



Kinect Tabanlı Akıllı Ayna Uygulaması

Yahya Dinvar¹, Burakhan Çubukçu^{2*}, Uğur Yüzgeç³

¹ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilecik, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-4474-6640), yahyadinvar42@gmail.com

^{2*} Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilecik, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0480-1254), burakhan.cubukcu@bilecik.edu.tr

³ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilecik, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-5364-6265), ugur.yuzgec@bilecik.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 16 Haziran 2021 ve Kabul Tarihi 11 Kasım 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.953274)

ATIF/REFERENCE: Dinvar, Y., Çubukçu, B. & Yüzgeç, U. (2023). Kinect Tabanlı Akıllı Ayna Uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (46), 46-53.

Öz

Bu çalışma kapsamında önerilen sistem ile hem ayna karşısında geçirilen vaktin daha zevkli bir hale getirilmesi, hem de kullanıcılar hazırlanırken ihtiyaç duydukları hava durumu, saat, haberler gibi bilgilere erişebilmesi hedeflenmektedir. Çalışmada Kinect sensörü kullanılarak bir akıllı ayna prototipi geliştirilmiştir. Önerilen akıllı ayna sisteminde temel olarak güncel haberleri, hava durumunu, döviz kurlarını, saat, tarih gibi bilgiler gösterilmektedir. Sistemin bir ayna görünümü alması için Kinect sensörünün RGB görüntü alma özelliği kullanılmıştır. RGB görüntüsü üzerine internette alınan güncel verilerin görüntülenebilmesi için yapılan tasarım geliştirilerek aynanın arayüz görünümü tamamlanmıştır. Bu tasarım içerisinde sekmeli olarak haberler, hava durumu ve döviz kurları olmak üzere üç sayfa yerleştirilmiştir. Ayrıca önerilen sistemde Kinect sensörünün eklem noktalarını tespit etme özelliği sayesinde kullanılan sayfalar arasında belirlenen el hareketleri ile geçiş yapabilmeye yeteneği kazandırılmıştır. Aynı zamanda Kinect sensörü kullanılarak aynaya imleç özelliği de eklenmiş ve kullanıcının el hareketleriyle bu imleci fare olarak kullanması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kinect, Akıllı ayna, IoT.

Kinect Based Smart Mirror Application

Abstract

With the system proposed within the scope of the study, it is aimed not only to make the time spent in front of the mirror more enjoyable, but also to enable users to access the information they need while getting ready, such as the weather, time and news. In this study, a smart mirror prototype was developed using the Kinect sensor. The proposed smart mirror system basically displays information such as current news, weather conditions, exchange rates, time and date. The RGB image acquisition feature of the Kinect sensor is used to make the system look like a mirror. The interface view of the mirror has been completed by developing the design for displaying the current data obtained from the internet on the RGB image. Three pages, tabbed news, weather and exchange rates, are placed in this design. In addition, thanks to the feature of detecting the joint points of the Kinect sensor in the proposed system, the ability to switch between the pages used with the determined hand movements has been gained. At the same time, the cursor feature was added to the mirror by using the Kinect sensor, and the user was able to use this cursor as a mouse with hand movements

Keywords: Kinect, Smart mirror, IoT.

* Sorumlu Yazar: burakhan.cubukcu@bilecik.edu.tr

1. Giriş

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things: IoT) için dünya kullanıcı topluluğu tarafından kabul edilebilecek benzersiz bir tanım olmamakla birlikte IoT teknolojisi her nesnenin bir şekilde internete erişip, diğer cihazlarla etkileşim halinde olarak veri paylaşması durumu olarak ifade edilebilir (Beshara vd., 2016; <https://www.muhendisbeyinler.net/nesnelerin-interneti-iot-nedir/>, 2021). Tarım, ulaşım, üretim, enerji, spor, günlük yaşantı gibi birçok alanda kullanılan bu teknoloji insanların yaşantısını kolaylaştırmayı hedeflemektedir. Günlük yaşamda tek tuşla kahvenin uzaktan yapılmasından, toplu ulaşım aracının nerede olduğu bilgisinin telefondan öğrenilmesine, hatta ne zaman bulunulan durağa geleceğini gösteren cihazlara kadar birçok örnek gösterilebilir. Ev içerisinde kullanılan birçok elektronik cihazlar içlerindeki ağ modülleri yardımıyla artık doğrudan kablosuz ağa bağlanabilmektedirler. Bu akıllı ev sistemleri sayesinde elektronik cihazlar daha kolay kontrol edilebilmektedir. Bu cihazlar daha önceden manuel olarak kontrol edilmelerine karşın teknolojinin gelişmesiyle birlikte, artık birbirleriyle konuşan cihazlara haline gelerek otomatik kontrol edilmeleri sağlanmıştır. Bu şekilde günümüzde akıllı teknolojiler hayatımızın her alanında yerini almaya hızla devam etmektedir.

