



## ÜÇ BOYUTLU BASKININ MOBİLYA SEKTÖRÜNDE ÜRÜN TASARIMINDA KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Ebru GEDİK, Abdullah TOGAY, Merve ÇOŞKUN, Emrah DEMİRHAN  
Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü, Ankara, Türkiye.

### ÖZET

Yaklaşık 30 yıllık geçmişi olan 3 Boyutlu (3B) baskı teknolojilerinin kullanımında son yıllarda önemli bir artış gözlemlenmektedir. Baskı maliyetlerinin azalması, baskı sürelerinin kısalması ve baskı yapılabilen malzeme çeşitliliğinin artması sonucu teknolojinin hızlı prototipleme ve hızlı üretim yoluyla endüstride kullanımı yaygınlaşmakta ve uygulama alanları çeşitlenmektedir. 3B baskının önemli uygulama alanlarından biri olan ürün tasarımında teknolojinin kullanımı, amaçları ve etkileri, tasarlanacak ürüne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Teknolojinin tasarım süreçlerine entegrasyon biçimi ürünle birlikte ürünün tasarlandığı ve üretildiği sektöre bağlı olarak da değişiklikler göstermektedir. Bu durum, 3B baskı teknolojilerinin farklı sektörlerde ürün tasarım süreçlerindeki kullanım imkanlarının araştırılması ve etkin olduğu alanların belirlenmesi üzerine çalışmaların önemini arttırmaktadır. Buradan hareketle bu çalışma kapsamında, 3B baskının mobilya sektöründe ürün tasarımındaki kullanım imkanları literatür taraması ve sektör deneyimlerine dayanan uygulamalı örnekler üzerinden ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** 3B Baskı, Ürün Tasarımı, Sektörel Uygulama Alanları, Mobilya Sektörü

## INVESTIGATION OF THE USAGE POSSIBILITIES OF THREE-DIMENSIONAL PRINTING IN PRODUCT DESIGN IN FURNITURE INDUSTRY

### ABSTRACT

Over the last years a significant increase has been observed in the use of 3 Dimensional (3D) printing technologies, which has a history of 30 years. As a result of the decrease of printing cost, shortening of printing times and increase of printable material variety, the use of technology in the industry by rapid prototyping and rapid production is becoming widespread and its application areas are diversified. The use, purpose and effects of technology in product design, one of the key application areas of 3D printing, vary depending on the kind of product to be designed. The way the technology integrates with the design process changes depending on the product and the sector in which the product is designed and produced. This enhances the importance of researching the possibilities of using 3D printing technologies in product design processes in different sectors and determining the areas where they are effective. From this point of view, within the context of this study, the possibilities for the use of 3D printing in product design in the furniture industry were presented through the practical examples based on literature review and industry experiences.

**Keywords:** 3D Printing, Product Design, Industrial Application Areas, Furniture Industry.

## 1. GİRİŞ

3B baskı, parçaya bağımlı araçlar kullanmaksızın doğrudan 3B verilerin 3B fiziksel nesnelere dönüştürüldüğü katman tabanlı bir üretim sürecidir [1]. Katman tabanlı üretim, geleneksel üretim teknolojilerindeki şekillendirmeye dayalı veya eksiltmeli yöntemlerin aksine nesneyi malzeme kaldırmak veya deforme etmek yerine üretim teknolojilerinde yeni bir yaklaşım olan üst üste ekleyerek imal etmeyi ifade etmektedir [2]. Bu yeni yaklaşım, 3B baskının talaşlı imalata kıyasla daha düşük güç gerektirerek katı parça üretmesi, tüm üretim teknolojilerinin içinde bilgisayarla kontrol edilebilirliği en kolay üretim yöntemi olması ve günümüzün en yüksek beceriye sahip teknolojisi olması gibi önemli avantajlara sahip olmasının kaynağıdır [3]. Bu avantajları ile bugün 3B baskı, üreticiler tarafından geleneksel yöntemlere alternatif bir üretim yöntemi olarak dikkate alınmaktadır [4]. 3B baskı teknolojisi atık azaltma, kişiselleştirme, ürün kullanılabilirliği yoluyla pek çok alanda üretim dünyasını önemli ölçüde etkileyebilecek özelliklere sahiptir [5]. Yapılan çalışmalarda 3B baskı teknolojilerinin bu etkilere paralel olarak tasarlama, tüketme ve yaşama biçimlerimizde yaratacağı değişikliklerle yeni bir endüstri devrimi olabileceği tartışılmaktadır [6-8].

