International Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art
e-ISSN:2548-0634
Volume: 5, Issue: 11, November-December / 2020
Cilt: 5, Sayı: 11, Kasım-Aralık / 2020

DİJİTAL GİYSİ TASARIM YAZILIMLARI VE KADIN GİYİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Esra ÖĞÜLMÜŞ ÖZKUM*

Mustafa Erdem ÜREYEN**

Özet

Günümüzde teknolojinin çok hızlı ilerlemesi mühendislik ve tasarım alanlarına yönelik gelişmiş yazılımların ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Bu yazılımlar endüstrinin diğer alanlarında olduğu gibi giysi tasarım ve üretim süreçlerini de daha verimli hale getirmiştir. Tekstil ve giysi tasarımı için iplikten, bitmiş ürün tasarımına ve hatta pazarlama aşamasına kadar üretim sürecinin her aşamasında, kullanıcıların işini kolaylaştırmak için geliştirilmiş CAD teknolojileri bulunmaktadır. Bu yazılımlar endüstri tarafından da gittikçe daha yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmada geleneksel tasarım ve üretim teknikleri ile bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemleri karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Öncelikle moda ve tekstil endüstrisinde kullanılan CAD teknolojileri incelenmiş olup bu programların sağladıkları avantajlar ve kullanım alanları değerlendirmiştir. Yazılımların performanslarını değerlendirebilmek için kumaş baskı ve kadın giysisi tasarımları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kumaş, baskı, kalıp, iki boyutlu ve üç boyutlu giydirme yazılımları kullanılmıştır. Tasarlanan ürünlerin üretimleri de gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda gerçek giysi tasarımları ve sanal tasarımları kumaş tasarımı, kalıp oluşturma, iki boyutlu giydirme, üç boyutlu giydirme ve fit kontrolü açılarından karşılaştırılmıştır. CAD sistemlerinin kavramsal tasarımdan bitmiş ürüne kadar kumaş ve giysi tasarım döngüsü üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Kumaş ve baskı tasarımı açısından çok başarılı gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilmiştir. Sanal mankenler üzerine yapılan giydirme uygulamaları ile gerçek ürünler arasında bir takım farklılıklar bulunmuştur. Bazı kalıpların giydirme uygulamalarında sorunlar yaşanmıştır. Bununla beraber tüm bu yazılımların başarılı ve güvenilir biçimde kumaş, baskı ve giysi tasarımında kullanılabildikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Tasarım, 3D Sanal Simülasyon, Sanal Giysi, Kumaş Tasarımı, Giysi tasarımı, Kadın Giyimi

DIGITAL GARMENT DESIGN SOFTWARE AND USE IN WOMEN'S CLOTHING

Abstract

Today, the rapid advancement of technology has enabled advanced software for engineering and design fields to emerge. Textile and clothing design and production processes can be made more efficient as in other industrial fields by using computer-aided design (CAD) software. There are CAD technologies developed to facilitate users' work at every stage of the production process, from yarn to finished product for textile and clothing design, and even to the marketing stage. Several digital design programmes are used more and more widely by the industry. In this study, it has been tried to compare traditional design and production techniques with computer-aided design and production systems. First of all, CAD technologies used by the fashion and textile industry were reported, their

* *Öğr. Gör., İstanbul Ayvansaray Üniversitesi, Plato Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, esraogulmusozkum@ayvansaray.edu.tr*

** *Prof. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Moda ve Tekstil Tasarımı Bölümü; Eskişehir Teknik Üniversitesi, İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi, meureyen@eskisehir.edu.tr*

advantages and application areas were evaluated. To evaluate the performance of the software, fabric printing and womenswear designs were made. For this purpose, fabric, printing, pattern, two-dimensional and three-dimensional dressing software were used. The production of designed products has also been carried out. At the end of the study, real clothing designs and virtual designs were compared in terms of fabric design, pattern making, two-dimensional and three-dimensional dressing and fit control. The effects of CAD systems on the fabric and garment design cycle from conceptual design to the finished product have been studied. In terms of fabric and print design, very successful, realistic results have been obtained. Some differences have been found between dressing applications on virtual mannequins and real products. There have been problems in the dressing applications of some patterns. However, it has been determined that all these programmes can be used successfully and reliably in fabric, print and clothing design.

Keywords: Computer-Aided Design, 3D Virtual Simulation, Virtual Clothing, Fabric Design, Garment Design, Women Clothing

Giriş

"Computer Aided Design'' teriminin baş harflerinden oluşan ve ülkemizde de bu isimle anılan CAD sistemleri ve diğer grafik tasarım yazılımları yaratıcılıkla ilerleyen birçok sektörün çalışmalarını kolaylaştırmaktadır. Türkçesi "Bilgisayar Destekli Tasarım" olan bu yazılımların mühendislik ve tasarım uygulamalarına yönelik çok fazla çeşidi mevcuttur. Bilgisayar Destekli Tasarım, *bir tasarımın oluşturulması, düzeltilmesi, iyileştirilmesi, çözümlenmesi ve sunulması için bilgisayar olanaklarının kullanılması* olarak tanımlanabilir (Bolulu, 1998, s.36). Giysi tasarımında ve üretim metotları tam otomatik, bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı sayesinde son otuz yılda önemli değişikliklere uğramıştır. CAD yazılımları yeni pek çok olanak sağlarken tasarım, teknoloji ve geleneksel üretim süreçlerinin de birbirlerine entegrasyonunu gerekli kılmaktadır (Lee, 2014, s.306). Tasarım amaçlı yazılımların kullanımı da yaklaşık otuz yıllık bir geçmişe sahiptir. Özellikle son on yılda bu alanda oldukça hızlı bir gelişim gözlemlenmesi gelecek için çok daha önemli yeniliklerin sunulacağına işaret etmektedir (Ashdown, 2013, s.112-120).

CAD sistemleri kullanıcılara malzeme, zaman, enerji ve işçilik giderleri açısından önemli ölçüde maliyet tasarrufu vaat etmektedir. Bitmap ve vektör tabanlı birçok CAD programı kullanıcıya hem kusursuz görüntü oluşturma olanağı hem de çalışma özgürlüğü sağlamaktadır. Tekstil ve giyim sektörleri de bu tip yazılımların gittikçe artan oranda kullanıldığı önemli sektörler arasındadır. Bu yazılımlar insan elinin kalem ya da fırçayla kolaylıkla oluşturamadığı sanat tekniklerinin doğallık ve ivedilikle oluşmasını mümkün kılmakta, örneğin tekstil yüzeyi gibi malzemelerin dijital ortama aktarılarak birebir aynı görüntü ve dokusunun oluşturabilmesini hatta tek bir çizgi halindeki görselin 2 boyutlu (2D) ve sonrasında 3 boyutlu (3D) simülasyonunun yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Hinds vd., 1992, s.6-14). Bu bir modelist için kusursuz kalıplara açılan bir pencere iken, bir tasarımcı için hayal ettiği görüntüyü dakikalar içinde gerçek görüntüye dönüştürmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu yazılımlar tasarım sürecine büyük bir hız da kazandırmaktadır. Makine, inşaat, malzeme mühendisliği gibi alanlarda CAD sistemleri çok hızlı biçimde yaygınlaşırken, tekstil malzemelerinin ve giysilerinin tasarlanması ve modellenmesinde ilerleme çok daha yavaş olmuştur. Bunun en önemli nedeni, kumaşların ve giysilerin pek çok katı ve stabil mühendislik malzemesine göre düzensiz ve esnek olmalarıdır. Ayrıca tekstil sektöründe sonsuz renk, desen ve doku varyantı oluşturulabilmektedir. Bu durum gerçeğe yakın simülasyonu oldukça zorlaştırmaktadır (Sevencan ve Üreyen, 2018). Ancak özellikle son yıllarda iplik, kumaş ve giysi tasarımından pazarlama aşamasına kadar üretim sürecinin her aşamasında kullanılabilen çok başarılı simülasyon yazılımları

sektörde önem kazanmaya başlamış, hatta pek çok alanda tekstil ve hazır giyim süreçlerinde devrim niteliğinde değişikliklere sebep olmuşlardır. Üretim süreçlerinde özellikle numune üretimini minimize eden bu sistemler hammadde tüketiminin de önemli derecede azalmasına sebep olarak çevre açısından da önemli bir koruma işlevi görmeye başlamışlardır. COVID 19 pandemisi bu tip sistemlerin yaygınlaşmasına hız kazandırmıştır. Giyim endüstrisinin 3D simülasyon yazılımlarını benimsemesi ve artan oranlarda kullanmaya başlaması araştırmacıların fit analizinin yanında bu yazılımların tüketici davranışlarından pazarlamaya kadar pek çok alanda araştırmalar yapması için de itici güç olmuştur (Greder vd., 2020, s.539).

Photoshop, Illustrator ve Corel Draw gibi iki boyutlu (2D) programlar tüm tasarım alanlarında tasarımcılar ve üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu tip programlar alana özel uygulamalar yapabilmek, daha verimli ve hızlı çözümler üretebilmek amacıyla tekstil ve moda tasarımına da uyarlanmışlardır (Sayem vd., 2010, s.45-53). Çok sayıda tekstil ve moda tasarımcısı ile firmalar bu tip yazılımları başarılı biçimde kullanmaktadır. Öte yandan günümüzde üç boyutlu (3D) giydirme programları da tekstil ve giysi tasarımı için geliştirilmiştir. Hazır giyim işletmeleri ve moda tasarımı sektörü düşük maliyet ve yüksek verimlilikle elde edebilmek için yeni stratejiler benimsemek zorundadırlar. Hem zaman tasarrufu hem işçilik giderlerini düşürmek için oldukça uygun olan bu iki ve üç boyutlu yazılımlar her geçen gün önem kazanmakta, kullanımları yaygınlaşmaktadır. Öte yandan bu tip programlar özel müşteri odaklı çalışan firmaların müşteri memnuniyeti açısından önemli adımlar atmasına da olanak sağlamaktadır. Kitlesel özel üretim ve otomotize edilmiş özel giyim, hazır giyim üreticileri ve perakendecilerinin tüketicilerine vücutta duruşu iyi olan giysiler sağlayabilmeleri için umut verici yöntemlerdir (Song ve Ashdown, 2012, s.315-345).

