

Teletıpta Mobil Uygulama Çalışması ve Mobil İletişim Teknolojilerinin Analizi

Ali Hakan IŞIK¹, İnan GÜLER²

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara
ahakan@gazi.edu.tr¹, iguler@gazi.edu.tr²

Özet— Günümüz bilgi çağında, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler insanların kültürel, sosyal, eğitim ve sağlık alanlarındaki ihtiyaçlarında köklü değişimlere neden olmaktadır. Zaman ve mekân kavramı olmadan ihtiyaçları her zaman ve her yerden karşılama gereksinimi ortaya çıkmıştır. İnsan temelindeki bu değişim sağlık sistemlerinde de etkisini göstermiştir. Sağlık sistemlerindeki bu değişim yeni kavramların oluşmasına neden olmuştur. Bu kavramlardan en önemlilerinden birisi teletıp'dır. Söz konusu alanda mobil iletişim teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Hastadan fizyolojik işaretlerin ve hastalığa özel testlerin PDA' ya alındığı, buradan da söz konusu verilerin 3G ve 4G kablosuz iletişim teknolojileriyle uzak mesafelere iletildiği mobil uygulama çalışmaları yapılmaktadır. Böylece, hastanın taşınabilir cihaz üzerinden kendi kendini kontrol etmesi, uzak mesafelere aktarılan fizyolojik işaretlerle uzman doktorun hastayı takibi, acil durumlarda da ilgili merkeze bilgi gönderilmesi sağlanmaktadır. Çalışmada teletıp alanında kullanılan mobil iletişim teknolojileri, avantaj ve dezavantajları ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve çeşitli öneriler sunulmuştur. Bununla beraber geliştirilen mobil uygulama ile astım hastalığının seyri takip edilebilmekte, uzun süreli istatistikî bilgilere ulaşılması ile daha etkin tedavi süreci belirlenebilmekte, kısıtlı uzman doktor ile geniş hasta kitlelerine ulaşılabilir.

Anahtar Kelimeler— Teletıp, PDA, 3N, Astım

Mobile Application Study in Telemedicine and Analysis of Mobile Communications Technology

Abstract— In today's information age, rapid developments in information and communication technology cause fundamental changes in people's cultural, social, educational, health care needs. Meeting the needs and requirements at anytime and anywhere has emerged without the concepts of time and space. This fundamental change in human being also revealed its effect in health system. The change in health system has led to emergence of new concepts. One of those most important concepts is telemedicine. Mobile communication technologies are used effectively in this field. Mobile application studies are performed such as receiving physiological signals and disease-specific test results from patients to PDA and then these data are transmitted over long distances via 3G and 4G wireless technology. Thus, self-controlling of patient over portable devices, following of patients by specialist doctor by using physiological signals that is transferred over long distance, sending information to the relevant emergency center are provided. In this study, mobile communication technologies that are used in the field of telemedicine, their advantages and disadvantages have been described in detail and various proposals have been presented. In addition, progression of asthma can be observed by using developed mobile application, identification of its effective treatment process can be made by using long-term statistical information and large number of patients can be reached by limited number of specialist doctors.

Keywords— Telemedicine, PDA, 3G, Asthma

1. GİRİŞ

Sağlık sistemlerindeki ilerlemeler yeni kavramların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu kavramlardan en önemlilerinden birisi Teletıp'dır. Uzak merkezler arasında bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak tanı, tedavi, takip,

değerlendirme amaçlarıyla fizyolojik işaretlerin gönderilmesi, depolanması ve sağlık hizmetlerinin sunumuna Teletıp (Telemedicine) denir[1, 2]. Bu hizmetler eğitim, yönetim, araştırma alanlarında klinik ve klinik olmayan hizmetleri içerdiği durumda Telesağlık(TeleHealth) olarak adlandırılmaktadır[3]. Ayrıca teletıp, uzak merkezden gerçek zamanlı hastayı

yönetmek, karar destek, uzaktan algılama, ortak çalışma ortamı olarak kullanılmaktadır[4].

Sağlık hizmetlerinin nüfusla beraber maliyetinin artması, hastanın hastaneye gelme sıklığını azaltma ihtiyacı, uzman doktorlardan daha etkin yararlanmak, hastalık ile ilgili uzun süreli istatistikî bilgiye ulaşılmasıyla daha etkin tedavi yöntemlerini belirlemek gibi etkenler teletıp uygulamaların başlamasına ve gittikçe yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Teletıp uygulamalarının sağladığı bazı avantajlar aşağıda anlatılmaktadır.

Birinci avantaj, hastalığın tanı ve tedavi sürecinde bölgesel farklılıkların ortadan kalkmasıdır. Sağlık merkezlerine uzak olan hastalar da teletıp sayesinde sağlık hizmetlerinden faydalanabilmektedirler.

İkinci avantaj, verimliliktir. Hastaların uzaktan takibi ile hastane masrafları azalacağı gibi zamandan da tasarruf edilmektedir. Hasta nerede olursa olsun, hastaya ait veriler uzman kişiler tarafından izlenebilir.