Telefonların, bilgisayarların, televizyonların dışında artık akıllı saatler, akıllı bileklikler, akıllı şapkalar gibi birçok eşya hayatımızı kolaylaştıracak birer teknolojik cihaz haline gelmeye başlamıştır. Bu akıllı eşyaların sayısı da yakın gelecekte artarak hızla hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelecektir. Bu çalışmada da günlük yaşantımızda birçok kez karşısına geçtiğimiz aynaların akıllı hale getirilmesi amaçlanmıştır. Önerilen akıllı ayna sisteminin geliştirilmesinde Xbox One Kinect sensörü (Kinect V2) kullanılmıştır. Geliştirilen uygulama kapsamında akıllı ayna karşısında ihtiyaç duyulan zamanlarda günlük yapılan diş fırçalama, saç tarama, el yıkama gibi birçok aktivitenin daha eğlenceli hale getirilmesi amaçlanmıştır. Hayatın her alanında teknolojiden uzak kalmamak ve sadece bilgisayar başında ya da telefonlardan bilgiye ulaşmak değil bu iki cihazdan uzakta olunan zamanlarda da teknolojiden faydalanabilme düşüncesi de çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır. Aynı zamanda ayna karşısında vakit geçirilirken gündemdeki haberler, günlük hava durumu veya döviz kurları gibi bilgilere ekstra bir zamana ihtiyaç duymadan ayna karşısında günlük yapılan işlerin yanında ulaşarak zamandan da tasarruf edilmesi düşüncesi ile akıllı aynanın geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. Xbox One Kinect Sensörü (Kinect V2)

Kinect'in 2 modeli vardır: 2010'da piyasaya sürülen Kinect 360 (Kinect V1) ve 2014'te piyasaya sürülen Kinect V2 (Şekil 1). Bilgisayarlar için Kinect V2'nin üretimi durdurulmuştur. Ancak, X-Box için üretilen Kinect V2 sürümü bilgisayara ayrı bir adaptörle bağlanabilmektedir (Amon & Fuhrmann, 2014; Çubukçu vd., 2018).

Kinect V1 ve Kinect V2 sahip olduğu iskelet izleme özellikleri sayesinde birçok farklı alanda ve çalışmada insan iskeletini gözlemek için kullanılmıştır (Çubukçu vd., 2021; Çubukçu & Çetin, 2016; Çubukçu & Yüzgeç, 2017; Dinvar vd., 2017; Shaughnessy vd., 2006; Tino & Hillis, 2010). Kinect V2'nin insan iskeletini izlemedeki geçerlilik ve güvenilirliği üzerine farklı çalışmalar yapılmış ve geçerli ve güvenilir bir metot ve yöntem olduğu gösterilmiştir (Clark vd., 2015; Çubukçu vd., 2020; Dubois & Bresciani, 2018; Kösesoy vd., 2015).

Geçerliliği ve güvenilirliği gösterilmiş Kinect V2 hastalık tespiti (Seifallahi vd., 2022), rehabilitasyon oyunları (Garip vd., 2019), kimlik tanıma (Mousavi & Ilanloo, 2022) gibi birçok farklı uygulama alanında kullanılmaktadır. Birçok kullanım alanı olan Kinect V2'nin performansını arttırmak için literatürde birden fazla Kinect'in aynı anda kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur (Nguyen vd., 2022).

Şekil 1'de gösterilen Kinect V2, Microsoft tarafından geliştirilen derinlik ve hareket algılama özelliklerine sahip özel bir kamera sistemidir (<http://www.acikbilim.com/>, 2021). İçerisinde kızılötesi sensör, renkli (RGB) kamera, derinlik algılayıcı kamera ve mikrofonlar bulunmaktadır. Kızılötesi sensörler kameranın görüş alanına kızılötesi ışınlar yaymakta ve derinlik algılayıcı kamera ise yansıyan kızılötesi ışınları yakalamaktadır (<https://www.lib.ncsu.edu/devices/kinect-v2-3d-sensor>, 2021). Kızılötesi sensörün yaydığı ışık renkli kamerada görünmemesine karşın kızılötesi kamera ile tespit edilebilmektedir. Kinect V2'nin üzerinde mikrofon dizisinden oluşan ses algılama sistemi de yer almaktadır.



