

Katmanlı İmalat Teknolojisi ile Fotovoltaik Enerji Kullanılarak Akıllı Giyilebilir Tekstil Ürünlerinin Tasarımı ve Üretimi

İlker ERTUNA^{1*}, Fatma KARAOĞLU¹⁺, Nazlı DİNDAR¹⁺, Mahmut Can ÇAKIR¹, Gökhan ÇALIŞ¹, Doç. Dr. Ceren GÖDE²

¹ Ar-Ge Merkezi, Menderes Tekstil Denizli, Türkiye

² Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye

*Corresponding author: ilkerertuna@arge.menderes.com

+Speaker: fatmaipek@arge.menderes.com

+Speaker: nazlidindar@arge.menderes.com

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet– Akıllı tekstiller; savunma, güvenlik, tıp, sağlık, havacılık, uzay, çevre, enerji, biyoteknoloji, tarım, gıda, kozmetik ve moda

tasarım olmak üzere geniş bir alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, giyilebilir akıllı tekstil endüstrisi alanında teknolojinin ilerleyişiyle beraber yeni bir imalat yöntemi olarak sanayide yer almaya başlayan 3D imalatın ya da bir diğer adıyla katmanlı imalatı uygulamaları konu alınmıştır. Bu amaçla, katmanlı imalat metodlarından FDM yöntemi ile elde edilen 3D baskılı malzeme içerisine güneş paneli yerleştirilerek tekstil materyaline entegre edilmesi ve fotovoltaik enerjiden elektronik cihazlarımızın şarj edilmesi anlatılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bilgi birikimi ile iletken katkılı filamentlerden elde edilen 3D baskılı materyallerin insan hayatını kolaylaştırıcı akıllı tekstil ürünleri üretimi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Akıllı tekstiller, FDM yöntemi, fotovoltaik, haberleşme, katmanlı imalat

I. GİRİŞ

Akıllı Tekstiller; kuvvet, sıcaklık, ısı, ısı, kimyasal reaksiyonlar, elektrik, manyetik gibi dışarıdan gelen etkilerle müdahale edildiğinde, bu uyarıcıları algılayarak tepki veren malzemelerdir. Akıllı tekstiller, yukarıda belirtilen faktörlerin sadece birine olduğu gibi, birden fazla etki karşısında da değişim gösterip tepki verebilen malzemelerdir.

Giyilebilir teknolojiler insanın duyu, hareket, iletişim, eyleme geçme, çevresel koşullara ayak uydurma gibi yaşamsal faaliyetlerine destek verecek şekilde tekstil malzemeleri ve giysilere adapte edilmesi olarak adlandırılır. Giysilere üstün nitelik ve fonksiyonellik kazandırmak amacıyla geliştirilen giyilebilir teknolojiler, genel olarak bir kumaşın içine mikro-işlemciler, Led'ler (Işık Yayan Diyotlar), GPS bileşenleri, çeşitli algılayıcılar ve erişim sistemleri gömülerek üretilen, elektronik iletkenliği olan akıllı malzemelerdir.

Giysiyi giyen kişi ve çevresel faktörlerden edinilen veriler elektronik yazılım tabanlıdır; dolayısıyla ölçmeye ya da işlemeye imkan veren etmenleri belirlerler. Bu etmenler, giysiyi taşıyan ya da ona bakan kişinin duyularını harekete geçirmektedir. Tablo 1' de, beş duyuyu harekete geçiren etmenlere örnek oluşturmaktadır [1].

Tablo 1. Duyuları harekete geçiren etmenler

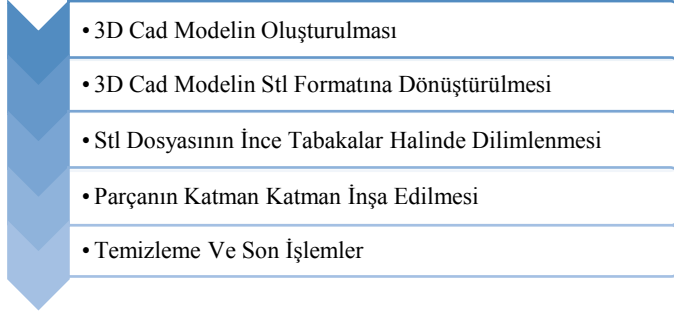
Duyu:	Etmenler:
Görme	Led'ler, termokromik pigmentler, fotokromik pigmentler, elektronik teller, ekranlar
İşitme	Hoparlör, elektrik zili
Dokunma	Motorlar, iletken iplikler, iletken kumaşlar
Tat/Koku	Aromalı mikrokapsüller

