

## Design and Testing of a Web Based Augmented Reality Virtual Dressing Application

 Tarık İÇTEN<sup>1,\*</sup>, Güngör BAL<sup>2</sup>
<sup>1</sup>Gazi University, Informatics Institute, Information Systems, 06680, Çankaya/ANKARA

<sup>2</sup>Gazi University Faculty of Technology, Department of Electrical Electronics Engineering, 06500, Yenimahalle/ANKARA

### Graphical/Tabular Abstract

#### Article Info:

Received: 22/02/2019

Revision 07/05/2019

Accepted: 20/05/2018

#### Highlights

- Web based virtual dressing room application.
- Product selection with remote hand gestures.
- User opinions and satisfaction levels about the application

#### Keywords

 Augmented Reality  
 Virtual Dressing Room  
 Artoolkit  
 Actionsript

The webcam image has scanned in real time; the user has captured the hand movement and the pointer. In the marker section; the 3D position and location of the caught marker have calculated, the marker has decoded and ready for product display. On the hand movement section; the webcam image has compared with the previous image, the difference image has created and the visual hand cursor has positioned at the obtained image coordinate point.

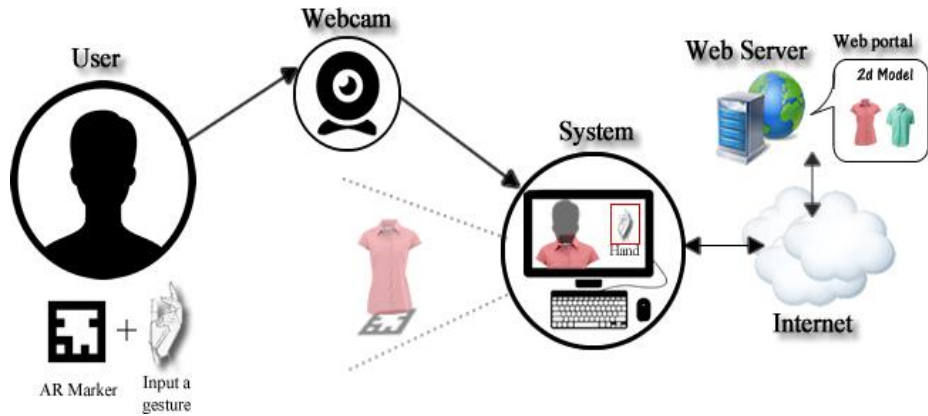


Figure A. System architecture

**Purpose:** In this study, a web based virtual dressing application with help of augmented reality technology is successfully achieved and presented. This application has a structure that uses the computer camera as motion sensor, select the product with remote hand movements and display the selected product as 2D on the user.

**Theory and Methods:** In the first step, the webcam image has scanned in real time; the user has captured the hand movement and the pointer. In the marker section; the 3D position and location of the caught marker have calculated, the marker has decoded and ready for product display. On the hand movement section; the webcam image has compared with the previous image, the difference image has created and the visual hand cursor has positioned at the obtained image coordinate point. As a result of these operations; the hand cursor positioned on the screen according to the user's hand movements, triggers the buttons on the screen in the stage of product change.

**Results:** The study has experimented with 20 users in the web environment during one day. Opinion of the users about the application and satisfaction level of users has been gathered with 5 point likert scale. It was found that the highest average value is Entertainment (4.64), the lowest average value is Reliability (4.11) and the satisfaction level of the application is high ( $\bar{X}=4.42$ ).

**Conclusion:** In this study, a web based virtual dressing application with help of augmented reality technology is successfully achieved and presented. User opinions and satisfaction levels about the application have been measured by the prepared scale and successful results have been achieved with well posed marker in front of the camera.



## Web Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Sanal Giyinme Uygulamasının Tasarımı ve Test Edilmesi

Tarık İÇTEN<sup>1,\*</sup>, Güngör BAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilişim Sistemleri, 06680, Çankaya/ANKARA

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06500, Yenimahalle/ANKARA

### Öz

Bu çalışmada, web tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisine sahip bir sanal giyinme uygulaması başarıyla gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur. Geliştirilen bu uygulama, bilgisayar kamerasını hareket algılayıcı olarak kullanabilen, uzaktan el hareketleri ile ürün seçimi yapabilen ve seçimi yapılan ürünü 2B olarak kullanıcı üzerinde görüntüleyebilen bir yapıdadır. Günümüzde sanal giyinme uygulamalarının genellikle e-ticaret aracılığıyla pazarlama sektöründe kullanıldığı görülmektedir. Bu uygulamaların e-ticaret işlemlerinde kullanımı, firmaların yeni ürünlerini müşterilerine tanıtım ve satışını daha kolay ve eğlenceli hale getirmektedir. Genellikle firmaların çevrimiçi verdikleri bu uygulama hizmeti bazı firmaların satış mağazalarında çevrimiçi ve çevrimdışı olarak da sunulmaktadır. Mağazalardaki sanal giyinme uygulama deneyimi; mağazanın fiziksel durumu, artırılmış gerçeklik ve hareket yakalama teknolojisine sahip cihazların maliyeti, mağaza içi uygulama kullanım yoğunluğu gibi zorluklar oluşturmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için web tabanlı bir uygulama çalışması geliştirilmiştir. Bu uygulama sayesinde, el imleci kullanıcı el hareketlerine göre ekran üzerinde konumlandırılmakta ve ürün değiştirme aşamasında ekran üzerindeki butonların tetiklenmesini sağlamaktadır. Çalışma, 20 kullanıcı ile web ortamında bir gün süre ile uygulanmıştır. Uygulama hakkındaki kullanıcı görüşleri ve kullanıcıların memnuniyet düzeyleri 5'li likert tipinde ve 5 alt boyutu kapsayan ölçek ile alınmış ve iyi pozlanmış işaretçi ile en yüksek ortalama değer Eğlence (4.64), en düşük ortalama değer Güvenilirlik (4.11), uygulamanın memnuniyet düzeyi yüksek ( $\bar{X}=4.42$ ) bulunmuştur.

### Makale Bilgisi

Başvuru: 22/02/2019

Düzeltilme: 07/05/2019

Kabul: 20/05/2019

### Anahtar Kelimeler

Artırılmış Gerçeklik  
 Sanal Giyinme Odası  
 Artoolkit  
 Actionsript

### Keywords

Augmented Reality  
 Virtual Dressing Room  
 Artoolkit  
 Actionsript

## Design and Testing of a Web Based Augmented Reality Virtual Dressing Application

### Abstract

In this study, a web based virtual dressing application with help of augmented reality technology is successfully achieved and presented. This application has a structure that uses the computer camera as motion sensor, select the product with remote hand movements and display the selected product as 2D on the user. Nowadays virtual dressing applications are generally used in e-commerce sectors. These applications made it easier and more enjoyable for companies to introduce and sell new products to customers. Companies generally put the application in service online and some companies put it in service in their outlet stores online or offline. The physical situation of stores, the cost of motion capture devices and heavy demand on the application cause difficulties in practice. To overcome these difficulties a web-based application is develop and all the design processes of the application are presented in this study. By using this application the hand cursor is positioned on the screen according to the user's hand movements and triggers the buttons on the screen in the stage of product change. The study has experimented with 20 users in the web environment during one day. User opinions and satisfaction levels about the application have been measured by the prepared scale and successful results have been achieved with well posed marker in front of the camera. Opinion of the users about the application and satisfaction level of users has been gathered with 5 point likert scale. It was found that the highest average value is Entertainment (4.64), the lowest average value is Reliability (4.11) and the satisfaction level of the application is high ( $\bar{X}=4.42$ ).

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Teknolojideki gelişmeler ve bu gelişmelerin insan davranışlarına olan etkileri son yıllarda artmakta, artırılmış gerçeklik (augmented reality), sanal gerçeklik (virtual reality) ve giyilebilir teknoloji (wearable technology) gibi teknolojilerin yakın zamanda insan yaşamında oldukça önemli değişikliklere yol açması beklenmektedir. Bu teknolojilerin insan yaşamını kolaylaştıracak uygulamalarda kullanılması ve bu konuda çalışmaların yapılması birçok alanda önemli gelişmelerin ortaya çıkmasını sağlayabilir. Bu gelişmelerle birlikte internet kullanımının yaygınlaşması, alışveriş kavramını önemli oranda değiştirmektedir. Aynı zamanda dünyada tüm bilgisayarları birbirine bağlayan internetin, eğlenceden ticari faaliyetlere kadar her alanda kullanımının yaygınlaşması iletişim, pazarlama, perakendecilik ve ticaret gibi kavramlara yeni anlamlar kazandırmıştır [1]. Ayrıca yeni bir pazarlama kanalı olarak da nitelenen internet ve e-ticaret, tüketicilere elektronik bir alışveriş ortamı sunmakta, yorulmadan, mağaza gezme ve vitrin bakma sıkıntısı yaşamadan, üstelik karşılaştırma yapma, değişik kişilere danışma ve onlardan fikir alma gibi üstünlükleri de kullanarak satın alma sorunlarını çözme imkânı sağlamaktadır [2]. Bu imkân interneti mükemmel bir pazar haline getirmekte [3] ve tüm sektörlerde olduğu gibi geleneksel çevrimiçi alışveriş yaklaşımını değiştirmektedir.

