

Tıbbi Verilerin GPRS ile Gerçek Zamanlı İzlenmesi

Adeeb HUSSEIN^{1,*}, O. Ayhan ERDEM²

¹*Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı., Beşevler,
06500, Ankara/TÜRKİYE*

²*Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Beşevler,
06500, Ankara/TÜRKİYE*

Başvuru: Düzeltme: Kabul:

ÖZET

Bu çalışmada, hastaların durumunu uzaktan izleme ve kontrol etmek için mobil telefona gömülü gerçek zamanlı bir sistem tasarlandı. Hasta izleme cihazından alınan EKG, kandaki oksijen oranı ve tansiyon gibi işaretler Nokia12 ünitesine aktarıldı. Bu veriler GPRS aracılığı ile hastadan farklı bir ortamda bulunan, uzman bir doktorun mobil telefonuna gönderildi. Böylece uzman doktor hastadan gelen sinyalleri inceleyerek, gereken acil müdahalelere karar verme imkânına sahip olmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Teletıp, hasta izleme, tıbbi veri, EKG, GSM, GPRS, J2ME

ABSTRACT

In this study, an embedded real time system was designed for the mobile phone to telemonitoring and checking the status of patients. The ECG, Oxygen Saturation in arterial blood and blood pressure signals were transferred out of the patient's monitoring equipment to Nokia12 Unit then they were sent through GPRS to be received by the mobile phone possessed by the physician who is in a different place from the patient, by which the physician can evaluate the patient's case, by this way, he can provide the necessary medical orders.

Key Words : Telemedicine, telemonitoring, medical data, ECG, GSM, GPRS, J2ME

1. GİRİŞ

Mobil cihazların düzgün bir şekilde çalışabilmeleri için, cihazın ünitelerini kontrol eden ve yöneten bir sisteminin bulunması gerekmektedir. Bu ve benzeri sorunları çözmek için GSM türünde kablosuz ağlar ortaya çıkmıştır. GPRS ise veri iletimi için geliştirilmiştir. Bu gelişmeler uzaktan tedavi, ticaret ve emniyet hizmetleri gibi birçok

alanda kullanılmaktadır. GSM iletişim sistemleri diğer şebekelere göre daha geniş bir alana sahiptir [1].

Teletıp ile veri iletimi, GSM şebekelerinin etkili bir şekilde kullanıldığı en önemli mobil uygulamalardandır. Teletıp, bunun dışında internet şebekesi üzerinden verileri görüntüleme, kontrol ve teşhis etme işlemleri için de kullanılmaktadır [2]. Teletıp gerçek zamanlı sistemler

*Corresponding author, e-mail: adeeb_ffifi@hotmail.com, ayerdem@gazi.edu.tr

arasında sayılmaktadır ve teletıp için verimlilik sadece verilerin doğruluğuna bağlı değildir. Ne zaman uygulanacağı da önemlidir. Teletıp sistemlerinde hastadan alınan sinyaller gerçek zamanlı olarak sağlık merkezine veya uzman doktora çok az bir gecikme süresiyle aktarılır [3].

Teletıp üç bölüme ayrılır bunlar [4].

- İletişim hizmet sağlayıcısı
- Hastane hizmet sağlayıcısı
- Üzerinde çalışılacak uygulama

Bu bölümlerin her birisinin kendine özgü özellikleri vardır. Teletıp alanındaki uygulamaların çoğu verilerin gerçek zaman da uzman doktora ulaştırılması prensibine dayanır. Bu uygulamalarda hastanın durumu ağırlaşmadan gereken bilgiler uzman doktora iletilir. Bu işlem de gerçek zamanlı sistemlerin çok önemli belirleyici özelliklerinden bir tanesidir.

Gerçek zamanlı sistemlerin çoğu gömülü sistemlerdir ve bu sistemler fiziksel çevrenin bir parçasıdır. Genel olarak, gömülü sistemler normal bilgisayarlar yerine kısıtlı amaçlı aynı işlevi gören sistemlerin tasarlanması olarak tanımlanabilir. Bu sistemlerin tasarımında ise şu noktalara dikkat edilmesi gerekir [5].