Ürün tasarımı alanı, 3B baskı teknolojisinin üretme ve tasarlama biçimleri üzerine etkileri ile teknolojinin fayda sağladığı önemli bir alan olarak karşımıza çıkarmaktadır. Fiziksel bir nesnenin/hizmetin fikir üretimi, kavram geliştirme, test etme ve üretimi/uygulaması olan ürün tasarımı, tasarım sürecinde fikirlerin fiziksel nesnelere dönüşmesini sağlayan bu teknolojiden farklı şekillerde yararlanabilecek geniş bir alandır [9]. Bir ürün tasarlarken, malzeme seçimi, üretim yöntemi, estetik, ürünün pazarlanma şekli, maliyet, pratiklik, kullanım kolaylığı, işlevsellik, teknoloji, ergonomi gibi tasarımcının göz önüne alması gereken pek çok faktör bulunmaktadır [10, 11]. Tasarımcının tasarım yaptığı sektöre göre bu faktörlerin varlığı ve hiyerarşisi değişebilmektedir. Dolayısı ile tasarım sürecine dahil olan 3B baskının kullanımının ürünün özelliklerine göre farklılaştığını ve etkinliğinin değiştiğini söylemek mümkündür. Farklı sektörlerde de ürünün özelliklerinin değişmesi, 3B baskının sürece dahil olduğu aşamaları, kullanım biçimlerini ve amaçlarını farklılaştıran bir faktördür [12]. Bu sebeple tasarım sürecine doğru şekilde konumlandırıldığında tasarım faaliyetini ve tasarımcıyı desteklemede etkin bir tasarım aracı olan 3B baskı teknolojilerinin farklı sektörlerdeki ürün tasarım pratiğinde kullanım imkanlarının araştırılması önem kazanmaktadır.

Mobilya, insanoğlunun oturma, yatma gibi temel fiziksel eylemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan bir ürün olarak kullanıcı ile kurduğu işlevsel, estetik, fiziksel ve psikolojik ilişkiler ile [13], ürün tasarımı alanının konusu olmaktadır. Mobilya sektörünün kullanıcı ile kurduğu bu çoklu ilişkiler bütünü, onu kullanıcı beklentileri doğrultusunda pazarın şekillendiği tasarım yoğun bir sektör yapmaktadır [14]. Bu nedenle mobilya sektöründe ürün tasarım ve geliştirme faaliyetlerinin daha yoğun ve sistematik bir biçimde gerçekleştirilmesi beklenmektedir [15]. Bu beklenti mobilya tasarım/üretim süreçlerine yeni nesil teknolojilerin ve dijital araçların entegre edilmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında ürün tasarımında yeni yollar açma potansiyeline sahip yeni nesil, analitik ve üretken bir dijital üretim teknolojisi olarak 3B baskının mobilya sektöründeki kullanım imkanları, literatür ve sektör deneyimlerine dayanan uygulamalı örnekler üzerinden ortaya konmaya çalışılacak ve teknolojinin sektördeki potansiyeli değerlendirilecektir.

## 2. 3B BASKI TEKNOLOJİLERİNİN UYGULAMA ALANLARI

3B baskı sürecinde veri girişi, yöntem, malzeme ve uygulama olmak üzere dört ana özellikten söz etmek mümkündür [16]. Baskı için gerekli olan veri, objenin üretilmesi için gerekli bilgiyi içeren 3B bilgisayar destekli tasarım (Computer Aided Design-CAD) datasıdır. Baskı için kullanılan yöntemler genel olarak ışıkla kütleme, eritme ve katılaştırma ya da birleştirerek bağlama prensiplerine dayanmaktadır. 3B baskı için yöntem seçimine bağlı olarak katı, sıvı veya toz temelli malzemeler bulunmaktadır. Son olarak 3B baskı uygulamaları tasarım, mühendislik/analiz ve üretim olarak sınıflandırılabilir. 3B baskı uygulamalarında cihaz önemli bir faktördür. 3B baskı cihazları maliyet, yetenek ve uygulama alanına göre tüketici (masaüstü) ve profesyonel olarak 2'ye ayrılabilir. Masaüstü 3B yazıcılar, daha çok amatör kullanımına yönelik küçük, uygun fiyatlı ve kullanımı kolay 3B yazıcılarıdır. Profesyonel 3B yazıcılar

ise endüstriyel kullanıcılara yönelik hızlı prototipleme ve son ürün üretimde kullanılan yazıcılardır. Profesyonel yazıcılar, masaüstü yazıcılara göre daha pahalı, güçlü ve verimlidir [17].

Ortaya çıkışından bu yana 3B baskı teknolojileri yöntem, malzeme ve uygulama açısından gelişmektedir. Bu gelişmelerin başında baskı hızı ve yüzey kalitesinin artması, baskı için kullanılabilen malzemelerin çeşitlenmesi, üretici firma sayısının artması ve buna bağlı olarak yeni teknolojilerin ortaya çıkması gelmektedir. Bu durum teknolojiye olan talebi artırarak 3B baskının nitelikleri artarken fiyatlarının ucuzlamasına ve dünyanın pek çok yerinde daha ulaşılabilir olmasına olanak sağlamaktadır. Bugün 3B baskının uygulama alanları farklı amaçlar için pek çok sektörü kapsayan geniş bir zincir oluşturmaktadır. 3B baskının uygulama alanlarını temelde kullanım amacına göre ve sektörel olarak irdelemek mümkündür. Kullanım amacı ve sektörel gerekliliklerin kesişimi, yukarıda belirtilen 3B baskı sürecinin ana özelliklerini ve buna bağlı olarak sonuç çıktılarını etkilemektedir.