Üç boyutlu yazıcılar, malzeme, tasarım ve üretim süreçlerini birleştiren teknolojik bir yeniliktir. Bloktan keserek malzeme azaltmaya dayalı geleneksel talaşlı imalat veya diğer bir imalat yöntemi olan talaşsız imalatın aksine parçaların, eritilmiş birçok ince tabakayı (mikron seviyesinde) katman katman üst üste sererek malzeme ekleme yöntemiyle elde edilen teknolojiye katmanlı imalat (Kİ) veya hızlı prototipleme (HP) adı verilmektedir. En alt katmandan (taban) yukarıya doğru bir imalat geometrisi vardır. Katmanlı imalatta farklı birçok malzeme kullanılabilir. Bunlara örnek olarak Plastik, seramik, metal, cam, çikolata, ahşap ve karbonfiber katkılı ürünler verilebilir. Burada malzemelerin ya direkt olarak ısı ile ergitilerek ya da toz haline getirilip CO₂ veya fiber optik lazerler ile istenilen geometride ergitilerek sonrasında çok kısa zamanda soğutulularak katılaşması sağlanır [2].

Günlük yaşantımızda kullandığımız birçok cihaz elektrik enerjisiyle çalışır. Yenilenebilir ve temiz enerji teknolojileri arasında belki de en fazla dikkat çekenlerden bir tanesi, sınırsız güneş enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üretilmesini sağlayan fotovoltaik teknolojisidir. Uzay uygulamalarında, bina dış yüzey kaplamalarında, çatılarda, çadır, ceket vb. tekstil malzemelerinde, trafik sinyalizasyon ve haberleşme sistemlerinde, yoğunlaştırıcılarda farklı kapasitelerde enerji üretimi gerçekleştiren fotovoltaik kullanılmaktadır. Fotovoltaik tekstil, güneş ışığını kullanarak elektrik enerjisi üreten fotovoltaik bir yapının, tekstil yapısı üzerine yerleştirilerek tekstile entegre edilmesiyle veya lif şeklinde üretilebilmesi sonucunda, fotovoltaik lif, iplik ve kumaşları oluşturması ile elde edilmektedir [3-4].

II. MATERYAL VE METOT

Katmanlı üretimde, farklı malzeme ve gereksinimlere uygun birçok kategori ve üretim yöntemi bulunmaktadır. Temelde; sıvı, toz ve katı bazlı yöntemler olarak kategorize edilebilirler. Bizim kullandığımız yöntem ise katı bazlı yöntemlerden Eriyik Biriktirme Modellemesi (FDM- Fused Deposition Modelling)'dir.



Şekil 1. FDM katmanlı imalat aşamaları

FDM yönteminde toz ve sıvı bazlı yöntemlerinin aksine bir plastik (termoplastik) malzeme parçasının kesit geometrisini izleyen bir nozul içinden ekstrüzyon edilir. Model malzemesi misina gibi makaraya sarılmış ince plastik tel şeklindedir. Bu makaraya filament adı verilmektedir (Şekil 2). Bazen filament yerine haznedan beslenen plastik granül de kullanılmaktadır. Nozul, termoplastiği ergime noktasının hemen üzerindeki bir sıcaklıkta tutmaya yarayan bir ısıtıcı eleman içerir ve böylece plastik kolayca nozul üzerinden akar ve bir katman oluşur. Plastik nozuldan aktıktan sonra fanlar yardımıyla aniden sertleşir ve aşağıdaki katmana yapışır. Bir katmanın yapımı tamamlandıktan sonra platform aşağıya iner ve ekstrüzyon nozulu diğer katmanı inşa eder. Bu işlem parça bitene kadar devam eder.