Başka bir avantaj ise hasta ve hasta bilgilerine istenildiği anda hemen ulaşılabilmesidir. Yeni gelişmeleri takip etmek, ya da başka uzmanlara danışmak hastalıkların tanısında ve tedavisinde hızlı, doğru ve etkili karar verilmesini sağlar[5].

1.1. Teletıp Tarihiçesi

Teletıp uygulamalarının başlangıcı 1960'lı yıllara uzanmaktadır. İlk olarak 1964 yılında, Omaha'daki Nebraska Psikiyatri Enstitüsü ile Norfolk'taki State Mental Hastanesi arasında, 180 km uzunluğunda kapalı devre televizyon sistemi kurulmuştur [6]. Bu sistem uzmanlar arasında interaktif konsültasyonlar yapılabilmesini sağlamıştır. Yine bu yıllarda Kuzey Amerika'da, uzman hekim bulunmayan kırsal yerleşim alanlarına sağlık hizmeti vermek amacıyla özel hatlar kurularak teletıp uygulamaları başlamıştır. 1968 yılında Massachusetts Hastanesi ile Boston Havaalanı arasında kurulan video bağlantısı sayesinde havaalanında sürekli hekim bulunması ihtiyacını ortadan kaldırmıştır[7]. 1968 yılında INTERACT programıyla Vermont Üniversitesi kırsal alanlarda teletıp kullanılarak uzman doktorlardan konsültasyon ve eğitim sağlandı [8]. 1970 ve 1980'lerde, uydular ile iletişim tekniklerinin de gelişmesiyle de beraber, uzak mesafelerde bulunan kliniklerle bağlantıların kurulabilmesi için birçok proje başlatılmıştır. Özellikle A.B.D. ve Kanada'da çeşitli teletıp projeleri başlatılmıştır. Maliyetlerin yüksek olması nedeniyle bu projelerin çoğu devam ettirilememiştir. Almanya'da ise, Medkom çerçevesinde 30 hastane 1986'dan günümüze, video konferans ile çalışmalarını sürdürmektedirler. Amerika ile Çin arasında yapılan bir çalışmada da, Çin'deki hastaların tedavisinde Amerika'da ki doktorların teşhise ve tedaviye yardımcı olmaları sağlanmıştır. Günümüzde ise, bilişim ve iletişim sektörlerindeki gelişmelere paralel olarak teletıp uygulamaları da gittikçe artmaktadır. Amerika, Kanada,

Avustralya, İngiltere ve Almanya teletıp uygulamalarında önde gelen ülkelerdir [5].

1.2. Teletıp Kullanım Alanları

Teletıp sadece hastanelerde değil askeri alanda, uzay araştırmalarında, cezaevlerinde uzaktan konsültasyon amacıyla kullanılmaktadır. Aşağıda teletıp alanında bazı kullanım alanları belirtilmiştir.

Uzaktan hasta takibi; Uzak mesafelere iletilmek amacıyla, çeşitli elektronik cihazlar kullanarak hastaya ait veriler alınır ve değerlendirilmek üzere izleme merkezine gönderilir. Örneğin, uzaydaki astronotların kalp atış hızları, kandaki oksijen, karbondioksit miktarı gibi veriler çeşitli yöntemlerle dünyadan izlenebilmektedir. Yine teletıp ile sağlık merkezlerine uzak yerlerde çalışanların ya da hastane dışındaki hastaların tıbbi verileri uzaktan takip edilebilmektedir.

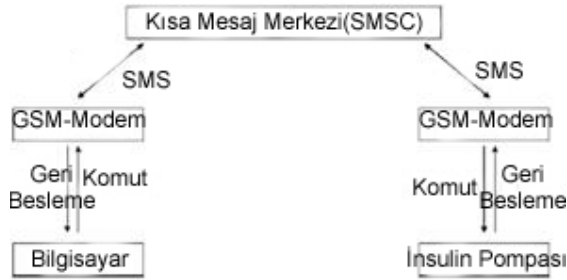
Hastalığın tanı ve tedavisi; Hastalığa tanı konmasında zorlanıldığı durumlarda, hastaya ait bilgi ve yapılan tetkikler, bilişim ve iletişim araçları aracılığıyla başka merkezlere gönderilir. Uzakta bulunan uzmanlar veya merkezler aracılığıyla teşhis konulabilir ve tedavi düzenlenebilir.

Tıbbi eğitim ve araştırma; Veritabanlarına erişim ve özel seminerler ile tıp merkezlerine uzakta bulunan sağlık personeli ve hastalar için sürekli bir eğitim ve araştırma olanağı sağlanır[5].

