek kolaylaşmıştır. Teleradyolojinin birçok avantajı vardır ve tıbbi bakım hizmetlerinin kalitesinin artmasında önemli bir rol oynar. Bu çalışmanın amacı Hacettepe Üniversiteleri Hastaneleri için geliştirilen web temelli teleradyoloji sistemini tanıtmak ve özetlemektir. Hacettepe Üniversitesi(HÜ) Hastaneleri Türkiye'nin en büyük üniversite hastanelerinden birisidir. Ayrıca bilgi sistemlerinin kullanımı açısından öncü bir hastanedir ve Türkiye'deki en büyük PACS'a sahiptir. HÜ Hastanelerindeki web temelli teleradyoloji sistemi geleneksel PACS ile DICOM Web Viewer arasında bağlantı kurularak gerçekleştirilmiştir. Bu sistem Türkiye'deki ilk teleradyoloji uygulamalarındandır ve radyoloji bölümünde üretilen ve saklanan görüntülere hastane içinden ve dışından erişim ve işleme imkanı sağlar.

Anahtar Kelimeler

Teleradyoloji; PACS

1. Giriş

Tıbbi görüntülemenin radyoloji tetkiklerinin yorumlanmasında ve daha iyi sağlık hizmeti sunulmasında önemli bir etkisi vardır. Günümüzde hastanelerde gelişmiş görüntüleme sistemleri kullanılmakta ve bu sistemlerden elde edilen dijital görüntülerin arşivlenmesine olan ihtiyaç tıbbi uygulamalarda yeni gelişmelere öncü olmuştur.

1980'lerde Bilgisayarlı tomografi sistemleri geliştirilmiş ve bu teknoloji farklı merkezlerdeki dijital görüntüleri iletimine imkan tanımıştır. 1990'larda dijital görüntü oluşturma ve sıkıştırma teknolojilerinde yeni gelişmeler yaşanmıştır. Bu dönemdeki en büyük yeniliklerden bir tanesi DICOM standardıdır. DICOM farklı üreticilerin cihazları arasında görüntü transferi sağlayan bir standardır. Bu standart görüntülerin dosya yapıları ve ağ üzerindeki transferleri ile ilgili özellikleri için kurallar tanımlar ve ayrıca PACS'ın gelişmesinde de öncü olmuştur. PACS ile birlikte klasik radyoloji yeniden yapılanmıştır. PACS tıbbi görüntü oluşturma, hastane bilgi sistemleri ile entegre ederek saklama ve iletme sistemlerinden oluşur. PACS'ın geliştirilmesi radyoloji birimleri için önemli bir yenilik olmuş ve teleradyoloji gibi uzaktan erişime dayalı sistemlere bir temel oluşturmuştur.

Teleradyoloji yorum veya ikinci bir radyoloğa danışma amacıyla radyolojik görüntülerin bir merkezden başka bir merkeze iletilmesidir. ACR (American College of Radiology) tarafından belirlenen faydaları şunlardır; filmlerin yorumlanmasında zamandan kazanmak, ikinci bir radyolog görüşüne kolaylıkla erişmek, radyologların yanısıra klinisyenlerin de görüntülere erişebilme olanağı sağlamaktır [1].

Günümüzde dünyada birçok teleradyoloji uygulaması vardır. Teleradyolojiyi en yaygın kullanan ülkeler ABD, İngiltere, Japonya, Hindistan ve İsrail'dir.

Bu çalışmanın amacı Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri'nde gerçekleştirilen web temelli teleradyoloji uygulamasının tanıtılmasıdır.

1.1. Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri

Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri 1954 yılında kurulmuştur ve Türkiye'nin en büyük üniversite hastanelerinden birisidir. Erişkin, çocuk ve onkoloji hastanelerinden oluşmaktadır ve 1800 yatak kapasitesine sahiptir. Her yıl yaklaşık 600.000 hastaya modern donanımlı anabilim dallarıyla sağlık hizmeti sunmaktadır.

