

KOAH Hastalarında Tele Pulmoner Rehabilitasyon için Kinect Temelli Ev Egzersiz Yazılımı

Çağatay ÇATAL, Hasan ALPER, Emre ŞERBETÇİOĞLU

Bilgisayar Mühendisliği
İstanbul Kültür Üniversitesi
34156, İstanbul, TÜRKİYE
{0901020033, 1001020025} @stu.iku.edu.tr, c.catal@iku.edu.tr

Özet. KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı), ülkemizde en ölümcül hastalıklar arasında 3. sırada yer almaktadır. 5 milyonu aşkın KOAH hastasının bulunduğu dikkate alındığında, bu hastaların evde egzersizlerle pulmoner rehabilitasyonunun sağlanması önemli bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Son 15 yılda yapılan çalışmalarda, evde egzersizlerle KOAH hastalarının daha iyi duruma gelebildiği medikal araştırmalarda raporlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, KOAH hastalarının evde egzersizlerini, Kinect sensörü yardımıyla interaktif şekilde gerçekleştirebilmesi ve bu sayede hastalığın kontrol altında tutulması hedeflenmiştir. Türk Toraks Derneği tarafından hazırlanmış olan; alt vücut ve üst vücut güçlendirme egzersizleri, ısınma egzersizleri, solunum egzersizleri, geliştirilen yazılım sisteminde modellenerek hastaların belirlenen sayıda ilgili egzersizi yapıp yapmadığı kayıt altına alınabilmekte, egzersizin doğru yapılabilmesi için gerekli yönlendirmeler yazılım tarafından hastaya sunulabilmektedir. Windows işletim sistemi üzerinde Kinect SDK'sı, XNA oyun motoru ve Visual Studio geliştirme ortamında C# programlama dili kullanılmıştır. 3 boyutlu bir model, 3 boyutlu bir ortamda hastanın yaptığı hareketleri gerçekleştirmekte ve bu sayede daha eğlenceli şekilde ilgili egzersizler hasta tarafından düzenli olarak gerçekleştirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal kullanıcı arayüzü, Kinect, KOAH, Tele pulmoner rehabilitasyon, yazılım mimarisi, yazılım geliştirme.

1 Giriş

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH), solunum hareketlerini güçleştiren, havayollarını daraltan, ilerleyici nitelikte ancak zararlı maddeye maruz kalınmadığı sürece tedavi edilebilir bir akciğer hastalığıdır. KOAH hastalarında kısa mesafeli yürüyüşlerde bile nefes darlığı oluşabilmektedir. KOAH'a yol açan nedenlerin en önemlisi sigara kullanımı olup pasif sigara içiciliği, işyerlerindeki tozlar, kimyasal maddeler, odun/tezek gibi organik yakıtların kullanımı diğer kanıtlanmış nedenler arasında sayılmaktadır [1]. KOAH dünyada, ölüme yol açan hastalıklar arasında 4. sıradayken, ülkemizde 3. sıradadır, ABD'de de 3. sırada olduğu raporlanmıştır [4]. Ülkemizde 5 milyon civarında KOAH hastasının bulunduğu tahmin edilmektedir [1].

