

TEKSTİL TASARIMINDA İNOVATİF BİR YARATICILIK ARACI OLARAK LAZER KESİM

Banu Hatice GÜRCÜM¹, Fatma BULAT²

ÖZ

İnovatif teknolojiler hızlı ve esnek üretim teknikleri olarak tekstil sektöründe kesim, kaynak dikim, baskı ve renklendirme aşamalarında kısa zamanda yaygın tasarım ve üretim metotları haline gelmiştir. En genel kullanılan inovatif teknoloji olarak lazer sistemleri, bilgisayar ortamında oluşturulmuş uygun formatlı çizimi, deseni kolayca kesmekte, şekillendirmekte, basmakta, soldurarak desen oluşturmakta ve bilgisayarlar tarafından hazırlanan kesim planlarıyla ekonomik yerleştirmeler ve net kesimler yapmakta, imalat sürecini daha hızlı ve kaliteli hale getirmektedir. Yenilikçi teknolojilerin üretim sürecine kazandırdığı kolaylıklar tasarım sürecini de etkilemekte, tasarımcılar bu teknolojilerin sunduğu imkânlarla daha yaratıcı ürünleri hızlı ve efektif bir şekilde yaratabilmektedir. Tasarım teknolojinin etkin rol oynadığı bir bağlam olsa da, tasarımcıya ait stil, duygudurum ve altyapı önemlidir. Tasarımcılar inovatif çalışmalar yaparken, gelişen teknolojinin imkânlarından deneysel süreçlerle faydalanmalı ve teknolojik olanaklara estetik değerler katarak çalışmalarını yürütmelidir. Tekstil tasarımcısı da, değişime uyum sağlamalı ve inovatif teknolojilerle yaratıcı bir yaklaşımla stilini belirlemeli, kendine yeni ufuklar açmalı ve kendini sürekli yenilemelidir. Bu çalışmada tekstil tasarımcısının yenilikçi teknolojilerden olan lazer teknolojisini tanıması amaçlanmış, bu teknolojinin üretim süreci ürün, malzeme inovasyonu bağlamında ele alınmış, tekstil ve moda tasarımı açısından incelenerek yaratıcılığa katkısı değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tekstil tasarımı, lazer sistemleri, inovasyon, yaratıcılık

Gürcüm, Banu Hatice ve Fatma Bulat. "Tekstil Tasarımında İnovatif Bir Yaratıcılık Aracı Olarak Lazer Kesim". idil 6.28 (2016): 107-130.

Gürcüm, B.H ve Bulat, F. (2016). Tekstil Tasarımında İnovatif Bir Yaratıcılık Aracı Olarak Lazer Kesim. *idil*, 6 (28), s.107-130.

¹ Doç. Dr.; Gazi Üniv. Sanat ve Tasarım Fak. Tekstil Tasarım Böl, banugurcum(at)gmail.com

² Öğr. Gör.; Kırıkkale Üniv. Keskin MYO Tekstil Giyim ve Deri Böl, fatmabulat71(at)gmail.com

LASER CUTTING AS AN INNOVATIVE CREATIVITY TOOL IN TEXTILE DESIGN

ABSTRACT

Innovative technologies have become the most widespread rapid and flexible technique of cutting, welding, printing and coloring in fashion and textile sectors in a very short time. Laser systems as the most common used innovative technology engrave, cut, form, print, shade appropriated formatted drawings and sketches as well as they provide reliable placements for the lay out plans and precision cutting and the production sector rapid and qualified. The practical applications and conveniences that innovative Technologies employ, influence design process, designers can design in a more creative, rapid, precise and effective manner. Although design is a context where technology is effective, the style, mood and the background of the designer is still important. Designers while making innovative studies should take the advantage of the developing technologies in experimental processes and should combine technological opportunities with aesthetics. Textile designer as in all other domains of design, should harmonise with the change and should define his/her style with the innovative Technologies in an innovative manner and renew him/herself all the time. This study aims to classify laser cutting technology applications available in textile and fashion sector as well as to present the laser technology as a means of process, product, material innovation and explains the contributions of laser systems to creativity.

Keywords: Textile design, laser systems, innovation, creativity

GİRİŞ

En temel tanımı ile bir problem çözme, karar verme, deneme yanılma süreci olarak kabul edilen (Bayazıt, 1994:38) tasarım sürecinde ortaya konan ürünün belirli bir amaca hizmet etmesi, işlevsel olması, alışılmışın ötesinde ya da benzerlerinden çok farklı bir görsellikte olması ve yaratıcı özellikler taşıması beklenmektedir (Önlü, 2004:86). Wester'e göre, tasarımcılar hem geleneksel hem de inovatif teknolojiler ile bağlantı kurmakta ve tasarımlarını desteklemek için sürekli olarak çok sayıda malzeme ve teknoloji kullanmaktadır (akt. Sladescu ve Rusu, 2015:592). Sladescu ve Rusu (2015:592) inovatif yaklaşımlarla ortaya çıkan beklenmedik birleşimlerin ve alışılmadık malzemelerin 21. yüzyılın tasarım özelliklerinden kabul edildiğini ifade etmektedir. Persson (2013:5) tekstil dünyasına giren yeni malzemelerin ve bilgisayar teknolojisinin, tekstil malzemeleri hakkındaki genel görüşe meydan okuduğunu ifade etmektedir. Yeni teknolojilerle üretilen kumaşlar, yeni bir estetik anlayış oluşturmaktadır. Bu bağlamda, üretimde gelişen teknolojiler sayesinde tekstil ürünlerine hayal edilmeyecek imkânlar yaratılırken, bilimsel ve teknolojik inovasyonla gelişim ve değişim hızla devam etmektedir (Erbıyıklı, 2012:49).

İnovasyon Latince *innovatus*'tan türemiş olan bir sözcük olup, TDK'ya göre *yenileşim* olarak tanımlanmaktadır (Url1). İnovasyon, ya daha önce denenmemiş ve geliştirilmemiş ürün/hizmet, yöntem, yapı, fikir, proses, teknoloji ve pazarın ortaya çıkarıldığı büyük atımlardan oluşan radikal fikirler sonucu ya da adım adım yapılan ve birbirini takip eden süreçlerden oluşan bir dizi geliştirme ve iyileştirme faaliyetini içeren çalışmalar bütünüdür (Bozkurt ve Taşcıoğlu, 2007:2). İnovasyon, kavram olarak, hem bir süreci (yenilemeyi/yenilenmeyi) hem de bir sonucu (yeniliği) anlatır. Bununla birlikte Atun ve Sheridan (2007:7)'a göre, inovasyon iyi bir fikirden, yeni bir hizmetten veya üründen daha öte bir olgudur, çünkü inovasyon pazar koşullarını veya toplumu değiştirmeli ve olumlu şekilde etkilemelidir. Koç ve Menteş (2007:2) ise, inovasyonu teknolojik ürün, teknolojik proses ve organizasyonel inovasyon olarak üç temel kategoride incelenen bir kavram olarak açıklamaktadır. Ona göre teknolojik inovasyon, teknolojik ürün ve proses inovasyonunu kapsadığından hem fiziksel bir ürünü hem de hizmeti ifade etmektedir. Mevcut ürün ve süreçlerde önemli teknolojik değişikliklerin yapılması ise ürün inovasyonu kapsamında değerlendirilmektedir. Kardağlı (2010:36) bu bağlamda tekstilde inovasyonu proses inovasyonu, ürün inovasyonu, malzeme inovasyonu olarak tanımlar. Bozkurt ve Taşcıoğlu (2007:7) buna ek olarak ürün inovasyonunda, ürün kalitesini yükseltebilme, ürüne ayırt edici özellikler kazandırabilme, üretimde verimliliği yükseltebilme ve yüksek otomasyon düzeylerine erişebilme yeteneklerinin önemini vurgulamaktadır. Genel olarak incelendiğinde tekstil sektöründe araştırma geliştirme ve inovasyon aktiviteleri diğer sektörlerle göre daha az olduğundan tekstil sektörü dünyada teknoloji yoğunluğu düşük ve gelişimini tamamlamış (low-tech & mature) bir endüstri olarak tanımlanmaktadır.