## 2.1. Kullanım Amacına Göre Uygulama Alanları

3B baskı teknolojisinin kullanım amacına göre uygulama alanları, kendi içinde kullanımına dair evrimsel bir süreci de ifade eden 3 aşamadan oluşmaktadır [7]. İlk aşama 3B baskı teknolojilerinin ilk ve en yaygın kullanım alanı olan hızlı prototiplemedir. Hızlı prototipleme, 3B baskının mimarlar, sanatçılar, tasarımcılar ve mühendisler tarafından, yeni tasarımların ilk örneği veya ön uyarlaması olan prototipleri [18] üretmek için kullanılmasıdır. Yaygın olarak ürün tasarım ve üretim süreçlerinde, mühendislik tasarım ve analiz süreçlerinde ve mimari tasarım süreçlerinde kullanılmaktadır.

3B yazıcıların ikinci evrimsel aşaması, teknolojinin son kullanıcıya ulaşan nihai ürünlerin üretimi için kullanımınıdır. Pek çok yönü ile geleneksel üretimden üstün görülen 3B baskı teknolojileri seri üretim için, geleneksel üretime göre yavaş olmakla birlikte, küçük hacimli üretimde, maliyetin az önemli olduğu ürünlerde ve kişiye özel ürünlerde önemli bir aktör olarak görülmektedir [19, 7, 4].

Üçüncü aşama ise masaüstü imalat, yani 3B yazıcıların nihai tüketiciler tarafından satın alınması ve kullanılmasıdır. Teknolojinin bireysel kullanımında 3B baskı, satış ve eğitim hizmeti veren platformların sayısının artması önemli bir unsurdur. Bu artış, bireylere teknoloji hakkında bilgi sahibi olma ve kullanma imkanı sunarak bu süreci anlamalarına ve teknolojiyi kullanarak değer yaratabilmelerine olanak sağlamakta, bu bağlamda teknolojinin önemine dair bilincin oluşturulması ve kullanımının yaygınlaşması anlamına gelmektedir.

## 2.2. Sektörel Uygulama Alanları

3B baskı, ilk ve yaygın olarak hızlı prototipleme, özellikle son yıllarda ise hızlı üretim yolu ile endüstride geniş spektrumlu bir uygulama alanı bulmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda 3B baskıdan büyük ölçüde faydalanan sektörler medikal, havacılık ve uzay, otomotiv, takı/aksesuar, moda ve tüketici ürünleri sektörlerdir [16, 1]. Sektörel uygulama alanına göre teknolojinin kullanım alanı da farklılaşmaktadır (Tablo 1).

Medikal ve sağlık sektörü kişiselleştirme ihtiyacının yüksek olması sebebi ile 3B baskının özellikle son ürün üretiminde yoğun kullanıldığı sektörlerden biridir. Bu sektörde işitme cihazları, ortopedik tabanlıklar, protezler, implantlar ve dental tedavi aparatlarının üretimi için 3B Baskı teknolojisi kullanılmaktadır. Benzer şekilde yine moda sektöründe kişiye özel aksesuar, takı, gözlük, kulaklık, telefon kılıfı, ayakkabı, oyuncak gibi tüketici ürünlerinin üretiminde de 3B baskı kullanılmaktadır. Havacılık ve uzay endüstrisinde kompleks parçaların tasarımında optimizasyon oldukça önemlidir. Bu nedenle karmaşık şekillerdeki bu parçalar geleneksel üretimin dar sınırlarından çıkarak 3B yazıcılar tarafından üretilmektedir [20]. 3B baskının sınırları ortadan kaldırması, havacılık ve uzay endüstrisinde yeniliği yönlendiren önemli bir fayda sağlamaktadır. Otomotiv endüstrisinde de benzer şekilde ürün geliştirme sürecinde çalışan makine parçalarından organik yüzeylere kadar birçok parça üretimi için 3B baskı teknolojileri kullanılmaktadır [18]. 3B baskı teknolojilerinin gelişmesine ve yaygınlaşmasına

paralel olarak eğitim, inşaat, sanat, mobilya, gıda gibi farklı sektörlerde kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır.

**Tablo 1.** 3B baskının farklı sektörlerdeki kullanımı [21].

SEKTÖR	KULLANIM ALANI
<b>Otomotiv</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Birçok bileşeni tek bir kompleks parçaya döndürme</li> <li>• Üretim aracı</li> <li>• Yedek parça ve komponent üretimi</li> <li>• Hızlı prototipleme ile ürün geliştirme sürecini hızlandırma</li> </ul>
<b>Havacılık Ve Uzay</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleneksel yöntemlerle üretilmeyecek form ve geometriler yaratma</li> <li>• Malzemenin rijitlik, yoğunluk ve diğer özelliklerinin kontrol edilebilmesi</li> <li>• Daha hafif parçalar üretme</li> </ul>
<b>Medikal Ve Sağlık</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomik modeller ile ameliyatların planlanması</li> <li>• Kişiselleştirilmiş ortopedik implant ve protezlerin üretilmesi</li> <li>• Canlı doku baskımı ve üretimi</li> </ul>
<b>Perakende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kişiselleştirilmiş oyuncak, takı, dekoratif objeler vb. üretilmesi</li> <li>• Yedek parça imalatı</li> </ul>
<b>Spor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleneksel yöntemlerle üretilmeyecek form ve geometriler yaratma</li> <li>• Kişiselleştirilmiş koruyucu ürünlerin üretimi (Kask, dizlik vb.)</li> <li>• Kişiselleştirilmiş ayakkabı üretimi</li> <li>• Hızlı prototipleme</li> </ul>