- Gerekli yazılım ve donanımları seçerek gerçek zamanlı sistemin ekonomik maliyetini belirlenmesi.
- Gerçek zamanlı sistemin tasarımının yapılması ve davranışının doğru bir şekilde belirlenmesi.
- Gerçek zamanlı sistemin uygulanması için programlanacak dilin seçilmesi.
- Gerçek zamanlı sistemin güvenilirliğinin en yüksek seviyeye çıkarılması ve hataların en az seviyeye düşürülmesi.
- Gerçek zamanlı sistemler üzerinde testlerin yapılması.
- Gerçek zamanlı sistemin tüm parçalarının doğru çalışmasının sağlanması.
- Yanıt süresini tahmin edilmesi ve en aza indirilmesi

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2006 yılında M.S. Shahina ve Dr. Shihab isimli araştırmacılar hastaların acil durumlarına müdahale etmek için kullanılacak tıbbi bir sistem geliştirmeyi önerdiler. Bu sistemde internet şebekesi aracılığı ile hastanın tüm bilgilerine erişilmektedir. Doktor ya da başka bir görevli, mobil iletişim şebekesi, sms, mms kanalları ile ses ve görüntü dosyalarını göndererek hastayı kontrol etmektedir [6].

2007 yılında Yang Xue ve arkadaşları bir uzaktan gözetleme sistemi tasarladılar. Bu sistemde bir EKG cihazı hastaya bağlanmakta ve cihazdan gelen sinyal kuvvetlendirilmektedir. Kuvvetlendirilen bu sinyal mikro denetleyiciye gönderilmektedir. Bir LCD ekran, sinyali görüntülemek ve klavye sinyalinin gönderilmesini kontrol

etmek için kullanılmaktadır. Daha sonra sinyal GPRS üzerinden uzman doktorun bilgisayarına gönderilmektedir [7].

2007 yılında A. Cebrian ve arkadaşları gerçek zamanlı olarak çalışan uzaktan gözetleme sistemi tasarladılar. Bu sistemin ana parçaları hafıza, mikro denetleyici ve güç kaynağından meydana gelmektedir. Sistemde öncelikle hastadan gelen sinyaller cihazın özel hafızasında kaydolur ve işaretlerle ilgili olan gerçek zaman temelinin gerçekleştirilmesi için belli bir algoritma kullanılır. Bu sinyaller bir algoritma dahilinde işlemden geçtikten sonra GPRS aracılığı ile uzman doktorun bilgisayarına gönderilir ve doktor tarafından kontrol edilir [8].

2008 yılında Xin Ge ve arkadaşları gerçek zamanlı uzaktan hasta gözetleme sistemi tasarladılar. Bu sistemi tasarlamak için EKG cihazına doğrudan bağlı olan başka bir cihaz olması gerekmektedir. Bu cihaz hastadan gelen sinyalleri GPRS aracılığı ile UDP paketleri kullanılarak internet şebekesi üzerinden hastaneye gönderilebilir. Bu sistemde hastanın yerinin belirlenmesi için GPS servisinin bulunması gerekmektedir [9].

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada hastanın uzaktan gerçek zamanlı olarak gözetlenmesi esası kullanıldı. Sistemde, GSM hatları üzerinden sunucuya bağlanılmaktadır ve gerçek zaman algoritması kullanılmaktadır. Aynı zamanda hasta ile ilgili EKG, Kandaki Oksijen Oranı ve Tansiyon sinyalleri alınmakta ve ara istasyon olarak bir web sunucusuna daha sonrada mobil aygıtta gönderilmektedir.

Sistem tasarımında şu ilkeler uygulanmıştır:

