

**İç Mekân ve Çevre Tasarım Elemanlarında Sürdürülebilir Ham Maddeler ile 3 Boyutlu
Yazıcıların Kullanımı
Use of Sustainable Raw Materials and 3D Printers in Interior and Environmental Design
Elements**

Berat YILDIZTEPE

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul

Doi: 10.51764/smutgd.1065785

Geliş Tarihi :31.01.2022

Kabul Tarihi :15.06.2022

ÖZET

Araştırmalar gösteriyor ki 20. yüzyılın başından beri insanlığın ayak izi her yıl katlanarak artmıştır. Atıkların meydana getirdiği kirlilik günümüz dünyasına zarar verirken geleceği de büyük ölçüde tehdit etmektedir. Bu noktada sürdürülebilirlik her alanda bir opsiyon olmaktan çok zorunluluk haline gelmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı ilk olarak 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" isimli raporda gündeme gelmiştir. Sonrasında teknoloji alanındaki yeni gelişmeler de sürdürülebilirlik kavramına ışık tuttu ve gitgide yaygınlaşmasını sağladı. En önemlilerinden biri yine 1980'lerde ilk adımları atılan, giderek gelişen ve geldiği noktada ise %90'ın üzerinde çevresel verimlilik sağlayan 3 boyutlu yazıcı teknolojisidir. Bu teknoloji her gün yenisi eklenen sürdürülebilir hammaddeleriyle birlikte iş gücü, zaman, enerji tasarrufu gibi katkılarıyla da büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada da 3 boyutlu yazıcı teknolojisinin tarihsel gelişimi ve gıda atığı, ahşap, toprak, geri dönüştürülebilir plastik atık gibi sürdürülebilir ham maddelerinin kullanımı araştırılmıştır. Plastiğe alternatif olabilecek bu sürdürülebilir hammaddeler ile iç mekân ve çevre tasarım örnekleri incelenerek gelecekteki potansiyelleri sorgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3 boyutlu baskı, iç mekân, çevre, sürdürülebilirlik, tasarım

ABSTRACT

Research shows that since the beginning of the 20th century, the footprint of humanity has increased exponentially every year. While the pollution caused by the wastes harms today's world, it also threatens the future to a great extent. At this point, sustainability becomes a necessity rather than an option in every field. The concept of sustainability first came to the fore in the report "Our Common Future" published by the World Commission on Environment and Development in 1987. New developments in the field of technology shed light on the concept of sustainability and made it more and more widespread. One of the most important is the 3D printer technology, which was first produced in the 1980s and is developing gradually, and provides an environmental efficiency of over 90% at the point it has reached. This technology has a great potential with its sustainable raw materials, which are added every day, and with its contributions such as labor, time and energy savings. In this study, the historical development of 3D printer technology and the use of sustainable raw materials such as food waste, wood, soil, and recyclable plastic waste were investigated. These sustainable raw materials, which can be an alternative to plastic, and interior and environmental design examples were examined.