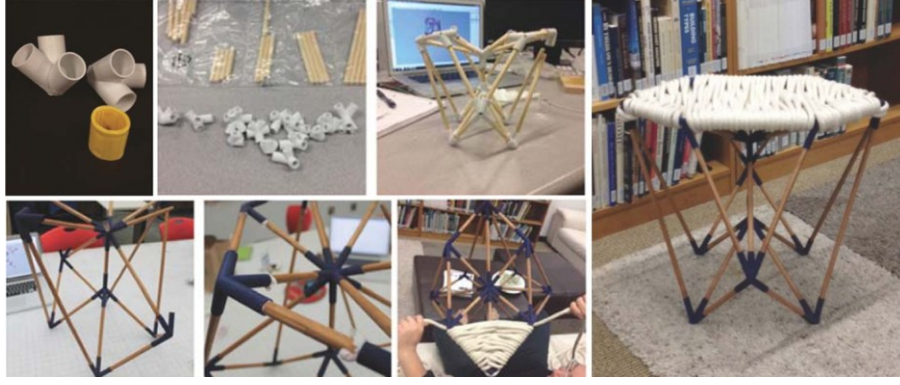
### 3. MOBİLYA SEKTÖRÜNDE ÜRÜN TASARIMINDA 3B BASKININ KULLANIMI

Mobilya sektörü 3B baskının yoğun olarak kullanıldığı ana alanların başında gelmemekle birlikte, teknolojinin yaygınlaşmasına paralel olarak 3B baskı kullanımının giderek yaygınlaştığı sektörlerden biridir. Mobilya sektörünün, kullanıcı beklentileri doğrultusunda pazarın şekillendiği, tasarım yoğun ve moda ile ilişkili bir sektör olması, ürün tasarım faaliyetlerinin yoğun ve sistematik olarak gerçekleştirilmesi gerekliliği ve bu gerekliliğin mobilya tasarım/üretim süreçlerine yeni nesil teknolojilerin entegrasyonunu gerektirmesi, bu sektörü 3B baskı etkisinin araştırıldığı akademik çalışmaların ve sektörel uygulamaların konusu yapmaktadır. Bu bölümde bahsi geçen uygulamalardan örneklere yer verilecektir.

#### *Akademik çalışmalar*

Gedik [12], 3B baskı teknolojilerinin ürün tasarım süreçlerindeki etkilerini belirlemek için profesyonel tasarımcılarla görüşmeler gerçekleştirmiştir. Görüşme sonuçlarına göre 3B baskı en etkin olarak küçük boyutlu (1/1 baskı alınabilecek), detaylı ve çok parçalı ürünlerin tasarım süreçlerinde etkin olarak kullanılabilir. Görüşmelerde ayrıca mobilyanın 1/1 ve gerçek malzeme ile prototip üretimi gerektirmesi sebebi ile 3B baskının bu sektörde hızlı prototiplemede çok etkin olmayacağı belirtilmiştir.

Lumans [22], iç mekan ürünlerinin tasarımında 3B baskı teknolojisinin etkilerini keşfetmek amacıyla yürüttüğü çalışmada, 3B baskıyı son ürün üretimi amaçlı kullanarak tabure tasarlamış ve üretmiştir (Şekil 1). Çalışmanın sonuçlarına göre süreçte 3B baskı kullanımı her bir eklemin özelleştirilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca tasarımcılara başlangıçtaki konseptlerinin ötesine geçebilme imkanı sunmuştur. Enjeksiyon üretim ile karşılaştırıldığında hızlı ve maliyeti düşük bir üretim metodudur. 3B baskı için hizmet alımı gerçekleştirilmesi zaman açısından süreci yönetmeyi zorlaştırmıştır.

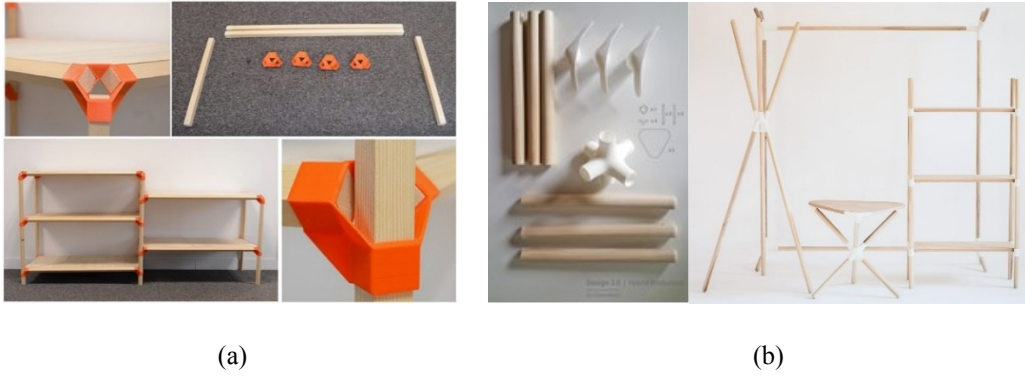


Şekil 1. 3B baskı ile üretilen taburenin montaj aşamaları [22].