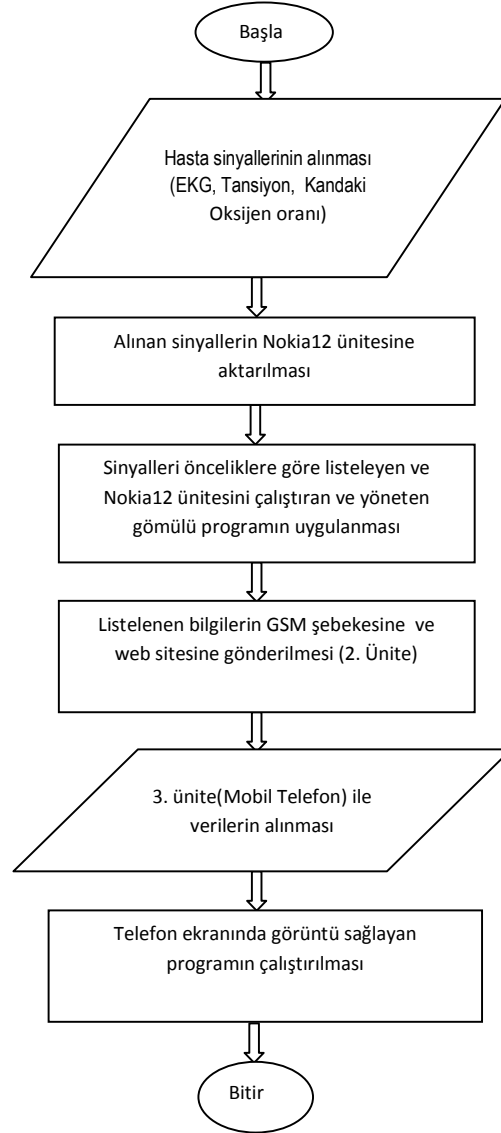
- Gerçek zamanlı gömülü program, Nokia12 ünitesinin işletim sistemine uygun olarak tasarlanmıştır. Program aynı zamanda üniteyi düzenli bir şekilde yönetmekte, bu da sistemin ihtiyaçlarının daha az bir uygulama zamanında karşılanmasını sağlamaktadır. Program aynı anda birden fazla kullanıcının çalışmasına da izin vermektedir.
- Nokia12 ünitesinin gömülü programı için gerçek zamanlı listeleme algoritması tasarlanmıştır. Bu algoritmaya *gzug* adı verilmiştir. Algoritma hasta sinyallerini listelemekte ve gerçek zamanlı olarak göndermektedir. Gönderme önceliklerinin belirlenmesinde ise son sınır ve kritik olup olmama durumu göz önüne alınmıştır.
- Acil durumlarda hızlı bir şekilde ulaşımı zor olan veya uzak bölgede bulunan hastaları gözetlemek için uzaktan gözetleme sistemi tasarlanmış ve hızlı veri iletimini sağlayan GPRS servisi kullanılmıştır.
- Uzman doktor tarafından kullanılabilmesi için mobil telefona uzaktan kontrol ve izleme yapabilen bir program yazılmıştır. Aynı zamanda mobil telefonun şebeke kapsamında yer değiştirme özelliği gibi diğer özelliklerden de faydalanılmıştır. Bu programa birden fazla kişinin çalışmasına izin verecek şekilde tasarlanmıştır.

4. SİSTEMİN TASARIMI

Bu kısımda tasarlanan sistemin her birimi için programlar geliştirilmiştir. Bu birimler üç kısımdan oluşmaktadır:

- Birinci birim: Nokia12 ünitesi (T-Box N12R)
- İkinci birim: Web sayfası
- Üçüncü birim: Mobil istasyon (Mobil telefon)

Birinci birim (Nokia12 ünitesi) bilgileri, hastaya doğrudan bağlı olan Kalp EKG cihazından almaktadır. Hastanın sinyalleri Nokia12 ünitesinde gömülü olan programdaki gerçek zaman algoritmasında listelenerek alınır. Listeleme bitince veriler algoritmanın belirlediği önceliklere göre (GSM)'e gönderilir. Veriler GSM ağı aracılığı ile web sitesine (sistemin ikinci ünitesi) gönderilir. Burası, hasta bilgilerinin tutulacağı aradaki (orta) belleği sayılır. İnternet sitesinden veriler sistemin üçüncü ünitesine (mobil telefona) gönderilir, üçüncü ünite ise verileri kendine ait olan ekranda görüntüler. Şekil 4.1 sistemin akış şemasını göstermektedir.



Şekil 4.1 Sistemin akış şeması

- **Birinci ünite (T-BoxN12R)**

Bu ünite kalp grafiğini çıkaran EKG cihazından sinyalleri alır, sonra da bu bilgileri özel gönderici aracılığı ile bu üniteden ikinci üniteye (web sitesi) gönderir ve özel bir dosya olarak EKG sinyali, kandaki oksijen oranını ve kan basıncını ikinci üniteye kayıt eder. Nokia12 ünitesinin EKG cihazıyla bağlantısı, USB veya benzer özellikte bir kabloyla sağlanır.

1. Nokia12 ünitesinde tasarlanan gömülü işletim sistemi programı bir grup görevleri yerine getirir. Bu kısımlarda kullanıcının ünite ile bağlantısını sağlayan herhangi bir grafik arayüz olmadığı için programlama ve veri iletim işlemleri kullanıcıların müdahalesi olmadan gerçekleşir.

2. Sinyallerin özel algoritmaya uygun olarak ara istasyona (ikinci ünite) gönderilmesi işlemi gerçek zamanlı gerçekleştirilir. Bu algoritma, EKG, kandaki oksijen oranı ve tansiyonun son sınırı ve kritik olma durumlarına uygun olarak çalışır. Bu sinyaller gönderilirken en yüksek önceliğe sahip olan sinyal ilk sırada gönderilir.