Keywords: 3D printing, interior, environment, sustainability, design

1. GİRİŞ

Tasarım, çağlar boyu sürekli insanın içinde var olan, değişen insan ihtiyaçları ve yeni gelişmeler sayesinde de sürekli yenilenen bir olgudur. Bu süreçte tasarımı etkilenen en büyük faktörlerden biri ise teknolojidir. Kimi zaman insan teknoloji gibi yeni gelişimlere ayak uydururken özde var olan bazı etik değerleri unutmakta veya hiçe saymaktadır. Bu etik değerlerden biri de ekolojik ve sürdürülebilir tasarımıdır. Ekolojik tasarım, kullanılan malzemeden tasarım diline kadar kaynakların en verimli şekilde yenilenebilir olarak kullanılmasını sağlar. Böylelikle canlıların doğasını korumaktan su ve hava döngüsüne kadar olumlu bir etki yaratır. Kendi kendini sürdürebilme beceresine sahip olan sürdürülebilir tasarım ise bu noktada devreye girerek ekolojik tasarımı besler. İnsanın çoğu zaman tasarlarken ilhamını doğadan aldığını ve sağlıklı üretim yapmak isteğinde yine doğal malzemelere yöneldiğini göz önüne aldığımızda bunun devamlılığı için sürdürülebilir tasarım önem kazanıyor. Sürdürülebilir tasarım, çağın getirdiği sorunlara en kalıcı ve en az hasarlı çözümler için sürekli yenilikçi arayışlar üretmektedir. Bu arayışla insanın doğa üzerindeki yıkıcı etkisini kontrol altında tutarak insan ve doğa arasında sağlık bir etkileşim hedeflemektedir. Ekolojik ve sürdürülebilir tasarımlar, bu noktada çevreye duyarlılığı artırarak gelecek kuşaklara bugün var olanı korumayı ve var olanın üstüne koyarak daha yaşanılabilir bir dünya bırakmayı sağlamaktadır. 3 boyutlu yazıcılar da doğada kırılganlığın, arıların, karıncaların kullandığı katmanlı üretim tekniği ile çalışan ve bunu yaparken de sürdürülebilir malzemeler kullanabilen bir teknoloji olarak karışımıza çıkıyor (Şekil 1). Böylelikle 3 boyutlu yazıcılar doğayı taklit ederek sürdürülebilir tasarımlar yapmamıza olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada teknolojinin sürdürülebilir tasarım ilkelerine sadık kalarak nasıl faydalı şekilde kullanılabileceği nitel araştırma yöntemi ile araştırılmıştır. Elde edilen örnekler durum araştırması ile incelenmiştir.



Şekil 1. Katmanlı üretim tekniğinin doğada ve 3 boyutlu yazıcılarda kullanımı

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sanayileşmenin teknolojik gelişmelerle paralel olarak hızlandığı 20'nci yüzyılın 1970 yılına kadar geçen sürede küçük çaplı çevre sorunları kalkınmanın doğal ve tahammül edilmesi gereken sonuçları olduğu yaklaşımı esas alınmıştır. Bu yaklaşıma göre kalkınma-çevre ikileminin varlığı kabul edilerek çevreyi korumak pahasına kalkınmadan ödün verilemez düşüncesi ile hareket edilmiştir. Her zaman öncelik kalkınmaya verilmeli, çevresel sorunlar daha sonra çözüme kavuşturulmalı düşüncesi hâkim olmuştur. Bu düşünceye göre çevre yönetiminde "tepki ve tedavi" adı verilen, birinci öncelik olan kalkınmanın sonucunda oluşan kirlilikler yaratıldıktan sonra tedavi yoluna gidilmiştir. Çevre sorunları ikinci planda olup önlemek için bir çaba gösterme gayesi yoktu. Neyse ki bu düşünce 1970'lerde kaygı duyulan bir duruma gelmiştir. Kaygının nedeni ise başta küçük ölçekli olup önemsenmeyen ve bir şekilde çözümlenir gözüyle bakılan sorunların ölçeğinin büyüyüp küresel ölçeklere ulaşmasıdır (Özer, 1995).

Stockholm Konferansı ile 1972 yılında çevresel sorunların sonuçları Birleşmiş Milletler vasıtasıyla dünya gündemine taşınmıştır. Bu konferansta dünya liderleri çevre ile uyumlu ekonomik kalkınma konusunu tartışarak sonucunda "İnsan ve Çevresi" adlı bildirge maddeler halinde öneriler ile sunulmuştur (Mısır, 2018). 1972 yılında "Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevresi Bildirisini" sosyoekonomik düzeyleri birbirinden farklı birçok ülke bir araya gelerek çevre konusundaki bu ilk küresel değerlendirmeyi kabul etmiştir. 1983 yılında ise Birleşmiş Milletler, Gro Harlem Brundtland başkanlığında komisyon kurulmasını ve bu komisyondan bir rapor hazırlanmasını istemiştir. "Ortak Geleceğimiz" adlı bu raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez ele alınarak 1987'de Birleşmiş Milletlere sunulmuştur. (Mısır, 2018)

Brundtland'a göre "İnsanlık, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin de gereksinimlerini karşılayabilme kabiliyetine sahiptir".

