

Sağlık Sektöründe Geliştirilen Mobil Uygulamaların İncelenmesi Ve Mobil Cihazlar İçin Hasta Takip Uygulaması Örneği¹

Tolga HAYIT, Afyon Kocatepe University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Internet and Information Technology Management, Afyonkarahisar, Turkey, tolga.hayit@bozok.edu.tr

Uçman ERGÜN, Assoc. Prof. Dr., Afyon Kocatepe University, Engineering Faculty, Department of Biomedical Engineering, Afyonkarahisar, Turkey, uergun@aku.edu.tr

ÖZ Bu çalışmada sağlık sektörüne yönelik daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiş ve mobil cihazlar üzerinde çalışan bir hasta takip uygulaması tasarlanmıştır. İncelenen çalışmaların seçiminde, geliştirilen uygulamaların sağlık sektörüne yönelik geliştirilmiş olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada tasarlanan mobil uygulaması dünyada en çok kullanılan işletim sistemi olan android işletim sistemi üzerinde oluşturulmuştur. Hastanın kendi takibini yaparak hastalığı süresince daha aktif bir role sahip olması amaçlanmıştır; hasta ve doktor etkileşimi de göz önünde bulundurularak hastanın verilerinin doktoru tarafından takip edilebilmesi ve değerlendirilebilmesi sağlanmıştır..

Anahtar Kelimeler: sağlık izleme, mobil uygulama, android, apache cordova

Analysing Of Mobile Applications Developed Within The Health Sector And Sample For Patient Tracking Application For Mobile Devices

ABSTRACT *In this study, examined previous studies for the health sector and designed a patient tracking application running on mobile devices. The selected studies were implemented for the health sector. The designed mobile application in this study is formed on the android operating system which is the most widely used operating system in the world. The patient is intended to be a more active role by his/her own follow and patient's data is provided can be monitored and evaluated by the physician.*

Keywords : health monitoring, mobile application, android, apache cordova

¹ Bu çalışma Tolga HAYIT'ın "Sağlık Sektöründe Geliştirilen Mobil Uygulamaların İncelenmesi Ve Mobil Cihazlar İçin Hasta Takip Uygulaması Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir

Giriş

Bu çalışma sağlık sektörüne yönelik daha önce yapılmış çalışmaların incelenmesini ve mobil cihazlar üzerinde çalışan hasta takip uygulamasının bir örneğini kapsamaktadır.

Teknolojinin hızla büyüdüğü ve teknolojik gelişmelerin yaşandığı günümüzde, yaşam kalitesinin artırılması için bu gelişmelerin insan yaşamının her alanına uygulanmasının gerekliliği aşikârdır. Sağlık ihtiyacı da insan yaşamında diğer tüm ihtiyaçlar kadar önemli olan bir ihtiyaçtır. Bu nedenle sağlık sektörü ve bu sektöre yönelik teknolojik çalışmalar son yılların hızla gelişen ve ilgi çeken konuları haline gelmiştir. Ayrıca mobil cihazlardaki hızlı gelişim ve bu aygıtların maliyetlerindeki düşüşler de hemen her alanda olduğu gibi sağlık sektörü uygulamalarında da araştırmacıların ve uygulamacıların dikkatini çekmeye başlamıştır (Katz&Rice, 2009). Dünya genelinde artık çoğu sağlık cihazı, kişisel sağlık kayıtları ve tetkik yöntemleri taşınabilir hale gelmiştir (Katz& Rice, 2009; Halteren, Bults, Wac, Konstantas, Widya, Dokovsky, et al., 2004).

Sağlık sektöründe hastanın hastalığının hayat boyu takibinin yapılması son derece önemli bir konudur. Özellikle bazı kronik hastalıklara sahip hastaların sürekli kontrol altında tutulmaları gerekmektedir. Bu durum (eğer hasta evde tedavi görebileceği bir avantaja sahip değilse) hastaları neredeyse sağlık kurumlarına bağımlı hale getirmektedir. Evde kurulmuş bazı özel sistemlerle hastalığın anlık takibi yapılırsa dahi cihazlardan elde edilen parametrelerin yorumlanması oldukça karmaşık olabilmektedir. Bu nedenle hastalar takip verilerinin yorumlanması için yine sağlık kurumlarına bağımlı olabilmekte ve bu da hastanın kendi hastalığı için aktif rol üstlenmesini engellemektedir.

Akıllı telefonlardaki son gelişmeler ve donanımlarıyla birlikte geliştirilen birçok işlev çeşitli çözümleri de beraberinde getirmiştir. Geniş depolama miktarı ve kablosuz veya 3G/4G ağlar ile gelişmiş bağlantı imkânları sağlamaktadır. Ayrıca bu cihazlar klavye/sanal klavye, kamera, sayısal pusula, GPS (Global PositioningSystem) alıcı ve akselerometre gibi önemli işlevlerle birlikte gelmektedir (Sun, Weng&Grigsby, 2010). Depolama kapasitesi ve bağlantı gücünün yanı sıra akıllı telefonlar kişisel bilgisayarlarla kıyaslanabilecek seviyede işlemci gücü ve RAM(Random Access Memory) bellek kapasitesine de sahiptir (Weng, Sun&Grigsby, 2012).

Birkaç yıl içerisinde ABD'deki internet kullanıcılarının yarıdan fazlasının internete erişebilmek için akıllı telefonları ve tablet bilgisayarları kullanacakları öngörülmektedir. 2010'da 84 milyon Amerikalı internete mobil aygıtlar aracılığıyla erişmiştir. 2011 yılında bu rakam 93,1 milyon kadar olurken; 2012 yılının sonuna kadar yaklaşık 116 milyon Amerikalı akıllı telefon kullanmıştır. 2013 yılında, cep telefonu kullanıcılarının yarıdan fazlasını akıllı telefon kullanıcıları temsil etmiştir. 2016 yılının sonuna kadar beş tüketiciden en az üçünün bir akıllı telefona sahip olacağı öngörülmektedir (The 'Smartphone Class', 2015).

Ayrıca bir araştırma kuruluşu olan Gartner, kısa bir süre içerisinde akıllı telefonların kişisel bilgisayarların yerini alarak, insanların internet erişiminde en fazla kullanacakları cihaz olacağını tahmin etmiştir. 2016'da internette gerçekleşen tüm aramaların yüz de 23,5 kadarını mobil cihazların oluşturacağı beklenmektedir (Laudon&Laudon, 2011).

Tüm bu veriler ışığında mobil cihazların artık hayatımızın vazgeçilmez bir noktasında olduğu söylenebilir. Bu nedenle hayatımızın her alanına giren bu cihazlar için her sektörde olduğu gibi insan için önemli olan sağlık sektöründe de kaydedilen gelişmelerin desteklenmesi, teşvik edilmesi önemlidir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde doktora sıklıkla gitmek çok pahalı bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan kişinin kendini takip etmesi daha pratik ve maliyet açısından daha uygun olabilmektedir. Örgütlü bir sağlık izleme ve veri toplama sistemi, hastanın takibinin yapılmasını daha kolay kılacak; hastalığın tanı ve tedavi işlemleri açısından da pratiklik sağlayacaktır.

2. Literatür Bilgileri

Sağlık sektöründe hastaların hastalıklarının takibi yapılması amacıyla literatürde bazı çalışmalar yer almaktadır. Aşağıda bu çalışmalar detaylandırılmıştır.