Şekil 1. Xbox One Kinect Sensörü (Figure 1. Xbox One Kinect Sensor)

Şekil 2 ve Tablo 1’de gösterildiği gibi Kinect V2 içerdiği kamera, kızılötesi sensör ve derinlik algılayıcısı ile öncelikle görüntüleri analiz edip, kafa, gövde, dirsek, diz gibi insan vücudunun 25 farklı eklem noktasını tanımlamaya çalışır. 3 boyutlu derinlik sensörü ile görüş açısına sürekli kızılötesi ışını gönderir ve ışığın yansıma hızını hesaplayarak derinlik görüntüsüne ulaşmaktadır. Bu görüntüde yakaladığı en basit insan şekline ise içerisinde bulundurduğu görüntü işleme algoritmasıyla bir iskelet sistemi yerleştirmektedir (<https://medium.com>).

Tablo 1. Kinect v2 iskelet üzerinde izlediği noktalar. (Table 1. The points that the Kinect v2 monitors on the skeleton.)

0. Omurga tabanı	9. Sağ dirsek	17. Sağ diz
1. Omurga ortası	10. Sağ bilek	18. Sağ ayak bileği
2. Boyun	11. Sağ el	19. Sağ ayak
3. Kafa	12. Sol kalça	20. Omurga omuz
4. Sol omuz	13. Sol diz	21. Sol el ucu
5. Sol dirsek	14. Sol ayak bileği	22. Sol başparmak
6. Sol bilek	15. Sol ayak	23. Sağ el ucu
7. Sol el	16. Sağ kalça	24. Sağ başparmak
8. Sağ omuz		

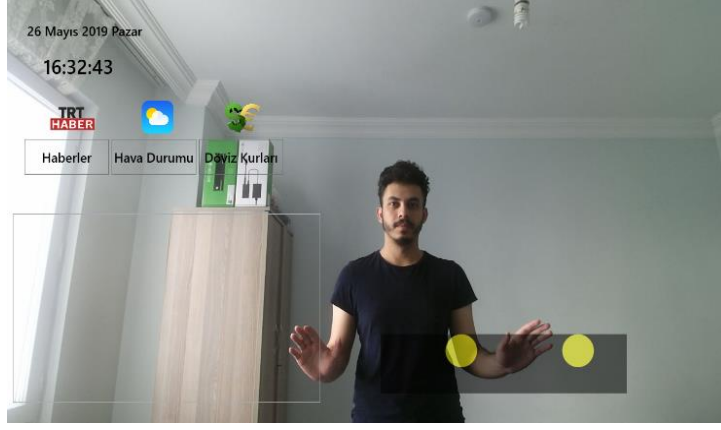


Şekil 2. Kinect 2 ile algılanan eklemler (Figure 2. Joints detected with Kinect 2)

3. Kinect V2 ile Akıllı Ayna Uygulaması

Bu bölümde çalışma kapsamında geliştirilen Kinect V2 temelli akıllı ayna uygulaması anlatılmıştır. Uygulamada akıllı ayna olarak 23 inç led ekran kullanılmıştır. Kullanılan akıllı aynanın üstüne yerleştirilen Kinect V2 sayesinde kullanıcı görüntüleri alınarak ekrana yansıtılmıştır. Kullanıcı görüntülerini alan Kinect V2'nin iskelet noktalarını izleyebilme özelliği sayesinde kullanıcıların eklem noktaları gözlemlenebilmektedir. Kinect'in koordinatlarını tespit ettiği 25 farklı eklem noktasından el, dirsek ve omuz eklemleri üzerinde bulunan toplam 12 nokta uygulamayı geliştirmek için kullanılmıştır.

Bu noktalar kullanılarak geliştirilen uygulamaya ait bir ekran görüntüsü Şekil 3'de verilmiştir. Uygulama temel olarak sol ve sağ elin x ve y koordinatları ile ilgilenmektedir. El noktalarının anlık koordinatları, Şekil 3'den de görüleceği gibi ekranda sarı renkte birer daire ile gösterilerek kullanıcının hareketlerini izleyebilmesi sağlanmaktadır. Kinect V2 ile kullanıcının hangi eli ilk olarak algılanırsa o eli temsil eden daire yeşil olmaktadır. Benzer şekilde sağ eli temsilen ekranda el ikonu şeklinde bir imleç gösterilmektedir. Bu imleç sayesinde sağ el bir fare gibi kullanılabilir.