Hızla gelişen yazılımlar ve CAD teknolojisi ürün geliştirme süreçlerini hızlandırmakta, moda ürünlerinin pazara sunulma süresini kısaltmaktadır. Bu sistemler arasında üç boyutlu giysi tasarımı daha karmaşık ve daha teknik bilgi ve beceri gerektiren bir uygulama alanıdır. Giysinin vücuda uyumunu kolaylaştırmaktadır. Bu sistemler lazer tarama ve bilgisayar destekli çizim işleminin gelişmesi, giysilerin dijital ortamda hazırlanmasını ve iki boyutlu çizimlerden 3D çizimlere geçilmesi ile ortaya çıkmıştır (Tama vd., 2014, s.118-119). 3D giydirme uygulamasının sağladığı en önemli avantaj, bilgisayar ortamında hazırlanan 2D kalıpların birleştirilerek seçilen sanal manken üzerine giydirilmesi yoluyla kalıpların test edilmesine olanak sağlamasıdır (Wang vd., 2005, s.675-680). Böylece kalıp ve model doğruluğu hem teknik hem de görsel olarak detaylı biçimde değerlendirilebilmekte, kişiye özel üretimlerde müşterinin beğenisine dikim öncesinde sunulabilmektedir.

İki boyutlu ve üç boyutlu giydirme programları arasında önemli farklılıklar vardır. 2D giydirme işleminde harita çizgileri ve düz ip yönünde kaplama işlemi uygulanırken 3D giydirme programlarında yapılan uygulama insan vücudu çevresine 3D olarak yerleştirilebilen poligonal ağ düzlemleri ile gerçekleştirilmektedir. Sanal model üzerine kalıp parçaları bu ağlar ekseninde yerleştirilerek gerçek bir giydirme işlemi sağlanmaktadır. Oluşturulan kalıpların "sanal duruşu" değerlendirilmekte, duruşun iyileştirilmesi için modifiye edilebilmekte ve tekrar değerlendirmeye göre benzetim değiştirilebilmektedir (Kim ve LaBat, 2013, s.165-180). 3D giydirme sistemlerinin birçoğu vücut tarama sistemleri ile birlikte çalışmaktadır. Vücut tarama sistemleri canlı model üzerinden ölçü almaktadır ve çok kapsamlı ölçülendirme yapılabilmektedir. Örneğin, klasik yöntemle ölçü alınırken vücudun kısıtlı bölümleri ölçülendirilebilmektedir (bel, basen, kol boyu, vb.). Fakat vücut tarama sistemlerinde tüm vücut üç boyutlu olarak taranıp yüzlerce ölçü alınabilmektedir (Daanen ve Psikuta, 2018, s.239). Bu nedenle el ile alınan ölçüler de sanal model oluşturulabilse de vücut tarama sistemleri bu işi kusursuz hale getirmektedir. Bu sistemle oluşturulmuş bir sanal model üzerine üç boyutlu giydirme yapmak daha doğru olabilmektedir. Bu sistemin amaçları arasında alışveriş sırasında kabinlerdeki kıyafet deneme işlemini ortadan kaldırmak da yer almaktadır (Olaru vd., 2014, s.76-

81). İnsanlar mağazaların deneme kabinlerinde uzun vakitler harcamak zorunda kalmaktadır. Bunun yerine sanal model üzerine, mağazadaki kıyafetlerin 3D kalıpları aktarılarak deneme yapabilmek zaman tasarrufu sağlayacaktır. Yine aynı teknoloji, çevrimiçi alışveriş sitelerini kullananlar içinde uygulanabilir gözükmektedir. Bu uygulama şimdilerde firmalarca kullanılmaya başlamakla birlikte henüz daha çok deneme aşamasındadır.

Sanal kıyafetler, firmalar ve tasarımcılar tarafından gerçek kıyafetlerin pazarlanmasında ve ürün geliştirme aşamasında en iyi fit değerlerini elde etmek için kullanılabilmektedir (Hernández vd., 2019, s.250). Kim ve LaBat (2013) erkek ceketinde 3D teknolojilerinin kullanımı ile ilgili detaylı bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kullanıcıların avatarlar üzerinden istekleri de değerlendirilmiş ve ona göre düzenlemeler yapılmıştır. Çoğunlukla ceket göğüs çevresi, sırt genişliği ve kol uzunluğu ölçülerinde gerçek ve sanal ceket arasında farklar bulunmuştur. Bununla beraber bu tip yazılımların erkek ceketi tasarımında başarılı biçimde kullanılabileceği, kişilerin kendilerine en uygun bedeni sanal modeller üzerinden seçebileceği belirtilmiştir. Bu alanda yapılan araştırmalarda bulunan sonuçlarda farklılıklar görülmektedir. Kullanılan yazılım, çalışmanın niteliği ve kapsamı, tasarlanan kıyafetin modeli gibi unsurlar bu farklılıklarda etkilidir. Genel olarak detaylı modellerin simülasyonu ve gerçek modelle uyumu daha zor olmaktadır. Örneğin, Song ve Ashdown (2015) Optitex PDS 3-D Runway Creator yazılımını kullanarak kadın pantolon simülasyonlarının başarısını değerlendirmiştir. 61 adet pantolonu üretilmiş ve aynı zamanda simülasyonları yapılmıştır. Çalışmaya katılan modellerin ölçüleri üç boyutlu tarayıcı ile alınmıştır. Özellikle bel bölgesinde uyumsuzluk görülmüş ve kumaş kıvrımlarının simülasyonları yeterince başarılı bulunmamıştır. Lee ve Park (2017) yaptıkları çalışmada örme ve dokuma kumaş kullanarak standart bir kadın elbisesi üretmiş ve simülasyonları ile karşılaştırmışlardır. Yaka, kol ağzı ve omuz bölgesinde bazı uyumsuzluklar görülmüştür. Fit analizinde de bazı sorunlar ile karşılaşılmıştır. Araştırmacılar dikiş ve kumaş özellikleri ile ilgili detaylı bir veri tabanı oluşturulmasının ve daha fazla kumaş özelliğinin ölçülerek sisteme tanımlanmasının simülasyon başarı oranını arttıracağını vurgulamışlardır (Lee ve Park, 2017, s.69). Etek simülasyonu ile ilgili bazı araştırmalar da literatürde bulunmaktadır. Bugüne kadarki araştırmaların çoğu, eteklerin sanal ve gerçek uyumuna odaklanmış olsa da, birçok araştırmacı, giysi uyumunu doğru bir şekilde görselleştirmek için mevcut teknoloji seviyesinin etkinliğini analiz etmiştir. Kang ve Lee (2010), büzgülü eteklerin gerçek ve sanal versiyonlarının uyumluluklarını kumaş türüne (yün ve polyester saten) ve büzgü miktarına (1,5, 2 ve 2,5 kat bel çevresi) göre karşılaştırmıştır. Büzgü miktarı arttıkça sanal eteğin gerçek etekten daha fazla düştüğünü bulmuşlardır. Polyester satenden yapılmış eteğin görselleştirilmesi, yün eteğin görselleştirilmesinden daha az efektif olmuştur. Koo ve Suh (2009), gerçek büzgülü eteklerin uyumunu, düz ip yönünde (uzunlamasına, çapraz ve verev) ve polyester gramajına (hafif, orta ve ağır) göre sanal büzgülü eteklerin uyumu ile karşılaştırmışlardır. Orta ve ağır gramajlı etekler, hafif eteklere göre dalgalanma frekanslarında ve konumlarında daha fazla farklılık göstermiştir. Eğimli yönde kesilmiş etekler, uzunlamasına veya çapraz yönde kesilmiş eteklerle karşılaştırıldıklarında sanal ve gerçek etekler arasında en az farklılık gösteren grup olmuştur. Güney Kore'de giyim firmalarının sanal fit teknolojilerini kullanım durumlarının araştırıldığı bir çalışmada firmaların %75'inin bu tür yazılımları kullandığı, özellikle denizaşırı tedarikçiler ile iletişimde, süreci hızlandırmada ve sorunlara müdahale etmede faydalı bulduğu tespit edilmiştir. Yerel üreticilerin ise geleneksel yöntemlerle çalışmayı tercih ettikleri, bu tip yazılımları yüksek maliyetli buldukları belirlenmiştir (Shin ve Lee, 2020, s.8). Yapılan araştırmalar ve endüstriyel uygulamalar artan oranlarda gelecekte de bu yazılımların tekstil ve giyim sektörlerinde kullanılacağını açıkça göstermektedir.

Bu çalışmada da 2D ve 3D tekstil ve giysi tasarım programlarının giydirme yöntem ve performanslarının karşılaştırılması ve farklı 3D yazılımların uygulamaları bakımından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla belirlenen CAD sistemleri ile kumaş yüzeyleri

tasarlanmış, bu yüzeyler kullanılarak öncelikle 2D olarak haritalama ile giydirme işlemi uygulanmış daha sonra 3D uygulaması ile sanal manken üzerine giydirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sırasında farklı CAD sistemleri kullanılmış ve yapılan uygulamalar arasındaki teknik benzerlikler ve farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Öte yandan sanal olarak tasarlanan giysilerin üretimleri de gerçekleştirilmiştir. Tamamlanan tasarım süreçleri tanımlanmış ve sonucunda gerçek ürünler ile sanal ürünler karşılaştırılmıştır.