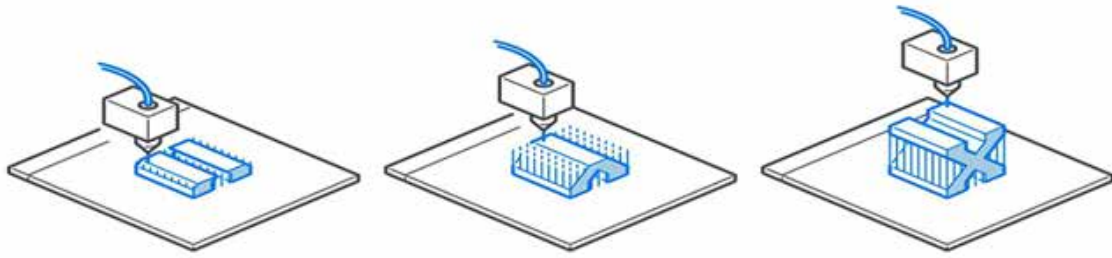
Sürdürülebilir kalkınma, “Bugünün gereksinim ve beklentilerini, gelecek nesillerin kendi gereksinimlerini ve beklentilerini karşılama olanaklarını tehlikeye atmaksızın karşılamaktır.”

Brundtland Raporu genel olarak doğal kaynaklardan elde edilen getirinin toplum yararına eşit paylaşılması, toplumun refah seviyesinin yükseltilmesi, doğa dostu teknolojilerinin desteklenmesi ve devamlı hale getirilebilmesi sürdürülebilirlik unsuru ile doğru orantılıdır.

İç mimaride sürdürülebilir tasarım anlayışı, tüketici insanı merkez alan bir tasarım düşüncesini değil, insanın da içinde bulunduğu ve ekosistemi merkez alan bir tasarım fikrini tanımlamaktadır. Sürdürülebilir tasarımda kaynak tüketiminin ve çevre kirliliğinin azaltılması hedeflenmekte, aynı zaman yaşam kalitesinin de insan gereksinimleri doğrultusunda artırılması beklenmektedir. Aslında konutlarda sağlıklı bir yaşam için çözüm, kontrollü tüketimin yapıldığı, doğa ve insanla uyumlu bir tasarım anlayışının içinde saklıdır. Konut tasarımında bu çözüme ulaşmak için sürdürülebilirliği tüm boyutları ile ele alan bütünsel bir perspektif gerekmektedir. Gerçek anlamda sürdürülebilir tasarıma odaklanan çalışmalarda yaratıcılık, yenilikçilik ve teknolojinin bütünleşmesi ile mümkün olabilmektedir (Gökmeral, 2014).

3. ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ

Üç boyutlu yazıcılar, dijital olarak bilgisayar destekli programlar ile elde edilen modellerin, çeşitli hammaddeler ile iki boyutlu bir düzlemden her bir katmanı üst üste gelecek şekilde tabakalar halinde üç boyutlu bir nesneye dönüşümünü sağlayan baskı araçlarıdır (Şekil 2). 3 boyutlu yazıcılarda üretim, eklemeli bir süreçtir. Katman kesitlerinin belirlenen çözünürlükte bir araya gelmesiyle oluşur. Bundan dolayı bu sürece katmanlı üretim de denmektedir. 3 boyutlu yazdırma bireysel ve küçük ölçekli işleri çağırıştırırken katmanlı üretim ise büyük ölçekli ve profesyonel işleri çağırştırmaktadır (Şahin, Turan, 2018).