Şekil 3. Kinect V2 tabanlı Akıllı Ayna Uygulaması (Figure 3. Kinect V2-based Smart Mirror Application)

Ayna ilk açıldığında karşısında bir kullanıcı (iskelet) görmüyorsa sadece RGB görüntüsü ile aynanın tasarlanmış hali görülmektedir. Ancak Şekil 4'de görüldüğü gibi ayna açıldıktan sonra karşısına bir kullanıcı gelirse "merhaba" yazısı ile kullanıcı karşılanmaktadır. Burada Kinect V2'nin iskelet izleme özelliği kullanılarak kameranın karşısında bir kullanıcı olup olmadığı tespit edilmiştir. Ekranda gösterilen merhaba yazısı 3 saniye ayna üzerinde kalacak şekilde ayarlanmıştır. Bu uyarıyla birlikte aynanın sayfa geçişine uygun olup olmadığını ifade eden el figürü de ekranda gösterilmeye başlanmaktadır.



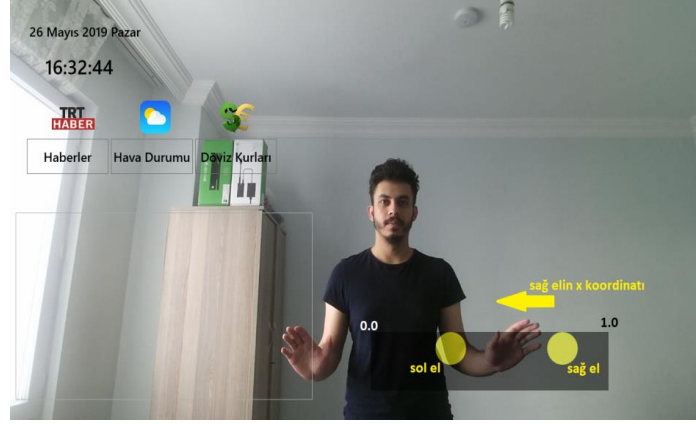
Şekil 4. Akıllı ayna kullanıcıyı karşılama (Figure 4. Smart mirror welcomes the user)

Ekranda gösterilecek veriler; haberlerin ana konu başlıkları, hava durumu ve döviz kurları olarak belirlenmiştir. Konu başlıkları belirlenen haberler, hava durumu ve döviz kurları için XML formatında güncel verilerini paylaşan web sayfaları bulunmuştur. Haberler TRT web sayfasından, hava durumu Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfasından ve döviz kurları bilgisi ise Merkez Bankası web sayfasından çekilmiştir. Bu web sayfalarının güncel verileri, XML formatında tutulan web adreslerinden XML işlemleri kullanılarak akıllı ayna uygulamasına entegre edilmiştir. Bu belirlenen sayfalar arasında kullanıcının el hareketi ile kaydırma yaparak geçmesinin yanında aynı zamanda imleç özelliğinin kullanılması düşüncesi ile tasarıma üç adet de buton eklenmiştir. Tasarımı tamamlanan ve belirlenen konu başlıklarındaki verilerin buton yardımı ile internetten çekilmesinden sonra uygulamaya ayna görünümü verebilmek için Kinect V2'nin RGB kamerası kullanılmıştır. Kinect V2'den alınan RGB görüntüsü ile kişinin imlece komut verebilmesi için gerekli olan kodlar birleştirilerek ana projede de tanımlanmıştır. Ayna görünümü üzerinde kullanıcının hareketleri ile işlemler yapabilmeleri için tüm özellikler aynı projede birleştirilmiştir. RGB görüntünün gözükmesi için ana projenin kendi penceresi ve üzerinde bulunan her element şeffaf olarak tasarlanmıştır. Böylece kullanıcının kendini ekranın her yerinde rahatlıkla görebilmesi ve aynı zamanda ekranda görülen bilgilerden rahatsız olmadan okuyabilmesi hedeflenmiştir.

Ayna görünümü elde edilen ekranda el hareketleri ile verilerin çekildiği sayfalar arasında geçiş yapılabilmesi sağlanmıştır. Bu geçiş işlemi sağ elin eklem noktalarının koordinatları kullanarak gerçekleştirilmiştir. Sağ elin eklem noktasının x koordinat değerleri bir dizide tutularak, x eksen koordinatlarının alınan örnekleri küçükten büyüğe sıralanmıştır. Tutulan son yirmi x koordinat değerinin en büyük ve en küçük değerleri arasındaki fark alınmış ve hesaplanan bu değer önceden belirlenen eşik değerinden fazla ise sayfanın değişmesi sağlanmıştır. Böylece kullanıcı elini yatay ekseninde kaydırırken içerik sayfaları arasında geçiş yapılabilmesi gerçekleştirilmiştir.