Radyoloji ve nükleer tıp anabilim dalları hastanelerin tanı koyma süreçlerinde en önemli bölümlerindedir. HÜ Hastaneleri'nde radyoloji bölümünün Ana Hastane, Onkoloji ve Acil Hastanelerinde nükleer tıp bölümünün de Ana Hastane ve Onkoloji hastanelerinde alt üniteleri vardır. Tepe AŞ. Tarafından geliştirilen ve CorTTex® çözümleri olarak bilinen Radyoloji Bilgi Sistemi(RBS) ve PACS projeleri 2001 yılında başlamış ve 2002 yılında PACS kullanılmaya başlanmıştır. corTTex® sistemleri HL7 V2.X, DICOM 3.0 standartlarıyla uyumlu ve IHE iş akışı entegrasyonu (IHE Integrated workflow) yapısını desteklemektedirler. İlk aşamada MR (Manyetik Rezonans) ve BT (Bilgisayarlı Tomografi) cihazları sisteme bağlanmış ve hasta bilgileri HBS ve RBS ile entegre edilmiştir. Günümüzde görüntüleme cihazlarının çoğu sisteme bağlı çalışmaktadır.

2004 yılında Nükleer Tıp bölümü Nükleer Tıp Bilgi Sistemi (NTBS) kullanmaya başlamıştır. 2005 yılında radyoloji bölümünde kurulan ve yüksek performanslı görüntüleme iş istasyonlarından oluşan okuma odasında radyologlar hasta görüntülerini PACS'dan çağırıp, görüntü işleme araçları kullanabiliyor ve raporlarını yazabiliyorlar.

Web temelli teleradyoloji projesi 2005 yılında başlamıştır ve amaçları şunlardır;

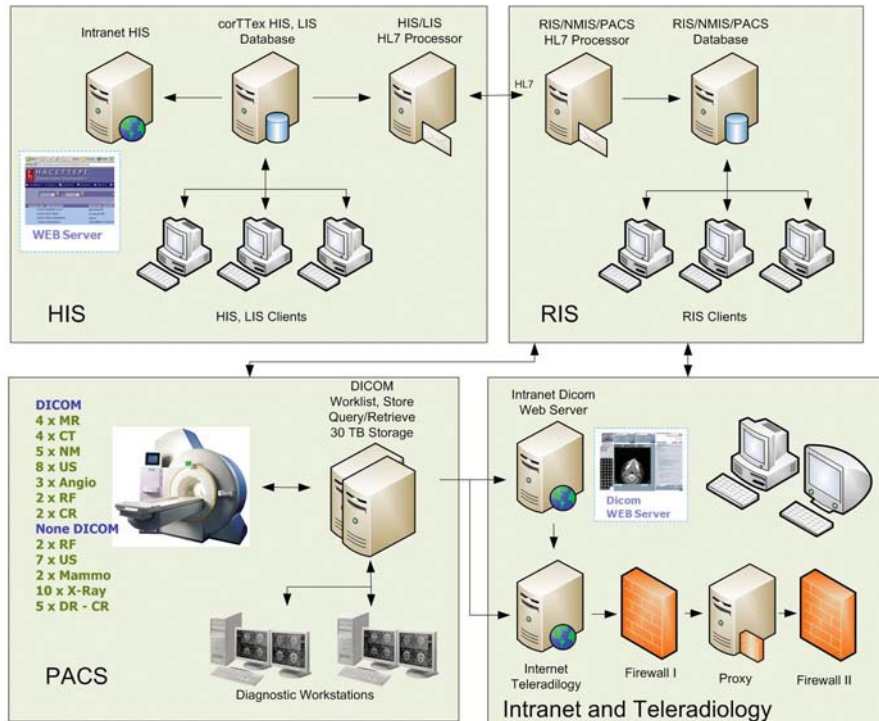
- PACS radyologların ihtiyaçlarını karşılamış ama özel iş istasyonları ve yazılım gerektirdiği için hastane genelinde kullanımı zordur.