Tüketicilerin beğendiği kıyafeti alması çoğunlukla giyim mağazasına gitmesi, kıyafet seçmesi, seçilen kıyafeti giyinme kabininde denemesi ve alması şeklinde olmaktadır. Tüketicinin yoğun ilgi gösterdiği büyük mağazalarda gerçekleşen bu işlemlerin her biri oldukça zahmetli ve zaman alıcı işlemlerdir. Bu işlemleri en aza indirmek, müşterinin istediği yerden beğendiği kıyafetleri almasını sağlamak amacıyla günümüzde bu işlemler, akıllı telefon ve tablet uygulamaları, standart mağaza web siteleri gibi farklı araçlar ve yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerin en büyük dezavantajı müşteri açısından; seçilen kıyafetin üzerinde denenememesi, mağaza açısından; satılan ürününün büyük bir bölümünün iade edilmesidir. Gelişen teknoloji bu dezavantajı ortadan kaldırmış, evde veya mağazada tüketicilerin fiziksel bir nesneyi elleriyle incelemiş gibi uzaktan el hareketleriyle kontrol edebildiği, seçtiği kıyafeti üzerinde deneyebildiği Sanal Giyinme Odası (Virtual Dressing Room) teknolojisini oluşturmuştur. Ancak bu uygulamalar ve bu uygulamaların çalıştığı sistemler gerçek zamanlı karmaşık hareketleri kayıt altına alan ve sayısal bir modele dönüştürülmesini sağlayan hareket yakalama (motion capture/mo-cap) sistemlerine sahip, maliyeti yüksek donanım ve yazılımlardan (örn. Microsoft Kinect, Asus Xtion, Xsens Moven, PrimeSense Carmine) oluşmaktadır.

Hareket yakalama sistemleri üç ayrı yapıda çeşitlendirilebilir [4]. Bunlar; kıyafeti giyen kişi hareket ettikçe dış iskeleti de uygulanan kuvvet ile hareket eden *Mekanik Sistemler*, ilk kez, pilotların baş hareketlerini izlemek için kullanılan, bir dizi manyetik alıcının verici tarafından izlenebildiği *Elektromanyetik Sistemler* ve kullanıcı üzerindeki işaretçilerin uzaktan birçok kamera tarafından izlendiği *Optik Sistemlerdir* [5]. Günümüzde bu sistemlerden en çok kullanılanı ise işaretçi tabanlı yöntem [6] ve işaretçi tabanlı olmayan yöntem şeklinde ikiye ayırabildiğimiz optik sistemlerdir [7]. Son yıllarda yeni ve teknolojik işaretçi tabanlı olmayan mo-cap çözümleri üretilmektedir. Bu çözümlere iPiMocap Studio, Captury Live, Kinetisense Motion Capture ve hem Asus Xtion hem de Kinect sensörlerini geliştiren PrimeSense örnek olarak verilebilir.

Sanal giyinme odası olarak ifade edilen teknolojiler genellikle sanal gerçeklik (SG) veya artırılmış gerçeklik (AG) kavramlarının birinden veya her ikisinden [8] oluşabilir. AG ve SG kavramları birbiriyle karıştırılabilmektedir [9]. Bilgisayar tarafından oluşturulmuş SG ve AG kavramları benzer öğeleri kullanan ancak gerçek ve sanal dünya arasında birbirinden farklı kavramlar olarak görülmektedir. SG sanal dünyayı temel alırken, AG gerçek dünyayı temel almaktadır [10]. AG, sağlık, eğitim, eğlence ve pazarlama vb. gibi birçok alanda kullanılmakla birlikte [11], bu alanlardaki uygulamaların genellikle bilgilendirme, eğlenme ve tanıtma gibi amaçlar için yapıldığı görülmektedir. AG teknolojisine sahip sanal giyinme odası uygulamalarında kullanılan hareket yakalama (vücut tarama) teknolojisi; (i) web kamerası (webcam), telefon kamerası ve (ii) Microsoft Kinect, Asus Xtion gibi tarayıcı cihazlar ile gerçekleştirilebilmektedir [12]. Bu çalışmada ise hareket yakalama işlemi web kamerası ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada bu teknolojilere alternatif olarak çevrimiçi çalışabilen, bilgisayar kamerasını hareket algılayıcı olarak kullanabilen, uzaktan el hareketleriyle ürün seçimi yapılabilen ve seçimi yapılan ürünün 2B olarak kullanıcı üzerinde görüntülenebilen, bir web tabanlı AG sanal giyinme uygulama yazılımı ve tasarımı geliştirilmiştir. Bu çalışmada amacımız Web Tabanlı AG Sanal Giyinme Uygulaması ile çevrimiçi

alışveriş işlemini daha kolay, daha zevkli ve daha eğlenceli hale getirmek ve bu alanda yapılacak çalışmalara bir alt yapı oluşturmaktadır. Ayrıca geliştirilen uygulamanın hareket algılayıcı cihaz (3B cihaz) yerine web kamerası (webcam) kullanmasından dolayı maliyeti düşük olacaktır. Bununla birlikte bu çalışma, kullanılacak sisteme herhangi bir kurulum zorunluluğu gerektirmemesi, zamandan ve mekândan bağımsız ulaşılabilirliği ve web servis üzerinden hizmet sağlama açısından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu sayede çevrimiçi ve kameraya sahip bir bilgisayar kullanıcısının istediği yer ve zamanda bu uygulamayı kullanması sağlanmaktadır. Bu basit donanım ihtiyacı gerektiren, kolay erişilebilir ve eğlenceli sistemin geniş bir kullanıcı kitlesine hitap edeceği, birçok kullanıcının çevrimiçi alışveriş alışkanlıklarını değiştirebileceği, mağazaların web satış oranlarını yükseltebileceği öngörülebilir.

## 2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR (RELATED STUDIES)

Alanyazında yer alan birkaç akademik çalışma şu şekildedir; Erra ve arkadaşları [13], AG tabanlı sanal giyinme uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Microsoft Kinect 2 ve Unity 4 Pro kullanarak yapılan bu uygulamada 47 katılımcı yer almış ve uygulamanın etkinliğine dair anketler yapılmıştır. Genel olarak katılımcıların uygulamayı faydalı buldukları belirtilmiştir. Shaikh ve arkadaşları (2014)[14] klasik masaüstü uygulamalarından farklı olarak insanların el hareketleri ile çevrimiçi alışveriş yapabildiği bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem kullanıcı vücut boyutlarının verisini almakta, önceden yüklenen fotoğrafları canlı video yayını içerisine yerleştirmektedir. Yerleşen resim kullanıcının hareketlerini izlemekte, ekranda görüntülenmekte ve böylece kullanıcıya giysiyi giyme hissiyatı verilmektedir. Isıkdogan ve Kara tarafından [15] kinect sensör kullanarak sanal giyinme uygulaması yapılmıştır. Önerilen yaklaşım, modellerin hizalanması ve ten rengi tespit işlemleri temeline dayanmakta, 2B modellerin konumlandırma, ölçeklendirme ve rotasyon işlemi için 3B bağlantı noktaları kullanılmaktadır. Uygulamanın performansı %83.97 olarak belirtilmektedir. Yuan ve arkadaşları [16], 3 farklı senaryo kullanarak bir sanal giyinme uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Uygulama sanal kıyafetleri kullanıcının gövde büyüklüğüne ve ten rengine göre otomatik boyutlandırmaktadır. Genel olarak uygulamanın kullanıcılar tarafından başarılı bulunduğu belirtilmektedir. Bir diğer çalışma ise, Pachoulakis ve Kapetanakis [17] tarafından yapılmış olan “Sanal giyinme odaları için artırılmış gerçeklik platformları” isimli çalışmadır. Bu çalışmada yakın bir geçmişte AG teknolojisi üzerine yapılmış sanal giyinme ve destekleyici teknolojilerin başarılı örnekleri gözden geçirilmekte, bu teknolojilerin reklam aracı olarak da kullanılabilmesine ilişkin açıklamalar ifade edilmektedir. Kjærside ve arkadaşları [18] tarafından kullanıcı üzerinde artoolkit tipi işaretçi kullanarak gerçek zamanlı çalışan, ARDressCode olarak ifade edilen bir AG giyinme uygulaması yapılmıştır. Diğer bir çalışma ise; Martin ve Oruklu [19] tarafından yapılan uygulamadır. Bu uygulama android tabanlı mobil cihazlarda çalışmakta, tanımlanan kullanıcı yüz konumuna ve büyüklüğüne göre eklenecek sanal kıyafetlerin boyutunu ve konumunu ayarlamaktadır. Martin ve Oruklu tarafından yapılan çalışmaya benzer çalışma Treepong, Mitake ve Hasegawa (2018) [20] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada kullanıcıya kıyafet giydirmek yerine kinect cihazı ile yüz makyajı uygulanmaktadır.