Giysi Tasarım Süreci

Genel bir yargı ile tasarım zihinde oluşan fikrin somutlaştırılması olarak değerlendirilebilir. *Tasarım öncelikle bir fikirdir, bu fikir bir biçim verme dinamiği içerir ve oluşum süreci ile birlikte biçim kazanmış bir fikir olarak somutlaşır* (Tunalı, 2012, s.4). Literatürde tasarım kavramı ile ilişkili pek çok tanımlama yer almaktadır. Vilademil ve Elias, (1997)' a göre *Tasarım bir fikrin görsel ifadesidir*. Bu tanımlardan yola çıkarak giysi tasarımı hayal edilen tasarımın iplikten kumaşa, dikime ve sunuma kadar olan bütün aşamalarını içeren bir süreç olarak ifade edilebilir. Bu tasarım süreci arz talep döngüsü içerisinde, ihtiyaca yönelik bir fikrin somut bir ürüne dönüştürülebilmesi yolunda tüketiciye ulaşması ile sonlanan bir zamanı kapsamaktadır. Bu sürecin başrolü tasarımcı ya da üreticidir.

Moda tasarım sürecinde tasarımcı; gözlem yaparak veri topladıktan sonra, fikir ve kavram ortaya çıkararak, aralarından en uygun çözümün seçimiyle, bu süreci sonlandırmaktadır. Yaratım süreci Veryzer ve Brigitte de Mozota (2005)'ya göre beş aşamada aşağıda şekilde sıralanmaktadır:

Hazırlık Aşaması

1. Araştırma
2. İnceleme
3. Geliştirme
4. Gerçekleştirme
5. Değerlendirme

Giysi tasarım sürecini dijital boyutta ele almak fikir evresi sonrası başlamaktadır. Hayal edilen tasarıyı tıpkı el ile çizer gibi CAD programları ile çizebilmek günümüzde çok alışılagelen bir kullanımdır. Bu yöntem çizgileri daha oturmuş, düzeltilebilir, çoğaltılabilir ve en önemlisi hızlı hareket ettirilebilir hale getirmektedir.

Dijital tasarım süreci, klasik tasarım sürecine göre iş akışı bakımından aynı, eylem açısından farklı ilerlemektedir. Dijital tasarım süreci hayal edilen fikrin çizimi ve hayal edilen malzemenin tasarımı ile başlamaktadır. Bu aşamada öncelikle hayal edilen tasarımı somutlaştırmak gerekmektedir. Bu yüzden süreç model çizim çalışması ve teknik çizim hazırlama ile başlar. Çizimler Adobe Illustrator gibi grafik vektör programlarında veya Kaledo, NedGraphic gibi yazılımların vektör çizim alanlarında yapılmaktadır. Bu programları Illustrator gibi yazılımlardan ayıran en önemli fark, tekstil ve giyim endüstrileri için geliştirildiklerinden kütüphanelerinde hazır kumaş desenleri, cep, yaka çizimleri gibi bölümlerin bulunmasıdır. Bu yazılımlarda da kalem aracı ile serbest artistik çizimler yapılabilmektedir. Hazırlanan bu çizimler ile ürün bilgilerini ve konsepti ifade edilen model paftaları ve hikâye panoları yine bu programlar ile oluşturulabilmektedir. Ayrıca bu yazılımlar ile kumaş yüzey tasarımları ve 2D giydirme uygulamaları da yapılabilmektedir.

Çizim ve tasarlama aşaması biten modellerin 2D kalıp yazılımları ile kalıpları ve kesim planları oluşturulmaktadır. Daha sonra kalıp kontrolü ve ilk numune aşaması gelmektedir. Dijital tasarımda bu işler 3D giydirme yazılımları ile yapılmaktadır.

Tekstil ve giyim endüstrisinde kullanılan birçok tasarım programı ve CAD yazılımı bulunmaktadır. Bunların bir bölümü dokuma kumaş tasarımı, kalıp tasarımı gibi tek bir uygulama alanına yönelik iken bazı yazılımlar birden fazla uygulamayı farklı modüller halinde ihtiva etmektedirler. Aşağıda tekstil ve giyim sektörlerinde kullanılan bu tip yazılımlara örnekler verilmiştir:

- (Adobe) Illustrator (Adobe) Photoshop ve CorelDraw (Corel Corp.) gibi iki boyutlu genel grafik programları,
- Kaledo Weave, Penelope, Arahne, Nedgraphics, Apex 3 gibi kumaş tasarım programları,
- Kaledo (Lectra), Fashion studio (Gerber), NedGraphics gibi giyim endüstrisine yönelik 2D programları,
- Assyst (Bullmer), Lectra CAD, Accumark Gerber gibi kalıp yazılımları,
- CLO 3D, Optitex, Vidya (Assyst), Browzwear, Modaris (Lectra) gibi 3D giydirme programları biçiminde gruplandırılabilir (Öğülmüş, 2016, s.13).

Bu çalışmada yukarıda her bir gruptan yazılımdan örnekler ile çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında üç farklı dokuma kumaş kullanılarak 2 farklı kadın elbisesi ve bir gömlek ilk olarak dijital ortamda tasarlanmış daha sonra gerçek modelleri üretilmiştir. Model 1 kadın elbise tasarımında kullanılan ipliği boyalı, ekose desenli, %100 pamuklu dokuma kumaş Lectra Kaledo Weave programında tasarlanmıştır. Kumaşın dokusu 2x2 dimi seçilmiştir. Atkı ve çözgü sıklıkları 48 tel/cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Ne 24/1, %100 pamuk ipliği kullanılmıştır. Desen için beş farklı renk belirlenmiştir. Kumaşın atkı ve çözgü renk raporları aşağıdaki şekilde planlanmıştır:

Atkı renk raporu: 12A 3C 3E 4C 3E 3C 12A 12E

Çözgü renk raporu: 12b 3d 3e 3d 3e 3d 12b 12e

Kumaş daha sonra dokuma makinesinde aynı parametrelerle dokunmuştur.

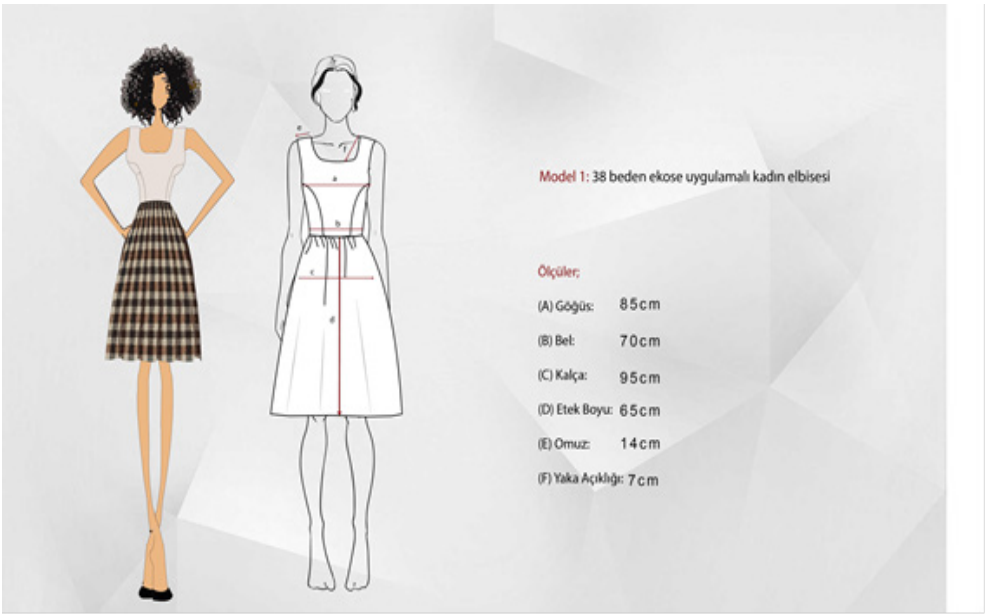
Diğer iki kumaş (%100 ipek, bej renkli, damarsız şantuk kumaş ve %100 ipek saten kumaş) ise satın alınmıştır. Giysi tasarımları Adobe Illustrator programında yapılmıştır. Tasarımların kalıpları Assyst programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, iki boyutlu (2D) giydirme işlemi Lectra Kaledo Drape yazılımında, üç boyutlu (3D) giydirme işlemleri ise Assyst Vidya, Optitex ve Marvelous Design programları kullanılarak yapılmıştır. Tasarlanan giysilerin temel özellikleri aşağıda verilmiştir:

Model 1: 38 beden kadın elbisesi

Malzeme: Üst bedende %100 ipek, bej renkte damarsız şantuk kumaş kullanılmıştır. Etek kısmında Kaledo Weave programında tasarlanan ipliği boyalı, ekose desenli %100 pamuklu kumaş kullanılmıştır.

Tasarım süreci: Sırası ile Adobe Illustrator, Kaledo Weave, Kaledo Drape ve Optitex programları kullanılmıştır.

Resim 1'de Model 1'in tasarım detayları gösterilmiştir.



Resim 1: Model 1'in Adobe Illustrator programında yapılan teknik ve artistik çizimi

Model 2: 36 beden aralığında kadın elbisesi (baskılı)

Malzeme: Elbisenin tamamında %100 ipekten, saten dokuya sahip kumaş kullanılmıştır. Kumaş rengi parlak kırık beyazdır. Kumaş, sert ve akışkanlığı olmayan kâğıtsı bir yapıya sahiptir. Kaledo Print programında tasarlanan desen dijital baskı makinesinde etek bölümüne asit boya kullanılarak basılmıştır.

Tasarım süreci: Sırası ile Adobe Illustrator, Kaledo Print, Kaledo Drape ve Assyst Vidya programları kullanılmıştır.