Kardağı (2010:36)'ya göre, sektörün üzerindeki fiyat baskısı nedeni ile uzun süredir proses inovasyonu (makine parkurlarının modernizasyonu, yeniden yapılanma, esnek üretim sistemlerinin adapte edilmesi vb.) ile birlikte ürün inovasyonuna (tasarım, moda ve marka yaratma) önem verilmektedir.

Tekstil sektöründe yaratıcı çalışmalarda bilgisayar teknolojilerinden faydalanılması aynı zamanda tasarımda yeni malzeme ve tekniklerin kullanılması, yaratım sürecine yeni bir boyut kazandırmakta; yaratıcılık ve inovasyonun günümüzde dünya düzeninde yarattığı rekabet avantajı, yakın dönemde piyasa aktörlerinin ve bilim dünyasının bu konulara olan ilgisini de arttırmaktadır. Tekstil tasarımında bilimin ve teknolojinin katkısı yaratma aşamasından uygulama sürecine kadar önemli bir yer tutmaktadır. Bununla beraber, Sezgin ve Önlü (1992:87) teknolojik gelişmelerin tekstile tasarım aşamasında farklı bir boyut kazandırdığını vurgulamaktadır. Teknolojide yaşanan gelişmeler, tekstil ve moda tasarımını belirli teknik özelliklere sahip yeni tasarımların geliştirilmesine zorlamaktadır. Bu süreçte tasarımcı var olan teknoloji ve bilgiyi dönüştürerek, yenilik ve buluşa ulaşmada iyi planlanmış ve tasarlanmış bir süreci yapılandırma rolünü üstlenmiştir (Tok Dereci, 2013:52). Bilim ve teknolojiden yararlanılarak gelişen tekstil ve moda tasarımı, insanın doğayı aşma çabalarından biri olarak gelişimini sürdürmektedir.

Bilim ve teknolojik gelişmelerin yaşamsal süreçlere yön verdiği bilgi toplumunda yaratıcılık olgusu, çağı ilişkin değişim ve dönüşümlerin temelinde yatan gizli bir güç olarak kritik bir öneme sahip bulunmaktadır. Yaratıcılık yeni ve kullanışlı fikirlerin geliştirilmesi, inovasyon ise yaratıcı fikirlerin bir örgütte başarıyla hayata geçirilmesi olarak kabul edilmektedir (Gümüşlüoğlu, 2009:7). Rawlinson (1995) ise yaratıcılık olgusunu, daha önce aralarında ilişki kurulmamış nesneler ya da düşünceler arasında ilişki kurulması olarak tanımlanmaktadır (akt. Yalçın, 2013:13). Stein yaratıcılığın içinde bulunduğu kültüre bağlı olarak betimlenmesinden hareketle, yeni bir işin yaratıcı olarak nitelendirilebilmesi için toplumsal bir grup tarafından akla uygun, yararlı ve doyurucu olarak kabul edilmiş olması gerektiğini ileri sürer (akt. Önal Ketizmen, 2014:156).

Yaratıcılık bağlamında ürünün değeri, başkalarının beğenisinde değil, kendi özünde olmaktadır ve önemli olan yaratıcı özünü doyuracak bir şey yaratabilmektir (Küçükerman,1996:63). İnsan gereksinimlerine yönelik hazırlanmış, estetik görünümün yanı sıra fonksiyonellik içeren tasarım, yaratıcılık değeri yüksek, kendine özgü görünüme ve bütünlüğe sahip bir ürün olarak tanımlanabilir (Atılğan Kocabaş, 2014:473). Tasarımcıların geçmişten etkilenen, bugünü analiz ederek geleceğe gönderme yaptıkları kumaş ve giysi tasarımları, çoğunlukla beden ile ilişki kuran daha önce düşünülmemiş, görülmemiş ve deneyimlenmemiş yaklaşımların ürünü nesneler olarak karşımıza çıkmaya başlamıştır (Tok Dereci, 2013:52). Agins'e göre, özellikle

post-modern tüketim moda kavramı ile iç içe geçmiş durumdadır. Moda günlük hayatın estetik hale getirilmesi, moda tasarım ürünleri de statü-kimlik sembolüne ve biçimsel doygunluğun sağlanması için bir araç haline dönüşmüştür (akt. Som Kozaman, 2010:8). Günümüzde moda olgusu bütünlüğünde etkisini daha çok hissettiren tasarım kavramı, yaratıcılık ve işlevselliğin aynı potada eritilmesiyle ortaya çıkmaktadır (Kodaman ve Sarı, 2013:73, Seivewright, 2013: 12).

Teknoloji ve bilimle desteklenen çağımız yapıtlarında, tasarımın estetik değerleri ve fonksiyonel değerler birlikte düşünülmektedir (Tuna, 2013:48). Teknolojinin olanak sağladığı tüm mekanik malzeme-arac ve gereçler tasarım sürecinde hızlı yol alınmasını, hata payının azalmasını sağlamaktadır (Aytepe, Ulusoy ve İlkyaz 2014:128). Son yıllarda geliştirilen tekstil ve giysi tasarımı ürünleri teknoloji, diğer tüm tasarım ve üretim alanlarındaki gelişmelerden etkilenecek fikirleri oluşturulan, farklı amaçlar için geliştirilmiş birçok malzeme ve teknikten yararlanılarak üretilmişlerdir. Bu bağlamda tekstil ve moda tasarımı açısından sanat bilimle ve teknolojiyle bütünleşmektedir. Bilgi çağında, ürün ve malzeme teknolojisine sahip yüksek nitelikli ürünlerin tasarlama biçimleri değiştikçe, insanların bu ürünlere olan ilgisi arttıkça, performans özellikli, ileri teknoloji ürünlerinin çevremize daha da hâkim olacağı öngörülmektedir (Erbıyıklı, 2012:49).

Tasarım sürecinde tasarımcı, araştırma çalışmaları ile veri topladıktan sonra, fikir ve konsept belirleyerek ürün çözümleri geliştirmekte ve bunlar arasından en uygun çözümün seçimi ile bu süreci sonlandırmaktadır (Ertürk ve Erdoğan, 2012:3). Bugün moda çizimlerinin, giysi kalıplarının, yüzey ve yapısal tasarımların hazırlanması için gereken teknik çalışmaların çoğunu teknoloji yani bilgisayarlar üstlenmiş bulunmaktadır (Başer, 2012:13). Tasarlama işte bu yüzden tek başına yaratıcı zekânın üretebileceği bir olgu değil, aksine kapsamlı bir araştırma ve incelemenin akabinde hedef kitleye yönelik farklı ve yaratıcı bir yorum yardımıyla ulaşılabilecek bir kavram olarak ele alınmaktadır (Atılğan Kocabaş, 2014:473). Günümüzde pek çok sektörde kullanılan lazer teknolojileri 21. yüzyılın, çok amaçlı imalat yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Tekstil sektöründe ise lazer teknolojisi genellikle yaratıcı ve inovatif uygulamalarla mevcut ve alışılmış tekstil ürünlerinin yerine geçmektedir. Lazer kelimesi (ingilizce laser; light amplification by stimulated emission of radiation) yani, uyarılmış radyasyon salınımlarıyla ışığın kuvvetlendirilmesi sözcüklerinin baş harflerinin alınmasından türetilerek oluşturulmuştur (Url2). Lazer, yapay olarak yoğunlaştırılmış ve yönlendirilmiş bir ışık kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Lazer yöntemleri tekstil ve moda tasarımcıları tarafından da, sayısız üstünlükleri nedeniyle üretimin pek çok aşamasında, malzemelerin işlenmesi, ölçümleri, analizleri, kalite kontrollerinde aynı zamanda üretimin otomasyonunda aynı zamanda yaratıcılık gerektiren tasarım faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı lazer kesim teknolojisinin