Akademik alana ek olarak verilebilecek önemli birkaç sektör uygulaması da şu şekildedir: Sanal giyinme aynası olarak ifade edilen SenseMi [21], kullanıcının gövde taraması (360 derece) yapıldıktan sonra 3B sanal kıyafetleri anlık kullanıcı üzerinde göstermektedir. Sistem el hareketleri ile kontrol edilebilir bir yapıda olup, kullanıcı hareketine göre 3B modelleri şekillendirmektedir. Styku [22] ise kullanıcısını 360 derece tarayıp 3B modelini oluşturulduktan sonra bu model üzerine kıyafetleri giydirmektedir. Zugara [23] tarafından sosyal mağaza uygulaması olarak tanıtılan, çevrim içi çalışan, 2B sanal modeller kullanan, AG temelli sanal giyinme uygulaması yapılmıştır. Sanal modeller kullanıcı üzerinde işaretçi ile gösterilmektedir. Sanal kıyafetin boyutlandırılması işaretçi hareketi ile ürün değişimi el hareketi ile yapılmaktadır.

Sanal giyinme alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde; bu alanda yapılan çalışmaların Sanal Giyinme Odası (Virtual Dressing Room) [24], Sanal Değişim Odası (Virtual Changing Room), Sanal Giyinme Simülasyonu (Virtual Dressing Simulation) [19] ve Sanal Montaj Odası (Virtual Fitting Room) [25] gibi başlıklar altında ifade edildiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada; yapılan uygulama “Sanal Giyinme Uygulaması” olarak ifade edilmiştir.

Bu çalışmadaki yaklaşım, sanal giyinme uygulaması olarak adlandırılmış, 3B görüntüleme ile uç nokta belirleme yapısı (örn. kinect iskelet yapısı) kullanan yöntemlere alternatif olarak önerilmiştir. Önerilen sanal giyinme uygulaması, çevrimiçi kullanılabilir, kullanıcı hareketlerini webcam ile yakalayabilecek, ürünleri uzaktan el hareketleri ile kontrol edebilecek şekilde tasarlanmıştır.

AG tabanlı, yönetim panelli, dinamik bir web sitesi yapısında olan uygulama, kullanılabilirlik derecesini oluşturan etkililik, verimlilik ve memnuniyet [26] gibi koşullar göz önüne bulundurularak tasarlanmıştır.

### 3. WEB TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK SANAL GİYİNME UYGULAMASI (A WEB BASED AUGMENTED REALITY VIRTUAL DRESSING APPLICATION)

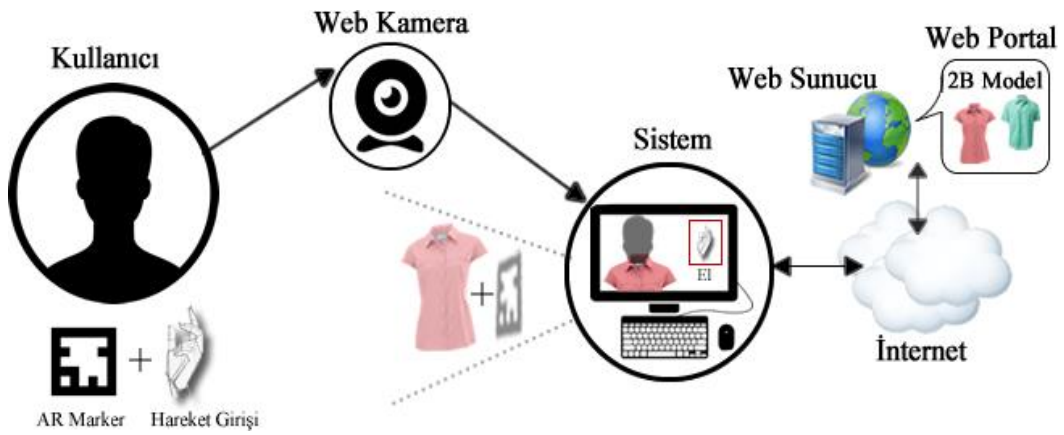
Bu bölümde çalışmanın mimarisi, algoritması ve çalışması detaylı ve açık bir şekilde anlatılmaktadır. Sanal giyinme uygulamasını yazılım ve donanım olarak iki kısımda incelemek mümkündür. Yazılım kısmı 3 alt birime ayrılmakta ve bu birimler şu şekilde tanımlanmaktadır:

**a) Hareket İzleme Sistem Birimi:** Webcam cihazı karşısındaki kullanıcının uzaktan el hareketini algılayan, algılanan hareket noktasına göre kare içerisinde merkez nokta oluşturan, hareket izleyici/algılayıcı olarak ifade edilen birimdir. İzleme sisteminde kullanılan el imleci, el hareket değişimlerini algılayabilir, değişim koordinat noktasına konumlanabilir ve el hareketinin takibi ile ekran butonlarını tıklayabilir/tetikleyebilir.

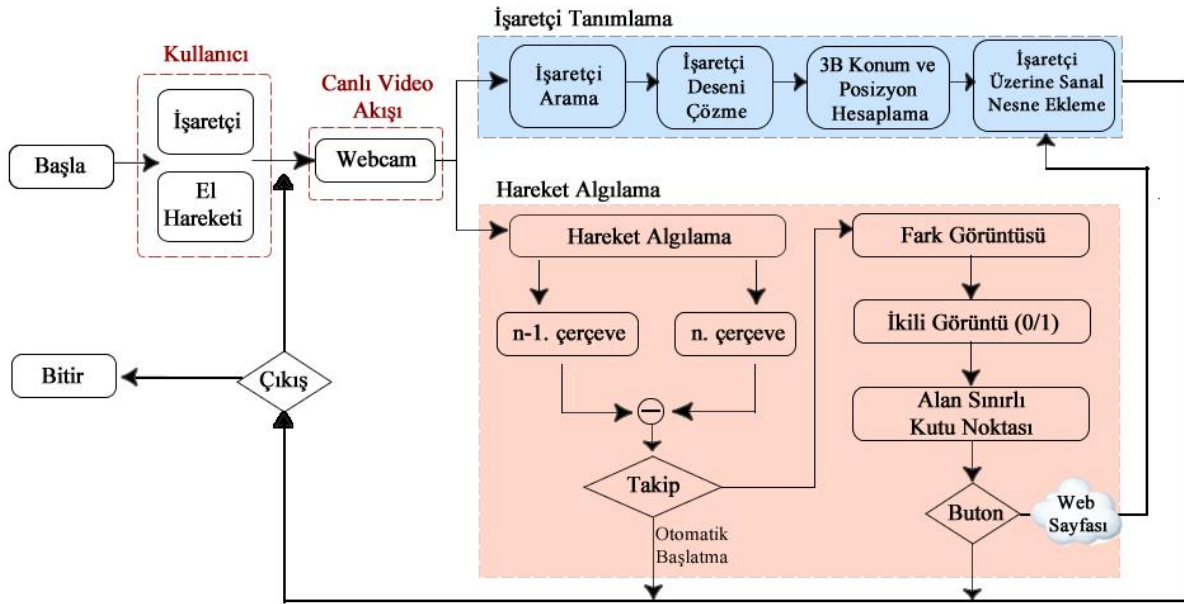
**b) Web Sayfası ve Yönetim Panel Birimi:** Gerçekleştirilen çalışma web tabanlı bir yapıda olmasından dolayı bir yönetim paneli tasarlanmıştır. Yönetim panelinden ürün görselleri dinamik olarak sisteme eklenebilmekte, sistemden silinebilmekte ve güncellenebilmektedir. Yönetim paneli sayesinde web sayfasında görüntülenebilen ürün görselleri yine kolay ve etkili bir şekilde web uygulamasında kullanılabilen, gerektiğinde web uygulamasından kaldırılabilir.