- Hasta sayısının sürekli artması ve radyologların işyükünün buna bağlı olarak sürekli artmasıyla radyologların daha hızlı rapor yazabilmeleri için yerden ve zamandan bağımsız olarak görüntülere erişme ihtiyacı doğmuştur.
- Tıbbi görüntüleme cihazlarındaki gelişmeler, radyologların ve alt gruplardaki uzmanların ortak çalışmasını gerektirmektedir. Örneğin nöroradyoloji ve kardiyolojik görüntüler özel uzmanlık gerektiren görüntülerdir.
- HÜ Hastanelerindeki radyologlar başka ülkelerdeki meslekdaşlarıyla ve klinisyenlerle çalışmaya istekli olduklarını gösterdiler. 2006 yılında radyologlarla yapılan bir anket çalışmasında ankete katılan radyologların yaklaşık yüzde doksan beşi (94.8 %) teleradyoloji kullanarak başka ülkelerdeki radyologlarla çalışmak istediklerini söylemiş ve yaklaşık yüzde seksen ikisi (81.4 %) de teleradyolojinin klinisyen memnuniyetini artıracığına inandıklarını belirtmiştir [2].
- Radyoloji eğitimi alan asistanlar için görüntülere İnternet aracılığıyla uzaktan erişmek de bir ihtiyaç haline gelmiştir.
- Radyologların sürekli farklı ülkelerdeki konferanslara ve akademik etkinliklere katılmaları nedeniyle uzaktan hastalarının bilgilerine erişip takip edebilmek de bir teleradyoloji nedenlerinden birisidir.

2. Gereç ve Yöntem

Günümüzde İnternet yaygın bir şekilde kullanılmakta ve standart web browser yazılımları her ortamda çalışmaktadır. Bu nedenle İnternet teknolojilerinde tıbbi görüntülerin bu yazılımlardan izlenebilmesine olanak sağlayan çözümler geliştirilmiştir. Radyologlar da bu teknolojiyi tanımakta ve yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar [3-5]. İnternet teknolojilerinin bu avantajları gözönüne alınarak HÜ Hastaneleri'nde Web Temelli Teleradyoloji Projesi başlatılmıştır.

corTTex® RIS-PACS çözümleri HÜ Hastaneleri'nde 2001 yılından bu yana kullanılmaktadır ve bugün Türkiye'nin en büyük PACS sistemidir. Bu sistem arşivleme sunucusu (archiving server), sorgu/çağırma sunucusu (query-retrieve server), veritabanı sunucusu ve İçerik Adresli Yedekleme (EMC Centera Storage) Ünitelerinden oluşmaktadır. Arşivleme sunucusu tıbbi görüntüleme cihazlarından



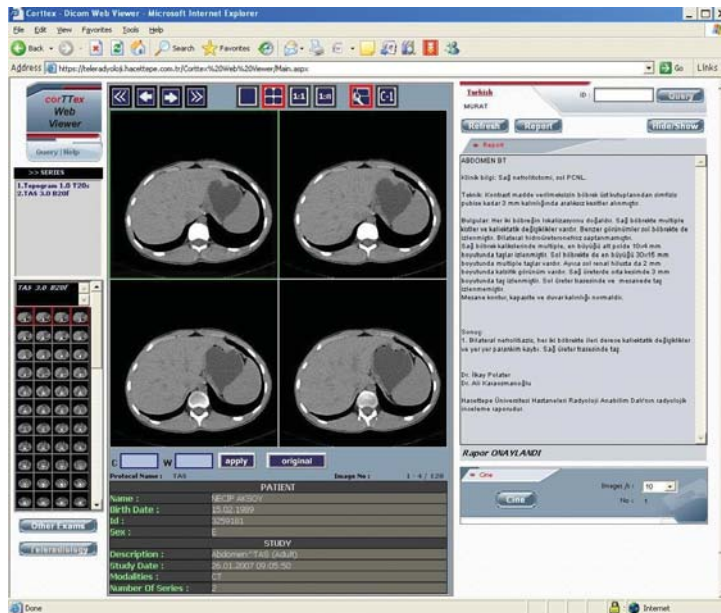
Şekil-1. HÜ Hastaneleri HBS, RBS, PACS ve Teleradyoloji Topolojisi