3. İnternet üzerindeki web sitesi (HTTP Connection Command) ile iletişim sağlayarak Nokia12 ünitesi ile internet arasındaki iletişimi oluşturur.

4. Bilgilerin taşınmasında devamlılığı sağlar.

5. Program Nokia12 ünitesi için gömülü işletim sistemi olarak çalışır, çünkü bu program Nokia12 ünitesi geçitleri aracılığı ile bilgilerin aktarımını sağlar, ayrıca Nokia12 gönderme cihazının yönetilmesi işlemini sağlar. Program sistemde kullanılan sinyallerin gönderme önceliklerini gerçek zaman prensibine dayanarak belirler.

Program ilk olarak GSM ile iletişim kurar, sonra cihazı internete bağlamak için GPRS ile iletişime geçer. Program çok kullanımlı olma prensibine göre çalışır. Programda iki işlem tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi sistemin değişkenlerinin okuma işlemini temsil eder, ikincisi ise değerleri kontrol ederek şebekeye gönderir. Programın çok kullanıcı olma prensibine göre tasarlanmasının amacı bu işlemlerin paralel olarak çalışmasını disiplinli ve düzenli bir şekilde gerçekleştirmek içindir. Aynı zamanda okuma ve gönderme işlemi yapılıyorsa, bu durumda iki işlem arasında uyum sağlamak zorunluluğu vardır. Önceki işlemlerin uygulanmasından sonra, internette iletişim adresi belirlenir. Bu da internet ortamında yer alan bir sitedir ve sistem sunucusu olarak adlandırılır. Bu site Nokia12 ünitesinden gelen verilere ara bellek görevi yapar. Bundan sonra sistemin değişkenlerini listeleme ve gönderme işlemlerini yapmak için gerçek zaman algoritması çalışmaya başlar. Algoritmanın işlenmesi bitince ve değişkenlerin öncelikleri belirlendiğinde gönderme işlemi yapılmaz. Bu işlem sadece değerlerde bir değişiklik olduğu zaman yapılabilir ve sistemin iletişim maliyetini düşürmek amacıyla yapılmıştır.

- **İkinci unite-web sitesi**

Gerçek zamanda sinyaller, Nokia12 ünitesinden internete gönderildikten sonra bu sinyallerin verilerine orta bölgede, bellek görevi yapacak bir sunucu gerekmektedir. Bu bellek internet üzerinde olan bir sitedir. Site adresi <http://gzug.freehostia.com> şeklinde oluşturulmuştur. Bu site

bir önceki üniteden gönderilen verileri alır ve .txt dosyası olarak kayıt eder. İnternet sitesi ile Nokia12 ünitesi arasındaki uyumluluğu Perl dilinde yazılan programlar sağlar. Bu programları bir nevi CGI (Common Gateway Interface-Ortak Geçit Arayüzü) programları sayabiliriz, siteye yüklenen bu programlar olmadan aktarma işlemi yapılamaz. Sitenin görevi verileri geçici olarak kayıt etmektir. Bu işlemleri gerçekleştirmek için üç adet program yazılmıştır. Birincisi mobil ünitesi (cep telefonu) ile web sitesi arasındaki çalışma uyumluluğunu sağlar. İkincisi Nokia12 ünitesi ile web sitesi arasındaki işlemleri düzenleyen programdır. Üçüncüsü ise cep telefonu ile Nokia12 ünitesi arasındaki bağlantıyı sağlayan programdır.

- **Üçüncü unite-mobil istasyon (The third unit-mobile station)**

Üçüncü ünite bir cep telefonudur, bu telefon web sitesinden gönderilen verileri alır ve sonuçları ekranda gösterir. Bunun amacı, alınan verilerden, uzman doktorun hasta durumunu teşhis etmesidir. Bunun içinde mobil telefonda GPRS hizmetinin aktif olması gerekir. Aktif duruma getirme işlemi, erişim noktasını belirlemekle olur. Çünkü verilerin web sitesinden aktarılması için mobil telefonun internetle iletişime girmesi gerekmesi gerekir. Üçüncü ünitenin programı (J2ME) dilinde yazılmıştır. Bu dilin tercih edilmesinin nedeni, akıllı aygıtların programlarının yazımına uygun olmasıdır. Program sunucu programı aracılığı ile verileri web sitesinden alır ve bu verileri ekranda gösterir. Program üç parça şeklinde tasarlanmıştır. Bunlardan; birincisi verileri almak içindir ve EKG sinyalinin çizim işlemini yapan ikinci parçayla birlikte çalışır. Üçüncü parça ise iki okuma arasındaki zaman periyodunda oluşan olaylardan sorumludur.