Ancak yapılan uygulama sırasında algılanan her sağ el geçiş işaretinde sayfalar arası kaydırma yapılmasının, kullanıcının ayna karşısında rahat hareket edebilmesini kısıtladığı gözlemlenmiştir. Bu sebepten aynaya verilecek komutların belirli bir koşul altında yapılabilmesine karar verilmiştir. Kullanıcının ayna karşısında özgürce hareket ederken aynı zamanda uygulamalar arasında geçiş yapabilmeleri için Kinect V2'nin iskelet izleme özelliği kullanılmıştır. Bu iskelet izleme özelliği sayesinde vücuttaki 25 eklem noktasının koordinatları elde edilerek akıllı ayna uygulamasına bazı kısıtlamalar ilave edilmiştir. Böylece sayfa kaydırma işleminin belirli koşullarda yapılması sağlanarak, kullanıcının ayna karşısında hareket ederken istem dışı sayfaların değişmesi engellenmiştir. En az

kısıtlama ile en etkin çözümü bulabilmek için deneme-yanılma yöntemi ile farklı kısıtlamalar denenmiştir. En etkin kısıtlama, Şekil 5’de gösterildiği gibi, sağ el eklem noktasının yüksekliğinin, omurga eklemi orta noktasının yüksekliği ile kafa eklem noktasının yüksekliği arasında olması olarak tespit edilmiştir. Uygulama yazılımında, kullanıcının bu kısıtlamaları sağladığında sayfalar arasında geçiş yapabilme yeteneği kazandırılmıştır. Böylece kullanıcının doğal hareketleri sırasında sayfa geçişleri engellenirken, kullanıcının istediği anda kolay bir şekilde sayfa geçişi yapılabilmesi sağlanmıştır.



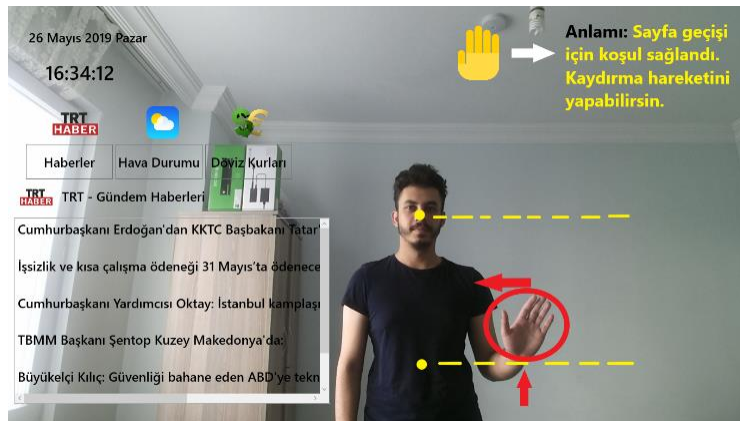
Şekil 5. Akıllı aynada sağ el kaydırma hareketinin algılanması (Figure 5. Detection of right hand swipe gesture)

Şekil 6’da görülen siyah renkteki el figürü ayna ekranında gözükünceye kadar kaydırma hareketi yapılamamaktadır. Bu siyah el figürü ayna ilk açıldıktan iki saniye sonra gözükmetedir. Aynı zamanda kullanıcının her kaydırma hareketi ile sayfa geçişi komutu vermesinden sonra da el figürü iki saniye sonunda kaybolmaktadır. Bu sayede geçişler arasında kullanıcı kısa bir süre bekletilerek sistemin sürekli sayfalar arasında geçiş yapması engellenmektedir. El figürünün siyah renkte olması, kullanıcının kaydırma işlemi için gerekli koşulları sağlayamadığını ifade etmektedir.

Şekil 7’de gösterildiği gibi sağ el eklem noktası kaydırma hareketi ile sayfa geçişi yapabilmek için önceden belirlenen koşul aralığına getirildiğinde siyah el figürü sarı renge dönüşmektedir. Bu sarı renkteki el figürü kullanıcının geçiş koşullarını sağladığını ve kaydırma hareketi yaptığında sayfanın değiştirileceğini ifade etmektedir.



Şekil 6. Sayfa geçiş koşulunun sağlanmadığı durum (Figure 6. The situation where the page transition condition is not met)