PLA (Polylactic Acid), mısır nişastası ve şeker kamışından üretilen organik bir biyopolimer ve termoplastiktir. Bu nedenle, insan sağlığına zararlı değildir. FDM teknolojisini kullanan bir 3D Yazıcı PLA baskı yapabilir. Hafif esnek olup, ancak kırılabilir yapıya sahiptir. Dayanıklı ve darbelere karşı dirençlidir. PLA filamentini ile belli oranlarda ahşap, bronz, bakır, bambu, karbonfiber vb lifler karıştırılarak yeni özelliklerde filament elde edilebilir[2-5].

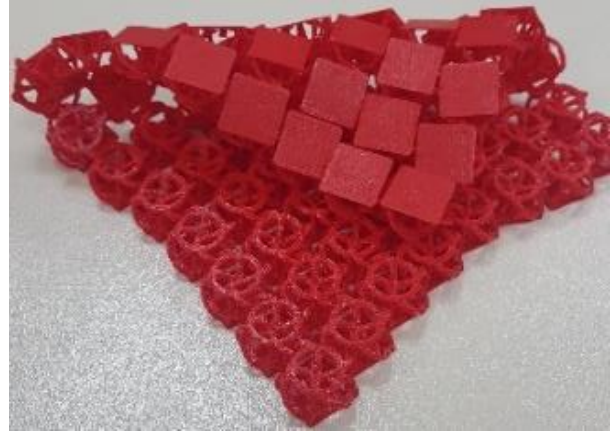


Şekil 2. 3D yazıcı filamentleri

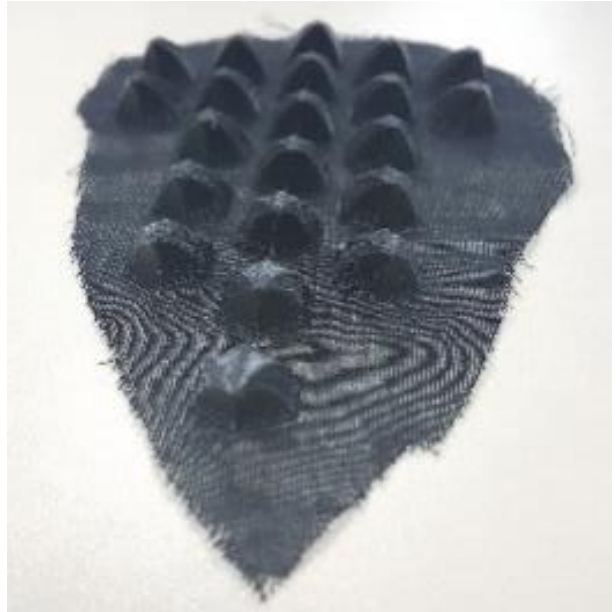
Bu yazıcıların kullanımı iki amaçlı olmaktadır. İlk olarak giysi bütün olarak bu yöntemle üretilebilmekte (Şekil 3), ikinci olarak da tekstil yüzeyinde temel teşkil eden dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif olabilecek, farklı

bağlantı şekilleriyle bilinen dokuma ve örme kumaşlara alternatif yüzeyler elde edilebilmektedir (Şekil 4).

İş hayatında, seyahatlerde ve günlük hayatta şebeke elektriğine erişemediğimizde yaşanan en büyük sıkıntı elektronik aygıtların enerji sorunudur. Buna bir çözüm olarak üzerinde güneş paneli bulunan 3D filament entegreli çanta tasarımını kendi bünyemizde oluşturarak cep telefonu, tablet, laptop gibi elektronik cihazlarımızın fotovoltaik enerji ile şarj edilmesini sağladık.



Şekil 3. 3D filament baskılı yüzey



Şekil 4. 3D filamentin kumaşa entegrasyonu

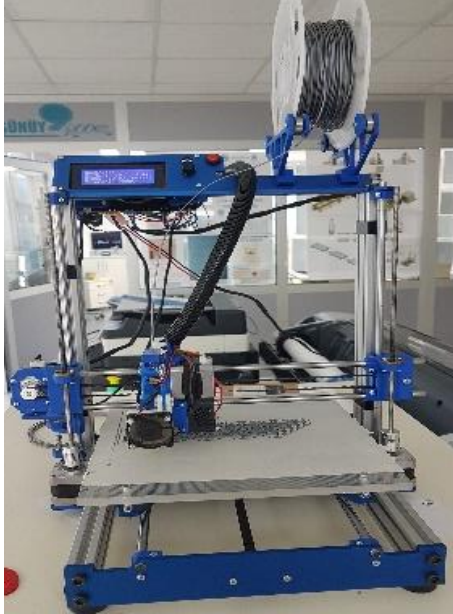
Çalışmamızda, dokuma kumaştan üretilen yeleğin yaka, ön kısmı ve düğme aparatının 3D filamentini ile üretilip entegre edilmesiyle alternatif tekstil yüzeyi elde edildi (Şekil 5-6).