**c) Artırılmış Gerçeklik Arayüz Birimi:** Hareket izleme sistem birimi katmanı üzerinde çalışan, arayüz butonlarının el imleci ile tetiklenmesi ile ürün görsellerinin işaretçi üzerine görüntülenmesini sağlayan, çalışmanın AG kısmını oluşturan birimdir. Çalışmanın AG yapısı FLARToolkit Kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın donanım kısmı ise; (i) webcam, masaüstü veya dizüstü bilgisayar, (ii) internet bağlantısı, (iii) uygulamanın yüklü olduğu web sunucu, (iv) ürün modellerin kullanıcı üzerinde görüntülenmesini sağlayan işaretçi olmak üzere 4 temel bileşene ihtiyaç duymaktadır. Bu bileşenler ve sistemin mimarisi Şekil 1'de, algoritması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sistem mimarisi



Şekil 2. Sistem akış şeması

İlk aşamada webcam cihazı tarafından alınan görüntü anlık olarak uygulama tarafından taranmakta, kullanıcı el hareketi ve işaretçi yakalama işlemi gerçekleştirilmektedir. İkinci aşama ise *işaretçi tanımlama* ve *hareket algılama* olarak iki kısımda açıklanabilir. İşaretçi kısmında; yakalanan işaretçinin işaretçi deseni çözülmekte, 3B konumu ve pozisyonu hesaplanmakta, bağlı olduğu 2B model veri tabanından alınmakta ve kullanıcı ekranında görüntülenmektedir. Hareket tanımlama kısmında ise; webcam 'den alınan anlık görüntünün bir önceki görüntü ile karşılaştırılması sonucu elde edilen fark görüntüsü oluşturulmakta ve elde edilen bu görüntüye merkez noktası olan alan sınırlı bir kutu çizilmektedir. Daha sonra görsel el imleci koordinatlarına merkez nokta koordinatları atanmaktadır. Bu işlemler sonucunda kullanıcı el hareketlerine göre ekran üzerinde konumlanacak el imleci, ürün değiştirme aşamasında, ekran üzerindeki butonların tetiklenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

#### 4. YÖNTEM (METHOD)

Geliştirilen çalışma 3 temel yazılım biriminden oluşmaktadır ve bu üç ana birimin amacı, yapısı ve yetenekleri ayrıntılı olarak bu bölümde açıklanmıştır.

##### 4.1. Hareket İzleme Sistem Birimi (Motion Tracking/ Detection System Unit)

Mevcut görüntüleme sistemleri, sahnede çerçeveden çerçeveye herhangi bir nesneyi takip etmek için işlenebilen canlı görüntüleri bir dizi dijital görüntüye dönüştürebilir [27]. Görüntü işleme dijital bir görüntü içerisindeki önemli bilgilerin okunması, çıkartılması ve işlenmesi için kullanılan bir yöntemdir [28]. Görüntü işleme uygulamaların önemli konulardan biri de nesne takibidir [29]. Alanyazında nesne takibi yapan çalışmalar sırasıyla; (i) Video ön işleme, (ii) nesne tespiti, (iii) nesne sınıflandırma, (iv) nesne takibi aşamalarından oluşmaktadır [29]. Bu adımların içinde en önemlisi nesne tespitidir ve alanyazında bu tespit için basit ve karmaşık yapıları birçok yöntem sunulmaktadır [30]. Bu yöntemler; (i) optik akış, (ii) arka plan modeli çıkartma ve (iii) çerçeveler arasındaki fark olmak üzere üç isimde gruplandırılabilir [29]. Bir videodaki veya görüntüdeki nesnenin tespiti için iki temel bilgi kullanılır. Bunlar; görsel öznitelik (renk, doku, şekil gibi) ve bu çalışmada kullanılan hareket bilgileridir [28].

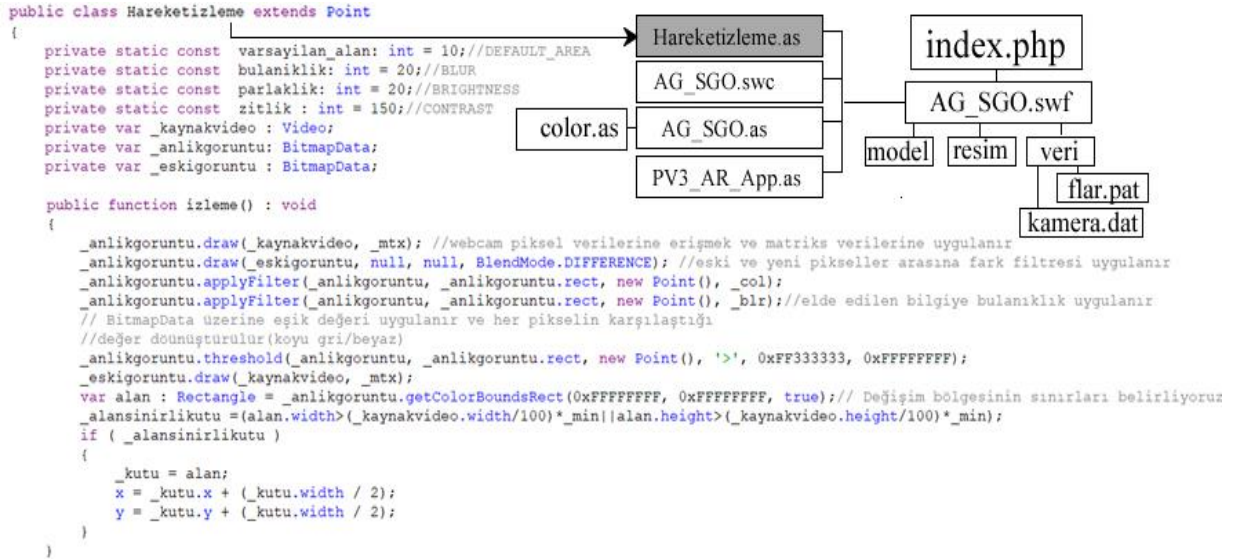
Basit ve hızlı bir hareket izleme yapısına sahip olan bu çalışma web ortamı kullanımı için geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan yöntem ise; video sahnesindeki bir değişimi sezme veya nesne hareketini kestirmek için arka arkaya gelen video çerçevesindeki farkı [31]; yani pikseller arasında piksel piksel hesaplama işlemi yapan geçici değişiklikleri bulma yöntemidir. Geliştirilen hareket izleme sistemi 2 farklı alt bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; kullanıcı el hareket değişimlerini piksel bazında çözümlen *Fark Görüntüsü (Difference Image)* ve tanımlanan hareketin uygulama ekranda çizgisel olarak gösterilmesini sağlayan, buton yapısına koordinat değeri veren *Alan Sınırlı Kutu Noktası (Area Bounding Box Point)* dir.

Alan Sınırlı Kutu Noktası, kullanıcının uzaktan el hareketleri ile kontrol edebildiği, bir el imleci gibi hareket etmekte ve ürün değişim görevini yerine getirmektedir. Bu bileşenler Adobe Flash programına ait Actionscript 3.0 dili ile geliştirilmiştir. Önerilen sistemin ilk adımını kullanıcı el hareketinin algılanması oluşturmaktadır Sistem, kullanıcı el hareketini görebilmek için webcam cihazı kullanmakta; el hareketini yakalayabilmek için sadece bir elin sağa veya sola hareket ettirilmesi yeterli olmaktadır.

Önerilen sistem tarafından nesne olarak ifade edilen kullanıcı el hareketinin yakalanması, anlık görüntü üzerinden piksel değişimlerinin kontrolü ile sağlanmıştır. Bu işlem için iki ana değişken (`_eskiyoruntu`, `_anlikgoruntu`) bellekte tutulmuş, önceki piksel değeri ve sonraki piksel değeri bu değişkenlere atanmış ve birbirleriyle karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda ekran piksel bölgelerinde oluşan değişim Şekil 3'de yer alan nitel sonuçtan da görüleceği gibi anlık olarak oluşturulan, algılanan hareket büyüklüğüne göre otomatik boyutlanan ve konumlanan, merkez noktası olan kare ile ifade edilmiştir. Merkez nokta uygulamada içi boş bir daire olarak ifade edilmiş, el imleci için koordinat değerlerini elde etmek amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 3. El hareketinin algılanması ve el imlecinin konumlanması



Şekil 4. Hareket izleme kod yapısı

Uygulama, webcam görüntüleri arasındaki anlık oluşan piksel farklılıklarının boyutunu göstermek için temel olarak genel bir eşik değeri (a blur filter) kullanmıştır. Şekil 4'de görüleceği gibi bu değerler parlaklık, zıtlık ve bulanıklık (brightness, contrast, blur) değerleridir. Bu değişken değerlerinin değişimi ve webcam cihazından algılanan hareketin etki büyüklüğü, alınan webcam görüntüsündeki alan kare büyüklüğünü ve buna bağlı olarak merkez nokta konumunu değiştirmektedir. Şekil 4, webcam görüntüsüne fark filtre uygulama kodlamasını ve alan sınırlı kutu oluşturma aşamasının bir kısmını ifade eden kodlama yapısından alınmış bir görseldir.