Spirometri cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerle hastalığın tanısı konulabilmektedir. Ülkemizde yaşlı hastalarda maliyeti en yüksek olan hastalık KOAH hastalığı olarak ifade edilmektedir [2]. Diğer hastalıklardan ölüm oranlarında son yıllarda ciddi düşüşler olmasına rağmen, KOAH nedeniyle ölüm oranı %163'lük bir artış göstermiştir [3]. Çoğu hasta, hastalığının farkında bile olmadığı için zamanında tedavi alamamakta ve ölüm oranlarında artış doğal bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda, sigara tüketiminin ülkemizde azalmaması hastalığın önlenmesini engellemektedir. ABD'de hastalığın maliyetinin 2010 yılı için 49,9 milyar \$ olduğu raporlanmıştır [4]. Ülkemizde son yıllarda KOAH için yapılan çalışmalara baktığımızda, Temmuz 2009'da, kapalı alanda sigara içme yasağının uygulanmaya başlanmasını önemli bir aşama olarak ifade edebiliriz. Sağlık Bakanlığı ve Türk Toraks Derneği'nin ortak projesi olarak 2009 yılında başlatılan ve 2009-2013 yılları arasında kapsayan, "Türkiye Kronik Hava yolu Hastalıklarını (Astım, KOAH) Önleme ve Kontrol Programı" KOAH konusundaki bilinç düzeyini arttırma ve tedavi pratiğinin iyileştirilmesi açısından önemli bir görevi yerine getirmiştir [5]. Uzun zamandır solunum konusunda problemi olan hastalar için "pulmoner rehabilitasyon" adı verilen bir program uygulanmaktadır. Bu program içerisinde; kişiye özel egzersiz programı, beslenme konusunda danışmanlık, hasta ve aile eğitimi, nefes problemiyle başedebilme yöntemleri yer alır [6]. KOAH hastalarının, evde egzersizlerle pulmoner rehabilitasyonun hasta sağlığına etkisi konusunda, son 15 yılda yapılmış olan çalışmalara Ryan Pope tarafından ulaşılmıştır [7]. Yapılan incelemede 14 çalışmaya ulaşılmış ve bu çalışmaların tümü, evde pulmoner rehabilitasyon programı kapsamında evde egzersiz, KOAH hastaları için egzersiz yapmayanlara kıyasla, daha iyi duruma geldiği raporlanmıştır. Bu bağlamda, hastaların evlerinde bu egzersizleri yardımcı sistemlerle yapabileceği değerlendirilmiştir. Türk Toraks Derneği'nin (TTD) toplumu bilinçlendirme kapsamında hazırlanmış olduğu egzersizler dernekte temin edilerek, bu egzersizlerin yazılım sisteminde modellenmesi sağlanmıştır. Egzersizler; alt vücut ve üst vücut güçlendirme egzersizleri, ısınma egzersizleri, solunum egzersizleri olarak 4 bölümde ele alınmıştır.

KOAH hastalarının sağlık durumunu iyileştirmek üzere, video oyunlarının kullanımı konusunda, son yıllarda tıp alanındaki araştırmacılar farklı çalışmalar gerçekleştirmeye başlamıştır. Örneğin, University of Connecticut'daki araştırmacılar, Wii oyun konsolunda Wii Fit oyununun, beş KOAH hastası üzerindeki etkisini kapsamlı olarak değerlendirmiş ve çalışmalarını 2011 yılında alandaki önemli bir konferans olan "American Thoracic Society" (ATC 2011) konferansında sunmuşlardır [8]. Bu çalışmada, Wii Fit kullanmadan önce, standart yürüme testinde; oksijen tüketimi ve solunum faktörleri ölçülmüştür. Hastalardan, Wii Fit içerisinden takip eden 4 egzersizi yapmaları istenmiştir: yerinde koşu, üst kol egzersizleri, engel parkuru, yerinde yukarı doğru adımlama. Her egzersiz 3-5 dakika arasında yapılmıştır. Sonrasında kalp atış hızı, oksijen tüketimi ve solunum faktörleri yeniden ölçülmüştür. Egzersiz sonunda, kalp atış hızı, maksimum kestirilen değer %71'ine ulaşırken, oksijen tüketimi, maksimum kestirilen değer %86'sına ulaşmıştır [8]. Maksimum kestirilen değer; hastanın egzersizle ulaşabileceği mutlak üst limiti yansıttığı ve bu değer; sağlık, yaş ve diğer bazı faktörlere bağlı olduğu açıklanmıştır. Çoğu egzersiz programının; güvenli olabilmek için bu değerlerin %60'dan %80'ine kadar ulaşmayı hedeflediği bildirilmiştir. Bu çalışmada ölçümler için; Oxycon Mobil (taşınabilir kablosuz ergospirometre sistemi) kullanılmıştır.