tekstil tasarımında inovatif bir yaratıcılık aracı olarak kullanıldığı uygulamaları betimlemektir. Bu araştırma türü durum değerlendirme derlemesi ve yöntemi ise kavramsal analizdir gerekli bilgilere ulaşmak amacıyla ilgili alanyazında taranmıştır. Durum değerlendirme derlemeleri, bir konuda oluşmuş yenilikleri veya gelişmeleri bulunulan konum ve durum içinde değerlendirip sentezleyen derlemelerdir (Yılmaz, 2006:49). Bu makalede lazer teknolojisinde, proses, ürün ve malzeme inovasyonu temel alınarak, tekstil ve moda tasarımında yaratıcılığa katkı sunabilecek uygulamalar derlenmiştir.

1. TEKSTİL TASARIMINDA PROSES İNOVASYONU AÇISINDAN LAZER TEKNOLOJİSİ

Yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş bir üretim ya da dağıtım yönteminin geliştirilmesi proses inovasyonu olarak tanımlanmaktadır. Oslo Kılavuzu, teknik, teçhizat ve/veya bilgisayar yazılımlarına ilişkin yenilik ve iyileştirmeleri de proses inovasyonu içinde değerlendirmektedir. En bilinen proses inovasyonu, Ford tarafından geliştirilen üretim bandı yönteminin hayata geçirilmesidir, bunun gibi CNC tezgâhlarının kullanımı da proses inovasyonu olarak değerlendirilmektedir. Hizmet sektörüne bakıldığında ATM'lerin hayata geçmesi ya da internet üzerinden uçak bileti satın alınması gibi inovasyonlar birer proses inovasyonu örneği olarak kabul edilmektedir (Henderson, Clark ve Kim, 1990:10).

Ernst ve Lundvall (1997:28-31)'e göre, üretim süreci ile bağlantılı olarak bir etkileşim sonucu ortaya çıkan öğrenme, ürün ve proses inovasyonunda başarıyı beraberinde getirmekte, öğrenme, değişiklikler üreterek inovasyonu teşvik etmektedir. İnovatif aktörlerin neden olduğu değişim, diğer kurumlara daha fazla değişim gerçekleştirme konusunda baskı yapmaktadır. Bir rakip daha verimli bir süreç getirdiği ya da daha cazip bir ürün ürettiğinde, değişim için baskılar artmakta ve tüketiciler de yeni ürünle karşılaştıkları zaman davranışlarını zorunlu olarak değiştirmektedir. Değişim aynı zamanda öğrenmeyi içermekte ve bu bağlamda tasarım ve yaratıcılık öğrenmeyle kendini besleyen bir süreç haline gelmektedir.



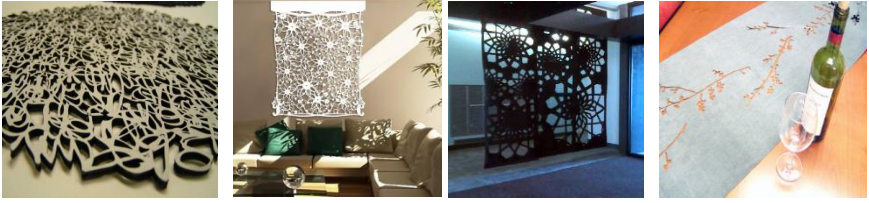
Resim 1-Lazer kesim ile pastal kesim işlemi (Url3)

Lazerle kesim, yüksek yoğunluklu bir lazer ışının yüzey üzerindeki küçük bir noktaya odaklanabilmesine ve o noktadaki yüksek ışın yoğunluğunun malzemeyi eritmesi ve buharlaştırmasına dayalı olarak yapılmaktadır (Çelen, 2014:41). Kesim işlemi, malzemenin tutturulmasına gerek kalmadan basit ve temiz bir şekilde (temaslı-temassız) yapılabilmektedir, iş yükü makinelerde olduğundan geleneksel kesim yöntemlerinde insan faktöründen kaynaklanan hatalar ortadan kalkmaktadır (Özdağoğlu, 2013:306). Yoğun lazer enerjisi karşısında pek çok malzeme saniyenin dörtte biri gibi sürede sublime olmaktadır. Kesme emisyonları duman formunda olup, tamamen uzaklaştırılıp, filtre edilerek, dışarı atılmaktadır. İşlenen malzemede çapak, iplik vs. kalmamasıyla beraber, lazer ile işlem gören ürün bir sonraki işleme (ara işlem ihtiyacı olmadan) hazır hale gelmektedir (Url3). Yakın gelecekte malzemelerin işlenmesinde lazerli imalat yöntemlerinin kullanımının iki, üç kat artacağı düşünülmektedir (Özden, 2009:38).

1.1 Lazer Kesim

Pastalda Lazer Kesim: Lazer kesim tekniğinin kesim işlemine getirmiş olduğu inovasyon asortie göre dizilmiş ve optimal planı hazırlanmış pastalların en yüksek verim ile kesilmesidir. Hazır giyim işletmeleri üretim kalıplarını dijital olarak hazırlamakta, beden serilerini oluşturmakta ve lazerli otomatik kesim makinesinde kesim işlemine gerçekleştirmektedir (Kaplangeray, ty:92). Lazerli kesim sistemleri ile çok daha hızlı ve doğru olarak kumaşlar kesilebilmektedir. 500 Watt' lık bir lazer ışını ile dakikada 40-70 metre kumaş kesilebilmektedir (Aytepe vd. 2014:128). Tek kat kumaşı lazerle kesme hızı, otomatik çok katlı kumaş kesici ile kesme hızından iki kat daha yüksektir. Ancak büyük miktarlarda kumaş katlarının kesilmesi ele alındığında, çok katlı kumaş kesmenin hızı, tek katlı kumaş kesmenin 12 katı kadardır bu sebeple lazer kesim özel bedenler ve siparişler için veya küçük partiler halinde çalışan işletmeler için uygun bir sistemdir. Bilgisayar donanımı ile kumaş genişlikleri varyasyonunun kontrolü, parçaların birbirleriyle uyumunun kontrolü, hataların önlenmesi ve hatalı parçaların tekrar kesilmesini sağlamak için lokal ayarlamalar yapılabilmesi sistemin avantajlarındandır. Lazer hüzmesi kütleleşmediği ve yenilenmeye gerek duymadığı için sınırlı yoğunlaşma derinliğine sahiptir. Bu da kesebildiği kat sayısını sınırlamaktadır. Bu kesim sistemleri ile en iyi sonuçlar tek kat kumaş kesiminde elde edilmektedir (Resim 1). Çok katlı kesimlerde kesim hassasiyeti bozularak düz bir kesme yerine "V" formunda kesim elde edilmektedir ve ısı etkisiyle kenarların birbirine yapışma tehlikesi bulunmaktadır. Birçok kumaş katının kesilmesi gereken durumlarda ve giysi parçalarının dikim bölümüne demetler halinde sevk edildiği sistemler için uygun değildir çünkü kesim sırasında oluşan ısı sentetik yapılı kumaşları eritebilir veya yakabilir bu da sistemin dezavantajları arasındadır (Url5).