#### 4.2. Web Sayfası ve Yönetim Panel Birimi (Web Page and Management Panel Unit)

Geliştirilen web yönetim paneli veri tabanı işlemleri MySQL dili, grafiksel işlemler Adobe Flash CS6, Flash CS6 ve MySQL arasındaki bağlantı ise PHP dili ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın web birimi 3 kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; kullanıcının uygulamayı her ortamda kullanmasına imkân sağlayan *Web Arayüzü (web interface)*, ürün modellerinin sisteme yüklenmesini ve kaldırılmasını sağlayan *Yönetim Paneli (admin panel)* ve kullanıcının uygulamayı kullanmasını sağlayan *Dene (try it)* butonudur.



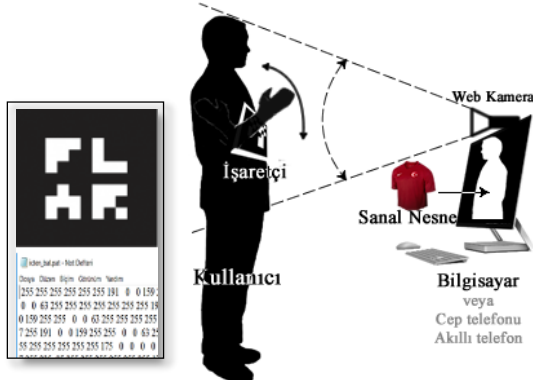
Şekil 5. Web tabanlı AG sanal giyinme uygulama sayfası ve modeli

Şekil 5, web tabanlı AG sanal giyinme uygulaması için oluşturulmuş web sitesinden alınmış bir görseldir. Kullanıcı uygulamayı kullanabilmesi için web sayfasında yer alan “dene (try it)” butonunu tıklaması yeterlidir. Bu işlem sonucunda kullanıcı sanal giyinme uygulamasına yönlendirilecektir. Yönlendirilmiş sayfa görseli Şekil 7’de verilmiştir.

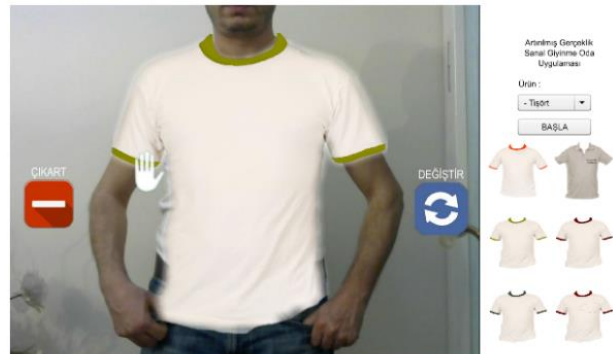
### 4.3. Artırılmış Gerçeklik Arayüz Birimi (Augmented Reality Interface Unit)

İşaretçi sanal ile gerçek ortamı birleştirmek, aralarındaki etkileşimi sağlamak için kullanılan önemli bir AG aracıdır. Şekil 6’görülebileceği gibi işaretçiler kamera tarafından daha iyi algılanmaları için beyaz kenarlıklılı ile çevrelenmiş siyah zemin içine beyaz ve siyah desenler ile resmedilmektedir. İşaretçi üretim programları işaretçi desenindeki her bir pikselin renk tonunu ifade eden sayısal bir değer (0-255 arasında renk kodları) ile pat dosyalarında saklanmaktadır. Günümüzdeki gelişmeler gerçek dünyadaki bir nesnenin (gerçek bir bina, insan yüzü, duvardaki resim) işaretçi olarak kullanılmasına imkân vermektedir. ARToolkit tipi işaretçiler 16x16 veya 32x32 boyutunda olabilir. Bu tip işaretçiler kare biçiminde olmalı ve kamera tarafından alınan görüntünün yüzde 50’sinin sistemde kayıtlı olan “.pat” uzantılı dosyalardaki sayısal değerlerle eşleşmesi gerekmektedir [10,11]

Geliştirilen AG arayüz, Actionsript 3.0 yazılım dili ve bu dil ile uyumlu 2 kütüphane kullanılarak geliştirilmiştir. Bu kütüphaneler; işaretçi deseninin algılanmasını, çözümlenmesi ve konum bilgilerini sağlayan *FLARToolkit Kütüphanesi* ve ürün modellerinin oluşmasını ve işaretçi noktalara konumlanmasını sağlayan *Papervision3D Kütüphanesi (PV3D)* dir.



Şekil 6. Artoolkit işaretçi



Şekil 7. Web ortamında işaretçi kullanımı



Bu uygulamada, ürün görsellerinin anlık olarak kullanıcı görüntüsü üzerinde gösterilmesi için 32x32 boyutunda AG işaretçi (ing: marker) yapısı tercih edilmiştir. Tercih edilen işaretçi, ürünün kullanıcı üzerine görüntülenebilmesi için bir referans noktasıdır. Uygulamanın işaretçiyi tanıması ve konum noktasını elde edebilmesi için bazı işlem adımlarının yapılması gerekmektedir. Bu işlem adımları şu şekilde açıklanabilir: (a) Kamera tarafından işaretçi görüntüsünün araştırılması, (b) İşaretçi görüntüsünün tanımlanması, (c) İşaretçi konumu ve pozisyonunun hesaplanması ve deseninin çözülmesi, (d) Görsel nesnenin getirilmesi (e) İşaretçi üzerinde modelin gösterilmesi

Kullanıcı, işaretçiyi kameraya tutarak kendine göre konumunu ayarlayabilir, devamında konumu alınmış işaretçiyi bırakarak uzaktan el hareketi ile ürün değişimini sağlayabilir. Bu sayede işaretçi taşımayan kullanıcı rahat bir şekilde uzaktan el hareketi ile kontrol ettiği el imlecini ekran üzerinde yer alan “değiştir” butonunu tetiklemek için kullanabilir. Şekil 7, belirtilen işlem adımları sonucunda elde edilen ürünün kullanıcı üzerindeki görselidir.

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, web sayfası PHP programlama dili, işaretçi tanımlama işlemleri FLARToolkit kütüphanesi, 3D oyun motoru Papervision3D yazılımı, sanal giyinme uygulama arayüzü Adobe Flash CS6 programı, hareketlerin piksel tabanlı karşılaştırılması Actionscript 3.0 betik dili ile geliştirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasını sanal giyinme uygulamasının hangi platformda veya platformlarda çalışabileceğine ilişkin araştırmalar oluşturmuştur. Bu araştırmalar sonucunda AG araçları içerisinde web tabanlı ve açık kaynak kod yapısına sahip olması sebebiyle FLARToolkit yazılımı ve işaretçi tipi tercih edilmiştir. İşaretçi ve uygulamaya yönelik kullanıcı görüşleri (birebir görüşme ve görüş formu) incelendiğinde; kullanıcılar, uygulamanın işaretçi tanımlanmasında, tanımlı işaretçi üzerinde ürün gösteriminde ve ürün değişiminde hata ile karşılaşmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca kullanıcılar uygulamayı rahat kullanabildiklerini, uygun pozlama şartlarında işaretçi üzerinde ürün gösterimlerinde donma ve gecikme gibi sorunlar yaşanmadıklarını ifade etmişlerdir.