Cura (2013) tarafından yapılan çalışma kişisel sağlık sektörüne yönelik bilişim teknolojilerinin mobil cihazlar üzerinde uygulanmasını ele almıştır. Bu çalışmada özellikle orta büyüklükteki hastanelere yönelik bir mobil hasta takip sistemi önerilmiştir. Önerilen sistem oldukça düşük maliyetlidir ve böylece hastalara ilave bir külfet doğurmamaktadır. Bu çalışma için tasarlanan sistem üç ana bileşenden meydana gelmektedir. Bunlardan ilki hastanın mobil cihazına yüklenen android uygulamasıdır. Bu uygulama hastanın kendi yaptığı tahlil sonuçlarını girdiği ve bunları hastane sunucusuna gönderdiği yalın bir ekrandan ibarettir. İkincisi hastanenin yerel ağı ile hastane sunucusuna bağlı mobil cihaz üzerinde bulunan başka bir android uygulamadır. Bu uygulama, hastanın tahlil sonuçlarını SMS ile göndermesi halinde değerleri alıp yerel ağ üzerinden sunucuya göndermektedir. Hasta, sonuçları internet aracılığıyla doğrudan sunucuya gönderme imkânına da sahiptir. Sunucudan yerel ağ aracılığıyla gelen mesajı hastanın doktoruna SMS ile göndermek bu uygulamanın ana görevidir. Üçüncü bileşen ise sunucudur. Sunucu bir kişisel bilgisayar olabilir. Sunucunun üzerindeki bir Java Servlet uygulaması hastadan gelen tahlil sonuçlarını değerlendirmekte ve hastanın doktoruna SMS ile değerlendirme sonucunu göndermektedir. Çalışmanın sınaama sonuçları sistemin orta büyüklükteki hastanelerin hastalarına başarıyla hizmet verebileceğini göstermiştir. Ancak Cura (2013)'ya göre büyük hastaneler için mevcut sınamalara göre kesin bir çıkarımda bulunmak doğru olmayacaktır. Zira büyük hastaneler için yapılacak sınamanın çok daha kapsamlı olması gerekmektedir. Bu da sınaama maliyetlerini oldukça yükseltecektir.

Chung,Yau, Shin veMyllyla(2007) yapmış oldukları çalışmada mekandan bağımsız olarak, kalp hastalıklarının tedavisinde ve hastanelerde hastaların daha iyi bakım görebilmeleri için bağımsız kablosuz entegre CDMA tabanlı basit elektrokardiyogram (EKG) tanı algoritmasına sahip cep telefonu ile bir sağlık izleme sistemi önermişlerdir. Bu sistem de hasta kablosuz LAN içindeyken veya LAN kapsama alanı dışında cep telefonu kullanırken CDMA ağı üzerinden uzaktan fizyolojik belirtileri izlemek ve tıbbi verileri kablosuz tıp merkezi izleme birimine doğrudan iletmek için araç olarak kablosuz cihaz kullanılmıştır. Sürekli izlemeyi sağlamak için herhangi bir veri sağlık merkezine gönderilmeden önce EKG

sinyallerinin yerel olarak değerlendirilmesi için bağımsız bir EKG tanı sistemi sağlanmıştır. Chung vd. (2007)'ne göre Kablosuz LAN alanı dışında iken mobil kapsama alanının mevcut olduğu yerlerde CDMA şebekesi üzerinden sunucu bilgisayarına tıbbi verileri gönderebilmek için tıbbi bir araç olarak cep telefonları önem taşımaktadır. Fizyolojik belirtiler kablosuz iletim cihazı ile toplanmakta ve cep telefonuna iletilmektedir. Cep telefonu veri iletimi için TCP protokolünü kullanarak CDMA şebekesi ile sunucu arasındaki bağlantıyı gerçekleştirmektedir. Ancak CDMA şebekesi üzerinden sürekli veri aktarımı sadece pahalı olmakla kalmamakta; aynı zamanda ağ trafiğinde tıkanıklığa da neden olabilmektedir. Bu nedenle dışarıdan bağımsız bir mobil uygulaması tasarlanmış ve cep telefonuna uygulanmıştır. Böylece tıbbi verilerin analizi telefon üzerinde lokal olarak yapılmış ve sunucu bilgisayarına analiz için sadece anlık tespitlerle, olağan dışı EKG sinyalleri gönderilmiştir.

Triantafyllidis et al. (2015) tarafından yapılan çalışmayla kalp yetmezliği hastalarına, onların ihtiyaçlarına yönelik doğru hareket eden ve hastalar için kişiselleştirilmiş bir mobil sağlık izleme sistemi tasarlanması amaçlanmıştır. Farklı aktörler (hastalar, sağlık çalışanları, sosyal bilimciler ve mühendisler) arası etkileşime dayanan ve kullanıcı deneyimleri hakkında nitel ve nicel bilgilerin toplanmasını destekleyen, yinelenebilir bir uzaktan sağlık izleme sistemi tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada hastalara, evlerinde kendi fizyolojik ölçümlerini yapabilmeleri, hastalıklarının belirtilerine ilişkin soruları cevaplayabilmeleri, kendi kişisel ölçümlerini gözden geçirebilmeleri ve hastalıkları ile ilgili uzmanlarla iletişime geçebilmeleri için tablet bilgisayarlar ve piyasadan da temin edilebilen medikal algılama cihazları (kan basıncı monitörü, ağırlık ölçer, kandaki oksijen seviyesini ölçebilen cihazlar) verilmiştir. Çalışmada kullanılan sistem, bir tablet bilgisayar, hastalar için kullanışlı bir arayüz, tansiyon aleti gibi çeşitli algılama cihazları, bir dizi ağırlık ölçer ve bir nabız ölçerden oluşmaktadır. Sensörlerden gelen izleme verilerinin tablet bilgisayarlara iletimi için bluetooth teknolojisi kullanılmıştır. Tablet bilgisayarlar da bu verilerin depolanması, işlenmesi ve sağlık uzmanları tarafından görüntülenebilmesi için internet üzerinden sunucuya iletebilmek amacıyla kullanılmıştır.

Chua et al. (2014) yaptıkları çalışma ile ileri mobil teknolojilerinin gelişmesi ve arayüzün mümkün olduğu taşınabilir tıbbi cihazların üretilmesi sayesinde; geçerli bir maliyete ve veri toplama kolaylığı gibi özelliklere sahip bir sağlık izleme sistemi geliştirmeyi desteklemişlerdir. Çalışmaları, hastane ve sağlık merkezlerine kolay erişimin mümkün olmadığı yerel topluluklarda sağlık durumlarının sürekli olarak izlenebilmesi için kişinin vücut kitle indeksinin, kan basıncının ve kalori alım miktarının sürekli izlenmesi yoluyla kişiye diyet sorumluluğu ve egzersiz alışkanlığı kazandırmayı amaçlamaktadır. Yapılan çalışmada sistem, android tabanlı mobil işletim sistemi üzerinde çalışan mobil uygulamanın yanı sıra kan basıncı ölçer, ağırlık ölçer ve dijital stetoskop gibi tıbbi cihazlar da kullanılmıştır. Veri iletim arayüzü olarak bluetooth teknolojisi kullanılmıştır.

Yüce, Bilge ve Saka (2005) tarafından yapılan çalışmada bir teletıp uygulaması için hekimin, hastanın astımla ilişkili günlük temel göstergelerine (örneğin soluk verme akımı tepe değeri) ulaşmasını sağlayarak hastalığın takibini kolaylaştıracak, aynı zamanda hastanın astımını kontrol altında tutmasına yardımcı olacak bir uygulama mimarisi geliştirilmiştir. Çalışmada

kullanılan mobil telefon uygulaması Java ve J2ME teknolojilerinin sahibi Sun firmasının uygulama geliştirme ortamı olan NetBeans 3.6 üzerinde, yine aynı firmanın mobil telefon emülatörü WTK 2.1 kullanılarak geliştirilmiştir.