Şekil 2. 3 boyutlu yazıcıların çalışma prensibi

3.1 Üç Boyutlu Yazıcıların Tarihsel Gelişimi

1981’de, Japon mucit Dr. Hideo Kodoma, fotopolimerleri (ışığa maruz kaldığında sertleşen polimerleri) ve UV ışınlarını kullanan hızlı bir ilk örnek modelleme sistemi olan “rapid prototyping”i geliştirdi. Kodoma üretim modelinde her bir kesit ayrı katmanlar halinde üretiliyordu. Bu gelişme, SLA (Stereolitografi) teknolojisine öncülük etmiştir. SLA, 1984 yılında “3 boyutlu yazıcıların babası” olarak bilinen Charles Hull tarafından icat edildi. Hull, mobilya üretimi yapan bir firmada çalışırken yeni ürün tasarımlarının ilk örnek modellerinin aylarca sürmesi onu hızlı bir sistem geliştirmeye itmiştir. Bu sistem sıvı haldeki reçinelerin UV ışınları sayesinde katmanlar halinde sertleştirilerek modellerin oluşturulmasını sağlamıştır. Bu üretim yöntemi, 3 boyutlu baskı sektöründe en yaygın kullanılan çalışma prensiplerinden biri haline gelmiştir. 1986 yılında bu teknolojinin patentini alan Hull, şu anda sektörün en büyük firmalarında da birini kurarak icadını ticarileştirmiştir (Bandyopadhyay, 2015). 3 boyutlu yazıcı teknolojisinin kullanılan en yaygın çalışma prensibi ise Scott Crump tarafından 1988 yılında icat edilmiştir. FDM (Fused Deposition Modeling- Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi) sistemi Crump’ın iki yaşındaki kızı için oyuncak bir kurbağa yapma isteği ile keşfedilmiştir. Crump başta plastik malzemeyi silikon tabancası ile katmanlar halinde yığarak bu isteğini gerçekleştirmiştir. Daha sonra bu işlemin otomatik olarak gerçekleştiren bir makine ile daha hızlı üretilbileceğini fark etmiştir. Böylelikle en yaygın kullanılan 3 boyutlu yazıcı teknolojisini icat ederek bu teknolojinin patentini almıştır. 1992’de ilk işlevsel FDM yazıcısını yapan Crump, tıpkı Hull gibi şu anda 3 boyutlu yazıcı sektörünün en büyük firmalarından birinin kurucusu olmuştur (Kennedy, 2016). 3 boyutlu yazıcı teknolojisi buhar makineleri ile başladığımız hızlı ve seri üretim sürecinde bugün geldiğimiz noktada Endüstri 4.0’ın en önemli teknolojileri arasında yerini almıştır. Bununla birlikte tıp alanında yapay doku, organ ve protez üretiminden inşaat alanında gelecekteki evlerin tasarlanmasını kolaylaştıracak mimari projelere kadar birçok farklı sektördeki perspektifi genişletmektedir.

4. ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIMLAR

4.1 Portakal Kabuğundan Baskı

Ohmie, portakal kabuklarından 3 boyutlu yazıcılar ile üretilmiş bir lamba tasarımıdır (Şekil 3). Organik malzemelerin geliştirilmesinde uzmanlaşmış Milano merkezli tasarım ajansı Krill Design tarafından ortaya çıkmıştır. Sicilya portakal kabuklarının atıkları tamamen doğal ve kompostlanabilir bir malzemeye dönüştürülmüştür. Tasarım ekibinin çıkış noktası kullanılacak hammaddenin tükenmeyecek ve yerel bir malzemeden üretme isteğidir (Krill Design). Sicilya'nın tek başına dünya portakal ihtiyacının önemli bir kısmını ürettiğini göz önüne aldığımızda portakal atıklarını tedarik etme ve sürekli ulaşılabilirliği açısından bu istekleri rahatlıkla karşılanmıştır. Bununla birlikte yerel malzeme kullanımı enerji, zaman, nakliye, iş gücü gibi faktörleri minimuma indirmesi açısından oldukça önemlidir.