Medikal Tekstillerde Lazer Kesim: Lazer kesim, sağlık alanında kullanılan tıbbi tekstil malzemelerin şekillendirilmesinde de kullanılmaktadır. Çeşitli amaçlarla kullanılan bu malzemeler emme özellikleri sebebiyle yaraların temizlenmesinde, sarılmasında ve pansumanında kolaylık sağlamaktadır, malzemelerin hijyen koşullarına uygun şekilde imalatı son derece önemlidir. El değmeden uygun şartların hazırlandığı atölyelerde (Clean Room) lazer kesimle şekillendirilen ve eğitimli personel tarafından paketlenen tekstil malzemeler sağlık sektörünün kullanımına sunulmaktadır (Url6).



Resim 2 (soldan birinci)-Lazer kesim keçe masa örtüsü (Url6); Resim 3 (soldan ikinci)-Lazer kesim keçe panel (Url7); Resim 4: (sağdan ikinci)Lazer kesim tyvek panel (Url7); Resim5 (sağdan birinci) Lazer kesim deri (Url6)

İç Mimari Tekstillerinde Lazer Kesim: İç mimaride kullanılan tekstil malzemelerin kesiminde ve desenlendirilmesinde lazer kesim yöntemi mimarların sıkça başvurdukları bir yöntemdir. Akustik paneller, yer minderleri, keçe süslemeler, runnerlar, deri, yer paspas, duvar panelleri, duvar süslemeleri kısaca iç mimaride kullanılacak tüm tekstil ürünleri (Resim2,3) için aynı zamanda ahşap, MDF, kontrplak, akrilik gibi diğer malzemelerin kesilmesinde ve baskı yoluyla işlenmesinde de kullanılmaktadır (Url8). (Resim 4, 5).



Resim 6 (solda)-Lazer kesim kumaş – Askeri uygulamalar (Url6); Resim 7(ortada)- Lazer kesim hava yastığı (Ortada) (Url6); Resim 8 (sağda)-Lazer kesim delik açma (sağda)(Url6)

Askeri Tekstillerde Lazer Kesim: Lazer üretim yöntemleri savunma sanayinde konvansiyonel üretim yöntemlerinin yerine tercih edilmektedir. Kara, deniz, hava askeri silahların, makinaların, cihazların yapımlarında lazer üretim yöntemleri, özellikle laser kaynağının kullanımı yaygınlaşmaktadır (Özden ve Eryavuz, 2016:54).

Askeri giysilerde yelek ve diğer üniformalarda yeralan ayrıntılar için en çok kullanılan malzeme Hypalondur (Resim6). Silikon kauçuk, üniforma kumaşları, neoprene, deri, deri kaplama, suet vb. kumaşların hepsi lazer kesimle kesilmektedir (Url6). Bu uygulama kumaş kayıplarını engelleyerek bazı özellikler kazandırılarak (yağmur geçirmezlik, rüzgar geçirmezlik, anti mikrobiyal vb.) üretilen askeri kumaşların en ekonomik şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

Otomotiv tekstillerinde lazer kesim: Otomotiv sektöründe malzemelerin işlenmesinde yoğunluklu olarak lazer kaynağı, lazer kesim, lazer markalama, lazerli delme, lazerli lehim ve lazerli yüzey işlemleri kullanılmaktadır. Genellikle iç kaplama malzemelerinin ve hava yastıklarının kesimi aşamasında lazer kesim tekniğini kullanılmaktadır. Hava yastıkları ve iç malzemeler teknik tekstillerdir ve kesimde elde edilebilecek en yüksek verimliliğin sağlanması önem kazanmaktadır (Resim7). Lazer kesimin önemli çalışmalarından biride kumaş veya deride desen oluşturma ve belli boyutlarda delikler açma yeteneğidir (Resim8). Bu araba koltuklarında konfor, havalandırma ve emilimi yüksek düzeyde sağlamak için gerekli bir çalışmadır (Url6).

1.2 Lazer Kaynak (Dikim)

Lazer tekniğinin kesim işlemine olduğu kadar birleştirme işlemine de getirmiş olduğu süreç inovasyonu mevcuttur. Modern kaynak yöntemlerinden birisi olan lazer ışını ile kaynak, yoğunlaştırılmış enerji ışınlarının kullanıldığı bir teknolojik kaynak yöntemidir. Küçük boyutlardaki parçaların kullanıldığı üretim alanlarında, klasik birleştirme yöntemlerinin kullanılmadığı durumlarda lazer kaynağı kullanılmaktadır. Basit anlamda kaynak, ısı aracılığı ile iki parçanın birbirine birleştirilmesidir (Tan, 2008:4). Lazer kaynak makineleri tek bir dalga boyunda ve tek renkte parlak ışık üreten cihazlarda lazerin verdiği ışık, genellikle yoğun, ince bir demet biçimindedir (Anık, 1991:147).

Tekstillerde lazer kaynak ilk 1990'ların ortasında TWI¹'de geliştirilmiştir (Url7). İlk olarak plastik malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan yöntem lazer geçirgenliği olan boyalarda yaşanan gelişmelerle tekstil sektöründe termoplastik liflerden elde edilen kumaşların dikim (kaynak) işleminde kullanılabilir. Sürecin doğası üst malzemenin içinden lazer geçirgenliği ve bir alt malzemenin lazer absorbansına dayanmaktadır. Teknoloji giyim, tıbbi malzemeler ve hava araçlarının üretiminde farklı dikiş uygulamalarında kullanılmaktadır (Goldsworthy ve Paine, 2014:45). Dikim tekstil yüzeylerinin, başka bir tekstil elementi olan iplikle, yeterli dayanım, esneklik ve estetik özellikleriyle birleştirilmesi işlemidir. Ancak dikim sırasında kesintili birleştirme ve delerek dikme söz konusudur. Kesintisiz birleştirme ve delikler olmaksızın dikme için diğer birleştirme yöntemlerinin kullanılması gereklidir. Isıyla, lazerle ve ultrasonla birleştirme işlemleri birleştirilen termoplastik

yüzeyin erimesi ve soğuması esasına dayanmaktadır (Boz ve Erdoğan, 2011:91). Lazer kaynak alt kumaş ya da alt kumaş üzerinde bir kaplama tarafından dikilecek kumaşların birinden kızılötesi lazer ışını geçmesiyle oluşmaktadır. Kumaşların birleşimi sürgülü bir kelepçe veya rulo ile lazer uygulamasından sonra basınç altında gerçekleşmektedir (Resim 9).



Resim 9 (solda)-Lazer dikiş; Resim 10 (ortada)- Lazer kaynak işlemi; Resim 11 (sağda)- Lazer kaynak işlemi ön görünüm (Pospichall, Bielak ve Liedl, 2012:119)

Erime tek ortak arayüzde oluşmakta, bu nedenle kumaşın dış yüzeyleri etkilanmemektedir. En az 30 m/dk arasında kaynak oranları işlenen kumaşa bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Lazer kaynak işlemi (Resim10,11), tekstil lazer emici malzeme sisteminin uygulanması, dikiş ve basınçlı sıkıştırma işleminin uygulanması, emici uygulanmış malzemesinin erimesi ve sürekli bir kaynak oluşturmak için yakın kızıl ötesi lazer dikiş ışınlanması olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Jones ve Wise, 2015).

Lazer kaynak yöntemi su geçirmez dikişler oluşturulmasını sağlamaktadır ve lazer kesim ve kaynak yöntemlerinin tekstil sektöründe enerji tüketiminin yanı sıra depolama, lojistik gereksinimleri ve atık yönetimini azaltmak için yararlı olduğu düşünülmektedir. Bu yöntem otomotiv ve motosiklet sanayiinde, tıbbi ve hijyenik ürünlerde, spor giysileri ve malzemelerinde, iş giysileri ve koruyucu giysilerde, örtü ve paketlemede, iç giyimde, folyo, filtre ve teknik tekstillerde kullanım alanı bulmaktadır (Jones ve Wise, 2015).