Çalışmanın sonunda, ek çalışmalarla, güvenlik ve etkinlik konusunun araştırılması gerektiği ifade edilmiştir [8]. Bu çalışmada geliştirilen yazılım sistemi Wii Fit gibi genel amaçlı bir egzersiz programı olmayıp, doğrudan KOAH hastalarının egzersiz ihtiyaçlarına yanıt verecek şekilde tasarlanmıştır. Wii Fit genel amaçlı bir egzersiz oyunu olarak tasarlanmıştır. Bu bildiri kapsamında açıklanan sistem ise KOAH'a özel olarak geliştirildiğinden, Wii Fit'den önemli ölçüde ayrılmaktadır. Wii Fit, Fitness evolved (Xbox için), Active, UFC Personal Trainer gibi farklı egzersiz yazılımları mevcut olmasına rağmen, doğrudan KOAH'a odaklanmış ticari bir yazılıma yapılan incelemelerde ulaşılamamıştır. Bu çalışma kapsamında; pulmoner rehabilitasyonun bu denli önemli olduğu bu hastalığın tedavisine yardımcı olacak, ev ortamında hastaların rahat bir şekilde gerekli egzersizlerini yapabileceği bir sistem geliştirilmesi amaçlanmıştır. Sistem, Kinect sensörünü kullanarak hastanın interaktif olarak gerekli egzersizleri yapmasını sağlamaktadır. Bölüm 2'de ilişkili çalışmalar sunulmaktadır. Bölüm 3'de geliştirilen sistem açıklanmaktadır. Bölüm 4'de sonuç ve gelecek çalışmalar verilmektedir.

2 İlişkili Çalışmalar

KOAH konusunda hizmet veren rehabilitasyon merkezleri şehirlerde mevcut olsa da, kırsal kesimde her bölgeye bu hizmetin getirilebilmesi veya şehirlerde tüm KOAH hastalarına aynı anda hizmet verilebilmesi mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, bu hizmetin tele pulmoner rehabilitasyon kapsamında verilebilmesi, gerek merkezlere başvuran sayısını azaltabilecek gerekse de evden çıkma güçlüğü olan yaşlı hastaların durumunu kolaylaştıracaktır. Son yıllarda KOAH hastalarının tele pulmoner rehabilitasyonu için Kinect sensörü kullanan egzersiz yazılımlarının geliştirilmesi konusunda farklı çalışmalar gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Hallenborg [9], etmen tabanlı yazılım geliştirme yaklaşımını kullanarak KOAH hastaları için Kinect temelli bir yazılım geliştirmiştir ancak prototip aşamasında olan yazılım, 3 boyutlu bir model üzerinden çalışmamaktadır ve KOAH hastalığına dönük olan gerekli egzersizleri barındırmamaktadır. Beutel [10], Twente Üniversitesi'ndeki lisans bitirme tezi kapsamında, KOAH hastaları için dinamik bir egzersiz sistemi geliştirmiştir. Literatür taramasından elde edilen egzersizler, XSENS hareket yakalama yazılımı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. C# programlama dili, Unity ve MonoDevelop geliştirme ortamı çalışmada kullanılmıştır. Bravo ve arkadaşları [11], Kinect tabanlı sistemlerin KOAH hastalarında etkisini incelemek üzere 29 hasta üzerinde çalışmıştır. Kinect gereksinimlerine göre adapte edilmiş bir TV hastalara sağlanmış, günlük semptom anketlerine hastalar yanıt vermiş, pulse oksimetre ile oksijen saturasyon bilgisi ve sıcaklık bilgisi gönderilmiştir. Kinect ile kontrol edilen üst kol egzersizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Kinect teknolojisi temelli programın hastalar tarafından kabullenildiği ve uygulanabilir olduğu raporlanmıştır. Spina ve arkadaşları [12], KOAH hastalarının egzersizlerini izlemek üzere akıllı telefon sensörlerini kullanmış ve egzersiz performansları veya hataları konusunda akustik geribesleme sağlamıştır. Öğretim ve eğitim modu olarak yazılım tasarlanmıştır. Çalışma, KOAH hastalarının egzersizlerinin değerlendirilmesi açısından akıllı telefon temelli egzersiz sistemlerinin kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. Giriş bölümünde açıklanan Wii Fit