Giridher, Wasilewska, Wong ve Rekhi (2010) tarafından yapılan çalışmada iki uygulama tasarlanmıştır. İlk uygulama olan CalorieMeter (Kalorimetre) ile kişinin fiziksel refahının sağlanması üzerine odaklanılmıştır. Bu uygulamanın amacı, kişinin kendi kalori miktarını takip etmesini sağlayarak belli bir gün için müsaade edilen kalori miktarını aşmadan kendi kalori ihtiyacını karşılamasının mümkün olabileceğini göstererek kişiyi motive etmektir. Çalışmada oluşturulan CalorieMeter uygulamasında günlük tüketim için uygun kalori miktarı Harris-Benedict denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. İkinci uygulama olan "CheerUp" uygulaması depresif bir halde bulunan kullanıcılar için, durumu kategorize ederek kullanıcılara kendi psikolojik sorunlarını keşfetmelerine yardımcı olmak; kendi ruh sağlıklarını değerlendirmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

Villarreal, Fontecha, Hervas ve Bravo (2014) tarafından mobil cihaz kullanımı ile hastanın belli bir kronik hastalığının takip edilmesine imkân sunmak amacıyla herhangi bir sağlık personeline ihtiyaç duymadan müdahale edebilen etkileşimli bir uygulama tasarlanmıştır. Sistem evinde ya da internet bağlantısı kurulabilen bir mekânda hastanın cep telefonu ve bir biyomedikal cihaz kullanımı ile veri toplayabilmektedir. Kullanılan mobil cihaz ile hem sürekli izleme sağlanabilmekte; hem de hastalık hakkında veri toplanabilmektedir. Çalışmada geliştirilen uygulama hasta ile izleme modülleri arasında köprü gibi çalışmaktadır. Uygulamanın doktor tarafı; doktora kendi mobil cihazında yüklü bir uygulama ile hastanın profil bilgilerine, glikoz veri kayıtlarına ve biyomedikal cihazdan elde edilen ölçüm verileri de dahil tüm verilerin kontrolüne ve verilere ulaşabilmesine imkan vermektedir. Hasta tarafında ise uygulama hastanın cep telefonuna yüklüdür ve aldığı verileri sisteme göndermektedir. Hastanın cep telefonu glikoz ölçümlerini depolamakta, aralıklara göre glikoz değerlerini listelemekte ve hasta için önerilerde bulunulabilmesi için bilgileri göndermektedir. Bundan sonra gerek görüldüğü takdirde hasta ile hekim arasında etkileşim başlamaktadır.

Kumar ve Venkatesan (2014) tarafından yapılan çalışmada kalp yetmezliği ve şeker hastalarına yönelik, düşük maliyetli kablosuz hasta izleme sistemi için güvenilir bir sağlık izleme sistemi tasarlanmıştır. Sistem mimarisi donanım olarak mikro denetleyiciler, sensörler, GSM modülü, seri arabirimler, bluetooth modülü, kişisel sistem bilgisayar ve android mobil cihazından oluşmaktadır. Mobil uygulaması android tabanlı işletim sistemi üzerinde çalışan bir android uygulama yazılımından oluşmaktadır. Uygulamanın senaryosu şu şekildedir: öncelikle sensörler hasta vücudunun ilgili bölgelerine yerleştirilmektedir. Sensörlerden elde edilen veriler mikro işlem birimi tarafından düzenli aralıklarla işlenmektedir. İşlenen veriler EKG ve PPG ölçümü için mobil cihaza ve sistem bilgisayarına gönderilmektedir. Sistem bilgisayarında ve android mobil uygulamasında veriler grafiksel olarak izlenebilmektedir.

Tang, Hu ve Hsu (2010) tarafından yapılan çalışmada, hastane bilgi sistemi (HBS) ve mobil iletişim sistemi birleşimli, multimedya mesaj (MMS) iletim yoluyla uzun vadeli ve sürdürülebilir bir sağlık izleme ve evde bakım yönetim sistemi kurmak amaçlanmıştır.

Sistem (fizyolojik sağlık sistemi) teletıp bakım ve yönetim işlemlerini sağlayan; Microsoft IIS sunucusu, PHP programı ve MySQLveritabanı yönetim sistemi destekli geliştirilmiş çeşitli mobil sağlık hizmetlerini kapsamaktadır. Bununla birlikte sağlık kurumlarının kişisel web sayfalarını içermekte ve fiziksel sağlık bilgi yönetimini sağlamaktadır. Hastaların evlerinden cep telefonları ile veya sağlık ocaklarında ölçüm cihazları ile fizyolojik sinyaller alınabilmekte ve bu sinyaller kablosuz ağ üzerinden teletıp sağlık yönetim sistemine aktarılabilir. Böylece sistem kolaylıkla HBS üzerinden hastaların fizyolojik sinyallerini okuyabilmekte ve hastaların gereksinimleri doktorlar tarafından karşılanabilmektedir. Gerekirse hastalara ziyaret programları oluşturulabilmekte ve erken önleyici tedavi için doktorları haberdar edebilmektedir.

Yang, He, Gao veZhao(2012) tarafından yapılan çalışmada hızla gelişmekte olan mobil internet hizmetleri ve bulut sistemleri ile bunu bir avantaja çevirerek kullanıcıların sağlık durumlarının takibini yapmak yenilikçi bir anlayış olarak gösterilmektedir. Bu anlayıştan yola çıkarak çalışmada mobil uygulama içeren bir uzaktan sağlık izleme sistemi tasarımı geliştirilmiştir. Çalışmada yer alan sistem üç bileşenden oluşmaktadır: mobil uygulama, bir web site uygulaması ve arka planda çalışan bir sunucu. Kullanıcılar mobil uygulama ya da web sitesi üzerinden sisteme erişebilmektedirler. Kullanıcılar verileri manuel olarak girebilmekte ya da doğrudan veri ölçmek için bir uygulamayı kullanabilmektedirler (örneğin kan basıncı uygulaması). Mobil uygulamalar için akıllı telefonlar verileri direk ölçmeyeceğinden bazı dış ekipmanlar yardımı ile veriler bluetooth üzerinden cep telefonuna aktarılabilir. Geliştirilen mobil uygulama ile kullanıcılar kendi sağlık verilerini yükleyebilmekte, önceki girişlerinin kayıtlarını ve grafiklerini görüntüleyebilmektedirler. Eğer veriler normal değilse uygulama tarafından kullanıcılara uyarı verilmekte ya da veriler aile hekimlerine sunulabilmektedir.

Panicker ve Kumar (2015) tarafından yapılan çalışmada, evde sağlık uygulaması için fizyolojik parametre izleme sistemi sunulmaktadır. Bu sistem hastalığın kan basıncı, nabız sayısı gibi fizyolojik parametrelerinin değerlendirilmesini ve eş zamanlı ve sürekli veri toplanmasını sağlamaktadır. Bu amaçla güvenilir bir kablosuz kişisel alan ağı olan bluetooth teknolojisi kullanılmıştır. Cep telefonu üzerinden verilerin alınması için android tabanlı işletim sistemi üzerinde çalışan mobil uygulama geliştirilmiştir. Mobil cihazın bluetooth alıcısı sistem ile bağlantı kurduktan sonra cihaz alınan verileri depolamakta, tasarlanan mobil uygulama ile sensörden alınan veriler ekranda görüntülenmektedir. Panicker ve Kumar (2015) tarafından yapılan bu çalışmada oluşturulan sistem, verilerin sürekli ve doğru bir şekilde izlenmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte hastaya hareket etme özgürlüğü de vermektedir.