Resim 2'de Model 2'nin tasarım detayları gösterilmiştir.



Resim 2: Model 2'nin Adobe Illustrator programında yapılan teknik ve artistik çizimi

Model 3: 36-38 beden aralığında yakasız, kadın gömleği

Malzeme: %100 ipekten, saten dokuya sahip kumaş kullanılmıştır. Kumaş rengi parlak kırık beyazdır. Yazılımların tasarım performanslarını görebilmek amacıyla özellikle seçilen bu kumaş sert ve akışkanlığı olmayan kâğıtsı bir yapıya sahiptir. Modelin kalıpları da alışılmışın dışında, kol ve boyun aynı parçada olacak şekilde hazırlanmıştır.

Tasarım süreci: Sırası ile Adobe Illustrator, Assyst Vidya, Optitex ve Marvelous Design programları kullanılmıştır.

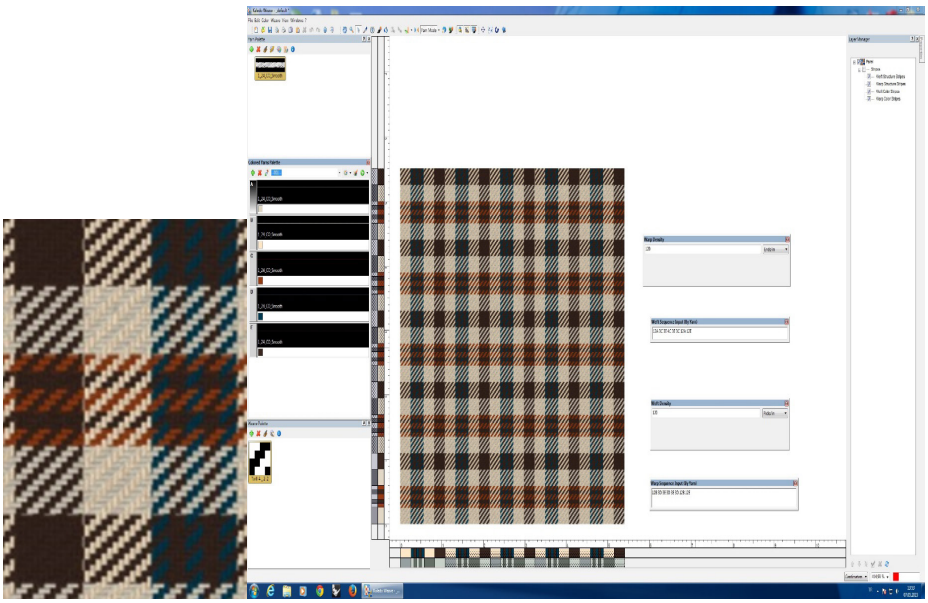
Resim 3'de Model 3'ün tasarım detayları gösterilmiştir.



Resim 3: Model 3'ün Adobe Illustrator programında yapılan teknik ve artistik çizimi

Bulgular

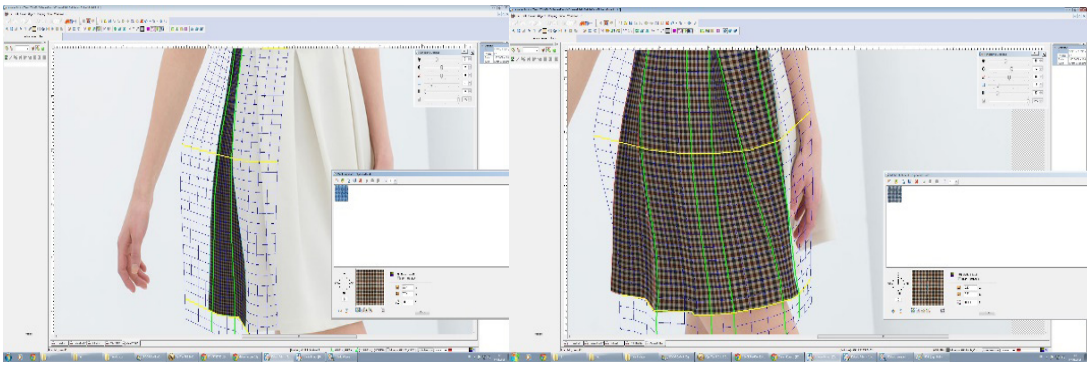
İlk olarak ipliği boyalı ekose pamuklu kumaşın Kaledo Weave programında tasarımı gerçekleştirilmiştir. Resim 4'de kumaşın yazılım ekranındaki teknik verileri, simülasyonu ve dokunun büyütülmüş hali gösterilmiştir.



Resim 4: Kaledo Weave yazılı**mı ile tasarlanan dokuma kumaş**

Yazılımda kullanılan parametreler kullanılarak kumaşın dokuması yapılmıştır. Nihai kumaşın gramajı 225 g/m^2 olarak tespit edilmiştir.

Hazırlanan kumaşlar yüksek çözünürlüklü olarak giydirme işleminde kullanılmak üzere jpeg formatında kaydedilmiştir. Görseller Kaledo Print programına atılarak 2D haritalama giydirme işlemine hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan kumaşlar 38 beden kadın dış giyimine uygun olarak belirlenen görsel ile birlikte Kaledo Print alanına aktarılmıştır. Burada "Haritalama" işlemi ile yüzey, oluşturulan kumaş dokusu ile kaplanmıştır. İki boyutlu giydirme uygulaması haritalama ile hazır model resimleri üzerine yapılmaktadır. Bu işlemde görselin çözünürlüğünün yüksek, yüzeylerinin mümkün olduğunca düz ve açık renkte olması giydirme işleminin başarısını arttırmaktadır (Öğülmüş ve Üreyen, 2015). Bu hususlar göz önünde bulundurularak tasarlanan elbise modeline benzer bir görsel üzerinden uygulama gerçekleştirilmiştir. Görsel üzerinde giysinin her parçası için ayrı ayrı alanlar oluşturulmuştur. Bu alanların kumaş atkı ve çözgü yönü belirlenerek haritalara boyut kazandırılmaya çalışılmıştır. Aktarılan dokunun görüntü ayarları yazılım üzerinden düzenlenebilmektedir. Elde edilen 2D giydirme uygulaması aşamalı olarak Resim 5'te gösterilmiştir.

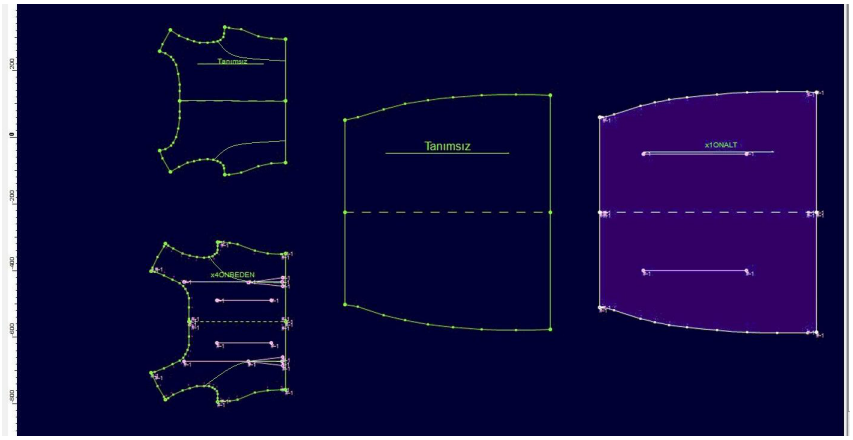




Resim 5: Model 1'in 2D giydirme uygulaması

Bu aşamadan sonra kalıp çıkarma süreci başlamaktadır. Optitex içinde kalıp tasarımı yapılacak bir kalıp programı bulunmaktadır. Bu nedenle Model 1 kadın elbisesi için kalıp uygulaması doğrudan Optitex yazılımında yapılmıştır. Kalıplar ile giydirme yapılacak alan aynı arayüzde bulunduğundan işlem daha kontrollü ilerleyebilmektedir. Kalıp üzerinde yapılan değişiklikler model üzerinde de düzeltilebilmektedir. Bunun yanında sanal mankenlere normal duruşları dışında farklı pozisyonlar kazandırılabilmektedir. Yine giydirme işlemi yapılan kumaş özelliklerinin girilebildiği veri girişleri bulunmaktadır.