### Sektörel Uygulamalar

Tasarımcı Samuel Bernier'in tasarladığı Junction-P mobilya bağlantı elemanı, 3B baskı teknolojisi kullanılarak üretilmiştir (Şekil 2a). Projenin üretiminde 3B baskı kullanımı tasarımcıya düşük maliyet ile tasarım özgürlüğü ve kişiselleştirme imkanı sunmuştur. Bu özgürlük tasarımcının kolayca oluşturulabilen ve kullanıcının değişen gereksinimlerine uyarlanabilen esneklikte elemanlar geliştirmesine olanak sağlamıştır [23].

DesignLibero tasarım danışmanlık firmasının yeni üretim yöntemlerini denedikleri "Design 3.0 / HP" projesi kapsamında tasarladıkları mobilya serisinin üretiminde 3B baskı teknolojisi kullanılmıştır (Şekil 2b). Sistem 3B baskıdan üretilmiş bağlantı elemanları ve ahşap elemanlardan oluşmaktadır. Design 3.0 / HP ile tasarımcılar üretimin yeni formlarını deneyerek, geleneksel üretimin ve dağıtımın sınırlarını aşarak üreticiler haline gelmektedir [24].



Şekil 2. (a) Junction-P mobilya bağlantı serisi [23], (b) Design 3.0 /HP kapsamında tasarlanan mobilya elemanı ve uygulanması [24].

Fransız mobilya firması Drawn, tamamı 3B baskıdan üretilen iç ve dış mekan mobilyaları üretmektedir (Şekil 3). Kuruluş amacı lokal olarak kişiselleştirilmiş mobilyalar üretmek olan firma, mobilyalarını üretmek için "Galatea" adını verdikleri kendi büyük boyutlu 3B baskı yazıcısını kullanmaktadır. Robotik bir kola sahip olan yazıcı sandalye, masa ve aksesuarlara kadar pek çok büyük boyutlu ürünü üretebilmekte, firma ürünlerde yazıcının yarattığı katman görüntüsünü baskı sonrası işlemlerle yok etmek yerine tasarımın bir parçası olarak kullanmaktadır [25].



Şekil 3. Drawn firmasının tamamı 3B baskı ile üretilmiş mobilyaları [25].

Türkiye’de tasarımları ile önde gelen ofis mobilyası firmalarından Ersu Mobilya, ürün tasarım süreçlerinde 3B baskı teknolojisi kullanmaktadır (Şekil 4a). Firma 3B baskı kullanımının en önemli avantajlarını kalıp maliyetlerini en aza indirmesi ve prototipleme sürecini hızlandırması olarak ifade etmektedir. Ayrıca firma bünyesinde teknolojinin var olmasının tasarım sürecine hızlı entegrasyonu açısından önemli olduğu belirtilmektedir. Firmada 3B baskı; 1/1 parça prototipleme, ölçekli ürün prototipleme ve var olan ürünlerin promosyon amaçlı ölçekli olarak basılması amacı ile kullanılmaktadır [26].

Türkiye’de ev mobilyası alanında Saloni Mobilya, ürün tasarım süreçlerinde 3B baskı teknolojisi kullanan bir diğer firmadır. Saloni Mobilya tasarımcıları, üretim departmanı ile daha iyi iletişim kurabilmek amacıyla 3B baskı kullanmaktadır. Üretime gönderilecek ürünler, çizim dasetinin yanında 3B baskıdan alınmış numunesi ile onaylanmakta ve üretime gönderilmektedir (Şekil 4b ).



(a)

(b)

Şekil 4. (a) Ersu Mobilya 3B baskı kullanımı [26], (b) Saloni Mobilya-Mobilya ayağı ve prototipi [26].

### 3.1. Sektör Deneyimlerine Dayanan Uygulamalı Örnekler

Bu çalışma kapsamında araştırmacıların tasarımcı olarak içinde yer aldığı sektör deneyimlerine dayanan uygulamalı örneklere, birinci elden teknolojinin süreçteki potansiyelini değerlendirmeye olanak sağlaması açısından yer verilmiştir.

Offi firmasında yürütülen “Çağrı Merkezlerine Yönelik Küme Tipi Fonksiyonel Masa Gruplarının Geliştirilmesi” başlıklı Tübitak Arge projesi kapsamında çağrı merkezlerine yönelik mobilya gruplarının tasarım ve geliştirilme sürecinde 3B baskı teknolojisi kullanılmıştır (Şekil 5). Bu projede ürün tasarım sürecinde 3B baskı tercih edilmesinin nedeni mobilyanın temel özelliğinin çeşitlenebilir küme tipi olmasıdır. 1/1 üretimde bu büyüklük ve kombinasyonda bir sistemin denenebilmesinin maliyet ve güçlüğü nedeni ile ölçekli olarak basılan ana strüktür üzerinden çok çeşitli kümelenme tipleri denenebilmiştir. Plastik malzemesi ve detay hassasiyeti sayesinde ölçekli model üzerinden bağlantı detayları ve montaj/söküm aşamaları gerçeğe uygun şekilde çalışılarak denenebilmiştir. Ürünün erken fizikileşmesi detay çalışmalarını kolaylaştırarak final üretimde sistemin hatasız olarak uygulanmasına olanak sağlamıştır. Bu projede 3B baskı kullanımının sağladığı faydalar; tasarımın doğrulanabilmesi,

prototip maliyetini düşürme, tasarım sürecini hızlandırma, üretim sonrası hata riskini azaltma olarak sıralanmaktadır.