görüntüleri alır ve saklama ünitelerine gönderir. Sunucu üzerinde çalışan yazılım Microsoft Visual C++ kullanılarak geliştirilmiş ve Windows service olarak kullanılmaktadır. Radyoloji bölümündeki işstasyonlarında GE Centricity RA600 yazılımını tanıya dayalı resim göstericisi (diagnostic image viewer) amaçlı olarak kullanılmaktadır. Radyologlar sorgu/çağırma sunucusu aracılığıyla bu yazılımın arayüzü üzerinden hasta bilgilerine ve görüntülerine erişebilmektedir. Ayrıca bu yazılım belli bir zaman için çağrılan görüntüleri kendi diskinde saklamaktadır ve kısa vadeli saklama ünitesi (short term storage) olarak çalışmaktadır. Veritabanı sunucusu üzerinde ORACLE relational database system ile corTTeX® platformu güçlü bir entegrasyona sahiptir. Şekil-1.'de corTTeX® HBS, RBS, PACS ve Teleradyoloji topolojisi görülmektedir.

Sistemde görüntüler DICOM çoklu iş parçacıkları saklama (multithread store SCP) ile alınır ve başlık (header) bilgisi XML olarak kodlanır. Daha sonra DICOM görüntüler önceden tanımlanmış kurallara göre DICOM kayıpsız (lossless) jpeg gibi istenilen görüntü formatına çevrilir. Bu modüller Microsoft Visual C++ kullanılarak yazılmıştır ve performans problemlerine karşı çoklu iş parçacıkları (multithread) ve çoklu işlemci (multiprocessor) desteği sağlanmaktadır. Görüntüler saklanma aşamasından sonra ışakışı temelli (workflow based) RIS bileşeni tetkik ve görüntülere uygulanacak kurallar için yüklenir. Bu modül Microsoft Visual Basic v6.0 ile geliştirilmiştir. DICOM Genel Ağ Görüntüleyicisi (Web Viewer), Microsoft Visual C# ve ASP.NET kullanılarak yazılmıştır. Ayrıca MS.NET Jitter fonksiyonundan web sunucusu tarafında kod en iyilenmesi (optimizasyonu) için yararlanılmıştır.

Tıbbi görüntülerin izlenebildiği ve görüntü işleme araçlarının kullanılabilirdiği yazılımlar genellikle yazılım ve donanım ortamlarına bağımlı çalışmaktadırlar. Web temelli bir uygulama geliştirilmesine karar verilmesine neden olan en önemli etken uygulamanın ortamdaki bağımsız çalışabilmesidir. MS Internet Explorer ve Netscape Navigator yazılımları her PC de rahatlıkla çalıştırılabildikleri için birçok görüntü uygulamasında kullanılmaktadırlar. PACS'da DICOM formatında saklanan görüntüler JPEG formatına çevrilip kolaylıkla bu yazılımlardan görüntülenebilmektedirler.

Bu çalışmada web temelli teleradyoloji mimarisinde JAVA, Microsoft ASP.NET ortamları kullanılmış ve web server MS IIS üzerinde kurulmuştur. Microsoft Internet Explorer v5.5 default browser olarak tercih edilmiştir. Sistemin kullanıcı bilgisayarlarında çalışabilmesi için Java Runtime Environment gerekmektedir. Sistem hastane içinden ve dışından erişim için iki ayrı sunucu (server) konfigürasyonuna sahiptir.



Şekil-2. corTTeX® Genel Ağ Görüntüleyicisi (Web Viewer) Hasta Görüntüleri ve Raporu Ekranı

HÜ Hastaneleri Yönetimi corTTex® Genel Ağ Görüntüleyicisi (Web Viewer) sistemine erişim için güvenlik politikaları belirlemiştir. Hastane dışından kullanıcılar için belirli süre aktif olan ve e-posta ile gönderilebilen geçici kullanıcı ismi ve şifre yaratılır ve bu kolaylık sayesinde radyologlar hastane dışından meslektaşlarının da sisteme erişip ikinci bir yorum yapabilmeleri sağlamaktadırlar. Güvenlik konusunda diğer bir önlem ise log tutma işlemidir. Sisteme bütün erişimler ağ sunucusu (web server) ve ateşduvarı (firewall) sistemlerindeki günlüklere (log) kayıt edilir. MS İnternet Güvenlik Hızlandırıcı Sunucusu (Internet Security Acceleration Server) IP ve port temelli günlük (log) sistemi sağlar. Veriler Secure Sockets Layer(SSL) protokolü kullanılarak şifrelenir ve 512 bit SSL Certificate kullanılır [6].