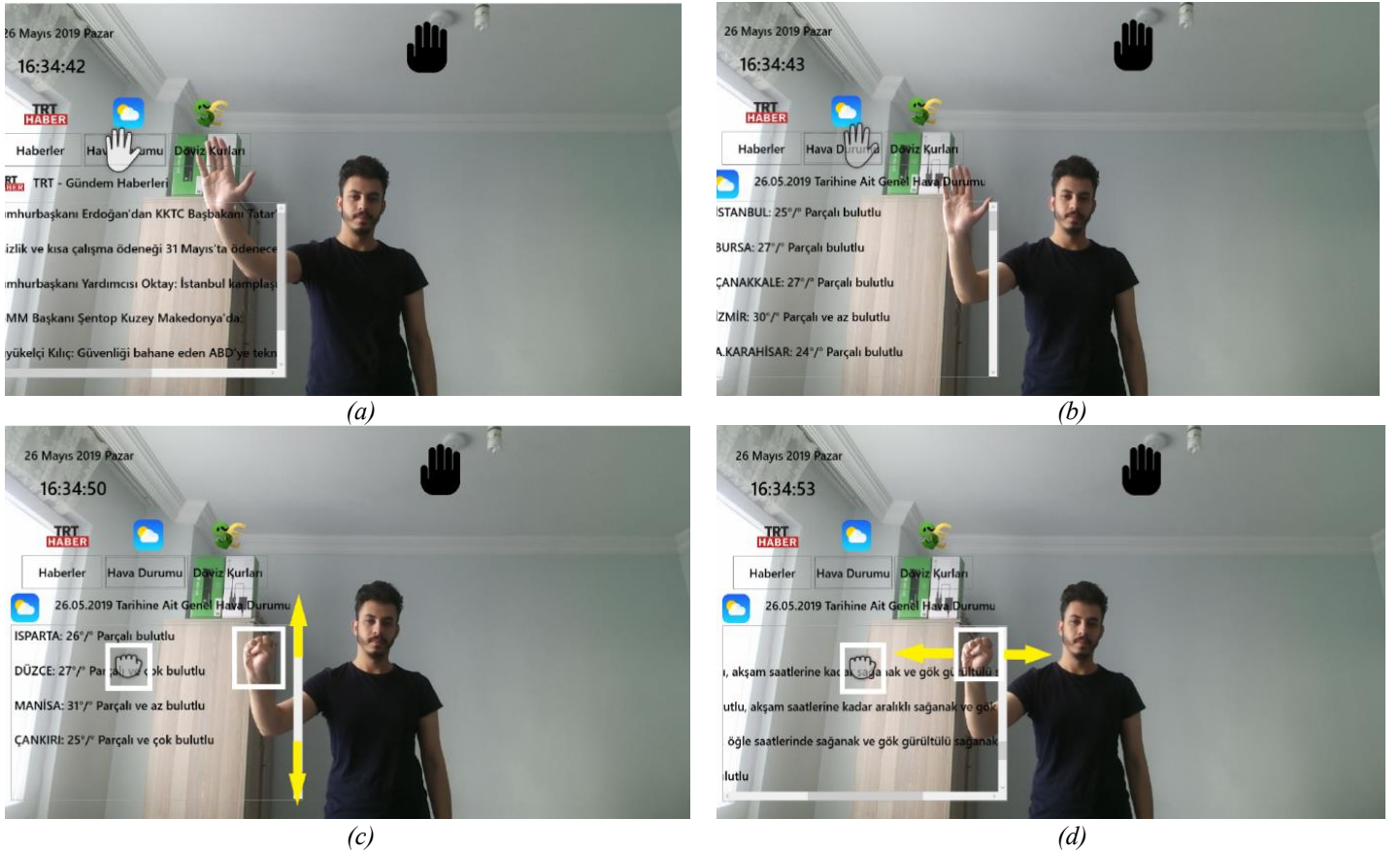
Şekil 7. Sayfa geçiş koşulunun sağlandığı durum (Figure 7. The situation where the page transition condition is met)

Şekil 8’de ise sayfa geçişi için gerekli koşullandırma aralığında bulunan sağ el eklem noktasının yatay eksende kaydırma hareketi yapması ile sayfa geçişinin sağlanması gösterilmektedir. Sayfalar arasında ekranda görünen sırada geçiş (haber, hava durumu ve döviz kurları) yapılmaktadır.



Şekil 8. Sağ el kaydırma hareketi ile sayfa değişimi (Figure 8. Page change with right hand swipe gesture)

Çalışma kapsamında geliştirilen akıllı ayna uygulamasına ait ekran görüntüleri Şekil 9’da gösterilmiştir. Şekil 9.a ve Şekil 9.b imleç özelliği ile sol veya sağ el fark etmeksizin elleri bir fare gibi kullanarak bu sayfalara butonlar yardımı ile geçişi göstermektedir. Haberler, hava durumu ve döviz bilgileri sayfaları içinde XML şeklinde çekilen verilerin uzun olabildiği ya da aynada belirlenen alana sığmadığı durumlar olmaktadır. Şekil 9.c ve Şekil 9.d’den de görüldüğü gibi sayfa içinde gezinebilmek, aşağı-yukarı, sola-sağa imleci kaydırma işlemleri de elin yumruk şeklini aldığı durumlarda yapılabilmektedir.