oyun yazılımı da, 2011 yılındaki çalışmada KOAH hastalığının tedavisi açısından incelenmiş ve faydalı olduğu değerlendirilmiştir. Yurt dışında bu konudaki çalışmaların sayısının son yıllarda artmış olması sebebiyle, ülkemizde de bu tür bir yazılımın yerli kaynaklarla geliştirilmesi ve sonrasında araştırma hastaneleriyle işbirliğine gidilerek KOAH hastalığı üzerinde etkisinin değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Bu kapsamda, yazılımın ilk prototipi bu dönem ortaya çıkarılmış ve yazılım üzerindeki iyileştirmeler ve geliştirmeler halen devam etmektedir. Bu çalışmada, bu kapsamda elde edilen deneyimler paylaşılmaktadır.

3 Geliştirilen Sistem

Çalışmada ilk hedef; hastanın yaptığı hareketleri bilgisayar ortamında algılamak ve bu hareketlerin kontrolünü sağlayarak, hastanın hareketleri doğru bir biçimde yapıp yapmadığını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda, bu işe en uygun donanım olarak “Kinect for Windows” sensörü seçilmiştir. Kinect sensörü; Microsoft tarafından üretilen doğal kullanıcı arayüzü (Natural User Interface-NUI) imkanı veren bir araçtır. Kullanıcı arayüzü tiplerinin tarihsel gelişimine baktığımızda; komut satırı arayüzlerinden (command line interface), grafiksel kullanıcı arayüzlerine geçildiğini, sonrasında doğal kullanıcı arayüzlerinin popülerlik kazandığını ve son dönemde de organik kullanıcı arayüzlerinin ilk prototiplerini vermekte olduğunu ifade edebiliriz. Organik kullanıcı arayüzlerinde sayısal ekranların ve telefonların, katlanabildiğini, eğilip bükülebildiğini görmek mümkündür. Halen bu konuda araştırmalar devam etmektedir. Doğal kullanıcı arayüzleri daha fazla olgunluğa ulaşmış olup, insanların yazılım sistemleri ile doğal bir yolla etkileşimini sağlayan insan-makine arayüzleridir [13]. Doğal kullanıcı arayüzleri; hissedilemez olmalı ve doğal bileşenlere dayanmalıdır. Vücut hareketleri, ses komutları ve dokunma gibi eylemler, insanların doğal hareketleri olup yeni kavramların öğrenilmesini gerektirmemektedir. Hareket Kontrolünü Hesaplama (Motion Control Computing-MCC), doğal kullanıcı arayüzlerini gerçeklemek için kullanılabilen en önemli tekniklerdendir. MCC; yazılım sistemleriyle etkileşmek için insanların pozisyonunu tespit edebilen, sayısallaştıran ve işleyen bir disiplin olarak ifade edilmektedir [14]. Kinect sensöründeki donanımlar Şekil 1’de gösterilmiştir ve bu donanımlar, 4 mikrofondan oluşan dizi (6), renk algılayıcı kamera (3), derinlik kamerası (2), 3 eksenli akselerometre (5), motor (4) ve bir infrared projektördür (1). Kinect aynı anda 6 kullanıcıya kadar tespit etme yeteneğine sahip olmakla birlikte, 2 tanesinin detaylı iskeletini çıkarabilmektedir [14].