Lazer kaynak dikişlerinin yüksek kalitesi yanında çok yüksek işlem hızları, problemsiz erişme özellikleri ile otomasyona ve mevcut üretim portallarına, robotlara uygun bir yöntemdir (Özden ve Eryavuz: 2016:54). Aynı zamanda dış görünüm muhafaza edilmesi, eritme sırasında sadece arayüzün oluşması, iyi dikiş mukavemeti olması (çekme testinde ana malzeme dayanımının % 40-100 olması), sıkı dikişlerin mümkün olması, temizlik, dikim hızının-20m/dak. üzerinde olması gibi birçok üstünlükleri bulunmaktadır (Goldsworthy ve Paine, 2014:45). Lazer kaynak işleminde kullanılacak tekstilin ışınları iletmesi önemlidir, kızılötesi lazer şeffaf olmalıdır. Tekstil üzerindeki bazı renklendiriciler veya katkı maddelerinin varlığı lazer ışınının iletilmesini engellemektedir. Eğitim, sermaye ekipman, altyapı, yeni teknik/teçhizat

yatırımı açısından maliyetlerin yüksek olması, doğal malzemelerde ergime özelliğinin olmaması sebebiyle doğal liflerden üretilen tekstillerde lazer kaynak yöntemi uygulanamamaktadır.

2. TEKSTİL TASARIMINDA ÜRÜN İNOVASYONU AÇISINDAN LAZER TEKNOLOJİSİ

Henderson ve Clark (1990:10)'a göre inovasyon, ürün tasarımlarında yeni teknikleri, yeni formları ve malzemeleri kullanmak ve uygulamak şeklinde ortaya çıkmaktadır. Yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş bir tüketim ürününün ya da hizmetin geliştirilmesi ve bunun piyasaya sunulması, hayata geçirilmesi bir ürün/hizmet inovasyonudur. Ancak işletmelerin ürün inovasyonu yapmak için yeni bir ürün üretmeleri gerekmez, var olan ürünleri daha iyi, daha kaliteli, daha üstün özellikler kazandırmak amacıyla değiştirmek ve farklılaştırmak da ürün inovasyonu olarak adlandırılmaktadır. Hızla gelişen teknolojiye ve teknolojiyenin yararlanma biçimlerine bağlı olarak tasarım dünyasında düşünce ve uygulama sürecinde hızlı bir değişim yaşanmaktadır. Tekstil ve moda tasarımcıları bilimle ve teknolojinin imkânlarıyla yenilikçi tasarımlar ortaya çıkarmaktadır. Geliştirilen tekstil ürünleri teknoloji, tasarım ve üretim alanlarındaki yeniliklerden etkilenecek geliştirilmekte ve birçok malzeme ve teknikten yararlanılarak üretilmektedir. Ürün ya da üretim yöntemlerine ilişkin yeni teknolojileri edinebilmek ve özümseyip kullanabilmek, bu teknolojilerin ekonominin bütün etkinlik alanlarına yayılmasını sağlamaktadır (Işık ve Kılınç, 2012:176).



Resim 12-13: Lazer kesim işlemi (Url9)

Tekstil ve Giyim Endüstrisinde Lazer Kesim: Tekstil sektöründe ortaya çıkan ilerlemelerin moda ve hazır giyim sektörlerine etkisi büyük olmaktadır. Tekstil tasarımcıları, inovatif teknolojilerden yararlanarak tasarımlarını malzeme inovasyonu üzerine kurmaktadırlar. Günümüzün yüksek teknolojilerini kullanarak malzeme araştıran bazı araştırmacılar laboratuvarlarda tasarım yaparken, bazı araştırmacılar da uygulamalı çalışmalarla hazır giyim ve moda alanında etkileyici inovatif tasarımlar ortaya koymaktadır (Lottersberger, 2012:19). İnovatif tasarımlar deneyimlemenin en

üst noktası olarak kabul edilmektedir. Sinha ve Studd (2005) tasarım sürecinde yeni tasarım fikirleri ortaya çıkartmak için deneyimlemenin önemine dikkat çekmektedir. Lazer kesim tekniği tasarlanmış giysi üzerine uygulandığı gibi tekstil tasarımcısı tarafından metraj kumaşların desenlendirilmesi için de kullanılır. Lazer kesim yapılarak tasarlanan kumaşların giyim endüstrisinde değerlendirilmesi de lazer teknolojisinin ürün inovasyonundaki kullanımına bir örnek olarak verilebilir. Tekstil ve moda tasarımcılarının kumaşı şekillendirme aşamasında lazer kesim, bir kesim ve desenleme tekniği olarak kullanılmaktadır. Sentetik malzemenin yanan kısımlarının sertleşerek açılmaması özelliğini kullanarak lazer ışınlarıyla kesme yapılması suretiyle uygulanmaktadır (Çelen, 2014:42) (Resim12,13). Tekstil çok ince olduğu için lazer kesimde çok az problem çıkarmaktadır. Lazer kesim, hızlı ve esnek üretim tekniği olması sebebiyle yaygın bir imalat metodu olarak kullanılmaktadır. İstenilen, bilgisayar ortamında oluşturulmuş uygun formatlı çizimi kolayca kesime dönüştürebilmekte ve imalat sürecini otomatize etmektedir (Oral ve Kumruoğlu, 1996:1). Geçmişte kumaş yüzeyinde kesi olan bölgenin etrafını sararak elde edilebilen efektler, günümüzde lazer kesim ile daha kısa sürede ve daha yaratıcı ve estetik özelliklerde elde edilmektedir (Resim14).



Fisto

Lez Kumaş

Ajur Dantel

Nakış Dantel

Resim 14-Geleneksel yöntemlerle elde edilen kumaş yüzeyleri (Url10)



Resim 15-16-17-18-Lazer kesimin uygulandığı giysiler (Url11), (Url12)

Günümüzde termo-plastik liflerden elde edilen lazer kesimle şekillendirilmiş kumaşlar popüler bir hale gelmiştir ve çoğu modacının defilesinde lazer kesim işlemleri ile desenlendirilmiş kıyafetler yer almaktadır. Basit ve kolay bir işlem olan lazer kesimle dantel görünümlü hatta daha karmaşık kumaş tasarımları, tasarımcıların yaratıcılığına paralel olarak ortaya çıkmaktadır. Geleneksel sanatlarımızdan ve doğadan esinlenerek, yaratıcılığın sınırsızlığıyla tasarlanan yenilikçi yüzeyler giyim kültürümüzü ve moda algımızı değiştirmektedir (Resim15-16). Geçmişte yoğun el işçiliği ve örme endüstrisinin çıktısı olarak elde edilen dantel görünümü, lazer kesim ile kısa zamanda ve oldukça ekonomik bir şekilde elde edilmektedir. Lazer kesimle vücudun formuna uyumlu 2 boyutlu ve üç boyutlu desenlemelerin yapıldığı giysiler elde edilebilmektedir. Aynı desen giyside simetrik ya da asimetrik olarak uygulanabilir ancak desenleme yapılırken, giysinin görsel bütünlüğün bozulmaması son derece önemli kabul edilmektedir (Resim17-19). Farklı desenlerin farklı katlarda uygulanabilmesi giysinin görsel zenginliğini arttırmaktadır (Resim20). Lazer kesimle çok katlı kumaşların yarattığı ağırlık hissinin ortadan kalktığı, drapeli ve 3 boyutlu kumaşın kazandırdığı estetik özelliklere sahip giysiler de elde edilebilmektedir (Resim21-24). Drape tekniği uygulanarak, kesilen parçaların üst üste katlanarak yerleştirilmesiyle veya geometrik olarak kesilen parçaların çeşitli şekillerde birleştirilmesiyle giysinin yüzey ve yapısında üç boyut veya hacim etkisi yaratılabilmektedir (Resim25-26).