Şekil 9. Kinect tabanlı akıllı ayna uygulaması ekran görüntüleri (Figure 9. Kinect-based smart mirror application screenshots)

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada Kinect V2 kullanılarak bir akıllı ayna uygulaması gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen akıllı ayna uygulamasının sol üst köşesinde tarih ve saat bilgisi yer almaktadır. Haberler, hava durumu ve döviz kurları olmak üzere üç farklı sayfa uygulama içinde yer almaktadır. Bu sayfalar arasında kullanıcının gezinebilmesi için geliştirilen aynaya el hareketi ile bir kaydırma yeteneği kazandırılmıştır. Uygulamada geliştirilen bu özellik sağ el ile kontrol edilebilecek şekilde ayarlanmıştır. Bu özellik sayesinde kullanıcı belirlenen koşullarda, en az düzeyde kısıt altında, sağ eli ile kaydırma hareketi yapması sonucunda farklı sayfalara geçiş yapabilmektedir.

Geliştirilen sistem ile insanların ayna karşısında geçirdikleri zamanlarda gündelik bilgilere de ulaşabilmesi hedeflenmiştir. Özellikle insanlar kıyafet seçimleri için hava durumuna, geç kalmamak için tarih bilgisine ihtiyaç duymaktadır. Aynı zamanda insanların genel bir alışkanlık olarak sabah gündelik haberlere ve para piyasalarına göz atma istekleri gözlemlenmiştir. Önerilen sistemin bu istek ve ihtiyaçlara cevap vermesi amaçlanırken aynı zamanda insanların ayrı bir zaman harcanmadan ayna karşısında hazırlanırken bu ihtiyaçlarına eş zamanlı karşılık bulması hedeflenmiştir. Bu sebepler ile geliştirilen sistemin ayna karşısında geçirilen zamanı daha eğlenceli hale getirmesi de beklenmektedir.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında akıllı ayna, başta insanlara egzersiz yaptırarak daha sağlıklı bir yaşam sağlamak (Besserer vd., 2016; Park vd., 2021), müzisyenlere yardımcı olmak, ev içinde aktiviteleri izlemek gibi geniş bir yelpazede yardımcı unsur olarak kullanılmaktadır (Jeet Kaur vd., 2017; Salgian vd., 2017). Bu çalışmada ise akıllı ayna, ayna başında geçirilen zamanın daha eğlenceli hale getirilmesinde ve kullanıcıların genellikle sabah kontrol etmek isteyecekleri bilgilere erişebilmesi amacıyla kullanılmıştır. Literatürdeki örneklerle kıyaslandığında bu çalışma insanların kişisel gelişimlerinden ziyade zaman kazanmaları ve güne daha pozitif enerjiyle başlamaları üzerine odaklanmıştır.

Gelecek çalışmalarda geliştirilen sistemin grafik ara yüzünün kullanıcılardan gelen geri dönüşlere göre güncellenmesi ve ses komutlarının uygulamaya dahil edilmesi planlanmaktadır. Ayrıca Kinect V2'nin uygun maliyetli bir kamera olmasına karşın sistemin çok daha ucuz bir web kamerası ile geliştirilerek maliyetinin düşürülmesi hedeflenmektedir.