Portakal lamba dokusundan kokusuna kadar hammaddesini birebir yansıtacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarım ekibi, üretim sırasında her türlü israfı önlemek açısından 3 boyutlu baskı tekniğini ve organik atıkları kullanmıştır. Malzemenin üretimi için portakal kabukları kurutulmuş ve toz haline getirilmiştir. Kabuk tozu daha sonra bitkisel nişasta bazının eklendiği bir birleştirme tesisine gönderilmiştir. Burada portakal kabukları 3 boyutlu yazıcılarda kullanılmak üzere filamentlere (3 boyutlu yazıcı hammaddesine) dönüştürülmüştür. Portakal lamba, ömrünün sonunda, parçalara ayrılıp evdeki organik atıklarla birlikte atılarak kompost tesislerinde yerel düzenlemelere bağlı olarak kompost veya biyoyakıtı dönüştürülebilmektedir. Bu tasarım gıda atıklarının nasıl estetik ve işlevsel olarak ekolojik tasarım ürününe dönüştürülebileceğini göstermektedir. Portakal lamba birçok organik atığın 3 boyutlu yazıcılara ham madde olabileceğini ve bunların iç mekân tasarım öğelerinde de kullanılabileceğini kanıtlar niteliktedir.



Şekil 3. Ohmie, hammaddesi portakal kabuğu olan lamba tasarımı. (Krill Design)

4.2 Ahşap Baskı

Dünya plastik üretiminin yarattığı çevresel tahribatla boğuşurken Pasifik Okyanusu'nun ortasında Türkiye'nin 5 katı boyutlara ulaşmış bir plastik çöp girdabını temizlemeye ve içme suyumuzdan tehlikeli mikro plastikleri filtrelemeye çalışırken bazı yenilikçiler plastiğe alternatif malzemeler üretmektedir (Tuna, 2019). Plastik, başlangıçta ahşap ürünler için ağaçların kesilmesinin kötü bir şey olduğu yanlışlığıyla çevresel bir nimet olarak tasavvur edilmiştir. Ancak plastiğin biyolojik olarak doğada çözünmesinin binlerce yılı alacağı hesaba katılmamıştır. Plastik atıkların meydana getirdiği kirliliğin farkına varılması ve yeni teknolojik imkanların getirdiği avantajlar ile ekolojik malzemelere dönüşüm sağlanmıştır. Buna en iyi örneklerden biri NorDan'ın Ekim 2019'da ticari satışlar için ürettiği 3 boyut baskılı pencereleridir. İlk 3 boyut baskılı pencere serisi İsveç'te BLB Industries tarafından tasarlanan dairesel pencerelerdir (Şekil 4). Bu tasarımlar 40 cm'den 120 cm'ye kadar ebatlarda olsa da bunun dışında 1,5 m genişliğe ve 2,5 m yüksekliğe kadar pencere ve kapılar ahşap bazlı malzemeler ile üretilebilmektedir. Bu da 3 boyutlu yazıcıların büyük ölçekli iç mekân tasarım öğelerinde de sürdürülebilir olarak kullanılabileceğinin en iyi örneklerindedir. 3 boyutlu yazıcılar bu tasarım ile ahşabın kullanılmasına farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Ahşap ile başlayıp plastik ile devam eden tasarım ve üretim sürecini öze döndürme olanağı sağlamaktadır.



Şekil 4. Ahşap bazlı malzemeden üretilen 3 boyutlu yazıcı baskılı pencere tasarımı. (BLB Industries)

4.3 Toprak Baskı

TECLA, teknoloji ve kil kelimelerinin birleşiminden adını alan bir tasarımdır. Yerel malzeme ve yapım tekniklerinin kullanımıyla birlikte biyoiklimsel araştırmalar sonucu ortaya çıkan yenilikçi bir ev modelidir (Şekil 5). 3 boyutlu yazıcı ile tamamen yerel ham toprak kullanılarak üretilen TECLA, ekolojik ve sürdürülebilir bir konut olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tecla, ilhamını çömlekçi yaban arılarından almıştır. Tıpkı yaban arılarının kullandığı malzeme ve yapım tekniği gibi Tecla da sürdürülebilir bir bakış açısıyla, yerinde bulunan toprağı katmanlı üretim ile kullanan 3 boyut baskılı bir ev tasarımıdır. En eski malzeme ile en son teknolojiyi kullanarak geçmiş, günümüz ve gelecek arasında bir bağ kurmaktadır.