Şekil 5. OFFI firmasında yürütülen projenin baskı ve üretim aşamaları.

Mutti firması ile yürütülen “Döner Sermaye Tasarım Hizmeti” projesi kapsamında hem operasyonel hem yönetici serisinde kullanılabilir Fusion masa çözümleri içindeki ayak, traversler ve bağlantı parçalarının tasarım ve geliştirilme sürecinde 3B baskı teknolojisi kullanılmıştır (Şekil 6). Bu projede ürün tasarım sürecinde 3B baskı tercih edilmesinin nedeni yeni bir sistem kurgulanacak olması sebebi ile yeni detay çözümlerini gerektirmesi, montaj gerektiren, hareketli parçalar içermesi, dökümden üretilecek ayak, ekstrüzyondan çıkacak metal ve enjeksiyonla üretilecek plastik bağlantı parçalarının kalıp yatırım maliyetinin yüksek olmasıdır. Yatırım maliyeti yüksek olan ve farklı malzeme ve üretim yöntemleri kullanılan bu projede riski sıfıra indirmek amacıyla yeni tasarlanan detayların 1/1 baskısı alınarak parçaların birbiri ile ilişkileri denenebilmiştir. Özellikle enjeksiyon ile üretilecek plastik bağlantı parçalarının 3B baskıdan çıkan prototiplerinin final ürün ile çok yakın fiziksel ve mekanik özellikler göstermesi tasarımın doğrulanma sürecini kolaylaştırmıştır. Bu projede 3B baskı kullanımının sağladığı faydalar yeni detay tasarımlarını kolaylaştırma, parçalar arası ilişkileri görebilme, sonuç kararlarına erişimi kolaylaştırma, üretim sonrası hata riskini azaltma olarak sıralanmaktadır. Süreç sonrası tasarlanan ürünün faydalı model başvurusu yapılmıştır.



Şekil 6. MUTTİ firmasına tasarlanan Fusion serisinin baskı ve üretim süreci.

#### 4. TARTIŞMA

3B baskı teknolojisini mobilya sektöründe ürün tasarım süreçlerinde kullanan firmaların uygulamalarına bakıldığında, avantajlarının hız, maliyet ve tasarım olmak üzere 3 ana başlıkta ortaklaştığı görülmektedir.

Farklı ahşap elemanlar ile birleşerek mobilyaları oluşturan Junction-P mobilya bağlantı elemanı (bkz. Şekil 2a), Lumans'ın araştırmasındaki ahşap elemanların bağlantı elemanları ile birleşmesinden oluşan taburenin özelleşmiş bağlantı elemanları (bkz. Şekil 1) ve DesignLibero firmasının tasarladığı ahşap elemanların bağlantı elemanları ile birleşmesinden oluşan sistemdeki bağlantı elemanları (bkz. Şekil 2b), 3B baskı kullanılarak plastik malzeme ile üretilmiştir. Her üç örnekte de bağlantı parçalarının geleneksel yöntemlerle üretilmesi için enjeksiyon kalıplama kullanılması gerekmektedir. Kalıp maliyetleri göz önüne alındığında, filament ve baskı maliyetleri çok düşük olmaktadır. Ayrıca az sayıda üretim için kalıp ve döküm süreçleri için gerekli zamana göre, 3B baskının süreci oldukça hızlandırdığını söylemek mümkündür. Her 3 örnekte de tasarımcılar, tasarladıkları ürünlerin üretimini kendileri yaparak geleneksel üretimin ve dağıtımın sınırlarını aşmış ve üretici-tasarımcılar haline gelmiştir. Bu üç örnekte ve ek olarak tamamı 3B baskıdan üretilen mobilyalar üreten Drawn firmasının ürünlerinde (bkz. Şekil 3), kişiselleştirme, özelleştirme, tasarımda esneklik ön plana çıkmaktadır. 4 örnekte de 3B baskı ile üretimin kalıp maliyeti, üretim yöntemi kısıtları, malzeme sınırları gibi parametrelerden bağımsızlaştırarak tasarımcıya özgürlük sağladığı görülmektedir.