2. TELETIP ALANINDA MOBİL İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Eduardo ve arkadaşlarının "Enhanced 3G-Based m-Health System" adlı çalışmasında, ambulanstaki personel ile uzaktaki hastanede bulunan bir uzman hekim arasında 3N(Üçüncü Nesil) ile mobil erişimin gerçekleştirilmesi, ayrıca gerçek zamanlı olarak fizyolojik işaretlerin ve video konferansın diğer gerçek zamanlı olmayan servisler kullanılarak iletilmesini anlatmaktadır. Sistem uygun sıkıştırma-açma yöntemleri (codecs) ve servis kalitesi(QoS) mekanizması kullanılarak gerçekleştirilmektedir [6]. Şekil 1. de Eduardo ve arkadaşlarının önerdiği mobil sağlık sistemi mimarisi gösterilmektedir.

komutu iletir ve step motor insülin enjekte etme işlemini gerçekleştirir. Aşağıda Şekil 5. de GSM tabanlı bilgisayar kontrollü insülin pompasının çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 5. GSM tabanlı bilgisayar kontrollü insülin pompasının çalışma prensibi

Bilgisayar tarafında geliştirilmiş olan yazılım, günün belirli saatlerinde belirli miktarlarda insülin enjekte etmek üzere ayarlanmıştır. Yazılım sürekli olarak çalışmakta ve insülin pompasının kontrolü için gereken SMS'leri üretmektedir. Aşağıda Şekil 6 da geliştirilmiş olan yazılımın akış şeması gösterilmektedir[10].

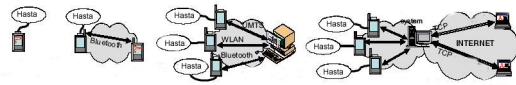


Şekil 6. İnsülin pompası kontrol yazılımının akış şeması

Cano-García ve arkadaşlarının tıbbi kişisel alan ağları için PDA tabanlı taşınabilir kablosuz EKG monitörü adlı çalışmada, Şekil 7. de gösterilen PDA'ya takılan PCMCIA kart ile hastadan EKG sinyallerinin alındığı, geniş bir alanda kullanılabilen kablosuz bağlantıya sahip giyilen EKG monitörü senaryoları gerçekleştirilmiştir. Bir veya birçok hastanın taşınabilir cihaz üzerinden Bluetooth, WIFI ve UMTS gibi farklı kablosuz teknolojilerle uzaktan takibi sağlanmıştır.



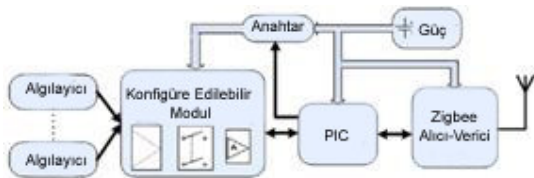
Şekil 7. PDA cihazı üzerinde taşınabilir sinyal elde etme sistemi



Şekil 8. PDA tabanlı izleme için uygulama senaryoları

Şekil 8.'de görülen senaryolarda sadece taşınabilir PDA'nın kullanıldığı, bluetooth ile uzaktan bağlantı kurulduğu, kablosuz bağlantı ile uzaktan takip ve web arayüzü eklenen farklı senaryolar ile hasta takibi sağlanmıştır[11].

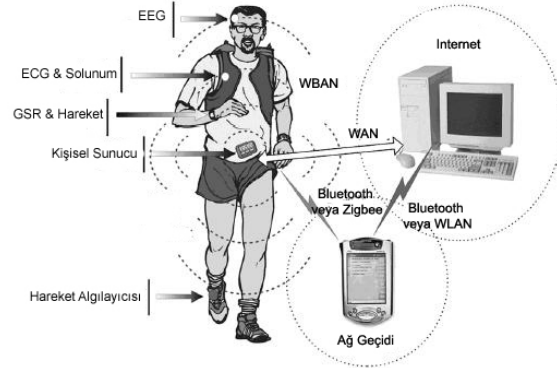
Valdastrı ve arkadaşlarının "An implantable ZigBee ready telemetric platform for in vivo monitoring of physiological parameters" adlı çalışmada, vücut içerisinde çeşitli fizyolojik parametrelerin gerçek zamanlı izlenebilmesi için çok kanallı, çift yönlü ve gömülebilir biyotelemetrik bir platform geliştirilmiştir. Şekil 9 da görüldüğü gibi sistem iki kısımdan oluşmaktadır. Gömülü kısım ile uzaktan izleme merkezi arasındaki telemetrik bağlantı için ZigBEE kablosuz iletişim teknolojisi kullanılmıştır. Gömülü ünitenin firmware kodu telemetrik bağlantı üzerinden güncellenebilmekte ve kullanıcı ile gömülü ünite arasında etkileşim sağlanmaktadır. Sistemde sıcaklık ve basınç olmak üzere 2 adet sensör kullanılmıştır. Kullanıcı ünitesi ile gömülü ünite arasında noktadan noktaya ZigBEE bağlantısı kurulmuştur[12].



Şekil 9. Gömülü sistemin blok diyagramı.

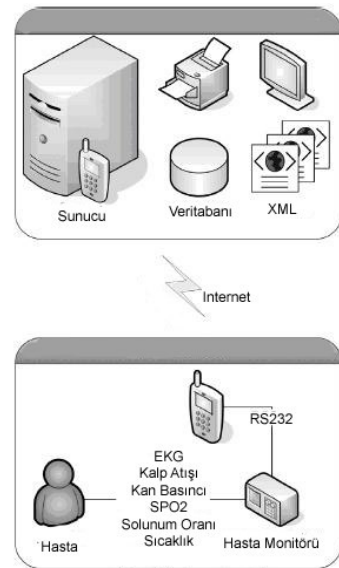
Şekil 10 da görülen Istepanian ve arkadaşlarının mobil sağlık sistemi çalışmada, hastanın tüm fizyolojik işaretler kablosuz bağlantıya sahip algılayıcılar aracılığıyla hastanın konumundan bağımsız olarak alınıp

gözlemlenebilmektedir. Böylece mobil takip sistemi geliştirilmiştir[13].