Yapı 350 katman yığılmış topraktan nervürlü dış duvarlara sahiptir. Massa Lombarda'da inşa edilen yapıda kullanılan yerel toprak birleşimi, bölgenin iklim koşullarına uygun olduğundan konutun yalıtımından havalandırmasına kadar doğrudan yanıt verir niteliktedir. Böylelikle konutun yapısı ve görünümü, uygulandığı bölgenin iklimsel özelliklerine göre farklılık göstermeyip birebir uyum içerisinde olmaktadır.

60 metrekare ve 4 metre yüksekliğe sahip yapı, oturma alanı, yemek alanı ve uyku alanından oluşmaktadır. Dış duvarların yanı sıra mekandaki birimlerde de 3 boyutlu baskıdan çokça yararlanılmıştır. Tecla, 3 boyutlu yazıcının getirdiği avantaj sayesinde neredeyse sıfır emisyonlu, organik ve biyolojik olarak parçalanabilen özelliklerinin yanı sıra alışılmadık şekli kıvrımlı, dairesel formu ile kalıplarla yapılması zor biçimi mümkün kılmaktadır.

Tecla genel olarak primitif yaşam formlarının malzeme ve ruhunu, yeni teknolojik gelişmeler ile birleştirerek geçmiş ve gelecek arasında güçlü bir bağ kurmaktadır. Yüzde yüz sürdürülebilir bu ham madde geçmişteki uygulamaların 3 boyutlu yazıcı sayesinde çok daha hızlı ve estetik bir şekilde üretimine olanak sağlamaktadır. İç mekânda hem primitif hem de fütüristik bir deneyim sunmaktadır.



Şekil 5. Tecla, toprak baskılı yapı ve iç mekân tasarımı. (Wasp)

4.4 Atık Plastiklerden Baskı

Sürdürülebilirlik sadece doğal malzeme kullanımı ile sağlanmamaktadır. Sürdürülebilir tasarım, sosyal, ekonomik ve ekolojik sürdürülebilir objeler, mekanlar ve hizmetler tasarlama felsefesidir. Bu bağlamda, tasarımda sürdürülebilirliği odak noktasına almak; uzun vadeli devamlılığı, mutlak kendine yeterliliği ve atık üretmemeyi hedeflemek anlamına gelmektedir. Rotterdam merkezli tasarım stüdyosu The New Raw tam da buna örnek olabilecek bir proje geliştirmiştir. Projenin amacı, şehrin plastik torba atıklarını yine şehirde kullanmak üzere kent mobilyalarına dönüştürmektir. Bu girişimin ilk ürünü ise Amsterdam şehrinin plastik torba atıklarını ileri dönüşüm ile kent mobilyasına dönüştüren 'XXX Bench'tir (Şekil 6).

Proje, çağdaş şehirlerin katlanarak artan plastik atık üretimi ve yaşam tarzına yönelik farkındalığı arttırmaktadır. Sadece Amsterdam'da yılda kişi başına ortalama 23 kg plastik atık üretilmektedir (Printyourcity, 2016). Bir bankın basılması için gereken ham madde, iki kişinin bir yılda çıkardığı plastik atığın geri dönüşümünden sağlanmaktadır. 'XXX Bench' iki ila dört kişi kapasitelidir. Kullanıcıların birlikte dengeyi sağlamaları veya enerjilerini birbirlerini sallamak için kullanmaları gerekmektedir. Bu yöntemi sayesinde plastik atık kirliliğini engellemek için birlikte çalışmanın gerekliliğini vurgulamaktadır. Her biri 50 kg ağırlığında ve 150 cm genişliğinde olan banklar yüzde yüz geri dönüşümün önemli örneklerindedir. Doğal hammaddelerin yanı sıra plastik artık hayatımızın bir gerçeği haline gelmiştir. Kullanımını sıfıra indirmenin zor olduğunu göz önüne aldığımızda 3 boyutlu yazıcılar ile bu plastik atıkların çevre tasarımında değerlendirilmesi sürdürülebilirlik açısından büyük bir öneme sahiptir.