Şekil 5. 3D filament baskılı yelek ön çalışması



Şekil 7. 3D filament baskılı yelek



Şekil 6. FDM yöntemi ile katmanlı imalat



Şekil 8. 3D filamentli fotovoltaik enerji üretebilen çanta

III. SONUÇ

Bu çalışmada, Katmanlı imalat metodlarından FDM yöntemi ile elde edilen 3D baskılı malzeme içerisine güneş paneli yerleştirilerek tekstil materyaline entegre edilmesi ve fotovoltaik enerjiden elektronik cihazlarımızın şarj edilmesini sağladık (Şekil 7-8). Çalışmada bir adet yelek ve çanta materyalleri kullanıldı. En uygun 3D baskı tasarımları kendi bünyemizde çizim programı üzerinde tasarladık.

Standart tekstil üretim prosesinde tekstil malzemesi birçok adımdan oluşmakta, bu durum zaman kaybına, çevre kirliliğine, enerji tüketimine yol açmakla birlikte ilerleyen yıllarda ise doğal kaynakların tüketilmesine sebep olmaktadır. Yakın gelecekte 3D yazıcılar ile standart tekstil üretimine alternatif süreç adımları geliştirilerek tekstil imalatında kişiye özel giysilerin üretimi 3D ile sağlanacaktır.

IV. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Güneş enerjisi temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağı oluşu yanında, insanlık için önemli bir sorun olan çevreyi kirlletici artıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi gibi üstünlükleri sebebiyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmaların yapıldığı bir konu olmuştur. Güneş enerjisi ile çalışan sistemler kolayca taşınıp kurulabilen gerektiğinde

enerji ihtiyacını bağlı olarak basitçe değiştirilebilen sistemlerdir. Türkiye'nin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli de göz önünde tutulursa, diğer birçok dünya ülkesinde olduğu gibi, yasal düzenlemeler, üreticiyi ve kullanıcıyı teşvik edici girişimler gerçekleştirildiği takdirde, ülkemizde fotovoltaik teknolojisi yatırımları ve kullanımı daha da yaygınlaşacaktır. Güneş pillerinin, diğer uygulamaların yanı sıra, tekstil ve konfeksiyon ürünlerine uygulanması, yenilenebilir bir enerji üretimi sağlaması açısından, çeşitli özel fonksiyonlu akıllı tekstillerin elde edilmesini ve kullanılmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada elde ettiğimiz bilgi birikimi neticesinde iletken katkılı filamentler ile elde edilen 3D baskılı materyallerin insan hayatını kolaylaştırıcı akıllı tekstil ürünleri (haberleşmeyi sağlayan düğme aparatı, elektromanyetik dalgaların önlenmesini sağlayan akıllı tekstil ürünleri vb.) üretimi hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın uygulanması sırasında, veri toplama aşamasında sağladığı destek için Menderes Ar-Ge Merkezi çalışanları ile Menderes Tekstil Tasarım Departmanı çalışanı Özlem CÖMERTPAY' e teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- [1] S.Uçar, "Teknik ve Akıllı Tekstil Malzemelerinin Geleneksel (Konvansiyonel) Tekstil Ürünleri, Formları ve Desenlerinde Uygulanması," Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tekstil Ve Moda Tasarımı Anasanat Dalı Tekstil Ve Moda Tasarımı Programı, Sanatta Yeterlilik Tezi, 2012.
- [2] M.Çakır, "Katmanlı İmalat ve Savunma Sanayi Uygulamalarının Araştırması", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Lisans Bitirme Tezi, 2016.
- [3] A. Bedeloğlu, A. Demir, Y. Bozkurt "Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstiller", Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(2) 43-58, 2010.
- [4] A. Bedeloğlu, "Fotovoltaik Etki Olusturan Lif Gelistirilmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2009.
- [5] M. Yıldırım, "Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım Ve Üretim", Süleyman Demirel Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi, 2016.