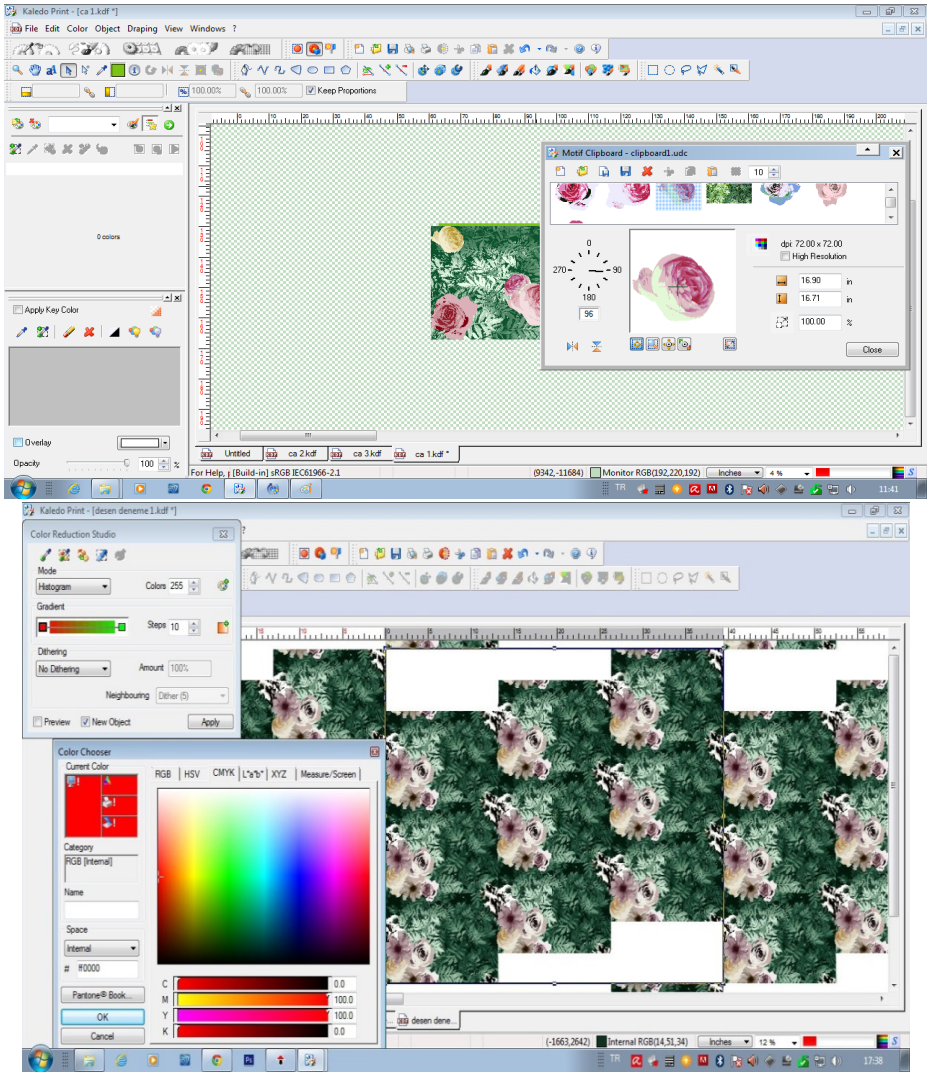
Teknik açıdan avatar ölçülendirme oluşumuna bakıldığında, manken oluşturmada 60 farklı parametre yer almaktadır. Bunlar içinde değişiklik yapılarak en doğru vücut duruşu sağlanmaktadır. Model 1 için Optitex kalıp alanında benzer şekilde temel beden kalıbı üzerine ölçülerin aktarımı ile hazırlanan kalıp üzerine model uygulaması yapılarak Optitex 3D alanına aktarılmıştır. Kalıbın ölçülerine göre sanal model ölçeklendirilmiş ve kalıplar ile uyumlu hale getirilmiştir. Dikiş tanımları yapılan kalıplar sanal manken üzerinde dikilmiştir. Giydirme tamamlandıktan sonra etek kısmı desen ve kumaş özellik parametreleri girişi yapılmıştır. Bu alanda kumaş özellikleri girilerek gerçekçi kumaş dökümü verilebilmekte, kumaş kalınlık özellikleri ayarlanabilmektedir. Kumaş parametreleri ne kadar detaylı girilirse gerçek kumaş dokusuna o kadar yakın görüntü alınabilmektedir. Model 1'in kalıp ve giydirme işlemi Resim 6'da sunulmuştur.





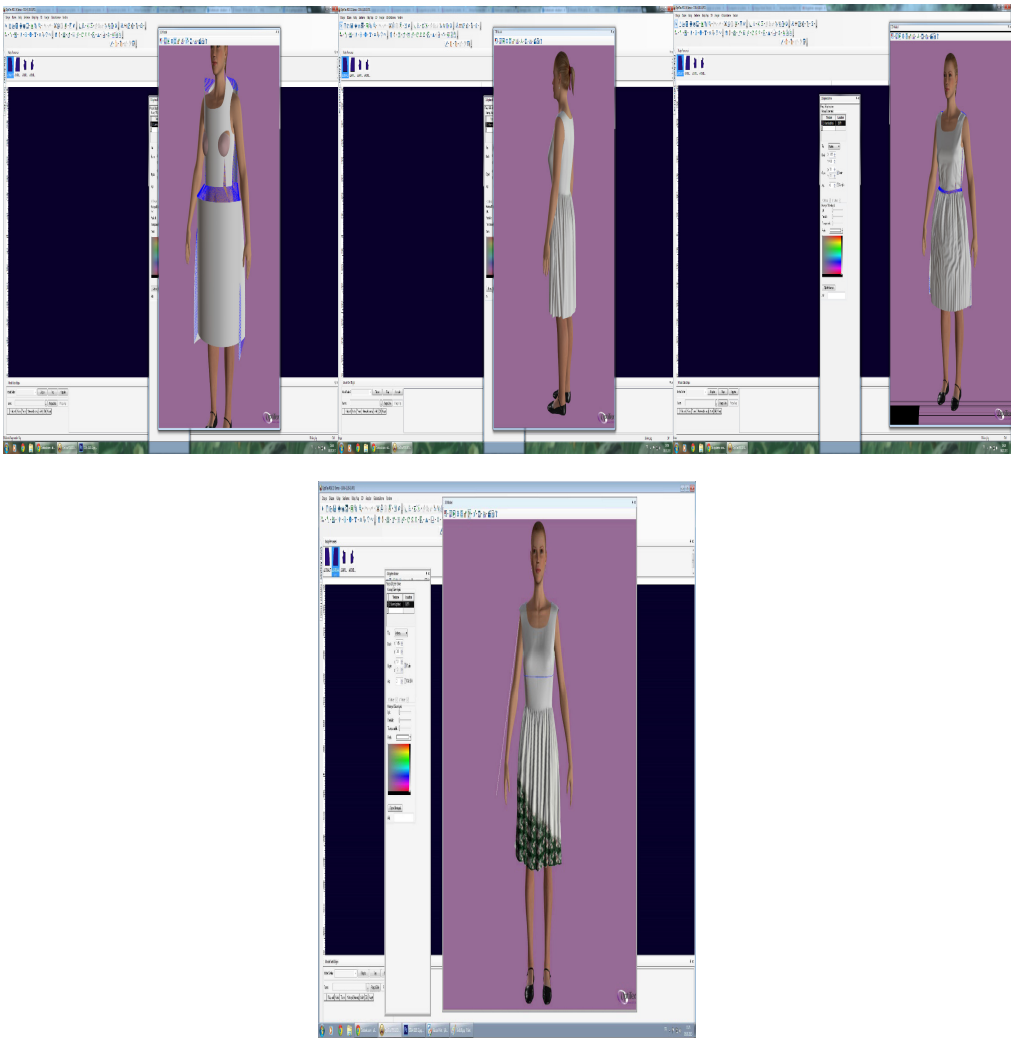
Resim 6: Model 1'in kalıp ve 3D simülasyon işlemleri

Model 2 için ilk olarak baskı deseni ve baskının elbisedeki konumu belirlenmiştir. Kaledo Print kullanılarak baskı deseni oluşturulmuştur. Raportlaması gerçekleştirilmiştir. Resim 7'de desen hazırlama sürecine dair aşamalar paylaşılmıştır. Desen hazırlama işlemi için öncelikle hazır çekilmiş bir doğa fotoğrafı Kaledo Print programının içerisine aktarılmıştır. Fotoğraf kesme aracı yardımı ile birimlere ayrılmış ve yeni bir alan üzerinde kompozisyon oluşturulmuştur. Oluşturulan görüntü programın kendi içindeki renk indirgeme özelliği ile sadeleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra desenin renk varyantları oluşturulmuştur. Tek bir birim halinde elde edilen desen Kaledo raportlama stüdyosunda metraj kumaşa basılabilecek şekilde raportlanmıştır. Programın içerisinde var olan özellikler sayesinde raportlama işleminde birim desenlerin yönü değiştirilebilir ve desene eklemeler yapılabilmektedir (Öğülmüş vd., 2015).



Resim 7: Model 2'nin baskı deseninin ve yerleşiminin oluşturulması

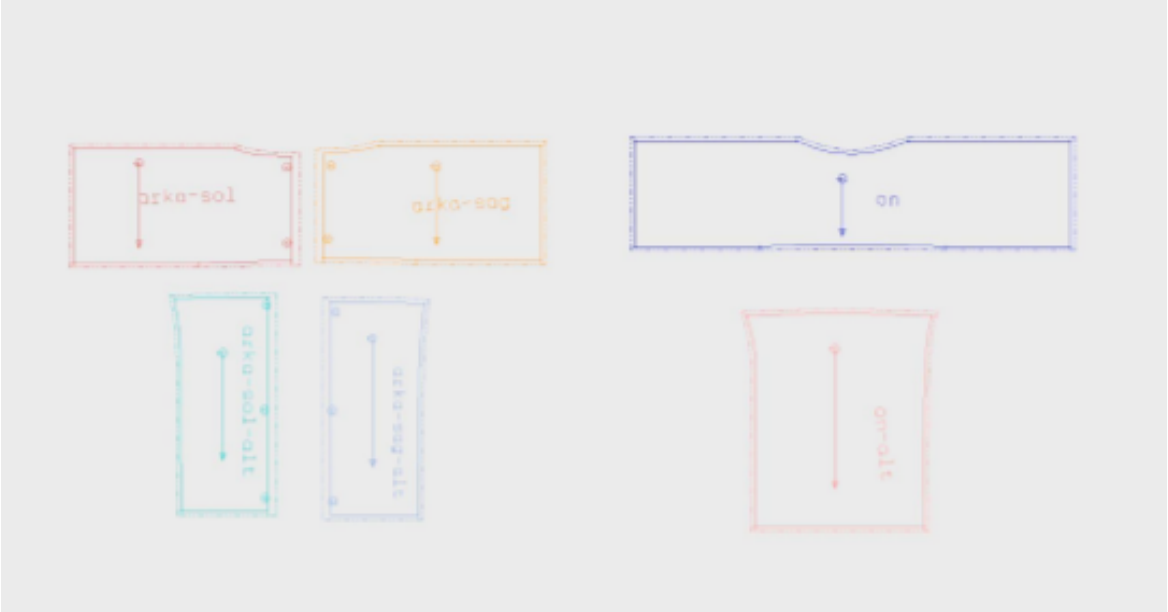
Model 2 için desen oluşturulduktan sonra kayıt alınarak (jpeg formatında) modelin etek ucunda kullanımı için Adobe Photoshop programında düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra model kalıp hazırlama ve 3D sanal giydirme işlemi için Optitex alalına alınmıştır. Bu aşamada Model 2'nin deseni Optitex programına bir kumaş görüntüsü gibi eklenerek kullanılmıştır. Resim 8'de modelin giydirme sürecine ait görüntüler sunulmuştur.