Şekil 6. Plastik poşet atıklarından bank tasarımı. (The New Raw)

5. SONUÇ

Çevrenin korunması ve doğal kaynakların geleceğe aktarılması için mutlaka sürdürülebilir olarak kullanılması ile mümkün olmaktadır. Bu durum; toplumların tüketim toplumu olmaktan çıkıp çevre dostu, bilinçli tüketim ve üretim yapan, doğaya saygılı toplumlara dönüşmesiyle sağlanabilir. Bu bağlamda gelişen teknolojiyi verimli kullanmak her alanda bir zorunluluk haline gelmektedir. 3 boyutlu yazıcı teknolojisi de her geçen gün düşen maliyetleri ve sağladığı avantajlar sayesinde Sanayi Devrimi'nden sonra en büyük kırılma noktalarından biri olarak gösterilmektedir. Bu büyük dönüşüm, tüm üretim süreçlerinde köklü değişimler yarattığı gibi iç mekân ve çevre tasarım elemanlarının üretiminde önemli bir yer edinmiştir. Kalıplarla üretilmesi zor veya imkânsız olan tasarımları mümkün kılmasının yanı sıra, üretim sürecinden hammaddeye kadar sürdürülebilirliğe de önemli katkıları bulunmuştur. Klasik yöntemlerle gerçekleştirilen üretimlerdeki zaman, enerji, maliyet gibi faktörleri minimuma indirmiştir. Öncelikle bir ürünün üretim aşamasında kullanılan iş gücünü ortadan kaldırarak enerji ve zaman tasarrufu sağlamaktadır. Sonrasında ürün tasarlanıp üretildiğinde ortaya çıkan nakliye sorununu ve bu nakliye sürecindeki karbon ayak izimizi sıfırlayarak çevreye fayda sağlamaktadır. Kullanım ömrünü yitiren tasarımlar ise tekrar kullanılmak üzere dönüştürülebilir ya da doğaya karışabilmektedir. Her adımında sürdürülebilirliğe önemli bir katkı sağlayabilecek güçtedir. Bu gibi avantajları sayesinde MIT'nin araştırmaları da gösteriyor ki bir ürünün üretiminde 3 boyutlu yazıcı kullanmanın %40 ile %60 oranında enerji tasarrufu sağlamaktadır. Üretim sırasında oluşan atık miktarını %70 ile %90 oranında engellemekte ve oluşan minimum atığında geri dönüşümüne imkân tanımaktadır. Bu çalışmada 3 boyutlu yazıcılarda çoğunlukla kullanılan plastik hammadde yerine organik atık, ahşap, toprak ve geri dönüşüm malzemelerinin kullanılabilirliği araştırılarak örnek tasarımlar incelenmiştir. Bu ham maddelerin iç mekân tasarımında 3 boyutlu yazıcılar sayesinde duvarlardan ürün tasarımına kadar pek çok farklı noktada kullanılabilirliği görülmüştür. Elde edilen örneklerde gösteriyor ki 3 boyutlu yazıcılar erişilebilirliği en üst seviyeye çıkararak dijital ortamda tasarladığımız ürünleri ya da hazır tasarımların üretimini tek parça olarak evlerimizde gerçekleştirmemize olanak sağlayacak düzeydedir. Bu yazıcılarla uyumlu tasarım ve yazılım programlarının gelişmesi, yapay zekanın devreye girmesi, bu alanda eğitim ve teşviklerin artması gibi gelişmeler ile birlikte de büyük bir potansiyele sahip olduğu söylenebilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Bandyopadhyay, A. & Bose, S. (2015). Additive manufacturing. FL: CRC Press.
- Bergman, D. (2011). Sustainable Design. A critical guide for architects and interior, lighting and environmental designers. NYC: Princeton Architectural Press.
- Gökmeral, E. B. (2014). Sürdürülebilir ve bütünleşik bina tasarım süreçlerinde iç mimarlık. Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kennedy, P. (2016). Inventology: How we dream up things that change the world. NYC: Houghton Mifflin Harcourt.