Kullanıcı el hareketleri, webcam akışını oluşturan anlık görüntünün bir önceki görüntü ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen fark görüntüsü ile alınmıştır. Fark görüntüsü koordinatına sanal bir el imleç koordinatı ve görevi atanmış, bu sayede anlık görüntü üzerinde hareket ettirilebilecek bir el imleci oluşturulmuştur. Kullanıcı deneyimlerinde uzaktan el hareketleri ile el imlecini rahatlıkla hareket ettirebildiği, arayüz üzerinde yer alan çıkart ve değiştir butonlarının bu imleç ile tetiklenebildiği gözlemlenmiş ve kullanıcılar tarafından başarılı olduğu ifade edilmiştir. Ancak bazı kullanıcıların webcam cihazı ile olan mesafelerini kısa tuttıkları, webcam karşısında iki elini aynı anda hareket ettirdikleri ya da el hareketi sırasında sallandıkları, buna bağlı olarak el imlecini konumlanmasında ve arayüz butonların tetiklenmesinde sorunlarla karşılaştığı belirtilmiş ve görülmüştür. Kullanıcı ile webcam cihazı arasındaki mesafenin kullanıcının ekranda kendini ve işaretçisini tam olarak görebildiği mesafede olması, webcam karşısında sadece el hareketlerinin kullanılması gerektiği açıklanmış ve web sitesine uyarı olarak yazılmıştır. Bu uyarıları göz önüne alan kullanıcıların tekrar eden uygulamalarda belirtilen sorunlarla tekrar karşılaşmadıkları, el imlecini rahat hareket ettirebildikleri ve butonları tetikleyebildikleri görülmüştür.

### 5.1. Memnuniyet (Satisfaction)

Sanal giyinme uygulaması hakkında kullanıcı görüşlerini ve memnuniyet düzeyini ölçmek için 5’li likert tipinde ve 5 alt boyutu kapsayan bir ölçek hazırlanmıştır. 20 kullanıcının web ortamında bir gün süreyle sanal giyinme uygulamasını kullanmaları istenmiş ve bu uygulamalar sonucunda kullanıcılara hazırlanan ölçek uygulanmıştır. Kullanıcıların her bir boyuta ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Web tabanlı sanal giyinme uygulaması hakkında memnuniyet düzeyi seviyeleri.

<i>Alt Boyut</i>	<i>Memnuniyet</i>	<i>Eğlence</i>	<i>Kullanışlılık</i>	<i>Fayda</i>	<i>Güvenilirlik</i>	<i>Toplam (n=20)</i>
$\bar{X}$	4.55	4.64	4.53	4.27	4.11	4.42
<i>SS</i>	0.521	0.588	0.547	0.564	0.544	0.552

Tablo 1 incelendiğinde kullanıcıların verdiği yanıtlara göre ölçeğin bütününe ait ortalama değer  $\bar{X}=4.42$  olarak bulunmuştur. Bu değer ölçekte “Katılıyorum” ile “Kesinlikle Katılıyorum” arasında denk gelmektedir. Bu ifadeye göre; sanal giyinme uygulamasının güvenebilir olduğu, kullanışlı, eğlenceli, faydalı görüldüğü ve kullanılmasından memnuniyet duyulduğu şeklinde açıklanabilir. 5 alt boyut içerisinde en yüksek ortalama değer *Eğlence*, en düşük ortalama değer *Güvenilirlik* olarak bulunmuştur.

## 5.2. Görüntü Alma ve Algılama Cihazları (Image Acquisition and Detection Devices)

Alanyazında AG tabanlı sanal giyinme uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar derinlemesine incelendiğinde; bu çalışmaların ağırlıklı olarak işaretçi tabanlı ve işaretçi tabanlı olmayan sistemler üzerine kurulu olduğu, işaretçi kullanan uygulamalar için sadece görüntü alabilen cihazların kullanıldığı, işaretçi kullanmayan uygulamalar için hareket yakalama ve tanımlama yapabilen cihazlarının kullanıldığı belirlenmiştir.

Bu kısımda ifade edilen hareket yakalama sistemi, hareketli bir modelin hareketlerinin algılanmasını, kayıt altına alınmasını ve bu hareketin sayısal verilerinin bilgisayar ortamına aktarılmasını sağlayan teknolojidir. Bu teknolojilere; Time of Flight Kamera (cam cube), Stereo Kamera (zed stereo), Yapısal Işık Algılayıcı (kinect) ve Hibrit Kamera (leap motion) teknolojileri örnek olarak verilebilir. Görüntü alma teknolojisi ise, hareketli ve hareketsiz görüntüleri basit bir optik düzenek ile alan sistemlerdir. Webcam, bu sisteme örnek verilebilir.

Alanyazın taramasında hareket yakalama amacıyla işaretçi tabanlı olmayan sistemler için VGA görüntü alma ve kızılötesi mesafe ölçme özelliklerine sahip Microsoft Kinect ve Asus Xtion cihazlarının, görüntü alma amacıyla işaretçi tabanlı sistemler için işaretçi ile kullanılması gerekli webcam cihazlarının tercih edildiği belirlenmiştir.

Tablo 2, uygulamalarda en çok kullanılan görüntü algılama cihazlarının (Kinect ve Asus Xtion) sensör yapılarını, yazılım ve donanımların sahip olması gereken minimum gereksinimlerini, fiyat, kontrol ve üretim durumlarını yansıtmaktadır.

**Tablo 2.** Derinlik ve hareket yakalama teknolojisini kullanan cihazlar ve özellikleri

	<i>Microsoft Kinect</i>	<i>Asus Xtion Pro Live</i>
<b>Sensör</b>	RGB, 3B derinlik, 4 mikrofon	RGB, 3B derinlik, 2 mikrofon
<b>Donanım Gereksinimi</b>	Windows, 2GB Ram, USB 2.0	Windows, Linux, Android
<b>Yazılım Gereksinimi</b>	V. Studio 2010+, Net 4.0+ ve SDK	C++/C# (Windows), Java ve SDK
<b>Derinlik Görüntüsü</b>	VGA (320x240) : 30 fps	VGA (640x480) : 30 fps
<b>Kontrol ve Fiyat</b>	Ses ve hareket, 150-300 dolar arası	Hareket, 400-500 dolar arası
<b>Üretimi</b>	Durduruldu	Devam ediyor

Alanyazın taramasında Microsoft Kinect, Asus Xtion Pro Live sensör cihazlarını ve webcam cihazını kullanan birçok akademik ve özel sektör uygulamaları ile karşılaşmıştır. Alanyazın taraması sonucunda; Microsoft Kinect, Asus Xtion Pro Live ve web kamerası ile gerçekleştirilen AG tabanlı sanal giyinme uygulamalarının kendi arasında (hareket yakalama ve görüntü alma) benzer özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu sebepten dolayı Tablo 3’de, Microsoft Kinect, Asus Xtion Pro Live ve webcam cihazları ile gerçekleştirilmiş, her bir cihaz ile kullanılmış birer özel sektör uygulaması ele alınmış ve bu uygulamalar ile birlikte önerilen sistemin özellikleri sunulmaya çalışılmıştır.

**Tablo 3.** AG özelliğine sahip SGO uygulamaları ve özellikleri

	<b>Örnek Sektör Uygulamaları</b>			Web AGSGO (Önerilen Sistem)
<b>Uygulama</b>	VFT (X-Tech Creative)	AG FR (VIPodium)	WSS (Zugara)	
<b>Cihaz/Sensör</b>	Kinect	Asus Xtion	WebCam	
<b>Kullanım alanı</b>	Mağaza içi, Oyun ve Eğlence		Ev, E-ticaret ve Eğlence	

<b>İnternet Erişimi</b>	Evet	Evet	Evet	Evet
<b>Sosyal özellikler</b>	Facebook, Twitter, e-posta			
<b>İşaretçi</b>	Derinlik ve hareket yakalama		Kare işaretçi	
<b>İndirme</b>	Kinect SDK	OPNI nite SDK	Hayır	Hayır
<b>Yazılım</b>	Tablo 2’de	Tablo 2’de	Flash (swf), AS3, Xml, Papervision	
<b>Donanım</b>	Tablo 2’de	Tablo 2’de	Masaüstü veya dizüstü bilgisayar	
<b>Fiyat</b>	Ücretli, Kiosk (500-3000\$)		(1-100 tık ücretsiz, tık başına 2 cent)	Ücretsiz

VFT= Virtual Fitting App, AG FR= AG Fitting Room, WSS=Webcam Social Shopper, Web AGSGO =Web Tabanlı AG Sanal Giyinme Odası