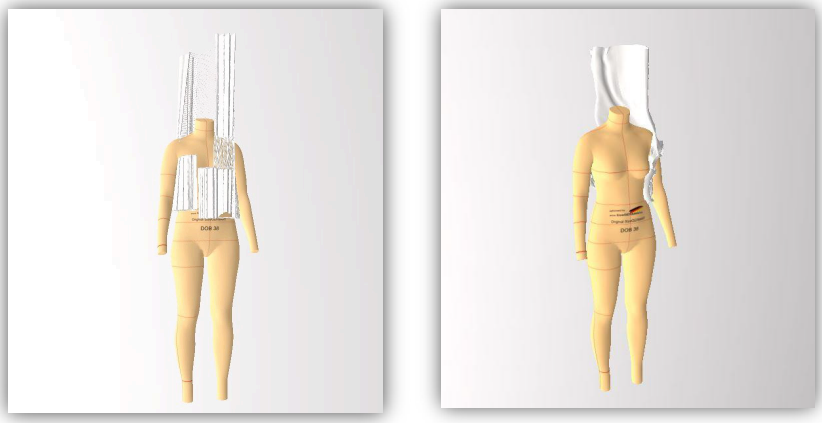
Resim 8: Model 3'ün Optitex yazılımında kalıp ve simülasyon uygulaması

Yazılımların standart dışı tasarımların simülasyonundaki başarısını görebilmek için Model 3 klasik kalıp uygulamalarının dışında üst beden ve kolun birlikte kalıba aktarıldığı yakasız bir kadın gömleği olacak şekilde tasarlanmıştır. Kalıplar Assyst programında başarılı biçimde hazırlanmıştır (Resim 9). Ancak kalıpların Vidya 3D sanal giydirme yazılımına aktarım aşamasında sorun oluşmuştur. Vidya yazılımında sanal model üzerinde kalıpların konumlarını belirlemek için bir yerleşim noktası tanımlamak gerekmektedir. Kol ve beden için ayrı ayrı yapılması gereken yerleşim noktası tanımlaması, iki parça da aynı kalıpta olduğundan, istendiği biçimde yapılamamıştır. Bunun sonucu olarak giydirme işlemi başlatıldığında kalıplarda parçalanmalar oluşmuştur (Resim 10a). Kalıp alanında 3D kalıp kontrolü yapıldığında da kalıp parçalarının karmaşık bir görünüme sahip olduğu görülmüştür (Resim 10b).

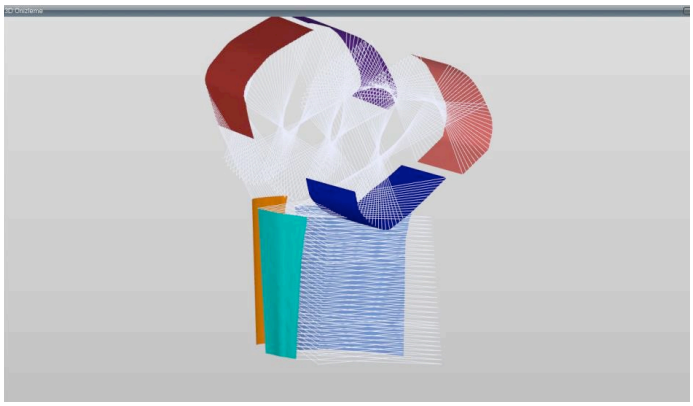
Assyst Vidya programında kalıplar insan bedenine yerleştirilirken yardımcı olması için kalıp üzerine yerleşim noktası belirlenmektedir. Örneğin, kol kalıbı üzerine kol alt noktası işareti veya yaka üzerine arka boyun yerleşim yeri işaretlenmelidir. Bu tasarımda kol parçası, yaka oyuntusu ve model ön üst bedeni tek bir kalıp parçasından oluştuğundan kalıp üzerine tek yerleşim yeri tanımlanması gerekmektedir. Çözgü ve atkı yön atamaları da farklı girilememiştir. Yaka kıvrılması gibi çalışmalarda kullanılabilen sanal terzi iğneleri kullanıldığında da başarılı bir sonuca ulaşılamamıştır.



Resim 9: Model 3 için hazırlanan kalıp



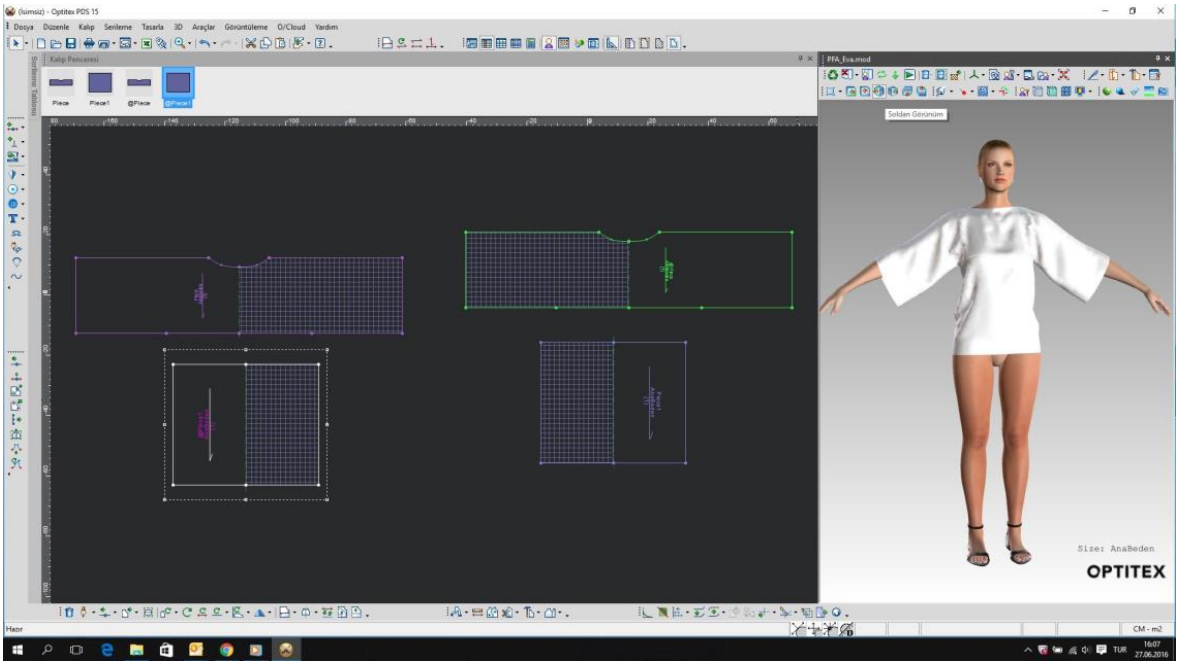
(a)



(b)

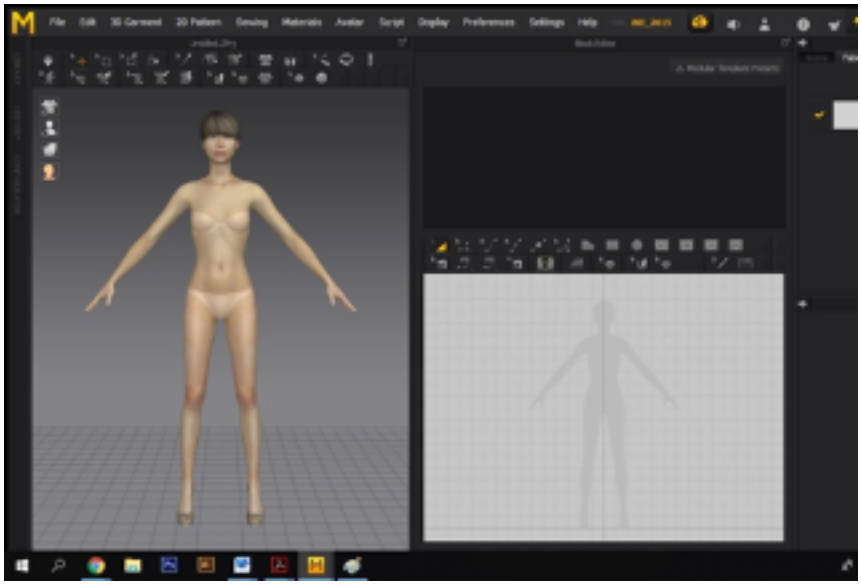
Resim 10: Model 3 giydirme ve simülasyon denemesi

Model 3 için Optitex yazılımında da giydirme ve simülasyon denemesi gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımda yerleşim noktası olmadığından kalıp giydirme işlemi daha başarılı sonuçlar vermiştir (Resim 11).