5. SİSTEMİN UYGULAMASI VE TEST EDİLMESİ

Sistemin nasıl çalıştığının izahından önce, özelliklerinin açıklanması gerekir. Bunlar:

- Yetkili doktor hastalığa ait belirlenmiş bilgileri alma imkânına sahiptir ve bu bilgileri cep telefonuna kaydeder. Bu bilgiler ile yapabileceği işlemlerden bir tanesi, doktorun hastalığı teşhis edebilmesidir. Diğeri ise, bilgilerin daha sonra kullanılacağı durumlar için kayıt altına alınmasıdır.
- Yetkili doktor iki okuma arasındaki aralık süresini belirleme imkânına sahiptir ve okuma süresi doktora bağlıdır.
- Yetkili doktor sistemdeki gönderme işleminde en yüksek önceliğe sahip olan sinyali belirleme imkânına sahiptir.
- Sistem geniş bir kablosuz ağ (GSM) üzerine tasarlandığı için, yetkili doktor hareket özgürlüğüne sahiptir.
- Nokia12 ünitesi mobil iletişim ağının bulunması şartı ile dünyanın herhangi bir yerinde olabilir, ayrıca Nokia12 ünitesiyle mobil telefonun aynı şebeke üzerinde olmaları gerekmez.
- Sistemin yetkili doktor tarafından kolayca kullanılabilmesi sağlanmıştır.
- Sistemde yetkili doktorun hastaya ait bilgilere web sitesi aracılığı ile ulaşabilmesi mümkündür.

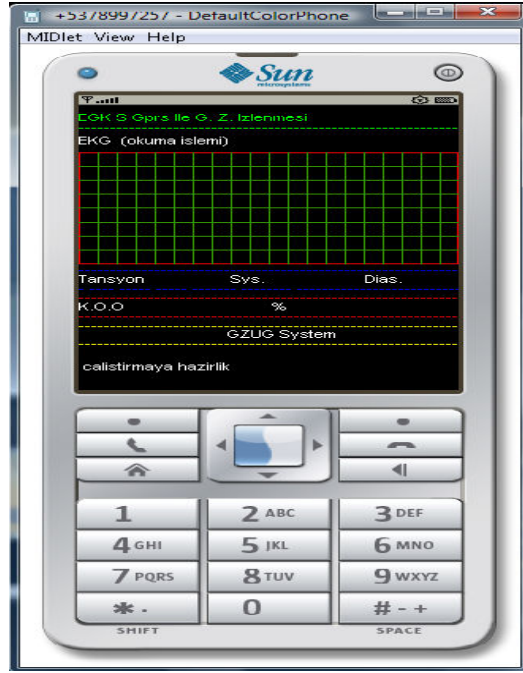
5.1. Web Sitesinin Çalışması

Sistemin ikinci ünitesini temsil eden web sitesi iki bölümden oluşur. Birincisi sitenin iç çalışmasını temsil eder, ikincisi ise hasta bilgilerine ulaşmak için sitenin arayüzü olarak çalışmasıdır.

5.1.1 Web sitesinin iç çalışması

Web sitesinin iç çalışması, birinci üniteden gönderilen verilerin gönderme ve alma işlemini içermektedir.

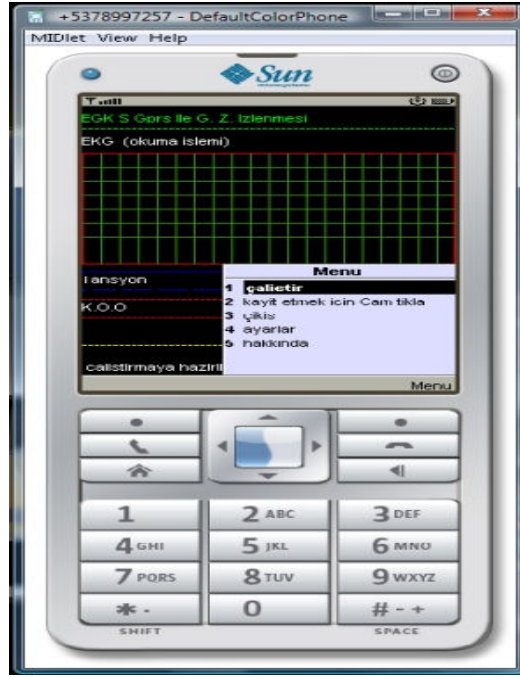
• **Kullanıcı ayarları:** Kullanıcı ayarları bir grup ayarlamaları içerir ve hasta sinyallerinin gönderilmesi önceliklerinin yetkili doktor tarafından belirlenmesi imkânı vardır. Ayrıca ayarların bir seçeneği de yetkili doktora mobil telefonu ile Nokia12 ünitesinin periyod sürelerini belirleme imkânını sağlar. Bu bölüme Nokia12 ile mobil telefonu arasındaki iletişim bölümü denilebilir ve Şekil 5.1'de görülmektedir.