Resim 19-20-21-22- 3 boyutlu strüktürel desenlemelerin lazer ile yapıldığı giysiler (Url13)



Resim 23-24-25-26-27-Lazer kesimle şekillendirilmiş kollar (Url15), (Url16)



**Resim 28-29 (soldan bir ve ikinci)-Lazer kesim yöntemi kullanılan 3 boyutlu giysi tasarımları (Url12);
Resim 30-31-32 (Ortada , sağdan bir ve ikinci)- Lazer kesimli giysiler (Url14)**



**Resim 33-34 (soldan birinci ve ikinci)-Paco Rabanne, Metal elbise, 1966 koleksiyondan (Url17);
Resim 35-36 (sağdan bir ve ikinci)-Elisa Strozky, Ahşap giysiler 2016 (Url18)**

3. TEKSTİL TASARIMINDA MALZEME İNOVASYONU AÇISINDAN LAZER TEKNOLOJİSİ

Malzeme inovasyonu ürün tasarımlarında yeni teknikleri, yeni formları ve malzemeleri kullanarak ortaya çıkmaktadır. Geleneksel veya bilinen uygulamaların inovatif gelişmelerle yorumlanması, sıra dışı malzemelere yeni imkânlar sunulmasıyla tasarım alanlarında yeni anlayışlar oluşmuştur. Son yıllarda farklı disiplinlerin birbirlerine olan ilgilerinin ve meraklarının artması sanat, tasarım, mühendislik ve bilim alanlarının kendi içlerine dönük yapılarını değiştirirken, tekstil ve giysi ürün tasarımında yaratıcılık açısından mucize olarak tanımlanabilecek, tasarım ve teknoloji içeren yeni ve farklı ürünler, yaşamımızın pek çok alanında yerini almıştır (Erbıyıklı, 2012:49). Günümüzde tekstil ürünleri teknoloji, tasarım ve üretim alanlarındaki yeniliklerden etkilenecek geliştirilmekte ve birçok malzeme ve teknikten yararlanılarak üretilmektedir. Tasarımcının yaratıcılığı sonucu ortaya çıkan desenler lazer kesim makinesiyle kumaşa hasar vermeden, hızlı bir şekilde elde edilebilmektedir. Lazer kesim ile deri, suni deri, lateks, kauçuk, ipek, polyester ve diğer sentetik, ahşap dâhil olmak birbirinden farklı materyaller şekillendirilebilmektedir. Bunlardan biri de metal plakalardır, metal plakalar Paco Rabanne'nin tasarımlarında kullandığı bir malzemedir ve lazer kesim makinesiyle kolayca kesilebilmektedir (Resim33,34). Tekstil tasarımcısı Elisa Strozky ahşap plakaları lazer kesim yöntemiyle geometrik şekiller oluşturacak şekilde kesmiş ve kesilen parçaları tekstil yüzeyleriyle birleştirerek boyutlandırılabilen ahşap tekstil yüzeyleri ve ev aksesuarları (halı, perde, lamba, paravan) elde etmiştir. Elisa Strozky tekstil sektörüne getirdiği bu yaratıcı yenilik sayesinde farklı bir malzemeyi tekstil ve moda sektörüne kazandırmıştır (Resim 35).

Kumaş Desenlemede Lazer Uygulamaları: Lazer ışını ile kesim yapılabilirdiği gibi lazer ışığının yoğunluğunu azaltarak, lazer kazıma ve lazer markalama işlemleri olarak anılan lazer baskı işlemi yapılabilmektedir (Url19). Lazer ışınları ile kumaş ya da diğer dokular yakılarak ya da kazınarak istenilen desen malzemenin yüzeyine aktarılmaktadır. Bu malzemeler lazer kesimde kullanılan malzemelerle benzerlik gösterir. Kauçuk, ipek, polyester ve diğer sentetik, ahşap hammaddelere sahip malzemelerle deri, suni deri, lateks, dokuma kumaş, cam, doğal keçe, suni keçe, kâğıt dâhil olmak birbirinden farklı materyallere lazer baskı uygulanabilmektedir. Deri, keçe gibi tekstil malzemelerde rölyef etkisi yaratan kazıma yöntemi tekstil tasarımcısının sanatsal çalışmalar yapmasına da olanak tanımaktadır (Resim37-38).



Resim 37-38-Lazer kazıma deri uygulamaları (Url20)



Resim 39-Kumaş üzerine lazer baskı (Url21)

Denim (Kot) Kumaş Soldurma İşleminde Lazer Uygulamaları: Denim kumaşlardan elde edilen kıyafetler uzun yıllardır popülerliğini korumaktadır. Güncel yöntemlerle denim kumaşlara, kum püskürtme, zımparalama, fırçalama gibi konvansiyonel fiziksel ve kimyasal işlemler kullanılarak soldurma işlemi uygulanabilmektedir (Özgüney, Özçelik ve Özkaya, 2009:133). Tasarımcıların yıpranmış ve solmuş denim kumaşlardan yaptıkları tasarımlara talep oldukça yüksektir. Denim kumaşlara eski görünüm kazandırmak için yapılan kumlama işlerinde çalışan işçilerle anılan silikozis hastalığı, silis tozlarının teneffüs edilmesiyle ortaya çıkan bir akciğer hastalığı olarak bilinmektedir. Hastalığın ilerlemesiyle akciğer esnekliğini kaybetmekte ve solunum gücüğü yaşanmaktadır (Url22). Uygulanan bu işlemler hem insan sağlığı açısından hem de çevresel açıdan zararı oldukça yüksek işlemlerdir (Ural, 2012:121). Günümüzde soldurma ve eskitme işlemi, lazer baskı makineleri ile yapılabilmektedir ve bu yöntem denim kumaşlarda eskitilmiş görünüm kazandırmak için kullanılan konvansiyonel fiziksel ve kimyasal işlemlerle kıyaslandığında, çok güçlü bir alternatif olarak kabul edilmektedir (Resim41- 42). Lazer işleminde, photoshop vb. programlar kullanılarak bilgisayar ortamında çizilen şekiller, lazer ışınları ile indigo boyarmaddesini yakarak istenilen deseni kumaş yüzeyine aktarmaktadır (Resim39). Baskı sonrası hiçbir bitim işlemi gerektirmeyen bu yöntem özellikle su kullanımının olmaması nedeniyle ekolojik bir işlemdir.



Resim 40-Geleneksel yöntemlerle denim (kot) soldurma (Url23)



Resim 41-Lazer ışınıyla kot desenleme (Url24); Resim 42-Lazer ışınıyla soldurma (Url23)



Resim 43: Lazer soldurma ve desenleme yöntemi kullanılan tasarımlar (Url25)

Denim kumaşlardan elde edilen kot pantolon, modası hiçbir zaman geçmeyen, üretilmeye başlandığı ilk andan itibaren büyük ilgi görmüş, zamanla tüm dünyaya yayılmış, herkes tarafından kullanılabilen ve yıllardır hayatımızda olan bir giyim eşyasıdır (Akyol Kasapoğlu, 2010:190). Lazer baskı kot pantolon üretim yöntemleri açısından büyük kolaylıklar sağlayarak insan sağlığını ve çevreyi korumaktadır. Tasarımcılara yaratıcılık bağlamında farklı ufuklar açan yöntem sınırsız desenleme imkânı sağlayarak kot pantolon algısını tamamen değiştirmektedir (Resim 43).