- Küçükerbaş, M. N. (2021). Üç boyutlu yazıcıların doğal hayatın sürdürülebilirliği alanında kullanımı. Akademik Sanat Dergisi, 13, 36-49.
- Matias, E. & Rao, B. (2015, Ağustos). 3D printing: On its historical evolution and the implications for business, Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, NYC.
- Mısır, M. (2016). Uluslararası Ormanlık. <https://slidetodoc.com/uluslararar-ormanclk-prof-dr-mehmet-misir-ekim-2016/> adresinden 3 Ocak 2022 tarihinde indirilmiştir.
- Özer, A. Ö. (1995). Güncel bir tartışma: sürdürülebilir kalkınma. Planlama Dergisi, 3, 21-26.
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2, 57-73.
- Tümer, M.B (2020). Üç boyutlu yazıcılar ve günümüz mimarisinde kullanımı. Işık Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Sevim, S. & Tutaş, V. (2020). 3 boyutlu yazıcıların çağdaş seramik tasarımına yansması. Sanat ve Tasarım Dergisi, 26, 627-645.
- Şahin, K. & Turan, B. O. (2018). 3 Boyutlu yazıcı teknolojilerinin karşılaştırmalı analizi. Stratejik ve Sosyal Araştırma Dergisi, 2, 97-116.
- URL-1, 3d yazıcı ile sürdürülebilir bir ev. Erişim adresi: <https://www.ekoyapidergisi.org/gecmis-ve-gelecek-arasinda-bir-bag> (Erişim: 28 Ocak 2022)
- URL-2, 3d baskı ve sürdürülebilirlik. Erişim adresi: <https://blog.3dortgen.com/3d-baski-ve-surdurulebilirlik/> (Erişim: 6 Kasım 2021)
- URL-3, 80'lerden bugüne 3d baskı teknolojilerinin kısa tarihi. Erişim adresi: <https://www.tridi.co/blog/80-lerden-bugune-3d-baski-teknolojilerinin-kisa-tarihi/> (Erişim: 7 Kasım 2021)
- URL-4, Chuck hull: The father of 3d printing who shaped technology. Erişim adresi: <https://www.theguardian.com/business/2014/jun/22/chuck-hull-father-3d-printing-shaped-technology> (Erişim: 25 Aralık 2021)
- URL-5, Chiusoli, A. Tecla 3d printed house. Erişim adresi: <https://www.3dwasp.com/casa-stampata-in-3d-tecla> (Erişim: 23 Kasım 2021)
- URL-6 Ekolojik ve sürdürülebilir tasarım anlayışı nedir? Erişim adresi: <https://blog.burotime.com/ekolojik-ve-surdurulebilir-tasarim-anlayisi-nedir/> (Erişim: 15 Kasım 2021)
- URL-7, Great pacific garbage patch. Erişim adresi: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/> (Erişim: 4 Ocak 2022)
- URL-8, NorDan 3d printed window. Erişim adresi: <https://nordan.co.uk/explore/blog/nordan-puts-swedish-innovation-on-the-map> (Erişim: 25 Kasım 2021)
- URL-9, Ohmie the orange lamp. Erişim adresi: <https://www.ohmie-krilldesign.net> (Erişim: 28 Ocak 2022)
- URL-10, Plastik atıklar 3d baskı ile mobilyaya dönüşüyor. Erişim adresi: <https://www.yesilodak.com/plastik-atiklar-3d-baski-ile-mobilyaya-donusuyor> (Erişim: 22 Kasım 2021)
- URL-11, Print your city- Amsterdam. Erişim adresi: <https://thenewraw.org/Print-Your-City-Amsterdam> (Erişim: 18 Kasım 2021)
- URL-12, Tuna, B. Sıfır Atık 2019. Erişim adresi: <https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/haberler/turkiye-nin-iki-kati-olan-bu-dev-ada-hic-kimsenin-ve-herkesin> (Erişim: 18 Kasım 2021)
- URL-13, 3d Baskıyı Hızlandırma. Erişim adresi: <https://energy.mit.edu/>