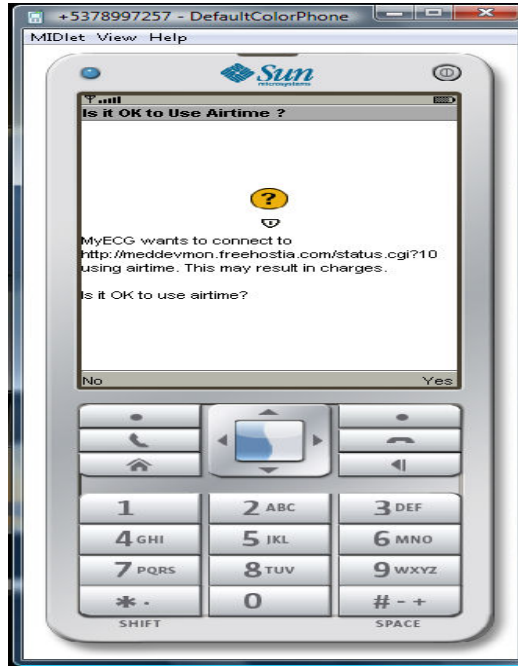
Şekil 5.1 Sistemin ana penceresi

Sistemi mobil telefondan çalıştırmak: Mobil istasyonla ilgili özel programın çalışmasının doğru olduğundan emin olmak için ilk önce (Wireless Toolkit) programındaki emülatör üzerinde uygulanır, daha sonra mobil telefon üzerinde uygulandığında, her ikisinde de aynı sonuçları vermektedir. Emülatör üzerinde uygulamayı yaptıktan sonra Şekil 5.2'de görüldüğü gibi uygulama işlemini gösteren bir

pencere açılır. Bu pencerede kalp sinyali, kandaki oksijen oranı ve tansiyon değerlerinin uygun bir şekilde çizilmesini sağlayan bir yazılım oluşturulmuştur. Ekranın alt kısmında sol tarafta çıkış tuşu vardır. Sağ tarafta ise sistemin kullanım talimatlarını içeren menü tuşu vardır. Şekil 5.3 menü içeriğini göstermektedir.



Şekil 5.2 Listenin içeriği



Şekil 5.3 İnternete bağlantı isteği

- **Çalıştırma komutu:** Bu komut sistemi çalıştırmak, iletişim kurmak ve birinci üniteden verileri almak için kullanılır. Buraya tıklayınca cep telefonu kullanıcılarından internete bağlanmasını isteyen bir arayüzü çıkar, Şekil 5.4'deki gibi bu komut sistemi çalıştığında, durdurmak gerekebilir, buna tıklayınca sistem durdurulur ve internetle iletişim kesilir.

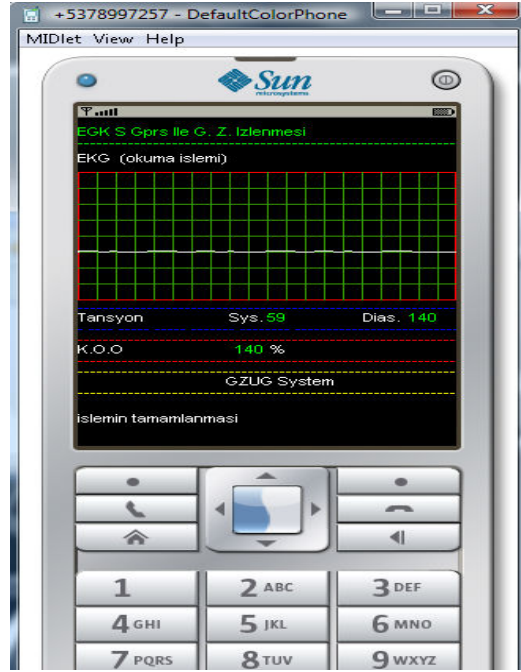


Şekil 5.4 Kullanıcı ayarları

- **Durumu kayıt etmek için camera tuşuna basınız komutu:** Bu komut doktora gönderilen bilgilerin kaydedilmesi ve daha sonra incelenmesi için kullanılır. Burada (ScreenSnap) isimli program kullanılmıştır. Bu program tanınmayan bir hastalık durumu veya aynı anda teşhisi zor olan bir hastalık durumunu kayıt için cep telefonunun ekranını birinci aşamadan son noktaya kadar taranmasını işlemlerini yapar.