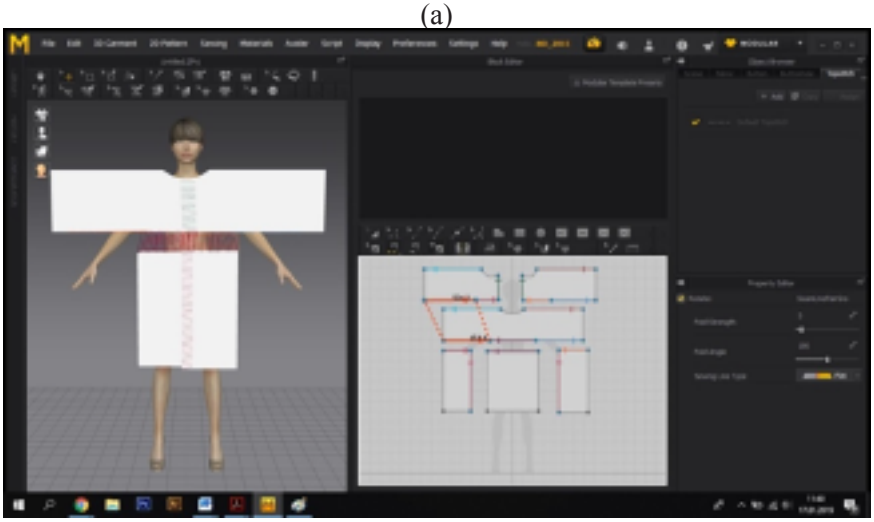


Resim 11: Model 3'ün Optitex yazılımında kalıp ve simülasyon uygulaması

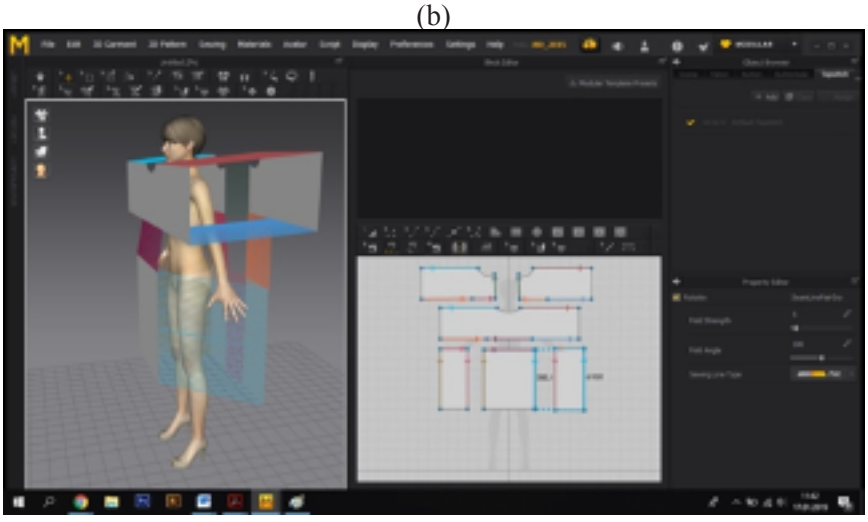
Animasyon yazılımlarındaki sonucu görebilmek ve giysi tasarımına yönelik yazılımlar ile karşılaştırabilmek amacıyla Marvelous Design yazılımında da giydirme denemesi gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımda serbest, gelişigüzel çizilmiş parçalar üzerinden de giydirme yapılabilmektedir. Marvelous programı Optitex gibi tek bir ara yüzde kalıpları ve sanal modeli görebilmeyi sağlamaktadır. Kalıplar üzerinde yapılan anlık değişimler direkt olarak sanal model üzerine de aktarılmaktadır. Model 3 için kalıp ölçülerinin orantılı olarak küçültüldüğü teknik çizim üzerinden giydirme yapılmıştır. Bu uygulama oldukça pratik ve gerçekçi bir sanal sunum gerçekleştirilmesine olanak sağlamakla beraber kalıp doğruluğu konusunda güvenilir görünmemektedir. Yazılımın arayüzünde avatarın opositesi düşük görünüşü bulunmaktadır. Çizim bu görüntü üzerinden hazırlanmaktadır (Resim 12a). Bu, yerleşim noktasına ihtiyaç duymadan doğru parçaları avatar üzerinde yerleştirebilmeyi sağlamaktadır. Model parçaları çizildikten sonra düz boy yönleri ve dikiş hatları tanımlanmıştır (Resim 12b). Avatar üzerinde oluşan model parçalarına mankenin ön ve arkasında pozisyon verilmektedir (Resim 12c). Daha sonrada giydirme işlemi başlatılmaktadır. Giysi üzerinde elle form verir gibi düzeltmeler yapılabilmektedir (Resim 12d).



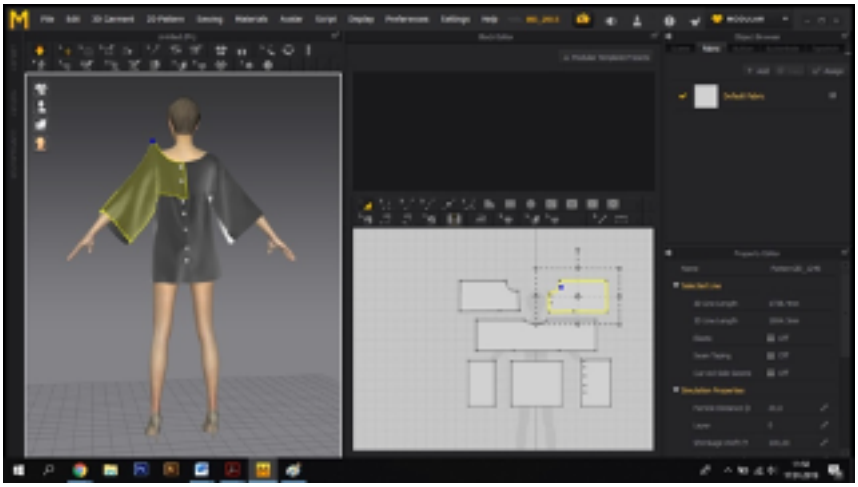
(a)



(b)



(c)



(d)

Model 1, Model 2 ve Model 3'ün dijital tasarım süreçleri tamamlandıktan sonra klasik tasarım süreci adımları izlenerek gerçek numuneler dikilmiştir. Hazırlanan kalıpların çıktısı alınmış, sanal ortamda kullanılan kumaşlarla aynı özelliklere sahip gerçek kumaşlar kullanılmıştır. Avatar oluşturulmak için ölçüleri kullanılan gerçek mankenlere dikilen kıyafetler giydirilmiştir. 2D ve 3D simülasyonlar ile gerçek giysiler arasındaki ölçü ve görünüm farklılıkları değerlendirilmiştir. Gerçek ürünler ve simülasyonları Resim 13-15'de sunulmuştur.



Resim 13: Model 1 gerçek ürün görseli (sol) ve 3D simülasyonu



Resim 14: Model 2 gerçek ürün görseli (sol), ürünün modele giydirilmiş hali ve 3D simülasyonu



Resim 15: Model 3 gerçek ürün görseli (sol), 3D simülasyonları: Optitex (orta), Marvelous Design (sağ)

Sonuç

Dijital teknolojilerin kullanımı tasarım ve üretim süreçlerinde gittikçe daha fazla yaygınlaşmaktadır. Tekstil ve giysi tasarımına yönelik olarak geliştirilmiş çok sayıda yazılım bulunmaktadır ve bu yazılımların özellikle kitle üretimi yapan firmalar tarafından kullanımı artmaktadır. Tasarımdan başlayarak bir ürünün üretim kararının verilmesine kadar geçen süreçte en uzun ve maliyetli olan aşama numune aşamasıdır. Özellikle üç boyutlu yazılımlar numune üretim aşamasını ortadan kaldırma konusunda çok değerli olanaklar sunmaktadır. Bu aşamadaki en önemli husus simüle edilen tasarımın gerçeği yansıtma oranıdır. Simülasyonun %100'e yakın bir gerçeklik sağlaması bu uygulamaların yaygınlaşmasındaki en önemli gerekliliktir. Günümüzde bu yazılımları kullanan firmaların bazı ürün tiplerinde bu başarıyı elde edebildikleri ve numune üretimini ortadan kaldırabildikleri görülmektedir. Ancak bu konuda hala geliştirilmeye açık önemli boşluklar ve eksikler vardır. Bu konuda kullanıcıların yazılımı kullanma becerisi de çok önemli hale gelmektedir. İyi kullanıcıların çok karmaşık ürünleri bile çok başarılı olarak gerçeğe yakın simüle edebildikleri görülebilmektedir.

Bu çalışmada üç farklı ürün tasarlanmış, bu tasarımlar hem dijital ortamda üretilmiş hem de geleneksel yollarla dikilmiştir. İpliği boyalı pamuklu dokuma kumaş, parlak ve sert tuşeli ipek kumaş gibi farklı özelliklerde kumaşlar seçilmiştir. İpliği boyalı kumaş ve baskılı kumaşlar yaparak da ikisinin arasındaki farklar anlaşılmaya çalışılmıştır. Standart dışı kalıp denemesi yapılarak simüle

edilebilirliği test edilmiştir. Gerçek mankenin ölçüleri alınarak avatarı oluşturulmuştur. Elde edilen bazı önemli sonuçlar aşağıda listelenmiştir:

- **Model 1:** Avatar ve gerçek modelin ölçüleri birebir aynı olmasına karşın çıkan sonuçlar üzerinde küçük kalıp farklılıkları gözlemlenmiştir. Model 1'in göğüs kısmı sanal modelde bedeni tam sararken, gerçek üründe kol evinde 1-2 cm'lik bir pense ihtiyaç duyulmuştur. Bunun haricinde elbisenin etek ve sırt kısmı açısından sanal uygulamanın çok başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin gerçek kumaşın ütü, pres gibi işlemler sırasında toplanması veya kendini salması olabileceği düşünülmüştür. Elbise etek kumaş akışkanlığı gerçek ürün ile büyük oranda benzerlik taşımaktadır. Kumaş yüzey tasarımında ve iki boyutlu haritalama giydirme işleminde yazılımlar ile oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

- **Model 2:** Desen tasarımı sürecinde klasik uzun zaman alan renk varyant ve raporlama süreci kullanılan yazılımlarda oldukça kısa sürede gerçekleştirilmiştir. Fakat desenin modelin etek ucunda verev formda kullanılacak olması 3D yazılımlarda görsel olarak istenilen sonucu vermemiştir. Bunun yanında kullanılan kumaşın sert yapısı kumaş parametrelerini doğru girildiğinde gerçeğe oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Model 1'de oluşan kalıp aşamasındaki küçük ölçü farklılıkları Model 2'de de görülmüştür. Bunlar dışında dijital tasarım süreci başarı ile sonuçlanmıştır.