Tablo 3’de en çok tercih edilen AG özelliğine sahip SGO cihazlarını kullanan örnek uygulamalar ve özellikleri sunulmuştur. Tabloya bakıldığında, derinlik ve hareket algılama özelliğine sahip Microsoft Kinect ve Asus Xtion cihazlarını içeren uygulamaların mağaza içi perakende satış ya da eğlence amaçlı kullanıldığı, web kamerasını kullanan uygulamaların çevrimiçi web sayfası üzerinden alışveriş amaçlı kullanıldığı görülmektedir. Tablo derinlemesine incelendiğinde farklı cihazları kullanan tüm uygulamaların internet erişimi, sosyal ağ bağlantıları ve AG desteklerinin benzer olduğu, derinlik ve hareket yakalama özelliğine sahip uygulamaların herhangi bir işaretçiye ihtiyaç duymadığı, ancak web kamerası kullanan uygulamaların bir işaretçiye ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır. WSS ve Web AGSGO uygulamalarının bu dezavantajlarına karşın bu uygulamaların kullanılabilirliği için sisteme herhangi bir kurulum gerektirmediği ancak sensör tabanlı uygulamalar için cihaz ile uyumlu SDK paketlerinin indirilmesi ve kurulması gerektiği görülmektedir. Tablodaki diğer veriler incelendiğinde ise önerilen sistem (Web AGSGO) haricinde diğer donanım cihazlarını içeren uygulamaların ücretli olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın bulguları tartışıldığında; memnuniyet ölçek çalışmasında, 5 alt boyut içerisinde en düşük ortalama değer güvenilirlik (4.11) olarak bulunmuştur. Bu düşük ortalama değer sebebi; uygulamada yer alan ürün görsellerinin 3B yerine 2B olarak kullanılması ve farklı bedenler için ölçeklendirilememesi olarak açıklanabilir. Jen (2003) [36]’nin çalışmasına göre bu durum, 3B modellerin dinamik ve etkileşimli yapısıyla birlikte daha güvenilir ve hissiyatlı olmasına bağlanmıştır. Çalışmadaki bu durum, her bir beden ölçüsüne ait aynı işaretçinin 3 farklı ölçek şeklinde oluşturulmuş işaretçi yapısı ile aşılmıştır. Memnuniyet ölçeğinde en yüksek ortalama değer eğlence olarak bulunmuştur. Bu bulgu uygulamanın yenilikçi özelliği, kullanım kolaylığı ve beklentileri karşılanması ile açıklanabilir. Kim ve Park (2008) [37] tarafından bu açıklama “çevrimiçi SGO kullanıcıların kendilerine sağlanan teknoloji ile eğlenebilmeleri için “kullanışlılık”, “memnuniyet” ve “kullanım kolaylığı” gibi hizmetlerden memnun olmasını gerektirmektedir” ifadesi ile desteklenmektedir. Memnuniyet anketinden elde edilen bulgular, öneriler ve “kullanım kolaylığı” kapsamında, sanal giyinme uygulamasının kullanıcı arayüzü tasarımında bazı butonların yerleri değiştirilmiş, butonların seçilmesi durumunda aynı butonun tekrar tekrar tetiklenmesini önlemek için bekleme ve pasif süreleri oluşturulmuştur. Ayrıca kullanıcılar ile yapılan görüşmeler doğrultusunda web sayfasının kullanımı kolay, etkin ve verimli olması için azda olsa bazı tasarım düzenlemelerine gidilmiştir. Hareket algılama cihazı kullanan uygulamalar ile önerilen yöntem birlikte değerlendirilip tartışıldığında; hareket algılama cihazı kullanan uygulamaların kullanıcılar tarafından daha güvenilir ve eğlenceli olduğu ancak erişilebilirlik noktasında sıkıntılar oluşturduğu açıklanmıştır. Hareket algılama cihazı kullanan uygulamaların güvenilir ve eğlenceli olmasının nedeni, doğru ve hassas ölçen derinlik sensörleri barındırmasından [38], sanal iskelet hareket desteğinden [40], 3B görüntüleme özelliğinden, büyük ekran boyutundan, anlık mobil yardımından, jest tanıma kamera teknolojilerinden [39], RFID ile ürün seçiminden ve işaretçi gerektirmediğinden kaynaklanmaktadır. Ancak webcam cihazının kullanıldığı bu önerilen uygulamanın erişilebilirlik ve kullanılabilirlik noktasında başarılı olduğu belirlenmiştir. Bu durum, webcam cihazı kullanan uygulamaların internet bağlantısı olan her noktadan web ara yüzü ile erişilebilir olması ve kurulum gerektirmemesi ile açıklanabilir. Ayrıca çevrimiçi SGO’lar güçlü yapılarıdır [14].

Bu çalışmanın kullanıcı arayüzü, kullanıcıların sözlü ve yazılı (ölçek ve birebir konuşma) ifadeleri, olumlu ve olumsuz görüşleri ile deneyimleri dikkate alınarak yeniden düzenlenmiştir. Geliştirilen çalışma, sektörde

kullanılmakta olan rakiplerine göre az da olsa düşük memnuniyet değerlerine sahip olmasına karşın alanyazında yer alan ve benzer [32,33] olabilecek örneğin Zugara ve Webcam Social Shopper [23] gibi çalışmalar ile karşılaştırıldığında aynı memnuniyet değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu memnuniyet Beck ve Crié (2016) [34] tarafından yapılan ve kullanıcıların SGO aracı ile olumlu satın alma niyetinden kaynaklı olumlu memnuniyet bulguları ile benzerlikler göstermektedir. Bu memnuniyet çalışmanın pahalı donanım gereksinimi yerine sadece webcam cihazı ile kullanılabilmesi, çevrimiçi gibi çevrimdışı da çalışabilecek bir alt yapıya sahip olması, ortamdaki bağımsız bir şekilde erişebilme olanağı sunması durumları ile açıklanabilir.

Araştırmada, geliştiricilerin AG tabanlı sanal giyinme uygulamalarında hareket algılama işlemi için en çok Microsoft Kinect ve Asus Xtion Pro cihazlarını, görüntü alma işlemi için webcam cihazlarını kullandıkları belirlenmiştir. Hareket algılama cihazlarının en çok tercih edilmesinin nedeni bu cihazların basit bir web kamerasından daha akıllı çalışmasından, yüksek kare hızının sağladığı yüksek çözünürlük imkânından, bilgisayar çevre birimi olmadan el, kol ve bacak hareketlerini aynı anda algılayabilmesinden, 3B ve vücut tarama özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu durum geliştirilen uygulamaların genellikle ev dışı olan reklamcılık ve mağaza içi kullanımlarda alışveriş ve eğlence amaçlı geliştirilmesiyle de açıklanabilir. Bu açıklama Presle (2012) [41] tarafından desteklenmekte ve başarılı bir SGO için en uygun teknolojinin Kinect olduğu, AG işaretçileri gibi zaman alıcı olmadığı ifade edilmektedir. Ancak günümüzdeki bazı araştırmalara göre, AG uygulamaları, poz tahmini gerçekleştirme işlemlerinde işaretçiyi temel alan çözümlerin hâkimiyetindedir. Vlaminck, Long, Philips (2017) [12] tarafından bunun temel nedeni olarak mevcut işaretçi içermeyen takip sistemlerinin kullanıcı başını her zaman takip etme amacına hizmet edecek kadar sağlam olmaması gösterilmiştir. Web tabanlı AG uygulamalarında poz tahmininde genellikle işaretçi görüntüsü temel alınmakta, görüntü alma işlemi için webcam cihazları tercih edilmektedir. Webcam cihazlarının tercih edilmesinin nedeni hareket algılama tekniklerine göre daha az maliyetli olması, kullanım sürecinde teknik desteğe ihtiyaç duymaması, toplumun tüm kesimlerince çevrimiçi erişilebilmesi ve kurulum gerektirmemesidir. Aynı zamanda Desti ve Shanthi (2015) [42] tarafından yapılan araştırma bulgularında webcam cihazlarını kullanan AG çevrimiçi alışveriş çözümlerinin daha kolay olduğu sonuçları ortaya konulmaktadır. Buna karşın webcam ve işaretçi kullanan uygulamadaki en önemli sıkıntı uygulamanın işaretçileri takip etmeden önce kullanıcıya giydirilmeleri ve bu işaretçilerin kamera tarafından görülme gerekliliğidir [41]. Bu araştırmanın genel sonuçları değerlendirildiğinde Microsoft Kinect ve Asus Xtion Pro cihazlarının webcam cihazlarına göre daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu tercih, daha önce bahsedilen nedenlerle birlikte perakende satışların yüzde 90'nının hala mağazalarda yapılması ve geliştiricilerin bu alana yönelik ürün geliştirme taleplerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 6. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu araştırmada, sanal giyinme odası veya sanal giyinme kabini olarak adlandırılmış pahalı donanım gerektiren, ağırlıklı olarak çevrimdışı çalışan, 3B görüntüleme ile uç nokta belirleme yapısı kullanan yöntemlere alternatif olarak web tabanlı çalışan, kurulum gerektirmeyen, sadece webcam ve internet bağlantısına ihtiyaç duyan bir uygulama tasarımı önerilmiştir.