Web Viever yazılımında pencere/seviye (window/level) ve yakınlaştırma (zoom) gibi standart görüntü işleme araçları kullanılabilir. Ayrıca görüntüler küçük (thumbnail) olarak izlenebilmekte ve indirilebilmektedir (download) edilebilmektedir. Sistemin kullanımı ve yönetimi oldukça kolaydır.

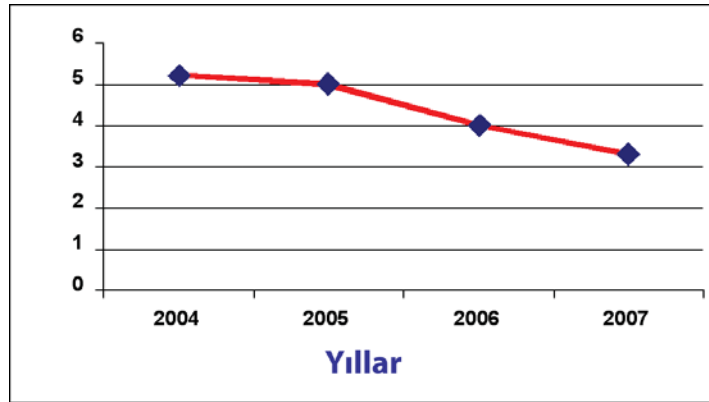
Günümüzde teleradyoloji uygulamalarında kullanılan noktadan noktaya (point to point) yüksek hızlı ağların maliyeti oldukça yüksektir. Ayrıca yüksek kalitede görüntü elde edebilmek için özel yazılımlara ihtiyaç vardır. Web temelli uygulamaların bu tür sınırlayıcı etkileri yoktur. Ancak 500+ kesitli BT görüntüleri vb. uygulamalar için uygun değildir.

3. Bulgular

corTTex® temelli teleradyoloji sistemi HÜ Hastanelerinin ihtiyaçlarına yenilikçi çözümler üretmek için geliştirilmiştir. Bu sistem geleneksel PACS'ın daha etkili kullanımını ve beklenen yararları sağlamıştır. Hastane PACS'ına birçok yerden erişilebilir duruma gelmiştir ve bu nedenle radyologlar daha rahat bir çalışma ortamı elde etmişlerdir. Başka hastanelerde çalışan radyologlara ve özel uzmanlara erişim kolaylaşmış ve hizmet kalitesi artmıştır. Ayrıca işyükü belirli saatler dışına da kaydırılabildiği için zamandan tasarruf elde edilmiştir. Şekil-3.'de HÜ Beyin MR (Manyetik Rezonans) tetkikleri için yıllara göre ortalama tetkik ve rapor yazımı arasında geçen süreler görülmektedir.

Tablo-2. Ortalama Tetkik-Rapor Süreleri

Yıllar	Ortalama Süre(Gün)
2004	5.2
2005	5
2006	4
2007	3.3



Şekil-3. Yıllara Göre Ortalama Tetkik-Rapor Süreleri(Gün)

4. Tartışma

HÜ Hastaneleri'ndeki bu uygulama Türkiye'deki teleradyoloji uygulamaları için öncü uygulamalardan birisi olmuştur. Günümüzde dünyada teleradyoloji ile ilgili birçok konu tartışılmakta ve henüz bütün sorunlar çözülmüş değildir. En çok üzerinde çalışılan konular sağlık verisinin bilgi sistemleri arasında entegrasyonu, güvenli erişimi ve yönetimi, bütünlüğün sağlanması ve yasal konulardır. Türkiye de diğer ülkeler gibi bu sorunlarla uğraşmak zorundadır.