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu makalede tekstil ve moda tasarımcılarının tasarım ve üretim süreçlerinde etkili olan inovatif teknolojilerden birisi olan lazer teknolojisi ele alınarak, bu teknolojinin tekstil alanında yaratım sürecindeki uygulamalarına dikkat çekmek amaçlanmıştır. Yaratıcılık yeni ve farklı bir düşüncenin geliştirilmesi ya da uygulanması, üretim tekniklerinden ve üretim araçlarından yararlanarak yeni üretim yöntemlerini geliştirilmesi ve bunları kapsayan yeni tasarımların ortaya konmasıdır. Tasarım çalışmalarında ihtiyaç belirlendikten sonra fikir ve konsept belirlenmekte ve ürün çözümleri geliştirilmektedir. Geliştirilen çözümler arasından en uygun çözümün seçimi sürecinde tekstil ve moda tasarımı alanlarında mevcut teknik çalışmaların çoğu teknolojik süreçlerle bilgisayarlar tarafından yapılmaktadır. Bu nedenle tasarılmanın yaratıcı zekâ, araştırma ve analiz metotları ile yönlendirilmiş ve malzeme ve teknoloji ile beslenen bir kavram olduğu kabul edilmektedir. Son yıllarda geliştirilen tekstil ve moda tasarımı ürünleri teknoloji, diğer tüm tasarım ve üretim alanlarındaki gelişmelerden etkilenecek fikirleri oluşturulan inovatif tasarımlar, farklı amaçlar için geliştirilmiş birçok malzeme ve teknikten yararlanılarak üretilmişlerdir. Bu bağlamda tekstil ve moda tasarımı açısından tasarım ve estetik, bilim ve teknolojiyle bütünleşmektedir.

Bu araştırmada yaratım sürecinde uygulamaları incelenen lazer teknolojisi, kumaş üzerinde kesme, delme, soldurma, kazıma ve birleştirme işlemleri yapabilen bir hızlı imalat yöntemidir. Üretim sürecini hızlandırmanın ve malzemeden tasarruf sağlamanın yanında tekstil ve moda tasarımcıları lazer teknolojisinin olanakları ve yaratıcı fikirleri doğrultusunda, tekstil sektörüne yeni malzemeler kazandırmakta, aynı zamanda farklı alanlarda kullanılan malzemeleri, tekstil malzemesi olarak kullanmaya başlamaktadır. En rutin uygulama olarak ise tasarımcılar bu teknolojiyle ana malzemeleri olan kumaşı tasarımları doğrultusunda efektif bir şekilde keserek, desenlendirerek, soldurarak, belli bir katı kazımayla desenlendirerek tekstil tasarımında yeni ufuklar açmakta ve bu alanda yeni bir estetik algısı ortaya çıkarmaktadır. Bunlara ek olarak lazer kaynak teknolojisiyle kesilen parçaların birleştirilmesi sağlanarak daha ekonomik ve su geçirmez dikişler elde edilmektedir.

Tasarımcılar giysi tasarımlarında, inovatif çalışmalar yaparken, gelişen teknolojinin imkânlarından deneysel süreçlerle faydalanmalı ve teknolojik olanakları estetik değerlerle bir araya getirerek çalışmalarını yürütmelidir. Tasarımcıya ait stil, estetik algı ve yaratıcılık tasarımın özgünlüğünü sağlar. Tasarımcı bu çerçevede teknolojinin olanaklarından faydalanır. Her alanda olduğu gibi, tekstil tasarımcısı da değişime uyum sağlamalı ve inovatif teknolojilerle yaratıcı bir yaklaşımla stilini belirlemeli, kendine yeni ufuklar açmalı ve kendini sürekli yenilemelidir.

KAYNAKLAR

Akyol Kasapoğlu, Pınar. “Küreselleşen Moda Bağlamında Blucin Kültürü Üzerine Bir Araştırma.” *Millî Folklor*, 11.86(2010):186-196.

Anık, Sehaddin. “Kaynak Tekniği El Kitabı”. İstanbul: Gedik Eğitim Vakfı. 1991.

Atun A. Rıfât ve Sheridan, Desmond. “Innovation in Health Care: The Engine of Technological Advances.” *International Journal of Innovation Management*, 11(2007): 5-10.

Aytepe, Betül ve Ulusoy, Ayten. İlkayaz, Atilla. “Lazer Aşındırma Yönteminin Grafik ve Seramik Alanlarında Uygulanmasına İlişkin Öğretim Programı Tasarısının ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi.” *The Journal of Academic Social Science Studies*, 30(2014): 125-145.

Atılğan Kocabaş, Duygu. “Giysi Tasarımında Esinlenmenin ve Araştırmanın Yaratıcılığa Etkisi.” *International Journal of Social Science* 27(2014):471-487.

Başer, Güngör. “Mathematical Modeling of Aesthetic Values for Fashion Design.” *Tekstil ve Mühendis Journal of Textiles and Engineer* 19. 88(2012):13.

Bayazıt, Nigan. “Endüstri Ürünlerinde ve Mimarlıkta Tasarlama Metotlarına Giriş.” İstanbul: Literatür Yayınları, 1994.

Boz, Serkan ve Erdoğan, M. Çetin. “Ultrasonik Enerjinin Konfeksiyon Sanayiinde Kullanımı.” *Tekstil ve Konfeksiyon* 1(2011):91-96.

Bozkurt, Öznur ve Tasçioğlu, Hümeysra. “Kobi’lerde İnovasyon Çalışmaları ve Örnekleri Üzerine Bir İnceleme.” *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi*.11(2007):1-12.

Çelen, Serap. “Mikro-İmalat Uygulamalarında Kullanılan Yeni Nesil Lazer Makinalarının Genel Bir Değerlendirmesi” *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi* 11. 2, (2014): 39-47

Erbıyıklı, Nuray. “Tekstil ve Moda Tasarımı Açısından Sanat ve Bilim.” 1. *Uluslararası Moda ve Tekstil Tasarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı* (2012): 48-50.

Ernst, Dieter ve Lundvall, Bengt-Ake. “Information Technology in the Learning Economy: Challenges for Developing Countries.” DRUID Working Paper, 1997. <http://www3.druid.dk/wp/19970012.pdf> (Erişim tarihi: 29.04.2016).

Ertürk, Nilay ve Erdoğan, İrem Duygu. “Bir Moda Tasarımcısının Koleksiyon Hazırlama Süreci ve Simay Bülbül Örneği.” *Akademik Bakış Dergisi* 29(2012):1-15.

Goldsworthy, Kate ve Paine, Helen. “Laserwelding of Textiles: A Creative Approach to Technology Through a Reflective Craft Practice.” *Conference Journal* 1.45(2014):45-51.

Gümüşlüoğlu, Lale. “İnovasyon ve Liderlik.” *Savunma Sanayii Gündemi Dergisi* (2009):37-42.

Henderson, M. Rebecca, Clark, ve B. Kim. “Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms” *Administrative Science Quarterly* 35. 1 (1990): 9-30

İşık, Nihat ve Kılınç, Can Efe. “İnovasyon Sistemi Yaklaşımı ve İnovasyon’un Coğrafyası: Türkiye Örneği.” *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 4.1(2012):169-198.

Jones A, I. ve Wise, J, R. “Novel Joining Methods Applicable to Textiles and Smart Garments.” *Paper presented at Wearable Futures Conference*, Newport, Wales (2005):ssy.