Kaynakça

- Amon, C., & Fuhrmann, F. (2014). Evaluation of the Spatial Resolution Accuracy of the Face Tracking System for Kinect for Windows V1 and V2. *6th Congress of Alps-Adria Acoustics Association, October, 9-12.*
- Beshara, P., Chen, J., Lagadec, P., & Walsh, W. R. (2016). *Internet of Things Technologies for HealthCare. 187*(October). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51234-1>
- Besserer, D., Bäurle, J., Nikic, A., Honold, F., Schüssel, F., & Weber, M. (2016). FitMirror: A smart mirror for positive affect in everyday user morning routines. *MA3HMI 2016 - Proceedings of the Workshop on Multimodal Analyses Enabling Artificial Agents in Human-Machine Interaction*, 48-55. <https://doi.org/10.1145/3011263.3011265>
- Clark, R. A., Pua, Y. H., Oliveira, C. C., Bower, K. J., Thilarajah, S., McGaw, R., Hasanki, K., & Mentiplay, B. F. (2015). Reliability and concurrent validity of the Microsoft Xbox One Kinect for assessment of standing balance and postural control. *Gait and Posture*, 42(2), 210-213. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.03.005>
- Çubukçu, B., & Çetin, A. (2016). Ms Kinect Applications And Opportunities For People. *International Multidisciplinary Conference*, 459-465.
- Çubukçu, B., & Yüzgeç, U. (2017). A Physiotherapy Application with MS Kinect for Patients with Shoulder Joint , Muscle and Tendon Damage. *The 9th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN 2017)*, 225-228. <https://doi.org/10.1109/CICN.2017.49>
- Çubukçu, B., Yüzgeç, U., Zileli, R., & Zileli, A. (2018). A Kinect 2 Based Telerehabilitation Method for Shoulder Rehabilitation Exercises. *International Conference on Advanced Technologies, Computer Engineering and Science (ICATCES'18)*, 53-56.
- Çubukçu, B., Yüzgeç, U., Zileli, R., & Zileli, A. (2020). Reliability and validity analyzes of Kinect V2 based measurement system for shoulder motions. *Medical Engineering and Physics*, 76, 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.10.017>
- Çubukçu, B., Yüzgeç, U., Zileli, A., & Zileli, R. (2021). Kinect-based integrated physiotherapy mentor application for shoulder damage. *Future Generation Computer Systems*, 122, 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.04.003>
- Dinvar, Y., Çubukçu, B., & Yüzgeç, U. (2017). MS Kinect Based Tracking Application for Knee Anterior Cruciate Ligament Physical Therapy. *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*.
- Dubois, A., & Bresciani, J.-P. (2018). Validation of an ambient system for the measurement of gait parameters. *Journal of Biomechanics*, 69, 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.01.024>
- Garip, B., Çubukçu, B., Serin, Z., & Yuzgec, U. (2019). Kinect based Office Exercises: BreakOut. *3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT 2019- Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT.2019.8932796> <https://medium.com/@lisajamhoury/understanding-kinect-v2-joints-and-coordinate-system-4f4b90b9df16> (erişim: 2021). <https://www.lib.ncsu.edu/devices/kinect-v2-3d-sensor> (erişim: 2021). <https://www.muhsendisbeyinler.net/nesnelerin-interneti-iot-nedir/> (erişim: 2021). <http://www.acikbilim.com/> (erişim: 2021).
- Jeet Kaur, M., Maheshwari, P., Jeet Kaur Assistant Professor, M., & Anand, S. (2017). Smart Mirror: A Reflective Interface to Maximize Productivity. *Article in International Journal of Computer Applications*, 166(9), 975-8887. <https://doi.org/10.5120/ijca2017914114>
- Kösesoy, İ., Öz, C., Aslan, F., Köroğlu, F., Yiğilitaş, M., Mishra, A. K., Skubic, M., Abbott, C., Huber, M. E., Seitz, A. L., Leeser, M., Sternad, D., Clark, R. A., Pua, Y. H., Oliveira, C. C., Bower, K. J., Thilarajah, S., McGaw, R., Hasanki, K., ... Schmitz-Hübsch, T. (2015). Validity and reliability of Kinect skeleton for measuring shoulder joint angles: A feasibility study. *Proceedings of the Annual*

- International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 48(4), 389-393. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.03.008>
- Mousavi, S. M. H., & Ilanloo, A. (2022). Seven Staged Identity Recognition System Using Kinect V.2 Sensor. *2022 9th Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems, CFIS 2022*. <https://doi.org/10.1109/CFIS54774.2022.9756435>
- Nguyen, M. H., Hsiao, C. C., Cheng, W. H., & Huang, C. C. (2022). Practical 3D human skeleton tracking based on multi-view and multi-Kinect fusion. *Multimedia Systems*, 28(2), 529-552. <https://doi.org/10.1007/S00530-021-00846-X/FIGURES/19>
- Park, H. S., Lee, G. A., Seo, B. K., & Billinghamurst, M. (2021). User experience design for a smart-mirror-based personalized training system. *Multimedia Tools and Applications*, 80(20), 31159-31181. <https://doi.org/10.1007/S11042-020-10148-5/FIGURES/13>
- Salgian, A., Vickerman, D., & Vassallo, D. (2017). A smart mirror for music conducting exercises. *Thematic Workshops 2017 - Proceedings of the Thematic Workshops of ACM Multimedia 2017, Co-Located with MM 2017*, 544-549. <https://doi.org/10.1145/3126686.3129333>
- Seifollahi, M., Mehraban, A. H., Galvin, J. E., & Ghoraani, B. (2022). Alzheimer's Disease Detection Using Comprehensive Analysis of Timed Up and Go Test via Kinect V.2 Camera and Machine Learning. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 30, 1589-1600. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3181252>
- Shaughnessy, M., Resnick, B. M., & Macko, R. F. (2006). Testing a model of post-stroke exercise behavior. *Rehabilitation Nursing*, 31(1), 15-21. <https://doi.org/10.1002/j.2048-7940.2006.tb00005.x>
- Tino, D., & Hillis, C. (2010). The full can exercise as the recommended exercise for strengthening the supraspinatus while minimizing impingement. *Strength and Conditioning Journal*, 32(5), 33-35. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181d54721>