Klug, Krupka, Dickhaus, KatusveHilbel (2010) tarafından yapılan çalışmada Windows Phone işletim sistemi tabanlı akıllı telefon üzerinde EKG kayıtları görüntülenmiştir. Sistem uygulaması Windows Phone 7 emülatörü ve gerçek Windows Phone 7 mobil cihazı ile test edilmiştir. Grafikselleştirilmiş kullanıcı arabirimi, sürekli, dijital olarak kaydedilmiş EKG verilerini, nabız dalga verilerini ve aynı zamanda kalp ritmi ve oksijen doyumunu değerlerini görüntülemek için tasarlanmıştır. Veriler kablosuz iletişim teknolojileri ile mobil cihaza gönderilebilmektedir. Cihaza transfer edilen veri dizisi akıllı telefon üzerinde okunmakta ve

işlenmektedir. Bundan sonra alınan veriler saniyede 25 kare olacak şekilde yenilenerek telefon ekranına yansıtılmaktadır.

Kim, Noh ve Jeong (2013) tarafından yapılan çalışmada kendi kendine güncellenebilen BCG izleme, duruş düzeltme sistemi ve bu sisteme bağlı olarak çalışan bir mobil uygulama sunulmaktadır. Günlük hayatta veya ofiste kalp durumunu sürekli izleme ve duruş düzeltmeyi sağlayan 3-yükhücreli sandalye BCG sistemi tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Geliştirilen 3-yükhücreli sandalyeye kablosuz veri iletiminin sağlanması için ayrıca bluetooth alıcı-verici yerleştirilmiştir. 3-yükhücreli sandalyesi tespit edilen verileri bluetooth aracılığıyla akıllı telefona iletmektedir. Akıllı telefon üzerine transfer edilen veriler mobil uygulama üzerinde eş zamanlı olarak takip edilmektedir. BCG ve duruş düzeltme takibi için özgün bir android uygulaması geliştirilmiş ve sunulmuştur.

Rozanowski, Piotrowski ve Ciolek (2013) tarafından yapılan çalışmada sürücünün sağlık durumunun uzaktan takibi (SSDUT) için veri kayıt cihazı ile donatılmış bir araçtan alınan verilerle bir mobil arayüzü oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan veri kayıt cihazı sürücü ve araca entegre edilmiş sensörlerden gelen verileri toplamaktadır. SSDUT, iki ana uygulamadan oluşmaktadır: SmartBIO 01 mobil ölçme sistemi uygulaması ve SmartBIO 02 mobil izleme sistemi uygulaması. SmartBIO 01 uygulaması, sürücünün sürüş için uygunluğunu tespit etmek amacıyla fizyolojik ve psikolojik test sonuçlarını geniş bir yelpazede toplamak ve bu sonuçları hesaplayarak standart bir sayısal değere dönüştürmek için tasarlanmıştır. SmartBIO 02 uygulaması iki ana katmandan oluşmaktadır: donanım katmanı, görüntüleme katmanı. Donanım katmanının amacı veri toplamak ve ön analizini yapmaktır. Görüntüleme katmanı ise akıllı telefon üzerinde tasarlanan mobil uygulamadan oluşmaktadır. Bu katmanın temel işlevi kullanıcı ve donanım katmanı arasında bir iletişim arayüzü sağlamaktır. SmartBIO 02 uygulaması verilerin toplanması ve toplanan verilerin izlenmesini, kontrol edilmesini sağlamaktadır.

Zarka (2004) tıbbi bir istemci-sunucu uygulaması olarak "Hasta Bakıcı" uygulamasını sunmak amacıyla istemci uygulaması için bir cep telefonu üzerinden; J2ME ve JAVA kullanılarak oluşturulmuş sunucu uygulaması için bir bilgisayar üzerinden çalışan bir sistem geliştirmiştir. Zarka (2004) bu uygulamanın kendi hastalarına ziyaretleri sırasında doktorlara yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Sistemin bir parçası olan istemci uygulaması doktorlara kendi cep telefonlarında sıcaklık, basınç, ilaçlar, analizler vb. tanı sonuçlarını saklamalarına ve sunucu veritabanında depolanması için SMS yoluyla sunucuya bilgi göndermelerine izin vermektedir. Sunucu istemciden gelen herhangi bir isteğe cevap verebilmekte ve sonucu bluetooth, kızılötesi veya OTA (OverTheAir) teknolojisi üzerinden gönderebilmektedir. Sistem için tasarlanan mobil uygulama doktorun cep telefonuna bluetooth, kızılötesi veya OTA teknolojisi üzerinden veri gönderimi gerçekleştirmektedir. Zarka (2004)'ya göre doktor bu uygulamayı sorumluluğu altında bulunan hastalarından bilgi edinmek amacıyla kullanabilir; aynı zamanda teşhis ya da tanı bilgilerini kendi cep telefonunda saklayabilir ve bu bilgileri SMS yoluyla merkezi cep telefonuna gönderebilir.

Bu çalışmada sağlık sektörüne yönelik daha önce yapılmış bazı çalışmalar incelenmiş ve diyabet hastalarına yönelik olarak hastalığın takibinin yapılmasını sağlayan bir mobil hasta takip uygulaması örneği anlatılmıştır.

3. Sistem Mimarisi

Sistem mimarisi 4 ana bileşenden oluşmaktadır:

- Şeker hastalarının izleme verilerinin toplanabilmesi için android tabanlı akıllı telefonlarda çalışan bir uygulama,
- Mobil uygulama ile iletişimi sağlayacak ve yönetecek bir uzak sunucu,
- Sunucuya ulaşan hasta takip verilerinin depolanması işlevini görecektir olan bir Veritabanı Yönetim Sistemi (VTYS),
- Hekimler için tasarlanan, hekimlerin hastalara ilişkin verilere veritabanından ulaşmalarını sağlayacak olan web sitesi uygulaması.



Şekil 1. Mobil hasta takip sistemi ve değerlendirme sistemi mimarisi

Önerilen sistemin çalışma biçimi özetle şöyle sıralanabilir:

- Hasta şeker ölçümünü yanında bulundurduğu cihaz ile kendisi yapar,
- Hasta kullandığı cihazda elde ettiği verileri mobil cihazında bulunan uygulamaya girer,
- Hastanın verileri girmesiyle bu değerler internet yoluyla web sunucusuna aktarılır,
- Sunucuya gelen veriler veritabanına kaydedilir,
- Hastanın doktoru veritabanında bulunan hasta verilerine web site uygulaması yoluyla erişir, sonuçları değerlendirir; gerek gördüğü takdirde uygulamada yer alan mesaj sistemi yoluyla hastası ile iletişime geçer.