Şekil 1. Kinect Sensörü [14]

Kinect sensörünün çalışması için bazı altyapılara ihtiyaç vardır. Bu yazılımlar; Kinect for Windows SDK, Microsoft Visual Studio 2010 veya üzeri ve .NET Framework 4 olarak sıralanabilir [13]. Çalışma kapsamında Kinect sensörünün seçilmesinin en

önemli nedeni, sensörün vücuttaki eklemleri algılayabilme özelliğidir. Kinect sensörü vücuttaki 20 eklem noktasını algılayabilmektedir. Bu özellik yardımıyla tele pulmoner rehabilitasyon kapsamındaki egzersizler bilgisayar sistemi içerisinde algılanabilmektedir. Microsoft Visual Studio ortamında geliştirilen uygulama ile hastanın Kinect sensörü karşısında yaptığı egzersizler algılanmakta ve aynı zamanda hareketin doğru şekilde yapılıp yapılmadığı kontrol edilmektedir. Egzersizlerin doğru şekilde yapılıp yapılmadığını tespit edebilmek için öncelikle Kinect SDK'sından iskelet verisi elde edilir, bu veri 2 boyutlu koordinat sistemine çevrilir, yapılan egzersize bağlı olarak kontrol edilmek istenen 2 nokta arasındaki fark hesaplanıp ön tanımlı eşik seviyeleriyle bu elde edilen fark karşılaştırılır, fark istenen eşik seviyesinden küçükse egzersizin başarılı olduğu yazılımda resmedilir. Örneğin, dizlerin yukarı kaldırılarak yapılan egzersiz için diz ve kalça noktalarının Y eksenleri arasındaki fark hesaplanır (diffBody) ve bu fark, egzersiz eşik seviyesinden (exerciseThreshold) küçükse egzersizin başarılı olduğu yazılımda temsil edilir. Hasta, hareketleri yanlış bir biçimde uygularsa sistem tarafından uyarı verilmektedir. Uygulamanın işlevselliği bir yana; görsel olarak daha iyi bir arayüz sağlanması için 3 boyutlu bir ortamda çalışılmasına karar verilmiştir. Hasta, bilgisayar ekranında kendi görüntüsü yerine 3 boyutlu bir insan modelini kontrol etmektedir. Aynı zamanda bu model, 3 boyutlu bir spor salonu ortamında bulunmaktadır. Böylece, egzersizler daha eğlenceli bir biçimde uygulanabilmektedir. Bunlara ek olarak hasta egzersizleri yapmadan önce, sistem tarafından animasyonlar vasıtasıyla hareketlerin nasıl yapılacağı hastaya gösterilmektedir. Belirtilen 3 boyutlu model yönetimi ve 3 boyutlu ortamı sağlamak amacıyla XNA Game Studio oyun motoru kullanılmaktadır. Bu oyun motoru Microsoft Visual Studio ile bütünleşik çalışabilmektedir. Şekil 2'de geliştirilen yazılımdan örnek bir ekran verilmektedir. Yazılımın çalışmasını göstermek üzere bir video çekilmiştir ve bu video üzerinden sesli olarak da yapılan egzersizler konusunda bilgi alınabilmektedir [15].



Şekil 2. Geliştirilen yazılımdan örnek bir arayüz

4 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışmada, KOAH hastalarının ev ortamında pulmoner rehabilitasyon kapsamındaki egzersizleri düzenli bir biçimde yapmalarını sağlayan bir bilgisayar sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem sayesinde, hastalar gerekli egzersizleri daha eğlenceli ve doğru şekilde yapacakları için pulmoner rehabilitasyon başarılı bir şekilde yapılmış olacak ve hastaların yaşam kaliteleri artacaktır. Tasarlanan sistem ev