Geliştirilen tasarım masaüstü ve dizüstü bilgisayarların Internet Explorer web tarayıcılarında çalışmakta, akıllı telefon ve tablet gibi cihazlarda çalışmak için Puffin web tarayıcısına ihtiyaç duymaktadır. Önerilen bu tasarımı akıllı telefon ve tablet gibi cihazlarda daha etkin ve görsel kullanmak isteyen yazılımcıların bu araştırmada verilen algoritmayı ve mimariyi temel almaları, uygulamalarını HTML5, CSS3 ve Javascript teknolojiler ile geliştirmeleri önerilmektedir. Ayrıca çevrimiçi sanal giyinme uygulamasını kendi işletmeleri için düşünen girişimcilerin müşterilerine AG sanal giyinme uygulama çözümlerini oluşturma, uygulama ve sunma noktasında fayda maliyet oranını hesaplamaları, ortaya çıkan değere göre teknolojilerine yatırım yapmaları önerilmektedir.

**KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- [1] S. Barutçu, Perakendecilik Sektöründe Teknolojik Değişim: E-Perakendecilik, E-Mağaza Bağlılığı ve E-Mağaza Bağlılığını Etkileyen Faktörler, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13:1 (2008) 317-334.
- [2] E. Enginkaya, Elektronik Perakendecilik Elektronik Alışveriş, Ege Akademik Bakış Dergisi, 6:1 (2006) 0-16.
- [3] R. Kuttner, The Net: A Market too Perfect for Profits. BusinessWeek, (1998) 3577-11.
- [4] J. F. Stumpf, Motion Capture System, U. S. Patent Application No. 12/802 (2010) 016.
- [5] Hareket yakalama teknolojisi (motion), <http://modsim.metu.edu.tr/en/system/files/node-export/seminermocap3.pdf>, Erişim Tarihi: 13 Aralık 2018.
- [6] A. Cappozzo, F. Catani, U. Della Croce, A. Leardini, Position and orientation in space of bones during movement: anatomical frame definition and determination, Clinical Biomechanics, 10:4 (1995) 171-178.
- [7] S. Corazza, L. Muendermann, A. M. Chaudhari, T. Demattio, C. Cobelli, T. P. Andriacchi, A markerless motion captures system to study musculoskeletal biomechanics: Visual hull and simulated annealing approach, Annals of Biomedical Engineering, 34:6 (2006) 1019-1029.
- [8] M. Yuan, I. R. Khan, F. Farbiz, S. Yao, A. Niswar, M. H. Foo, A Mixed Reality Virtual Clothes Try-On System, IEEE Transactions on Multimedia, 15:8 (2013) 1958-1968.
- [9] S. Somyürek, Öğretim Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: Artırılmış Gerçeklik, Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 4:1 (2014) 63-80.
- [10] T. İçten, G. Bal, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10:4 (2017) 401-415.
- [11] T. İçten, G. Bal, Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5:2 (2017) 111-136.
- [12] M. Vlaminc, H. Luong, W. Philips, A Markerless 3D Tracking Approach for Augmented Reality Applications, In 2017 International Conference on 3D Immersion (IC3D), 1-7 (December 2017) IEEE.
- [13] U. Erra, G. Scanniello, V. Colonnese, Exploring the Effectiveness of an Augmented Reality Dressing Room, Multimedia Tools and Applications, (2018) 1-31.
- [14] A. A. Shaikh, P. S. Shinde, S. R. Singh, S. Chandra, R. A. Khan, A review on virtual dressing room for e-shopping using augmented reality, International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), 4:5 (2014) 98-102.
- [15] F. Isikdogan, G. Kara, A real time virtual dressing room application using Kinect, Computer Vision Course Project, Bogazici University, (2012).
- [16] M. Yuan, I. R. Khan, F. Farbiz, S. Yao, A. Niswar, M. H. Foo, A mixed reality virtual clothes try-on system, IEEE Transactions on Multimedia, 15:8 (2013) 1958-1968.
- [17] I. Pachoulakis, K. Kapetanakis, Augmented reality platforms for virtual fitting rooms, The International Journal of Multimedia & Its Applications, 4:4 (2012) 35.
- [18] K. Kjøerside, K. J. Kortbek, H. Hedegaard, K. Grønbaek, ARDressCode: augmented dressing room with tag-based motion tracking and real-time clothes simulation, Proceedings of The Central European Multimedia and Virtual Reality Conference, Prague, Czech Republic, (8-10 June 2005) 43-48.
- [19] C. G. Martin, E. Oruklu, Human friendly interface design for virtual fitting room applications on android based mobile devices, Journal of Signal and Information Processing, 3 (2012) 481-490.
- [20] B. Treepong, H. Mitake, S. Hasegawa, Makeup Creativity Enhancement with an Augmented Reality Face Makeup System, Computers in Entertainment, 16:4 (2018) 6.
- [21] Virtual Dressing Room, <http://sensemi.com/>, Erişim Tarihi: 2 Mayıs 2019.
- [22] Complete 3D full body scanning, <http://www.styku.com>, Erişim Tarihi: 2 Mayıs 2019.

- [23] The Webcam Social Shopper (WSS), <http://zugara.com/virtual-dressing-room-technology/webcam-social-shopper>, Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2019.
- [24] K. R. Higgins, E. J. Farraro, J. Tapley, K. Manickavelu, S. Mukherjee, Virtual dressing room, U.S. Patent No. 9,898,742, Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, (2018).
- [25] C. A. Becerra Rodríguez, Virtual Fitting Rooms, Master Thesis, Polytechnic University of Madrid E.T.S. of Computer Engineers (UPM), (2016) 130.
- [26] S. Yükçü, G. Atağan, Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23:4 (2009) 1-13.
- [27] G. V. Paul, G. J. Beach, C. J. Cohen, C. J. Jacobus, Real time object tracking system. U.S. Patent No. 7,684,592, Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office (2010).
- [28] K. Hanbay, H. Üzen, Nesne tespit ve takip metotları: Kapsamlı bir derleme, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 6:2 (2017) 40-49.
- [29] S. R. Balaji, S. Karthikeyan, A survey on moving object tracking using image processing, 2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO), Coimbatore, India, IEEE, (5-6 January 2017) 469-474.
- [30] W. Luo, J. Xing, A. Milan, X. Zhang, W. Liu, X. Zhao & T. K. Kim, Multiple object tracking: A literature review, arXiv preprint arXiv:1409.7618 (2014).
- [31] B. Karasulu, Videolardaki Hareketli Nesnelerin Tespit Ve Takibi İçin Uyarlanabilir Arka Plan Çıkarımı Yaklaşımı Tabanlı Bir Sistem, Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 18:1 (2013) 93-110.
- [32] E. I. Setiawan, D. Wibowo, Virtual dressing room online, National Seminar Innovation in Design and Technology (IDeaTech 2015), (2015) ISSN 149-157.
- [33] C. Wongwatkit, S. Lertkulvanich, A Development of Augmented Reality Application: AR Band, In International Conference on Computer and Computer Intelligence (ICCCI 2011), ASME Press, (2011).
- [34] M. Beck, D. Crié, I virtually try it... I want it! Virtual Fitting Room: A tool to increase on-line and off-line exploratory behavior, patronage and purchase intentions, Journal of Retailing and Consumer Services, 40 (2018) 279-286.
- [35] G. S. Yaoyuneyong, W. A. Pollitte, J. K. Foster, L. R. Flynn, Virtual dressing room media, buying intention and mediation, Journal of Research in Interactive Marketing, 12:1 (2018) 125-144.
- [36] C. Y. Jen, A Study on 3D Interactive Products Catalog, University of Yuan-Ze, (2003).
- [37] E. Y. Kim, E. J. Park, Summary Brief: Does E-Service Quality Lead to Website Patronage for Apparel Online Purchases?, Marketing Advances Proceedings, (2008) 20-21.
- [38] T. Guzvinecz, V. Szucs, C. Sik-Lanyi, Suitability of the Kinect Sensor and Leap Motion Controller-A Literature Review, Sensors, 19:5 (2019) 1072.
- [39] Y. Sun, C. Li, G. Li, G. Jiang, D. Jiang, H. Liu, Z. Zheng, W. Shu, Gesture recognition based on kinect and sEMG signal fusion, Mobile Networks and Applications, (2018) 1-9.
- [40] B. Li, C. Zhang, C. Han, B. Bai, Gesture Recognition Based on Kinect v2 and Leap Motion Data Fusion, International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, (2018) 1955005.
- [41] P. Presle, A Virtual Dressing Room based on Depth Data, Master's thesis, Vienna University of Technology Faculty of Informatics, Wien, (2012) 75.
- [42] K. Desti, R. Shanthi, The impact of augmented reality on e-commerce, Journal of Marketing and Consumer Research, 8 (2015) 64-73.