Offi firmasında tasarlanan çeşitlenebilir küme tipi çağrı merkezi mobilyası (bkz. Şekil 5) ile Mutti firmasında tasarlanan Fusion masa çözümlerinde (bkz. Şekil 6), 1/1 ölçekli bağlantı parçaları ve ölçekli sistem prototipleri 3B baskı kullanılarak üretilmiştir. Her iki projede de büyük ölçekli sistem tasarımı yapılmıştır. Bu büyüklükte sistemlerin gerçek malzeme ile 1/1 olarak prototiplenmesi firmanın üretim süreçlerini aksatmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca denemelerin yapılması sırasındaki montaj ve söküm işlemleri hem zorlayıcı hem zaman alıcıdır. Bu ilişkilerin ölçekli prototipler üzerinden denemesi süreci hızlandırmaktadır. 1/1 ölçekli plastik bağlantı parçaları, yeni detay çözümlerini gerektirmektedir. Enjeksiyon kalıplama ile üretilen bu parçaların kalıp maliyetleri çok yüksektir. Tasarım sürecinde fark edilemeyen ve üretim sonrası ortaya çıkan bu hataların maddi zararı çok büyüktür. Bu nedenle çok sayıda deneme ve iterasyon gerektirmektedir. Bu denemelerin 3B baskı ile gerçek malzemeye yakın özellikler gösteren plastik malzemeyle yapılması, üretim sonrası hata riskini sıfıra indirmekte, bu da olası maddi kaybı ortadan kaldırmaktadır. Benzer şekilde Ersa (bkz. Şekil 4a) ve Saloni (bkz. Şekil 4b), tasarımın doğrulanmasını hızlı prototipleme kullanarak yapmakta, böylelikle üretim sonrası hata riskinin sıfıra indirerek hız ve maliyet avantajı sağlamaktadır.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada 3B baskı teknolojilerinin mobilya sektöründe ürün tasarımındaki kullanım imkanlarını, literatür ve sektör deneyimlerine dayanan uygulamalı örnekler üzerinden ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla literatür taraması ile 3B baskının kullanım amacına göre ve sektörel olarak uygulama alanları araştırılmıştır. Sonrasında literatürde 3B baskı etkisinin araştırıldığı akademik çalışmalar ve sektörel uygulamalar incelenmiştir. Son olarak araştırmacıların tasarımcı olarak içinde yer aldığı sektör deneyimlerine dayanan uygulamalı örneklere yer verilmiştir. Bu bölümün amacı çalışmada yer alan akademik çalışmalar, sektörel uygulamalar ve araştırmacıların sektör deneyimlerini bütüncül bir yaklaşımla ele alarak teknolojinin mobilya sektöründeki kullanım imkanlarını değerlendirmektir. Değerlendirmeler şu şekildedir:

- 3B baskının mobilya sektöründe ürün tasarımındaki kullanım imkanlarının hızlı prototipleme ve son ürün üretiminde olduğu görülmektedir. 3B baskının diğer bir uygulama alanı olan masaüstü imalatta ise bugün için çok potansiyeli olmadığı söylenebilir. Tüketici sınıfı yazıcıların baskı boyutları ve kabiliyetleri açısından mobilya sektöründeki ürünlerin boyut ve mukavemet gerekliliğini karşılayamayacak olması bunun temel sebebi olarak görülmektedir.
- Mobilya sektöründe ürünlerin çoğunlukla ahşap malzemedir, büyük boyutlu ve insan vücudu ile ilişkili olması, gerçek boyut ve malzeme ile prototip üretimi gerektirmektedir. Bu nedenle mobilya sektöründe 3B baskının hızlı prototipleme amacıyla kullanımında 1/1 detay ve parça üretimi potansiyel olarak en güçlü alan olduğu görülmektedir. Bu amaçla kullanımının en önemli avantajları yeni detay çözümlerini kolaylaştırması ve üretim sonrası riskin sıfıra indirilmesidir. 3B baskının ölçekli prototip üretiminde özellikle sistem çözümlerinde hız ve maliyet açısından oldukça avantaj



sağladığı söylenebilir. Ölçekli prototip üretimi ise daha çok form odaklı mobilyalar ve operasyonel sistem çözümlerinde avantajlıdır.

- Mobilya sektöründe ürünler daha çok geleneksel malzeme ve yöntemler kullanılarak üretilmektedir. Fakat son yıllarda alternatif malzeme ve yöntemlerin mobilya tasarımında ve üretiminde kullanımının yaygınlaşması ile 3B baskı ile mobilya üretiminin de örneklerini sektörel uygulamalarda görmek mümkündür. Ürünlerinin çoğunlukla büyük boyutlu olması sebebi ile mobilya sektöründe 3B baskının son ürün üretiminde potansiyelinin en yüksek olduğu alan 1/1 bağlantı parçaları ile geleneksel malzemelerin kombinasyonundan oluşan hibrit ürünlerdir. Bu ürünlerin ortaya çıkışında bir diğer itici güç ise kişiselleştirme yaklaşımıdır. Zaman içerisinde seri üretimin aynılığından sıkılan kullanıcıların kişiselleştirme ihtiyaçlarının daha da artacağı öngörüsü doğrultusunda mobilya sektöründe bu amaçla kullanımının yaygınlaşacağı söylenebilir.
- Mobilya sektöründe tamamı 3B baskıdan üretilen ürün örneklerinin sektörde hibrit ürünlere kıyasla daha az olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebebinin boyut, maliyet ve malzeme olduğu söylenebilir. Fakat 3B baskı teknolojilerindeki ilerlemelere paralel olarak baskı yapılabilen boyutlar ve malzeme çeşitliliği artmaktadır. Bugün karbonfiber gibi mukavemeti yüksek malzemelerden filamentler üretilmektedir. Teknolojinin yaygınlaşması ile maliyetlerin düşmesine paralel olarak tamamı 3B baskıdan üretilen mobilyaların yaygınlaşacağı öngörülmektedir.
- 3B baskının mobilya sektöründe etkin bir şekilde kullanılması için en önemli unsurlardan biri teknolojinin firma içerisinde yer alması gerekliliğidir. Ürün tasarım süreçleri iterasyon gerektirmekte iken hizmet alımı süreçleri bu esnekliğe uygun değildir. Firma içinde olması sürece entegrasyonunu hızlandıracak önemli bir faktördür.
- Ülkemizde 3B baskı teknolojilerinin kullanımı ve potansiyelinin farkındalığı pek çok ülkeye nazaran henüz daha düşüktür. Bu sebeple 3B baskı kullanımının son yıllarda yaygınlaştığı bir sektör olarak mobilya sektöründe, ülkemizde prototip üretiminden öteye geçen uygulamalar olmadığı görülmektedir. Ülkemizde yapılan akademik çalışmalar ve sektördeki öncü uygulamalar ile teknolojinin bilinirliğinin artmasına paralel olarak son ürün üretiminde de yakın gelecekte kullanılacağı öngörülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki uygulamaların gerçekleştirilmesindeki katkı ve desteklerinden dolayı MUTTİ ve OFFI firmalarına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Gebhardt A. Understanding additive manufacturing. (First edition). Munich: Carl Hanser Verlag. 2011. 2.
- [2] Weinmann J. Makerspaces In The University Community, Master Thesis, Stanford University Institute of Product Development, Stanford. 2014.
- [3] Jones R, Haufe P, Sells E, Iravani P, Olliver V, Palmer C, and Bowyer A. RepRap—the replicating rapid prototype, *Robotica*. 2011; 29(01): 177-191.
- [4] Yılmaz F, Arar ME, ve Koç E. 3D baskı ile hızlı prototip ve son ürün üretimi. *Metalurji Dergisi*. 2014; 168: 35-40.
- [5] Vardhan GH, Charan GH, Reddy PVS, Kumar KS. 3D printing: The dawn of a new era in manufacturing. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*. 2014; 2(8): 2373–2376.
- [6] Prince JD. 3D Printing: An Industrial Revolution. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*. 2013; 11(1): 39–45.