5.2 Sistemin Testi

Sistem acil müdahaleler gereken bazı hastalıklardan alınan verilerle denenmiştir. Denemeler sonucunda tasarlanan sistemin istenilen verileri aktarma kabiliyetine sahip olduğu görülmüştür. Sistem Nokia12 ünitesi ve daha sonra mobil telefona gönderilen veriler ile test edildi. Bu veriler, mobil telefonunun ekranında net bir şekilde sürekli olarak gösterildiği için uzman doktorun bu hastalık durumunu teşhis etmesi sağlandı. Şekil 5.5 Sistemin gerçek verilere uygulanmasını göstermektedir.



Şekil 5.5 Sistemin gerçek verilerle uygulanması

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Teletıp sistemi kullanarak hastaların durumlarını gözlemleyip kontrol etmek ve mobil telefona gömülü gerçek zamanlı olarak EKG sinyallerini takip etmek için bir sistem tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen sistem, aynı zamanda tansiyon, nabız ve kandaki oksijen oranını ölçüp kayıt etmektedir. Önerilen sistem başarılı bir şekilde gerçekleştirilerek test edilmiş ve uygulanmıştır. Sistemin özel surumlara uygulanması, sinyallerin gerçek zamanda mobil telefona ulaştırılması ve yetkili doktor tarafından takip edilmesi sağlanmıştır. Aşağıda tıbbi ve yazılım yönünden bir takım sonuçlar sıralanmıştır.

6.1. Tıbbi yönden

Sistemin tasarımı sırasında, internet üzerinde bir web sitesi oluşturulmuştur. Bu siteye yetkili olmayan kişilerin girmelerini önlemek için bütün güvenlik önlemleri alınmıştır

6.1.1 Web sitesi ve monitör

Bu sitenin kullanıcılara çeşitli yönlerden katkısı vardır. Bunlar:

- Yetkili doktorun, hastanın durumunu siteye bilgisayar aracılığı ile girip internet üzerinden izleme imkanı sağlanmıştır. Bu aşamada bilgisayar ekranının ölçülerinin büyük olması doktorun gözlemine rahatlık sağlayacaktır ve doktor bununla daha iyi değerlendirme yapabilecektir.

- Sistemde doktorun sistemi kullanabilmesi için üç özellik vardır. Birincisi EKG sinyalini izlerken ekranı dondurma veya durdurma, kalp atışlarını izleme ve ekran resmini mobil telefonla kayıt etme imkânına sahiptir. İkincisi Nokia12 ünitesi aracılığı ile alınan EKG sinyallerinin periyot süresini belirleme imkanı vardır. Bunun yanında mobil telefonun web sitesinden yapılan her okuma işleminin periyot süresini belirleme imkanı sağlanmıştır. Üçüncüsü yetkili doctor, gönderilen sinyallerin önceliklerini belirleme imkanı sahiptir.

- Sistem hastadan alınan bilgilerden, daha sonra hasta durumunu inceleyerek yararlanmak için veya, sonradan öğretim amacıyla kullanılması için kaydetme imkanı sağlar. Ayrıca bilgilerin güvenilir bir şekilde web sitesinde tutulmasından dolayı herhangi bir şikâyet durumunda ilgili yerlere sunulmak üzere delil olarak kullanılabilir.

6.1.2 Teletıp

Acil ve kritik durumlarda ve özellikle acil kalp hastalıklarında tele tıbbın çok önemli bir özelliğinden yararlanılmıştır. Doktor hastadan uzak bir yerde olduğunda bilgilerin doktora gerçek zamanda ulaşması gerekmektedir. Eğer bilgiler doktora gerçek zamanda ulaşmazsa veya gecikirse istenilmeyen sonuçlara neden olabilir.

6.2. Programlama Yönünden

GSM: GSM şebekesinin diğer şebekelerden ayırt edici özelliği geniş kapsama alanına sahip olmasıdır, aynı zamanda

hızlı ve güvenli veri aktarımına ihtiyaç duyan sistemlerin uygulamasında kullanılmasıdır.