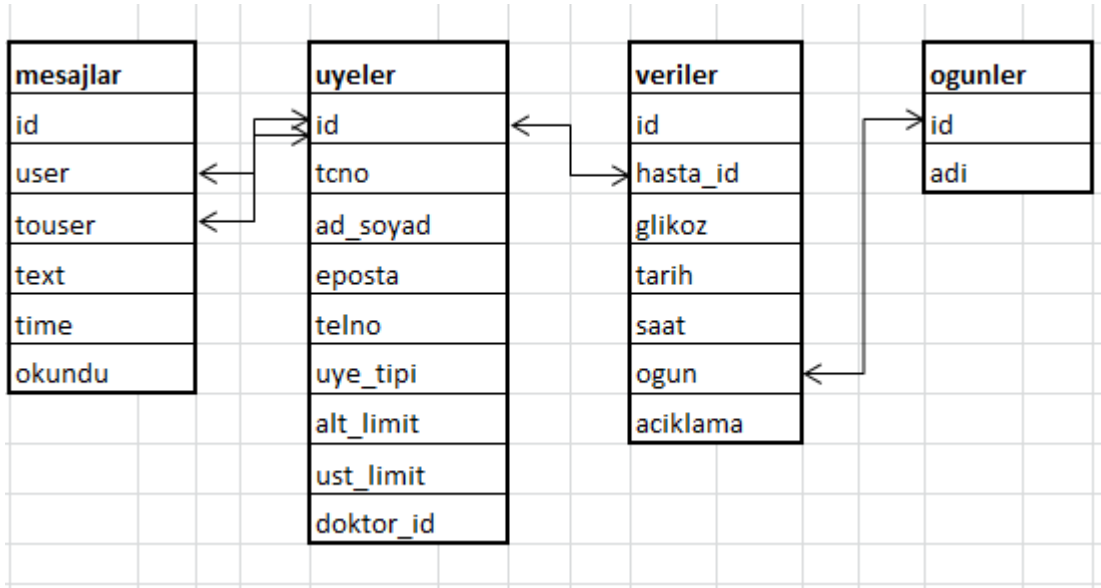
4. Sunucu ve Veritabanı

Çalışmada, web sitesi uygulamasının çalıştığı, dosyaların barındırıldığı ve uygun veritabanı yönetim sistemi (VTYS)'nin kullanıldığı çift çekirdekli 3.00 GHz (Gigahertz) işlemci ve 8 GB RAM belleğe sahip sunucu kullanılmıştır. Sunucu işletim sistemi olarak Linux tabanlı işletim sistemi tercih edilmiştir.

Hasta takip sistemi için kullanılan sunucu sadece web sitesi uygulama dosyalarını barındırmaz bununla birlikte mobil uygulama üzerinden gönderilen anlık JSON istemlerine de cevap veren PHP (HypertextPreprocessor) dosyalarını da barındırır.

Uygulamada verilerin depolanması için kullanılan VTYS MySQL (My StructuredQuery Language) VTYS (MySQL 5.6.26)'dir. Sunucu üzerinde çalışan web site uygulaması ve mobil uygulama ile veri alışverişi yapan yazılım kodlaması PHP dilinde yazılmıştır.

Sistem için kullanılan "glikoztakip" isimli veritabanı 4 tablodan oluşmaktadır: uyeler, ogunler, veriler ve mesajlar. Veritabanında "uyeler" tablosu "veriler" tablosu ile, "veriler" tablosu "ogunler" tablosu ile ve "mesajlar" tablosu da "uyeler" tablosu ile ilişkilidir. Resim 1 üzerinde veritabanı tablo ilişkisi gösterilmiştir.



Resim 1. "glikoztakip" veritabanı ilişki modeli

5. Mobil Uygulaması

Glikoz takip ve değerlendirme sürecinde hastalardan bilgilerin toplanmasını sağlayacak olan mobil uygulama, toplanan verilerin saklanması ve ulaşılmasına olanak veren veri modeli, android işletim sistemi üzerinde ApacheCordova çatısı kullanılarak geliştirilmiştir.

ApacheCordova, açık kaynaklı bir mobil geliştirme çatısıdır. Geliştiricilerin, çeşitli mobil platformların kendi geliştirme dillerini kullanmaktan kaçınarak, HTML5 (HypertextMarkup Language 5), CSS3 (Cascading Style Sheets 3) ve Javascript gibi web teknolojilerini kullanarak çapraz-platform geliştirmelerini sağlar (ApacheCordova'ya genel bakış, 2015).

Uygulama ismine "g-takip" adı verilmiştir. Uygulama içerisinde kullanılan yazılımlar: Java dili kullanımı için ApacheCordova çatısı, HTML, javascript ve tasarım için CSS yazılımlarından oluşmaktadır.

Uygulama içerisinde açık kaynak javascript kütüphanelerinden biri olan jQuery (jQuery, 2015) kullanılmıştır. jQuery kütüphanesi bir veri değişim formatı olan JSON(JSON'a giriş, 2015) metodunu kullanmaya olanak verir. Uygulamada JSON formatı kullanarak javascript üzerinden uzak sunucudaki PHP dosyalarına ulaşım sağlanmıştır. PHP kullanarak veritabanı üzerinde işlem gerçekleştirilir. Böylece uygun veriler tekrar uygulamaya döndürülür ya da veritabanında ekleme, silme ya da güncelleme işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Sistemin mobil uygulaması 6 temel ekran üzerinden çalışmaktadır: hasta kayıt ve hasta giriş ekranı, uygulama ana ekranı, raporlar, geçmiş, grafikler, doktorum.

Hasta kayıt ekranı yoluyla hasta sisteme kaydolabilmektedir. Kayıt ekranında hastanın ad, soyad, kimlik numarası, doğum yılı, telefon, eposta, glikoz alt limit (doktoru tarafından belirtilen) ve glikoz üst limit bilgileri istenmektedir. Hasta doktor atamasını kendisi yapamaz. Web site uygulamasından sadece doktorlar hasta sorumluluğunu üstlenerek kendi üzerlerine hasta ekleme/çıkarma işlemlerini yapabilirler. Hasta uygulamaya kaydolunca uygulamayı kullanabilir sisteme verileri kaydolur fakat doktoru atanmadığı için doktoru ile görüşme yapamaz. Doktoru sistemden hastayı kendisine eklediğinde hasta ile doktor arası görüşme yapılabilir.

Hasta, giriş ekranı ile sisteme giriş yapabilmektedir. Sisteme giriş için hastanın kimlik numarası ve telefon numarası istenir. Bilgileri giren hastanın verileri uzak sunucu veritabanındaki bilgiler ile kontrol edilir, eğer hasta sisteme kayıtlı ise uygulama ana sayfasına yönlendirilir.

Uygulama ana ekranı adından da anlaşılacağı üzere, uygulamanın temel fonksiyonlarına ulaşım sağlayan kilit yönlendirici butonların yer aldığı ekrandır. Ekran içerisinde "Raporlar", "Geçmiş", "Grafikler" ve "Doktorum" butonları, hastayı glikoz verisi ekleyebilmesi için yönlendiren "Ekle" butonu, hastanın bilgilerini düzenlemesini sağlayan sayfalara yönlendiren "Alt glikoz sınırı", "Üst glikoz sınırı", "Bilgilerini düzenle" linkleri, uygulama hakkında bilgi veren "Uygulama hakkında" linki, hastanın sistemden çıkış yapmasını sağlayan "Çıkış yap" linki ve son olarak hastanın günlük, haftalık ve aylık bazında ortalama glikoz verilerinin özetini gösteren "Ortalama Glikoz Değerleri" bölümü bulunmaktadır (Resim 2).



Resim 2. Uygulama ana ekran görüntüsü

Raporlar sayfası ile hasta "Kayıt Defteri" menüsünü kullanarak istediği bir aralık için glikoz değerlerinin grafiğini görüntüleyebilir ya da kendi eposta adresine mail gönderebilir. "Ortalama Glikoz Değerleri" menüsünü kullanarak farklı zaman dilimleri için ortalama glikoz değerlerini görüntüleyebilir. "Öğünlere Göre Ortalama Glikoz Değerleri" menüsünü kullanarak farklı zaman dilimleri için öğün bazında ortalama glikoz değerlerini görüntüleyebilir. Raporlar sayfası ekran görüntüleri Resim 3 üzerinde gösterilmiştir.