- [7] Berman B. 3D Printing: The New Industrial Revolution. Business Horizons. 2012; 55(2): 155-162.
- [8] Barnatt C. 3D Printing The Next Industrial Revolution. (First edition). USA: ExplainingTheFuture.com. 2013; 23-27: 45, 54,127.
- [9] Ulrich KT, Eppinger SD. Product design and development, (Fourth edition), Newyork: McGraw-Hill.2008; 98, 189, 197, 200.
- [10] Norman D. The Design of Everyday Things. (The revised and expanded edition). Newyork: Basic Books. 2005; 5.
- [11] Evans MA. The integration of rapid prototyping within industrial design practice, Doctoral dissertation, Loughbrough University, London. 2002.
- [12] Gedik E. Endüstri Ürünleri Tasarımında Dijitalleşme: Üç Boyutlu Baskı Teknolojilerinin Ürün Tasarım Pratiğinde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2017.
- [13] Tütüncü D. Mobilya Tasarımını Değerlendirmede Kullanılan Temel Kriterlerin Kullanıcı Algısı Açısından Önceliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir. 2011.
- [14] Kaya E, Eti Proto M. Türkiye’de Mobilya sektöründe tasarım algısı ve tasarımcının rolü. Uluslararası Hakemli Mimarlık ve Tasarım Dergisi. 2016; 7: 197- 210.
- [15] Er HA. Türk Mobilya Endüstrisinde Yeni Ürün Tasarımı. Yapı Dergisi. 1996; (173): 111-120.
- [16] Chua CK, Leong KF, and Lim CS. Rapid prototyping: Principles and applications. (Second edition). Singapore: World Scientific Publishin Co. 2003; 8.
- [17] 3D Printing: Consumer vs Professional. [http://cdn2.hubspot.net/hubfs/340051/Design\\_Guides/Xometry\\_\\_Consumer\\_vs\\_Professional\\_3D\\_Printing.pdf/](http://cdn2.hubspot.net/hubfs/340051/Design_Guides/Xometry__Consumer_vs_Professional_3D_Printing.pdf/). Accessed 2017.
- [18] Açar H. Prototipleme Teknolojilerinin Ürün Tasarımına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2008.
- [19] Rischau JJ. Custom digital fabrication in industrial design, Master Thesis, University of Illinois, Urbana. 2011.
- [20] Karagöl B. 3D Printing: What does it offer and for whom? [http://stps.metu.edu.tr/sites/stps.metu.edu.tr/files/STPS-WP-15-02\\_0.pdf](http://stps.metu.edu.tr/sites/stps.metu.edu.tr/files/STPS-WP-15-02_0.pdf). Accessed 2016.
- [21] Pwc Technology Forecasts. The future of 3-D printing: Moving beyond prototyping to finished products. 2014; (2).
- [22] Lumans CZ. Printable Products: Investigating Three- Dimensional Printing in the Design Process of Interior Products, Master Thesis, The University of North Carolina, Greensboro. 2014.
- [23] The Latest Models from Zortrax Library – Samuel Bernier’s Jonction-P. <https://zortrax.com/stories/blog/the-latest-models-from-zortrax-library-samuel-berniers-jonction/>. Accessed 2018.
- [24] Design 3.0 Hybrid Production. <https://www.designlibero.com/portfolio/design-3-0-hybrid-production-xxi-t/>. Accessed 2018.
- [25] <https://www.drawn.fr/>. Accessed 2018.
- [26] Üreticiler Hızlı Prototipleme için 3D Yazıcılarını kullanıyorlar! URL:<https://www.3bfab.com/kullanim-alanlari/hizli-prototipleme/>. Accessed 2018.