Şekil 10. Mobil takip sistemi mimarisi

Figueredo ve arkadaşların, Şekil 11 de görülen, evde bakım ve hasta izleme için mobil teletıp sistemi çalışmasında yaşlı nüfusunun giderek artması, hastanelere ulaşım zorluğu ve kronik hastaların sürekli bakım ihtiyacı dikkate alınmış ve hastalardan EKG, kalp atışı, kan basıncı, SpO₂, solunum değerleri, sıcaklık değerleri Agilent A3 marka hasta başı monitör ile alınmıştır. Buradan da söz konusu veriler RS232 seri port aracılığıyla mobil telefona aktarılmıştır. Mobil telefon söz konusu verileri paketlere dönüştürmekte ve TCP/IP veya UDP protokolü ile hastanedeki sunucuya göndermektedir. Sunucu tarafında çalışan Java tabanlı yazılım, tıbbi verilerin doktorlar tarafında görüntülenmesini, arşivlenmesini, analiz edilmesini sağlamakta, hasta tarafında çalışan istemci yazılım da kullanıcılar için kullanımı kolay ara yüz sağlamaktadır[14].



Şekil 11. Evde bakım ve hasta izleme için mobil teletıp sistemi

Gao ve arkadaşlarının Şekil 12 de görülen çalışmasında, afet durumunda hastaların hayati durumunu görüntülemek ve hastaneye kadar durumunu takip etmek için hayati fizyolojik sinyalleri alan giyilebilir algılayıcıları, konum algılayıcıları, ad-hoc ağları, elektronik hasta kayıt ve web portalıyla entegre olan gerçek zamanlı hasta takip sistemi geliştirilmiştir. Giyilebilir darbe oksimetre ve kan basıncı algılayıcıdan alınan veriler IEEE 802.15.4 standardı(Zigbee) ile dizüstü bilgisayara aktarılmakta, hastanın konumu açık mekânda GPS ile kapalı mekânda Harvard üniversitesinin geliştirdiği MoteTrack sistemiyle takip edilmektedir. Diz üstü bilgisayarda bulunan kablosuz EVDO kartları ile bilgiler hastanede bulunan OPTIMUS firmasının geliştirdiği hastane ön-bakım yazılımına iletilmektedir Hastadan alınan fizyolojik değerler önceden belirlenen değerleri aştığında sistem görüntülü ve sesli alarm vermektedir. Hastalardan alınan verilerin değerlendirilmesiyle acil müdahale bekleyen hastalar arasında önceliklendirme yapılabilmektedir.



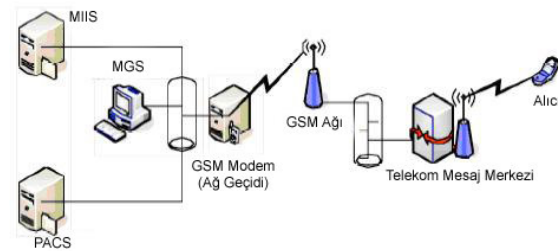
Şekil 12. Hasta Bilgi Akışı

Gerçekleştirilen sistem Şekil 13 de görülen eşik değerlerine bağlı olarak oksijen konsantrasyonunun azalması, kalp atışının azalması(bradikardi), artması(taşikardi) ve değişimine bağlı olarak acil durum merkezine bilgi vermektedir[15].

Uyarı Çeşidi	Algılama Parametresi
Düşük SpO ₂	SpO ₂ < 90% *
Brakardi	HR < 40 bpm *
Taşikardi	HR > 150bpm *
Kalp Atışı(HR) değişimi	$ \Delta HR / 5 > 19\%$
Kalp Atışı(HR) durumu	son dört ölçülen değer değişimi > 10 %
Kan Basıncı Değişimi	Sistolik ve Diyastolik değişimi > 11

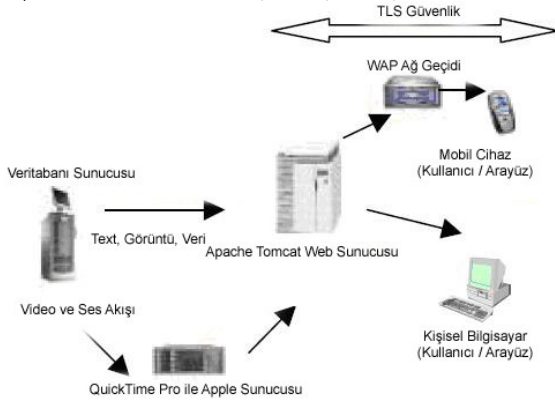
Şekil 13. Alarm bulma parametreleri

Eugene ve arkadaşlarının “Development of an Electronic Medical Report Delivery System to 3G GSM Mobile (Cellular) Phones for a Medical Imaging Department” adlı çalışmasında, elektronik tıbbi rapor iletim sistemiyle hastaların tıbbi resim ve raporlarının gezgin(mobil) cihazlar ile uzman hekimlere 3N(Üçüncü Nesil) iletişim teknolojileri ile iletilmektedir[16]. Şekil 14 de geliştirilen sistemin mimarisi görülmektedir.