ortamında çalışacağı için, pulmoner rehabilitasyonun hedeflerinden biri olan hastane başvurularını ve yatış gerekliliğini azaltmak da sağlanmış olacaktır. Bu sayede bu hastalığın neden olduğu masraflar da azalmış olacaktır. Yazılım sistemine yeni ek özellikler eklenmesi mümkündür. Geliştirilecek yardımcı bir sistem vasıtasıyla doktorlar hastalara özel kişisel egzersiz programları hazırlayabilir ve hastalar bu programları hastaneye gitmeden, sistem yardımıyla evde yapabilirler. Aynı zamanda doktorlar hastanın egzersizleri yapma durumunu yeni bir yazılım sistemi vasıtasıyla takip edebilir ve böylece hastanın zaman içindeki performansına göre hastanın tedavisine en yararlı egzersiz programları oluşturulabilir. KOAH ataklarının erken aşamada kestirimini sağlamak üzere, hastalardan farklı verilerin belirli periyotlarla toplanması ve ilgili değerlendirmelerin yapılarak, atak oluşmadan hastanın hastaneye yönlendirilmesinin sağlanması mümkün görünmektedir. Bu kapsamda yapılacak çalışmaların alanda öncü olacağı değerlendirilmektedir. Önümüzdeki dönemde, XNA oyun motoru yerine Unity'den yararlanılması sağlanarak yazılım yeniden tasarlanacaktır ve bu yeni oluşturulacak sistemin gerçek kullanıcılar ile ne kadar kullanılabilir olduğunun değerlendirilmesi için araştırma hastanelerinden destek alınacaktır. Sistemin iyileştirilmesi, bu gelecek bilgilere göre gerçekleştirilecektir.

Referanslar

- [1] http://www.toraks.org.tr/userfiles/file/koah_nedir.pdf
- [2] <http://www.haberler.com/koah-yasli-hastalarda-maliyeti-en-yukse-10-2335644-haberi>
- [3] http://www.toraks.org.tr/uploadFiles/book/file/232201117627-koah_epidemiolojisi.pdf
- [4] <http://www.lung.org/lung-disease/copd/resources/facts-figures/COPD-Fact-Sheet.html>
- [5] <http://www.saglik.gov.tr/TR/dosya/1-73897/h/turkiye-khh-astim-koah-onleme-ve-kontrol-programi-2009-.pdf>
- [6] http://www.ghs.gov.tr/birimdosya/Pulmoner_Rehabilitasyon_Brosuru_GARD.pdf
- [7] Pope, R. (2011), "The effect of exercise on patients with COPD", Diffusion, 4:1, <http://atp.uclan.ac.uk/buddypress/diffusion/?p=530>
- [8] Albores, J. G., Normandin, E., Marolda, C., ZuWallack, R., Lahiri, B., (2011), "Physiologic Variables Observed in COPD Patients while Exercising with an Interactive Activity-promoting Video Game", ATS 2011, Denver, CO, 14-18 Mayıs.
- [9] Hallenborg, K., (2011), "BDI agents to bridge cloud computing and end-users", Software Engineering and Knowledge Engineering 2011, 00-01.
- [10] Beutel, F., (2011), "Towards a Dynamic Home Training System for COPD Patients", BS Thesis, University of Twente.
- [11] Bravo, D., Sobradillo, P., Lobo, J. L., Segura, M. A., Inchausti, M., Hernandez, V. S., Garcia, H.A., Ribas, X., (2013), "Pilot telemedicine program for COPD patients based on Kinect® system", P4906.
- [12] Spina, G., Huang, G., Vaes, A., Spruit, M., Amft, O., (2013), "COPDTrainer: A Smartphone-based Motion Rehabilitation Training System with Real-Time Acoustic Feedback", UbiComp 2013, Zürich.
- [13] Catuhe, D., (2012), "Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit (Developer Reference)", Microsoft Press.
- [14] Giorio, C., Fascinari, M., (2013), "Kinect in Motion Audio and Visual Tracking by Example", Packt Publishing.
- [15] www.hasanalper.com/Koah.m4v