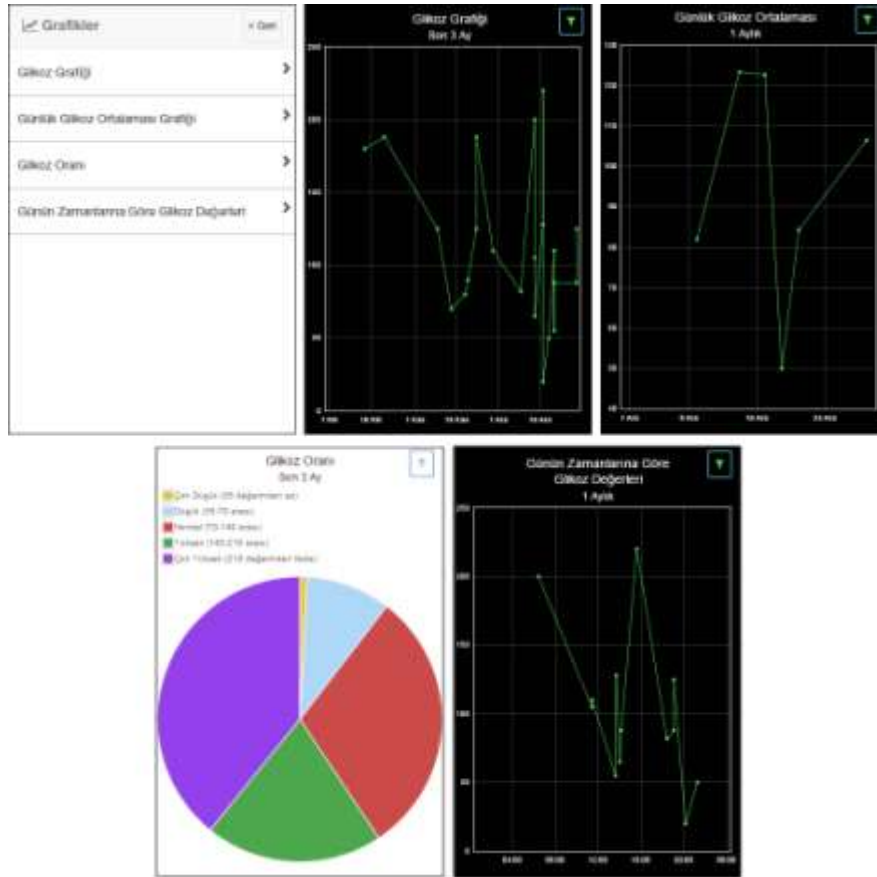


Resim 3. Raporlar sayfası ekran görüntüleri

Geçmiş sayfası adından da anlaşılacağı üzere geçmiş verilerin görüntülenmesini sağlayan sayfadır. Hasta geçmiş glikoz verilerini günlük, haftalık ve aylık zaman dilimlerine göre ya da öğün bazında filtreleyerek görüntüleyebilir. Ayrıca bu verileri güncelleyebilir.

Grafikler sayfası ile hasta verilerinin grafiksel dökümlerine ulaşır. Sayfada yer alan "Glikoz Grafiği" menüsü ile kullanıcı farklı zaman dilimleri için glikoz değerlerinin grafiğini görüntüleyebilir. "Günlük Glikoz Ortalaması Grafiği" menüsü ile kullanıcı yine farklı zaman dilimleri için günlük bazında glikoz ortalama değerlerinin grafiğini görüntüleyebilir.

“Glikoz Oranı” menüsü ile kullanıcı farklı zaman dilimleri için glikoz oranlarını yüzde cinsinden pasta grafiği şeklinde görüntüleyebilir. Son olarak “Günün Zamanlarına Göre Glikoz Değerleri” menüsü ile kullanıcı farklı zaman dilimleri için günün saatleri cinsinden glikoz verilerinin grafiğini görüntüleyebilir. Resim 4 üzerinde grafikler sayfası ve menülerin içerik ekranları gösterilmiştir.



Resim 4. Grafikler sayfası ekran görüntüleri

Doktorum sayfası hastanın kullanıcı ile mesajlaşmasını sağlayan ekrandır. Hasta bu ekran sayesinde doktoru ile anlık mesajlaşma gerçekleştirebilir. Hastalığı ile ilgili anlık durumlarını mesaj yoluyla doktoruna iletebilir.

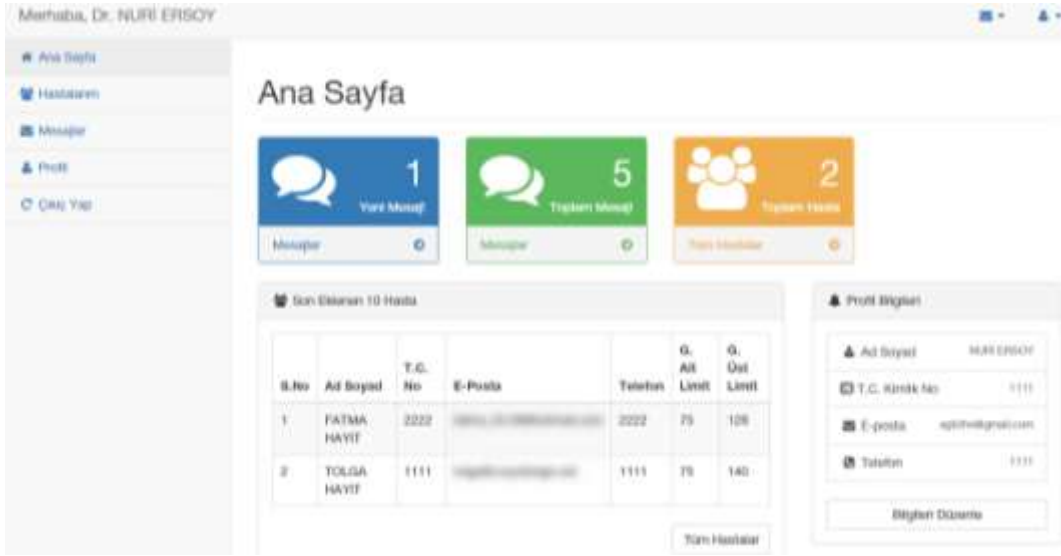
Sistem için oluşturulan mobil uygulaması tasarlanırken hastanın kolayca kullanabileceği, basit, sade ve anlaşılır bir arayüz tasarımı oluşturma amacı esas alınmıştır. Çünkü uygulamanın kullanışlı olabilmesi açısından yazılım olarak hemen her yaşa hitap edebilmelidir.

6. Web Site Uygulaması

Glikoz takip ve değerlendirme sürecinde hastanın toplanan verilerinin değerlendirilme işlemi uzak sunucu üzerinde çalışan bir web sitesi uygulaması kullanılarak geliştirilmiştir. Web sitesi uygulaması içerisinde PHP, HTML, javascript ve tasarımlar için CSS yazılımları kullanılmıştır.

Web site uygulaması sadece hekimler tarafından kullanılacak şekilde oluşturulmuştur. Doktor hastası ile iletişime geçebilmek için ya da hastasının verilerinin grafiksel dökümüne ulaşabilmek için web uygulamasını kullanır. Sisteme giriş yapabilmek için glikoztakip.com alan adını kullanır.

Doktor sisteme girer girmez ana sayfaya yönlendirilir. Bu ekran doktora hastaları, mesajları ve profil bilgileri hakkında özet bilgilerin verildiği ekrandır. Web uygulaması ana ekranında doktorun diğer sayfalara erişimini kolaylaştıran ana menü, okunmayan ve toplam mesaj sayısı, doktora bağlı olan toplam hasta sayısı, son eklenen 10 hastanın bilgi özeti ve hekim profil bilgileri yer almaktadır (Resim 5).