Şekil 14. 3N(Üçüncü Nesil) Elektronik Tıbbi Rapor İletim Sistemi

Teong ve arkadaşlarının, Şekil 15 de görülen mimariye sahip sistemde“3G Compliant WAP Based System For Medical Data Access” adlı çalışmada, 3N(Üçüncü Nesil) ile uyumlu çalışan, tıbbi verileri güvenli bağlantı ile sunucudan alan ve söz konusu verileri uzman hekimin görüntülemesi için gönderen sistem geliştirilmiştir. Buna ilaveten, hasta kayıtlarına hastaneden erişmesini sağlayan, yazılı kayıtlar ve tıbbi görüntülerin gönderilmesini sağlayan WAP uygulama protokolü geliştirilmesi amaçlanmıştır[17].



Şekil 15. 3N(Üçüncü Nesil) uyumlu WAP tabanlı sistem

3. MOBİL SAĞLIK

Mobil sağlık, sağlık hizmetleri için iletişim teknolojisi, tıbbi algılayıcı ve mobil bilgisayar kullanımı olarak tanımlanmaktadır. Bu yeni tanım, e-sağlık sistemlerinin, geleneksel teletıp platformundan kablosuz ve mobil yapılandırmaya dönüşümünü temsil etmektedir. Kullanımı artan ve giyilebilen teknolojilerdeki gelişmelerle beraber kablosuz haberleşmede mevcut olan ve yeni ortaya çıkan gelişmelerin gelecekteki sağlık hizmetlerinin sunumunda radikal değişikliklere neden olacağı düşünülmektedir[18].

Akıllı algılayıcılardaki, ilaç verme cihazlarındaki gelişmeler, hareketliliği de sağlayacak şekilde, kişisel sunucularla iletişimi sağlamıştır. Kişisel sunucularda, WPAN, WLAN, WAN vb. uzak bağlantı topolojileri ile kablosuz olarak teletıp sunucularına küresel bağlantı sağlamıştır. Bu iki alandaki gelişmeler cep telefonu ve taşınabilir akıllı cihazlarda(PDA vb.) hızlı ilerlemeleri tetiklemiştir[19].

3.1. Sağlık Sistemlerinde Kullanılmakta Olan Teknolojiler ve Kısıtları

Biyomedikal alanında kablosuz izleme, kalp atışı, kan basıncı, kan oksijen konsantrasyonu, ECG, EEG vb. fizyolojik işaretlerin takip edilmesini kapsamaktadır. Örneğin, GPRS tabanlı 2.5N iletişim teknolojisi ile söz konusu işaretlerin takip edilmesinde bazı kısıtlamalar mevcuttur. Bunlardan bazıları[20];

- Standart ve farklı mobil iletişim teknolojileriyle esnek ve beraber çalışmadaki sorunlar,
- Haberleşme servisleri, cihazlarıyla bağlantı ve uyumda işletim zorlukları,
- Yüksek maliyetli ve düşük hızlı veri transfer ücretleri,
- Sağlık hizmetlerinin sunumunun karmaşık bir sektör olması, e-sağlık ve mobil-sağlık sistemlerinden yararlanmak için organizasyonel değişikliğe ihtiyaç bulunması,

- Sağlık bakım uzmanlarının ve doktorların, mobil sağlık sistemlerinin kısa ve uzun vadeli yararlarını tam olarak kavrayamaması,
- Mobil sağlık sistemlerinin ücretlendirilmesi ve geri ödenmesinde henüz tam bir gelişme ve standardın olmaması,
- Mobil sağlık sistemlerin, hastane bilgi sistemi, tıbbi kayıt vb. sistemlerle uyumlu çalışmasındaki eksikliklerdir.

3.2. 3N Kablosuz İletişim Teknolojisinin Mobil Sağlık Sistemlerine Etkisi

Kablosuz iletişim ve mobil şebeke teknolojilerindeki gelişmeler, mobil sağlık sistemlerinde tetikleyici etkiye sebep olmuştur. Üçüncü nesil(3N), yeni nesil mobil teknolojilere verilen genel addır. 3N'de klasik frekans veya zaman çoklu iletişim (multiple access) tekniklerinden prensip olarak farklı olan kod bölmeli çoklu erişim CDMA (Code Division Multiple Access) teknolojisi kullanılır. 3N'in en önemli özellikleri; TDMA (Zaman bölmeli çoklu erişim), CDMA(Kod bölmeli çoklu erişim) vb. erişim tekniklerini tek çatı altında toplaması, 0-40 km/saat arasında, 2 Mbit veri iletişimi sağlaması, görüntülü konuşmayı sağlaması, konumlandırma servislerini sağlaması, 2100 / 2400 Mhz frekans bandını kullanmasıdır. 3N ile gelen yüksek veri transfer hızı, iletiminde büyük zorluklar ve gecikmeler meydana gelen fizyolojik işaretlerin daha hızlı ve güvenli iletilmesini sağlamıştır[21, 22].