Türkiye bilgi ve iletişim teknolojilerine hızlı geçiş yapan ve uyum sağlamış bir ülkedir. Bütün illerde iletişim ağları kurulmuştur ve telecom operatörleri tarafından yönetilmektedirler. 2003 yılında Sağlık Bakanlığı sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmak ve gelecekte ülkenin ihtiyaçlarına cevap verebilecek

e-Sağlık Projesinin başlatılmasına karar vermiştir. Bütün bu çalışmalara rağmen, Türkiye teleradyoloji kullanımında henüz başlangıç aşamasındadır. Günümüze değin Gazi Üniversitesinde bazı teletıp uygulamaları gerçekleştirilmiş ve diğer hastanelerde teletıp çalışmaları yapılmıştır [7]. Bu gelişmeler göz önüne alındığında HÜ Hastaneleri'nde gerçekleştirilen bu uygulama öncü çalışmalardan birisi olmuştur.

Türkiye'de bazı bölgelerde özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde sağlık personeli eksikliği vardır. Bu bölgelerdeki birçok insan daha iyi sağlık hizmeti alabilmek için büyük şehirlerdeki hastaneleri ziyaret etmektedirler. Eğer teleradyoloji kullanımı yaygınlaşırsa, buna gerek duyulmayacaktır. Bu açıdan düşünülürse ülkemiz için teleradyoloji kaçınılmaz bir ihtiyaçtır.

5. Sonuç

Bu çalışmada HÜ Hastaneleri'ndeki PACS altyapısı ve görüntülere Intranet ve Internet ortamından erişimi sağlayan corTText® temelli teleradyoloji çalışması tanıtılmıştır. Bu sistem sayesinde istenilen zaman ve yerden PACS'dan hasta görüntülerine erişilebilmektedir. Ayrıca hastane dışından kullanıcılar da sisteme erişip, görüntüleri yorumlayabilmektedirler.

Bu çalışma Türkiye'deki ilk teleradyoloji uygulamalarından birisidir. Sistem radyoloji hizmetlerine birçok açıdan kolaylık sağlamış ve uzaktaki radyologlara erişip, ortak çalışabilme imkanı sunmuştur.

Gelecekte tıbbi görüntüleme sistemlerindeki gelişmeler radyologların işyükünü artıracak ve daha çok özel uzmana ihtiyaç duyulacaktır. Bu değişiklikler düşünüldüğünde teleradyoloji büyük önem kazanacak ve radyoloji kavramı yeniden şekillenecektir. Türkiye'deki sağlık yetkilileri bu gelişmeleri gözönüne alarak gelecek planları yapmaktadır ve daha geniş kapsamlı yapmalıdırlar. Ayrıca hızlı bir şekilde yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Yüksek hızlı ve düşük maliyetli radyoloji ağı kurulmalı ve radyologlar iletişim halinde olmalıdırlar. Ayrıca devlet ve özel sektör işbirliği yapmalı ve ortak çalışmalıdır.

6. Kaynakça

- [1] The American College of Radiology. ACR Standard for Teleradiology. http://imaging.stryker.com/images/ACR_Standards-Teleradiology.pdf 14/02/2007
- [2] Yıldırım P, Gülkesen KH, Çeken K. Current Status and Survey on Radiologists' View of Teleradiology in Turkey. 2006, Basılmamış veri.
- [3] Finn MK. Web Technology- the future of teleradiology? Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2001; 66: 87-90.
- [4] Bela K, Adam MR, Zoltan G. Clinical evaluation of multi modality image archival and communication system in combination of WEB based teleradiology. International Congress Series. 2005; 1281: 974-979
- [5] Zhang J, Sun J, Yang Y, Chen X, Lian P, Web-based electronic patient records for collaborative medical applications, Computerized Medical Imaging and Graphics 2005;29;115-124
- [6] Pereira J, Lamelo A, Vazquez N, Fernandez M, Lopez G, Teijero J, Pazos A, Design and Implementation of a Dicom PACS with Secure access via Internet, Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE, 2001;4; 3724- 3727
- [7] Sağlıkta E-Dönüşüm, <http://www.saglik.gov.tr> 19/02/2007

7. Sorumlu Yazarın Adresi

Pınar YILDIRIM, Çankaya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, Öğretmenler Cad. No:14, 06530 Balgat, Ankara E-posta: pinar@cankaya.edu.tr