GPRS: GPRS servisinin kullanılması sistemin maddi açıdan ve özellikle uluslararası kullanım giderlerini azaltacaktır. Çünkü şebeke, sistemde sürekli aktif durumundadır. Buna rağmen kullanım ücretleri sadece veri alışverişinde alınacaktır.

Periyot: okumalar arasındaki periyot süresini temsil eder. Her iki okuma arasındaki periyot süresi ihtiyaca göre belirlenir.

6.2.1. Çok kullanıcı olma

Mobil telefon programında ve Nokia12 ünitesinin işletim sisteminde çok kullanıcı olma prensibi kullanılmıştır. Böylece uygulama zamanını düşürmek ve programın özel iş parçalarını uyumlu ve eşzamanlı paralel bir şekilde uygulanması sağlanmıştır. Bu durum gömülü gerçek zamanlı sistemlerde çok önemlidir. Ayrıca programın geliştirilmesi imkânı vardır. Bu işlem de gerektiği zaman bir iş parçası ekleyerek gerçekleştirilir.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalarda, sistemin geliştirilmesi ve daha geniş alanda çalışması sağlanmalıdır. Bunun için;

- Birden fazla coğrafi bölgede, birden fazla Nokia12 ünitesi yerleştirilmelidir ve sistemi birden fazla mobil telefona veya istasyona dağıtmak düşünülmelidir. Bunu için (Distributed Real Time sistem) oluşturulmalıdır. Böylece sistem bölgeler, şehirler ve ülkeler kapsamında kullanılabilir.

- Nokia12 ünitesindeki gömülü program, resim ve ses verilerini aktaracak şekilde geliştirilmelidir. Bu şekilde sistemin tıbbi kullanımlarında çok büyük bir avantaj sağlanacaktır. Çünkü hastanın resim, video veya ultrason görüntüleri gerçek zamanda aktarılacaktır. Aynı zamanda kalp kontrollerinin ultrason resimleri gerçek zamanda aktarılacaktır. (Gerçek Zamanlı Ekokardiyografi) ve birçok diğer uygulamaların yapılması sağlanacaktır.

- Nokia12 ünitesinin yer belirleme GPS'e bağlanması işleminin gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Bu işlemle hastanın, hareket halindeki ambulansın içinde veya bulunması zor olan geniş bir coğrafyada olduğu zaman yerinin tespit edilmesi mümkün olacaktır. Bu da doktorların hastayı en yakın hastaneye götürüp gereken müdahaleleri en kısa süre içinde yapabileceği şansı sağlayacaktır.

- Sağlık Bakanlığı gibi ilgili makamlar tarafından sistemin benimsenmesi ve sağlık personeli eksikliği yaşayan bölgelerde uygulanma şartlarının araştırılması önemli faydalar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Mimo, M. S., "Mobile and Wireless Solutions Guide, 1st ed.", *Şuaa Yayın evi*, Surya, 27-86, (2005).
- [2] Jurik, C. Weaver, "Remote Medical Monitoring", *University of Virginia*, USA, 96-99, (2008).
- [3] Qiang, ZHO. Mingshi, WANG., "A wireless PDA-based electrocardiogram transmission system for telemedicine", *IEEE, Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, Shanghai, China, September 1-4, 3807-3809, (2005).
- [4] Abdu Elazeez, H. A. "Distance learning & telemedicine & participation in medical education", *College of Medicine Conference (CMCI), Plantain University*, 28-30, (2005).
- [5] Laplante, A., "Real-Time Systems Design and Analysis, 3rd ed.", Published simultaneously in Canada, 70-97 (2004).
- [6] Hameed, S. A. Shabnam, S., "An intelligent agent-based medication and emergency system", *Proceeding of ICCTA06, 2nd IEEE International Conference of Information and Communication technology from theory to application*, 24 April, Vol:2, 1213-1215, (2006).
- [7] Xue, YANG. Shuicai, WU. Yanping, BAI., "An ECG wireless monitoring instrument based on GPRS", *IEEE, International Conference on Complex Medical Engineering*, 238-241, (2007).
- [8] Cebrian, A. Guillen, J. M. Millet, Dr. J., "Design of a prototype for dynamic electrocardiography monitoring using GSM technology: GSM holter", *Proceedings of the 23rd Annual EMBS International Conference*, IEEE, October 25-28, Istanbul, Turkey, 3956-3959, (2001).
- [9] Ge, Xin. Lai, Dakun. Wu, Xiaomei. Fang, Zuxiang., "A real time continuous ECG transmitting method through GPRS with low power consumption", *IEEE, Department of Electronic Engineering, Fudan University*, Shanghai, China, 556-559, (2008).