Kaplangiray, Binnaz. “Konfeksiyona Giriş.” <http://docplayer.biz.tr/4573603-Konfeksiyona-giris-prof-dr-binnaz-kaplangiray.html> (Erişim tarihi:21.07.2016)

Kardağlı, Fatma Simay. “Tekstil Sektöründe Tasarım Yoluyla Rekabette Malzeme İnovasyonunun Rolü: Türkiye’den Örnekler.” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2010.

Koç, Kemal ve Menteş, Ahmet. “İnovasyon Kavramı ve Üniversite-Sanayi-Devlet İşbirliğinde Üçlü Sarmal Modeli.” *Hacettepe Sosyal Bilimler E-Dergisi* (2007):1- 18.

Kodaman, Lale ve Sarı, Safiye. “Disiplinler Arası Bağlamda Tuval Resimlerinin, Dijital Baskı Yöntemi Kullanılarak Giyilebilir Sanatta Uygulanmasına Yönelik Bir Çalışma.” 2 *Cumhuriyet International Journal of Education*, 2.4(2013):72-83.

Küçükerman, Önder. “Endüstri Tasarımı, Endüstri İçin Ürün Tasarımında Yaratıcılık.”, İstanbul:Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, 1996.

Lottersberger, Anna. “Design, Innovation and Competitiveness in the Textile Industry, Upstream Design Driven Innovation.” Phd Thesis. Milano: Politecnico Di Milano, 2012.

Oral, Coşkun ve Kumruoğlu, L. Cenk. “Laser İle Kesimin, Malzemelere Termal Etkisi.” Çeviri: The Fabricator, January 1997 *Alternative Methods for Precision Sheet Metal Fabricating Conference*, San Jose, California (1996):1-7.

Önal Ketizmen, Gökçe. “Yaratıcılık ve Kültürel Bağlamda Mimarî Tasarım Süreci.” *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16.1 (2011):155-162.

Önlü, Nesrin. “Tasarımda Yaratıcılık ve İşlevsellik, Tekstil Tasarımındaki Konumu.” *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3.1(2004):85-95.

Özdağoğlu, Aşkın. “Üretim İşletmelerinde Lazer Kesme Makinelerinin Promethee Yöntemi İle Karşılaştırılması.” *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9.19 (2013):305-318.

Özden, Hüseyin. “Otomotiv Sektöründe Lazerli Üretim yöntemleri, Lazerli İmalat, Ölçme ve Kalite Kontrol.” *Mühendis ve Makine* 50.596(2009):38-43.

Özden, Hüseyin ve Eryavuz, Atınç. “Savunma Sanayinde, Uçak ve Havacılık Sektöründe Lazer Kaynak Yöntemlerinin Değerlendirilmesi.” *Mühendis ve Makina Dergisi*, 57.673 (2016):54-62.

Özgüney, TanerArif, Özçelik, Gonca ve Özkaya, Kadir. “Lazer Soldurma Prosesinin Denim Kumaşların Renk ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.” *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2(2009):133-138

Persson, Anna. “Exploring Textiles as Materials for Interaction Design.” *University of Borås studies in Artisticresearch*, Published Responstryck 2013.

Pospichal, Robert, Bielak, Robert ve Liedl, Gerhard. “Scwtex Simultaneous Cutting and Welding of Textiles.” *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 1 (2012):371-376.

Sezgin, Şerife ve Önlü, Nesrin. “Tekstilde Tasarım Olgusu.” *Tekstil ve Mühendis*, 6 .32 (1992):84-89.

Sinha Pammi ve Studd, Rachel. “Towards an Integrated Fashion and Textile Design Process”, *International Symposium at London College of Fashion* 2005.

Sladescu, Viorica ve Rusu, Alexandra. “New Technologies in Textile Design Education.” *The International Scientific Conference E-learning and Software for Education* Bucharest: "Carol I" National Defence University. 3 (2015):592-597.

Seivewright, Simon. “Moda Tasarımında Araştırma ve Tasarım.” Çeviri: Burcu Bakın. İstanbul: Literatür Yayınları, 2013.

Som Kozaman, Senem. “İstanbul’da Moda Tasarım Sektörü Temel Yapısal Özellikler, Fırsat ve Tehditler, Politika Önerileri.” *Sektörel Araştırma Raporu*. İstanbul: 2010.

Tan, Oktay. “Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği” <http://www.oktaytan.net/kaynakislerindeTehlike.pdf> (Erişim Tarihi: 27.06.2016).

Tok Dereci, Vildan. “Tasarımcı Bakışı ve Tasarım Nesnesi Olarak Giysi.” *Sanat Tasarım ve Manipülasyon Sempozyumu* Bildiri Kitabı, Sakarya (2013):51-58

Tuna, Cemile. “Sanatsal Tekstiller, Giyilebilir Sanat ve Moda Olgusu” *Uluslararası Sanat, Tasarım Ve Manipülasyon Sempozyumu* Bildiri Kitabı Sakarya (2013):47-50

Ural, Özge. “Denim Ürünler Hakkında Tüketici Bilincinin Araştırılması.” *Akdeniz Sanat Dergisi*, 4,8 (2012):121-125

Yalçın, Bahar. (2013) “Yaratıcı ve Yenilik Odaklı Kültürel Stratejinin İş Dünyası Açısından Önemi ve Yaratıcı Birey Teorisi.” *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi* ,5,2 (2013):11-24

Yılmaz, Orhan. “Derleme yazıları.” (2006) <http://uvf.ulakbim.gov.tr/tip/sempozyum4/page49-52.pdf>

Url1-www.tdk.gov. (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url2-<http://www.makinatek.com.tr/arsiv/yazi/sanayide-kullanylan-yuksekguclu-lazer-makinalary-lazer-y-malat-yontemleri>, Erişim tarihi: 29.04.2016

Url3-<http://www.tekstilteknik.com> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url4-<http://www.prestijmakine.com/tr/lazer-kesim-ve-markalama.html> (Erişim Tarihi: 29.04.2016)

Url5-http://tekstil.uludag.edu.tr/akademik/dokumanlar/2014.04_BinnazKaplangiray_Konfeksiyona_Giris.pdf (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url6-<http://www.lasercutfabric.com/applications/medical/> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url7-<https://au.pinterest.com/explore/laser-cut-felt/> (Erişim tarihi: 30.11.2016)

Url8-<http://www.bestiplik.com.tr> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url9-<http://www.etaksesar.com>; (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url10-<http://news.everettcollection.com/2012/08/> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url11-<http://alf-img.com/show/laser-cut-fashion.html> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url12-<http://thecreatorsproject.vice.com/blog/the-techno-atelier%E2%80%94the-fashion-labs-of-today> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url13-<http://www.hariomlaser.com> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url14-<http://www.fabberz.com/lab-services/> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url15-<https://tr.pinterest.com/pin/351984527097164132/> Erişim tarihi: 29.04.2016

Url16-<https://tr.pinterest.com/explore/paco-rabanne/> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url17-<http://www.elisastrozky.de> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url18-<http://www.almiralaser.com> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url19-<http://www.Jbcases.com/caselog/2007.7> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url20-<http://www.goldenlaser.com>(Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url21-<http://kotiscileri.org/silikoze-nasil-bir-hastalik/> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url22-<http://www.milliyet.com.tr/kot-taslama> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url23-<http://www.dailymotion.com> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

Url24-<http://www.trend-istanbul.blogspot.com/2012/02/lee-2012-jean-pantolon-modelleri> (Erişim tarihi: 29.04.2016)

ⁱ *TWI The Welding Intitute*; dünya çapında profesyonel eğitim ve kaynak sertifikasyonu veren bir belgelendirme kuruluşudur, ayrıca bu alanda dünyaca ünlü araştırma ve teknoloji merkezi olan mühendislik kurumudur. <http://www.theweldinginstitute.com/about-us/> (Erişim tarihi: 29.04.2016)