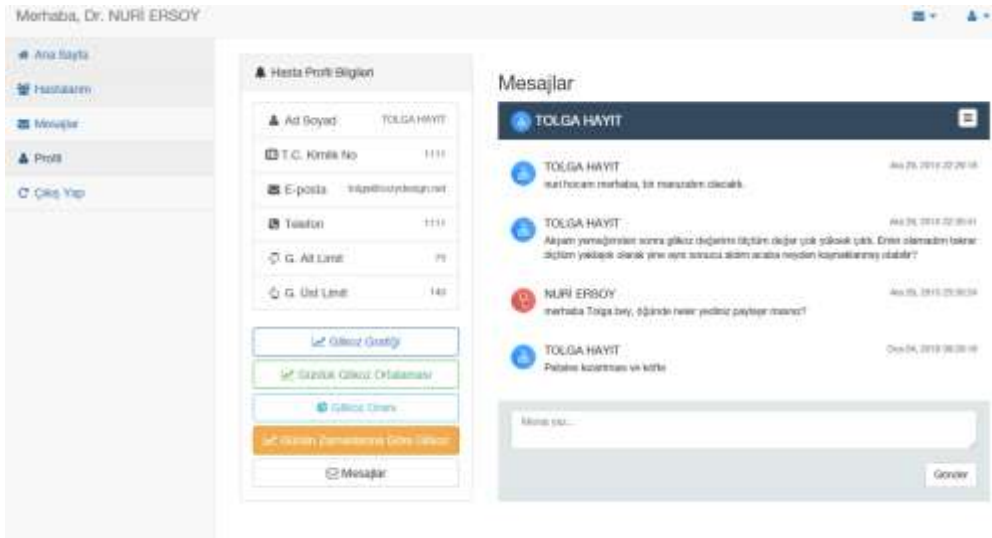


Resim 2 Web uygulaması ana ekranı

Hastalarım sayfasında doktor adına kayıtlı olan tüm hastalar listelenir. Doktor bu ekrandan "hasta ekle" butonu ile hasta ekleme ekranına geçiş yapabilir. Çıkar butonu ile hasta doktorun kayıtlarından çıkarılır; detay butonu ile doktor hastaya ait bilgilerin verildiği ekrana yönlendirilir.

Hasta ekle sayfasında havuzda bulunan ancak herhangi bir doktora ataması yapılmamış tüm hastalar listelenir. Bu ekran ile doktor seçtiği hastaları kendi sistemine ekleyebilir.

Hasta detay sayfasında hastanın bilgileri yer alır. Aynı zamanda bu sayfa ile doktor hastası ile iletişime geçebilir, hastasının glikoz ölçüm verilerinin grafiksel özetine ulaşabilir (Resim 6).



Resim 3 Hasta detay sayfası ekran görüntüsü (Ana ekran)

Mesajlar sayfasında doktora ait tüm mesajların özeti listelenir. Hangi hastaları ile iletişime girmiş, kaç mesaj atılmış en son gönderilen iletinin tarihi gibi özet bilgiler bu ekranda gösterilir.

Profil sayfası ile doktor profil bilgilerini görüntüleyebilir, değişiklik yapabilir.

Doktorlar web sitesi uygulaması ile hasta listesini görüntüleyebilir, hastalarının her birinin bilgilerine erişebilir, onlarla mesajlaşabilir ve asıl önemli husus hastalarının glikoz verilerini görüntüleyebilir, grafiksel olarak istatistiksel sonuçlarını elde edebilmektedirler.

Mobil uygulamasında olduğu gibi burada da sistem için oluşturulan web site uygulaması tasarlanırken doktorun hasta verilerine kolayca erişebileceği, basit, sade ve anlaşılır bir arayüz oluşturma amacı esas alınmıştır.

7. Sistemin Sınanması

Glikoz takip mobil uygulaması denemesi için hem akıllı telefon hem de tablet pc kullanılmıştır. Kullanılan akıllı telefon Android işletim sistemine sahip SONY XPERIA C1905 marka mobil cihazdır. Cihaz 4.3Android sürümüne sahiptir. 4 inç ekran boyutu, 480x854 ekran çözünürlüğüne sahiptir. Sahip olduğu işlemci çift çekirdekli Qualcomm S4Plus, 1Ghz Krait işlemcisidir. 1 GB RAM belleğe sahiptir (Sony Xperia M incelemesi, 2015).

Kullanılan tabletAndroid işletim sistemine sahip PROBOOK PRBT131 marka mobil cihazdır. Cihaz 4.4.2 Android sürümüne sahiptir. 10.1 inç ekran boyutu, 1024 x 600 ekran çözünürlüğüne sahiptir. Sahip olduğu işlemci çift çekirdekli A31S QuadCore işlemcisidir. 1 GB RAM belleğe sahiptir (Probook tablet incelemesi, 2016).

Uygulamanın kullanılacağı cihazın kablosuz internet veya mobil şebeke (3G, 4G vb.) özelliğinin bulunması gerekmektedir. Test için kullanılan mobil cihazlar bu özelliklere sahiptir.

8. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada sağlık sektörüne yönelik daha önce yapılmış çalışmalar detaylı olarak incelenmiş ve diyabet hastalarına yönelik olarak diyabet hastalığının takibinin yapılmasını sağlayan android işletim sistemi tabanlı bir mobil hasta takip uygulaması örneği tasarlanmıştır.

Sağlık sektörüne yönelik geliştirilen çeşitli çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmaların yapıldığı yıllara göre kullanılan teknolojiler farklılık göstermiştir. Literatür taraması için belirlenen çalışmaların hepsinde (teknolojisi ne olursa olsun) sağlık sektörüne yönelik mobil uygulama kullanılmış olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmada tasarlanan mobil uygulamanın yapımında kullanılan teknolojilerin hemen hemen hepsi ücretsizdir ve kullanılan yazılımların çoğu açık kaynaklıdır. Uygulamanın kullanılacağı mobil cihaz android işletim sistemi tabanlıdır. Uygulamayı kullanan hastaların sunucu ile bağlantısı internet üzerinden sağlanmıştır.

Uygulamada sunucu ile bağlantı internet üzerinden gerçekleştiği için internet hızı önem arz etmektedir. Eğer internet hızı kaliteli ise sunucudan çekilen veri hızı da doğru orantılı olarak hızlı olacaktır. Bazı noktalarda internet sıkıntısı yaşanması durumunda hasta sunucu ile bağlantıya geçemeyecektir. Bu da sistemin tartışılacak önemli bir noktasını teşkil etmektedir.

Uzak sunucu ne kadar iyi ve kaliteli olursa olsun iç ya da dış etmenlerin neden olduğu bir kesinti yaşanması durumunda kullanıcıların sisteme sürekli ulaşımı zorlaşır.

Sistemde tasarlanan mobil uygulama ve web uygulamasının güvenliği üzerine ilave bir çalışma yapılmamıştır. Kullanıcıların telefon ve kimlik numaralarının bilinmesi durumunda bir başkası tarafından kullanıcı hesabına girilebilir ve verileri görüntülenebilir. İleriki çalışmalarda bu noktaların dikkate alınması gerekmektedir.

Çalışmada tasarlanan sistem alt yapısı itibarıyla büyük ölçekli hastane sistemlerinde kullanılabilir. Verilerin saklanması için kullanılan MySQL VTYS büyük ve orta ölçekli sistemler için tercih edilen bir VTYS'dir. Sunucu için seçilen Unix/Linux işletim sistemi yaygın kullanım alanının olduğu düşünülürse profesyonel sistemler için diğer işletim sistemlerine nazaran daha uygun olduğu görülür. Eğer profesyonel sistemler için uygun bir sunucu sağlayıcısı seçilirse sistemde kopmalar en aza hatta sıfır noktasına indirgenebilir. Ancak sağlık sektörü ihmale gelemeyecek bir sektör olduğu için uygulamaya geçiş sürecinde sistemin kapsamlı olarak sınamasının yapılması tavsiye edilmektedir.