3.3. 4N Kablosuz İletişim Teknolojisinden Beklenen Özellikler

4N(Dördüncü Nesil) mobil iletişim teknolojisinin, UMTS, GSM, WLAN, Bluetooth, Zigbee ve yeni geliştirilecek kablosuz iletişim teknolojilerinin beraber çalışmasını sağlayacağı ve söz konusu teknolojileri tek çatı altında toplayacağı düşünülmektedir. 4N'nin temel özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Yüksek kullanılabilirlik. Kullanıcın, çok çeşitli uygulama servislerini çoklu kablosuz şebekelerde kullanabilmesi,
- Düşük haberleşme ücretleriyle multimedya servislerini destekleyecek.4N multimedya servislerine yüksek veri iletimi, güvenilirlik, bit başına düşük iletişim ücreti sağlayacak,
- 4N, farklı kullanıcıların farklı servisleri kullanmasını sağlayacak,
- 4N ile kullanıcılar farklı servis sağlayıcılardan, farklı servisleri istedikleri zaman kullanabileceklerdir.

4N sistemlerden beklenen temel teknolojik gelişmeler;

- İletim hızının 3N den daha yüksek olması(200 Mb/sn.)
- Sistem kapasitesinin 3N den 10 kat daha fazla olması,

- İletişim masraflarının 3N'e göre 10-100 kat daha düşük olması,
- IPv6 protokolünü desteklemesi,
- Kullanıcının ihtiyacı olan multimedya servislerini istenen kalitede sunması(QoS),
- Kullanıcı dostu servisleri, diğer kablosuz iletişim teknolojilerine göre daha az bekleme süresinde sağlamaktır.

4N ile gelen yeniliklerin, normal ve hasta bireylere önemli avantajlar sağlayacağı ve hayatı daha da kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Coğrafi engellerden bağımsız, yüksek hızda, sesli ve görüntülü servislerin kullanıcı temelli sağlık sistemlerine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. 4N, hem uzman hekimlere hem de hastalar için kritik hasta bilgilerini ve tıbbi bilgileri muhafaza ederken, aynı zamanda serbest dolaşımı da sağlayacaktır[13].

3.4. Hasta ile Taşınabilir Cihaz Arasında Kullanılan Mobil İletişim Teknolojileri

Mobil sağlık sistemlerinde, hastadan çeşitli fizyolojik işaretlerin taşınabilir cihaza kablosuz iletilmesinde sıklıkla bluetooth ve zigbee teknolojileri kullanılmaktadır.

Bluetooth, 1994 yılında Ericsson tarafından cep telefonları ve cep telefonu aksesuarları arasında kablosuz iletişim kurulabilmesi için geliştirilen düşük güç tüketimli, düşük maliyetli radyo arabirimidir. Bluetooth ile diğer çözümler arasındaki en belirgin fark, bluetooth ile birden çok cihazın birbirleri ile aynı anda iletişim kurabilmesidir. Örneğin bilgisayar, PDA vb. cihazlara kablosuz noktadan noktaya yada noktadan çoklu noktaya bağlantı sağlanır. Bluetooth teknolojisindeki radyo bağlantısı ile, kızıl ötesi iletişim teknolojisindeki gibi, görsel temasa ihtiyaç duyulmamaktadır. Diğer standartlarda olduğu gibi bluetooth da 2,45 GHz ISM bandını kullanmaktadır. Parazitleri büyük ölçüde önleyebilmek için frekans atlama yöntemine başvurulmaktadır. Bluetooth ağı içerisindeki cihazlar 10-100 metre alan içerisinde, 400 kb/sn simetrik veya 700-150 kb/sn. asimetrik veri iletimi sağlamaktadır.

Zigbee(IEEE 802.15.4 standardı) düşük veri transfer oranına sahip, aylarca yada yıllarca yeterli olabilen batarya ömürlü ve düşük karmaşıklığa sahip yeni nesil iletişim teknolojisidir. Uluslararası lisansı olmayan frekans bandında çalışmaktadır. 2.4 GHz bandında 16 kanal kullanmakta ve her band için maksimum veri transfer oranı 250 kb/sn.'dir. Zigbee teknolojisinin dezavantajları; düşük veri transfer oranı ve uyumlu cihaz sayısının yetersizliğidir. Düşük güç tüketimiyle yıllarca kullanılabilmesi, çok çeşitli şebeke topolojilerini desteklemesi söz konusu teknolojinin en önemli avantajlarıdır. Örneğin deri altına yerleştirilen bio algılayıcıdan alınan fizyolojik işaretlerin düşük güç tüketimli ve uzun ömürlü Zigbee teknolojisi ile taşınabilen akıllı telefona iletildiği uygulamalar yaygınlaşmaktadır[22, 23].

4. TELETİPTA MOBİL UYGULAMA ÖRNEĞİ

Astım, havayollarının artmış bronşiyal aşırı duyarlılığın eşlik ettiği, kronik iltihapla ile karakterize bir hastalıktır. [24]. Kronik bir hastalık olmasından dolayı sürekli takip edilme ihtiyacı bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü 2005 yılı raporuna göre 300 milyon insan astımdan zarar görmüş ve 255.000 insan astımdan yaşamını yitirmiştir [25].