- **Model 3:** Dijital tasarım sürecinde çizim ve kalıp aşaması oldukça verimli ilerlemiştir. Ancak üç boyutlu giydirme işleminde kalıbın standart dışı kol ve üst bedenin birlikte tek parça olması nedeniyle bir yazılımda sorunlar yaşanmış, kalıplar parçalanmıştır. Bu duruma çözüm üretilememiştir. Farklı yazılımlar ile yapılan denemelerde başarılı sonuçlar alınabilmiştir. Uygulama en hızlı biçimde Marvelous Design programında gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımda giysi kalıpları kullanılmadan teknik çizim üzerinden giydirme yapıldığından daha çabuk işlem tamamlanabilmektedir. Bu yazılım ile elde edilen sonuç, sunum amaçlı olarak kullanılabilir. Ancak kalıp doğruluğu ve gerçek ürünü yansıtabilme oranı diğerlerine göre daha düşüktür. Gerçek kumaş kâğıda benzer bir dokuya sahiptir. Simülasyon ise daha dökümlü olmuştur. Optitex ile yapılan simülasyonun kalıbı ile gerçek ürün kalıbı çok uyumlu çıkmıştır. Dijital teknoloji kullanımının bir avantajı da yazılımların geri bildirimlere çok hızlı cevap vererek güncellemeler yapıyor olmasıdır. Model 3'ün başarılı şekilde simüle edilemediği yazılımın güncel versiyonunda bu sorunun ortadan kalktığı görülmektedir. Bununla beraber bu tip sorunlara dikkat çekmek için eski versiyon ile yapılan uygulama bu çalışmada gösterilmiştir. Kullanılan ipek kumaşlar dokuma kumaş tasarım programında oluşturulmamış, simülasyon yazılımlarında tanımlanmıştır. Bu nedenle gerçek görüntü ile aralarında farklar oluşmuştur. Son yıllarda bu amaçla üretilen yazılımlar kumaş özelliklerini ölçebilen kitler ve bu özelliklerin girildiği modüller içermektedirler. Bu sayede kumaş kütüphanesi oluşturulabilmekte, kullanılan kumaşın simülasyon başarı oranı arttırılabilmektedir. Bu ilerlemeler sayesinde hali hazırda var olan bir kumaştan ürün tasarlayıp son derece başarılı sonuç alabilmek mümkün olabilmektedir. Özellikle tasarladıkları kumaşın bir ürün üzerinde nasıl uygulanacağını görmek isteyen kumaş üreticisi firmalara çok değerli bir uygulama alanı ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada iki boyutlu haritalama ile giydirme uygulaması da yapılmıştır. Tasarlanan dokuma kumaşın simülasyonu oldukça başarılı olmuştur. Bununla beraber haritalama işlemi uzun zaman almaktadır. Kişinin yeteneğine çok bağımlıdır. Atkı ve çözgü ipliği yönlerinin doğru tanımlanmasını gerektirmiştir. Kalıp uygulaması yapılamamakta dolayısı ile de model, kalıp ve detaylarla ilgili değişiklikler uygulanmamaktadır. Bu tip uygulamalar fit analizi, kalıp doğruluk kontrolü gibi işlemler için uygun değildir. Özellikle kalıp veya ürün tasarımı ile doğrudan ilgilenmeyen, kumaşının son üründe nasıl durabileceğini görmek isteyen kumaş üreticileri için oldukça faydalı olabileceği değerlendirilmiştir. Giysi tasarımı içinse yeterli bir uygulama biçimi değildir.

Sonuç olarak gerçek ürün dikiş süreç ve aşamaları ile dijital tasarım aşamaları karşılaştırıldığında dijital tasarım sürecinin her üç ürün için de çok daha kısa sürede tamamlanabildiği görülmüştür. Malzeme maliyetini ortadan kaldırmıştır. Bu tip yazılımlar gittikçe artan oranda gelişmekte ve doğruluk derecelerini arttırmaktadırlar. Bunun sonucunda geleneksel endüstriyel tasarım ve üretim aşamalarında devrim niteliğinde değişikliklere sebep olmaktadırlar. Öte yandan özellikle pandemi döneminde daha da artan internet alışverişini de etkilemektedirler. İnternet alışverişlerinde fit ve beden uyumsuzluğu nedeniyle yapılan iadeler sanal giydirme uygulamaları ile azaltılabilmektedir. Tüm bu avantajları ile birlikte kullanıcının çok yönlü olması gerekliliği ve yazılım maliyetlerinin yüksekliği bu alandaki önemli kısıtlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kaynakça

Ashdown, S. (2013). Not Craft, Not Couture, Not 'Home Sewing':Teaching Creative Patternmaking to the Ipod Generation. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 6(2), 112–120.

Bolulu, E. G. (1998). *Bilgisayar Destekli Tasarım ve Günümüzde Tekstil Alanında Kullanımdaki Yeri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü.

Daanen, H. A., Psikuta, A. (2018). 3D body scanning. In *Automation in garment manufacturing* (237-252). Woodhead Publishing.

Veryzer, R W., Brigitte de M. (2005). The Impact of User-Oriented Design on New Product Development: An Examination of Fundamental Relationships, *Journal of Product Innovation Management*, 22, 128-143.

Greder, K. C., Pei, J., Shin, J. (2020). Design in 3D: a computational fashion design protocol. *International Journal of Clothing Science and Technology*.

Hernández, N., Mattila, H., Berglin, L. (2019). Can Virtually Trying on Apparel Help in Selecting the Correct Size? *Clothing and Textiles Research Journal*, 37(4), 249-264.

Hinds B.K., Mccartney J., Hadden C., Diamond J. (1992). 3D CAD for Garment Design. *International Journalo of Clothing Science And Technology*, 4(4), 6-14.

Kang, I., Lee, S. (2010). A study on the shape of shirring using the 3D virtual clothing system. *The Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 34, 1111–1125.

Kim, D. E., LaBat, K. (2013). An exploratory study of users' evaluations of the accuracy and fidelity of a three-dimensional garment simulation. *Textile Research Journal*, 83(2), 171–184.

Koo, M. R., Suh, M. A. (2009). A study on the shape of hem line of semi-flare skirts according to a cutting angle - Based on a comparison between real clothing and 3D virtual clothing. *The Research Journal of the Costume Culture*, 17, 499–511.

Lee, E., Park, H. (2017). 3D Virtual fit simulation technology: strengths and areas of improvement for increased industry adoption. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 10(1), 59-70.

Lee, Y.A. (2014). "Computer design and digital fit of clothing", in Gupta, D. and Zakaria, N. (Eds), Anthropometry, *Apparel Sizing and Design*, Elsevier Science and Technology, Cambridge, UK, 305-318.

Olaru S., Spânachi E., Filipescu E., Salistean A. (2014). Virtual Fitting – Innovative Technology for Customize Clothing Design. 24th Daaam International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation.

Öğülmüş, E., (2016). *Giysi Tasarımında Tekstil Yüzeylerinin 3D Program Uygulamaları İle Örneklendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Öğülmüş, E., Üreyen, M. E., Arslan C., (2015). Comparison of Real Garment Design and 3D Virtual Prototyping, 15th AUTEX World Textile Conference, 12-15 June, Bucherest, Romania.

Öğülmüş, E., Üreyen, M. E. (2015). Comparison of 2D and 3D Software for Fabric and Apparel Design, 3rd International Textiles and Costume Congress, 4-6 November, İstanbul, Türkiye.

Sayem, A.S.M., Kennon, R., Clarke, N., (2010). 3D CAD Systems for the Clothing Industry, *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 3(2), 45–53.

Sevencan H., Üreyen M.E., (2018). Dokuma Kumaş Tasarımında Kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım Teknolojilerinin İncelenmesi. M. İpek (Ed.), *Uluslararası Sanatta Yüksek Teknoloji Kullanımı Kongresi Bildiriler Kitabı* içinde (159-170). İstanbul: Gelişim Üniversitesi.

Shin, S. J. H., Lee, H. (2020). The use of 3D virtual fitting technology: comparison between sourcing agents contractors and domestic suppliers in the apparel industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 1-8.

Song H. K., Ashdown S. P., (2012). Development Of Automated Custom / Made Pants Driven By Body Shape, *Clothing and Textiles Research Journal*, 30(4), 315-335.

Song, H. K., Ashdown, S. P. (2015). Investigation of the validity of 3-D virtual fitting for pants. *Clothing and Textiles Research Journal*, 33(4), 314-330.

Tama, D., Encan, B., Öndoğan, Z., (2014). Konfeksiyon Sektöründe CAD Sistemindeki Yenilikler. *13. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (118-119). İzmir: Ege Üniversitesi.

Tunalı, İ., (2012). *Tasarım Felsefesi (Tasarım Modelleri ve Endüstri Tasarımı)*. (4). İstanbul: Yem Yayınları.

Wang, C.C.L., Wang, Y., Yuen, M.M.F., (2005). Design Automation for Customized Apparel Products, Computer-Aided Design, 37, 675-680.

Villamil, J., Elias, L. F. (1997). Multimedia Graphics. Prentice Hall of India.: New Delhi, p. 18.