Uygulamanın kullanılabilirlik açısından sınanması için şeker hastası olan gerçek bir öğrenci tarafından testi gerçekleştirilmiştir. Son üç ay boyunca öğrenci glikoz ölçeriyle tespit ettiği glikoz verilerini mobil uygulamayı kullanarak, ölçmüş olduğu öğün zamanlarını da dikkate alarak sisteme girmiştir. Öğrencinin aile hekimi sisteme kaydedilmiştir. Öğrenci ve doktor arasında iletişim sağlanmış, bu sayede öğrenci ölçümleriyle ilgili aklına takılanları aile hekimine yönelmiştir. Aile doktoru hastasına gerekli tavsiyelerde bulunmuştur. Öğrenci ve öğrencinin aile hekimi uygulama konusunda olumlu yaklaşım sergilemişlerdir. Aile hekimi tarafından uygulamanın daha büyük kapsamlı sistemlerde uygulanması gerektiği önemle vurgulanmıştır.

Sistemin mobil cihazlar için sadece android tabanlı işletim sistemi üzerinde çalışması bir eksiklik olarak değerlendirilirse, ileride yapılacak çalışmalarda farklı mobil işletim sistemleri üzerinde de uygulamanın benzeri tasarlanabilir. ApacheCordova çatısı hemen her platformda mobil uygulama geliştirilmesine olanak sunmaktadır.

Sistemde kullanılan mobil uygulamasında hasta yardımcı bir cihazla ölçtüğü glikoz verilerini elle kendisi girmektedir. Eğer cihazda bluetooth (Bluetooth, 2015) veya NFC (Nearfieldcommunication, 2015) gibi temassız veri iletim teknolojilerinden biri bulunuyorsa; hemen hemen her akıllı telefonda bulunan bu özellikler sayesinde veriler otomatik olarak uygulamaya aktarılabilir. Bu bağlamda özgün bir ölçüm cihazı tasarlanarak mobil cihaz ile ölçüm cihazı arasında el değmeden veri transferi yapılabilmesine yönelik araştırmalar ileriki çalışmaların konusu olacaktır.

Kaynakça

- Chua, J. E.,Zaldua, J. A., Sevilla, T. J., Tapel, M. J., Orlino, M. R., Rasing, D. C.,& Lee-Ramos, C.M. (2014). An android phone application for a health monitoring system with integrated medical devices and localized health information and database for healthy lifestyle changes. 7th IEEE International Conference Humanoid, Nanotechnology, Information Technology Communicationand Control, Environment and Management (HNICEM) TheInstitute of Electricaland Electronics Engineers Inc. (IEEE) – PhilippineSection, Philippines, 1-6.
- Chung, W.Y.,Yau, C.L., Shin, K.S. &Myllyla, R. (2007). A cellphone based health monitoring system with self analysis processor using wireless sensor network technology. Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS CiteInternationale, Lyon, France, 3705-3708.
- Cura, T. (2013). Sağlık sektörü için düşük maliyetli bir mobil hasta takip sistemi önerisi. *AlphanumericJournal*, 1, 13–26.
- Giridher, T.,Wasilewska, A., Wong, J.L. &Rekhi, K.S. (2010). Global mobile applications for monitoring health. Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology, 5, 855-859.
- Halteren, A.V.,Bults, R., Wac, K., Konstantas, D., Widya, I., Dokovsky, N., et al. (2004). Mobile patient monitoring: the mobihealth system. *TheJournal on Information Technology in Healthcare*, 2, 365–373.

- Katz, J. E. & Rice, R. E. (2009). Publicviews of mobile medical devices and services: A US national survey of consumer sentiments towards RFID healthcare technology. *International Journal of Medical Informatics*, 78, 104–114.
- Kim, BJ.,Noh, YH. &Jeong, DU. (2013). Implementation of mobile based multi-function health monitoring system. *IT Convergenceand Security (ICITCS)*, Macao, 1 – 4.
- Klug, S.,Krupka, K., Dickhaus, H., Katus, H.A. andHilbel T. (2010). Displaying computerized ECG recordings and vital signs on windows phone 7 smartphones. *Computing in Cardiology*, 37, 1067 – 1070.
- Kumar, K.M. &Venkatesan, R.S. (2014). A design approach to smart health monitoring using android mobile devices. 2014 IEEE International Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT) , Ramanathapuram, 1740 – 1744.
- Laudon, K.C. &Laudon J.P. (2011). *Management information systems (12th ed.)*. New York: PrenticeHall.
- Panicker N.V. & Kumar A.S. (2015). Development of a blood pressure monitorin gsystem for home health application. *Circuit, Powerand Computing Technologies (ICCPCT)*, 2015 International Conference, Nagercoil, 1-4.
- Rozanowski, K.,Piotrowski, Z. &Ciolek, M. (2013). Mobile application for driver’s health status remote monitoring. *Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)*, Sardinia, 1738-1743.
- Sun, F.S.,Weng, Y.H. &Grigsby, J. (2010). Smartphones for geological data collection - an android phone application. *American Geophysical Union*, 91, 59.
- Tang, W. T., Hu, C. M. &Hsu, C. Y. (2010). A mobile phone based homecare management system on the cloud. *Biomedical Engineeringand Informatics (BMEI)*, 6, 2442 – 2445.
- Triantafyllidis, A.,Velardoa, C., Chantlerb, T., Shaha, S.A., Patonb, C., Khorshidib, R., et al. (2015). A personalised mobile-based home monitoring system for heartfailure: The SUPPORT-HF Study. *International Journal of Medical Informatics*, 3192, 11.
- Villarreal, V., Fontecha, J., Hervas, R. & Bravo, J. (2014). Mobile and ubiquitous architecture for the medical control of chronic diseases through the use of intelligent devices: Using the architecture for patientswith diabetes. *Future Generation Computer Systems*, 34, 161–175.
- Weng, Y.H., Sun, F.S. &Grigsby, J.D., (2012). Geotools: An android phone application in geology. *Computersand Geosciences*, 44, 24–30.
- Yang, M., He, X., Gao, L. &Zhao, L. (2012). An innovative system of health monitoring using mobile phones, e-health networking, applications and services (healthcom). 2012 IEEE 14th International Conference, Beijing, 379 – 382.
- Yüce, Y.K., Bilge, U. & Saka, O. (2005). MATDS: Mobil astım takip ve değerlendirme sistemi. 2. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, Antalya, 26-32.

Zarka, N. (2004). "PatientKeeper" medical application on mobile phone, information and communication technologies: from theory to applications. Syria, 37 – 38.

The 'Smartphone Class'. The 'smartphoneclass': always on, always consuming content. <http://www.emarketer.com/Article.aspx?R=1009014&ecid=a6506033675d47f881651943c21c5ed4> adresinden 26 Ağustos 2015 tarihinde edinilmiştir.

ApacheCordova'yagenel bakış. <https://cordova.apache.org/docs/en/latest/guide/overview> adresinden 24Ekim 2015 tarihinde edinilmiştir.

Sony Xperia Mincelemesi.<http://www.teknokulis.com/incelemler/akillitelefon/2013/09/29/sony-xperia-m> adresinden 29 Aralık 2015 tarihinde edinilmiştir.

Probook tablet incelemesi.http://www.gold.com.tr/probook-prbt131-10-1inc-tablet-pc_u adresinden 2 Ocak 2016 tarihinde edinilmiştir

JQuery. <https://tr.wikipedia.org/wiki/JQuery> adresinden 24 Ekim 2015 tarihinde edinilmiştir.

JSON'a giriş. <http://json.org/json-tr.html> adresinden 24 Ekim 2015 tarihinde edinilmiştir.

Bluetooth. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth> adresinden 29 Aralık 2015 tarihinde edinilmiştir.

Nearfield communication. https://en.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication adresinden 29 Aralık 2015 tarihinde edinilmiştir.