Astım hastalıklarının özel olarak değerlendirilmesi için geliştirilmiş astım kontrol testi hastalığa özgü bir anketir. Hastalığın seyrinde meydana gelebilecek değişiklikleri fark edebilecek derecede duyarlıdır. Bu test, astım sıkıntısının derecesini ve yaşamı ne kadar etkilediğini öğrenmek için düzenlenmiştir. Test hastalığı en çok etkileyen problemlerin neler olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Ankette öksürük, nefes darlığı, hırıltı, kullanılan ilaçlar, hakkında sorular bulunmaktadır.

Çalışmada Visual Studio .NET ile geliştirilen program, astım kontrol testinin PDA üzerinden cevaplanıp web servisi ile mobil iletişim teknolojisi kullanılarak web sunucusundaki SQL veritabanına iletilmesini sağlamaktadır.

Web Servisi Nedir?

Web servisi, XML mesajlaşma tabanlı bir sistem entegrasyon yöntemidir. Bilgisayarlar arasında ağ üzerinden etkileşimi ve uyumluluğu sağlayacak yazılım sistemidir. Günümüzde birbiriyle haberleşecek sistemleri gerçeklemek için en çok tercih edilen yöntem web servisidir. Web servisi, XML tabanlı mesajlaşmayı esas alır. Bu nedenle, eski entegrasyon sistemlerinin aksine, haberleşecek sistemlerin birbirlerinin gerçeklenmelerinden haberdar olması veya platformlarının uyumlu olması gerekmez. Örneğin, Java ile geliştirilmiş ve UNIX sistem üzerinde çalışan bir uygulama ile .NET ile geliştirilmiş ve Windows işletim sistemi üzerinde çalışan bir uygulama, birbirlerinin çalışma ortamlarından bağımsız olarak, XML iletişim standartları aracılığıyla iletişim kurabilir. Web servisinin en büyük faydası budur[26].

Geliştirilen programın testi Visual Studio Pocket PC 2003 mobil Emulator ile Şekil 16. da görüldüğü gibi yapılmıştır.



Şekil 16. PDA da astım kontrol testi

Emülator var olmayan bir platformun mevcut platformunuzda çalıştırılmasını sağlayan programa denir. Örneğin Windows XP Platformunu bir Cep telefonuna çevirir. Emulator yerine bazen simulator deyimini de kullanılmaktadır[27].

Microsoft ActiveSync, Windows Mobile tabanlı aygıtlara yönelik en yeni eşitleme yazılımı sürümüdür. Emülator kullanarak bilgisayar ile PDA arasında eşitleme Microsoft aşağıdaki Şekil 17. de görülen ActiveSync ile sağlanmaktadır.



Şekil 17. Microsoft Active Sync

Geliştirilen mobil uygulama ile astım hastalığının seyri zaman ve mekân kavramı olmadan her zaman ve her yerden takip edilebilmekte, uzun süreli istatistikî bilgilerle ulaşılabilmektedir. Bu beklentilerden bazıları aşağıdaki gibidir;

kısıtlı uzman doktor ile geniş hasta kitlelerine ulaşılabilmektedir.

5. SONUÇLAR ve İRDELEME

Mobil iletişim teknolojileri, kısa ve uzun mesafede kullanılmaları, güç tüketimleri, veri transfer oranlarına göre farklılaşmaktadır. Fakat birbirleri ile uyumlu çalışmalarındaki sorunlar, söz konusu teknolojilere destekleyen cihazların yetersizliği ve bu teknolojilere geçişteki ek maliyet, mobil iletişim teknolojilerinin sağlık sistemlerinde kullanımını kısıtlayan en önemli sorunların başında yer almaktadır. Bununla beraber teletıp ile hastaneler müşahede yeri olmaktan çıkıp müdahale yeri haline gelmektedir. Teletıp ile hastanın zaman ve mekândan bağımsız olarak sürekli takibinde kullanılan cihazlardan kaynaklanan elektro manyetik dalga ve benzeri etkiler bu yöntemin yan etkileri arasındadır. Söz konusu etkilerle beraber mobil sağlık sistemlerinden çeşitli beklentiler ortaya çıkmıştır. Bu beklentilerden bazıları aşağıdaki gibidir;

- Uzman doktorların evinden de erişebileceği, hastalığın takibi amacıyla uzak merkezler arasında hasta ile uzman doktoru bir araya getiren, mobil iletişim teknolojilerinin getirdiği yenilikleri kullanan, zaman ve mekân ortadan kaldıran bir sistem olmak,
- Hastaların sadece hastaneye gittiğinde alınan çeşitli fizyolojik işaretlerin sürekli takip edilmesiyle istatistikî veriler elde ederek hastalığın tedavisi hakkında daha etkili karar verilmesine yardımcı olmak,
- Uzak merkezde bulunan sunucuda çalışan zeki yaşam destek sistemi ile hastanın krize gireceğinin önceden tahmin edilip bunu engellemek,
- Hekim ile hasta arasında yardımcı eleman olmak,
- Hastaları bilgilendirmek ve bilinçlendirmek,
- Hastaların yaşam kalitesini artırmak,
- Tedavi ve takip maliyetlerini azaltmaktır.

Mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle yukarıda ifade edilen maddelerin sağlanacağı düşünülmektedir. Bununla beraber çalışmadaki mobil uygulamada belirtildiği gibi, gelişen teknoloji ile hastalıkların takip ve tedavisi daha etkin, ucuz ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmekte, kısıtlı uzman doktor ile geniş hasta kitlelerine ulaşılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Zach, "Telemedicine overview and summary", **Nineteenth Convention of the IEEE**, Jerusalem, Israel, 409-412 1996.
- [2] E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, D. Koutsouris, "Multipurpose Health Care Telemedicine System", **Proceeding of the 23rd Annual EMBS International Conference of the IEEE**, Istanbul, Turkey, 3544-3547 2001.
- [3] N. Yurt, "E-Sağlık ve Teletıp", E-Sağlıkta Hukuk Çalıştayı Raporu, Ankara, 2008.
- [4] S. Çoban, M. Engin, "Teletıp: Yöntem ve Uygulamalar", **Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı**, İstanbul, Türkiye, 227-229 2005.

- [5] N. F. Güler, E. D. Übeyli, "Theory and Applications of Telemedicine", *Journal of Medical Systems*, 26(3), 199-220 2004.
- [6] E. A. V. Navarro, J. R. Mas, J. F. Navajas, C. P. Alcega, "Enhanced 3G-Based n-Health System", **IEEE EUROCON 2005**, Belgrado, Serbia, 1332-1335 2005.
- [7] J. Roca, A. Alonso, C. Hernandez, "Telemedicine Experience for Chronic Care in COPD", *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 10(3), 567-573 2006.
- [8] M. J. Morón, E. Casilari, R. Luque, J. A. Gázquez, "A Wireless Monitoring System for Pulse-oximetry Sensors", *IEEE Proceedings of Systems Communications*, 1-6 2005.
- [9] M. Hassinen, M. Marttila-Kontio, "Disaster Relief Coordination using a Documentation System for Emergency Medical Services", **Pervasive Health Conference and Workshops**, Innsbruck, Austria, 1-9 2006.
- [10] R. Groning, "Telemedicine: Insulin pump controlled via the Global System for Mobile Communications (GSM)", *International Journal of Pharmaceutics*, 339(1-2), 61-65, 2007.
- [11] J. M. Cano-García, E. González-Parada, V. Alarcón-Collantes, E. Casilari-Pérez, "A PDA-based portable wireless ECG monitor for medical personal area networks", **IEEE MELECON**, Málaga, Spain, 713-716 2006.
- [12] P. Valdastrì, "An implantable ZigBee ready telemetric platform for in vivo monitoring of physiological parameters", *Sensors and Actuators A: Physical*, 142(1), 369-378, 2008
- [13] R. S. H. Istepanian, E. Jovanov, Y. T. Zhang, "Guest Editorial Introduction to the Special Section on M-Health: Beyond Seamless Mobility and Global Wireless Health-Care Connectivity", *Proceedings of IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 8:(4) 405-414 2004.
- [14] M. V. M. Figueredo, J. S. Dias, , "Mobile Telemedicine System for Home Care and Patient Monitoring", **26th Annual International Conference of the IEEE EMBS**, San Francisco, USA, 3387-3390 2004.
- [15] T. Gao, D. Greenspan, M. Welsh, , R. R. Juang, , A. Alm, , "Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network", **27th Annual International Conference of the IEEE EMBS**, Shanghai, China, 1-4 2005.
- [16] Y. L. Eugene , C. Lee, W. Cai, , D. Feng, M. Fulham, "Development of an Electronic Medical Report Delivery System to 3G GSM Mobile (Cellular) Phones for a Medical Imaging Department", **29th IEEE EMBS**, Lyon, France, 6726-6729 2007.
- [17] C. S. Teong, V. Jeoti, "3G Compliant WAP Based System For Medical Data Access", **IEEE TENSON**, Chiang Mai, Thailand, 227-230 2004.
- [18] R. S. H. Istepanian, , H. Wang, "Telemedicine in UK," **European Commission—Information Society Directorate**, Brussels, 1159-1165 2003.
- [19] R. S. H. Istepanian, J. Lacal, "M-Health systems: Future directions.", **Proc. 25th Annu. Int. Conf. IEEE Engineering Medicine and Biology**, Cancun, Mexico, 17-21 2003.
- [20] B. Bing, **Wireless Local Area Networks: The New Wireless Revolution**, Wiley, USA, 1-10 2002.
- [21] K. Banitsas, R. S. H. Istepanian, S. Tachkara, , "Applications of medical wireless LAN (MedLAN) systems," *Int. J. Health Marketing*, 2(2), 136-142 2002.
- [22] İnternet; Bluetooth , <http://www.bluetooth.org/>, 2009.
- [23] İnternet; ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org/>, 2009.
- [24] Ü. Önes, O. Neyzi, T. Ertuğrul, **Bronşiyal astım**, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 616-625 2002.
- [25] İnternet, Asthma, <http://www.who.int/respiratory/asthma/en/index.html>, 2009.
- [26] İnternet, Web Servisi Nedir?, <http://www.ias.com.tr/enterprise/articles/20070816-web-service.html>, 2009.
- [27] İnternet, Emulator, <http://www.yazilimgunlugu.com/mobil-web-yulamalari-icin-emulator-kullanmak-makalesi/262.aspx>, 2009.