

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN DOĞAL HAYATIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ALANINDA KULLANIMI

The Use of Three-Dimensional Printers in The Field of Sustainability of Natural Life

Merve Nil KÜÇÜKERBAŞ¹

ÖZET

İlk kez 1970'li yılların başında keşfedilen üç boyutlu yazıcı teknolojileri başlangıçta sadece plastik prototipler üretmekteyken günümüzde ise plastiğin yanı sıra metal, cam, beton ve seramik gibi pek çok malzemeyle üretim yapabilmektedirler. Seramik malzeme çok geniş kullanım ve üretim alanına sahiptir. Öyle ki bu alanlar geleneksel üretimden endüstriyel tasarım ürünlerine, sağlık sektöründen savunma ve uzay sanayiine varacak kadar geniş bir yelpazededir. Seramik üretiminde kullanım alanlarını iyice genişleten ve yerini her geçen gün daha da sağlamlaştıran üç boyutlu yazıcılar seramik alanı dahil kullandıkları tüm alanlarda devrim niteliğinde yenilikler yapılabilmesini de sağlamaktadırlar. Yüzyıllar boyunca doğayı sınırsız bir kaynak olarak gören insanoğlu doğal kaynakları hoyratça kullanarak çevresel birtakım sorunların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Özellikle sanayi devriminden sonra hızla gelişen teknolojinin düşüncesizce kullanımını doğal kaynakların hızla tükenmesinde ve doğanın kirlenmesine sebep olmuştur. Günümüzde doğal kaynakların hızla tükenmesi ve buna ek olarak insan nüfusundaki hızlı artış doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından yeni çözüm arayışını da zorunlu hale getirmiştir. Üç boyutlu yazıcı teknolojileri özellikle son zamanlarda sürdürülebilir yaşam alanında da aktif rol oynamaktadır. Son yıllarda dünyanın dört bir yanında geliştirilen projelerle topraksız tarım, mercan resiflerinin yeniden canlandırılması, eko-sürdürülebilir konut gibi doğal yaşamın sürdürülebilirliğini arttıracak projelerle doğaya yüksek oranda katkı sağlayan üç boyutlu yazıcılar bu alanlarda da kullanımlarını giderek yaygınlaşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğal yaşam, sürdürülebilirlik, seramik, üç boyutlu yazıcı, teknoloji

ABSTRACT

Three-dimensional printer technologies, which were first discovered in the early 1970s, initially produced only plastic prototypes, but today they can produce many materials such as metal, glass, concrete and ceramics as well as plastic. Ceramic materials have very wide usage and production area. These areas are in a wide range from traditional production to industrial design products, from the health sector to the defense and space industry. Three-dimensional printers, which expand their usage areas in ceramic production and strengthen their place day by day, also enable revolutionary innovations in all areas where they are used, including the ceramic field. For centuries, human beings, who regarded nature as an unlimited resource, have caused some environmental problems by using natural resources rudely. The thoughtless use of technology, which developed rapidly especially after the industrial revolution, caused the rapid depletion of natural resources and pollution of nature. Today, the rapid depletion of natural resources and the rapid increase in the human population have made it necessary to seek new solutions for the sustainability of natural resources. Three-dimensional printer technologies have been playing an active role in sustainable living, especially recently. In recent years, Three-dimensional printers, which contribute to nature with projects that will increase the sustainability of natural life such as soilless agriculture, revitalization of coral reefs, and eco-sustainable housing, are becoming increasingly common in these areas.

Keywords: Natural life, sustainability, ceramics, three dimensional printer, technology.

EXTENDED ABSTRACT

Every new demand of the human being who has been modernizing day by day on the history page has brought the rapid and continuous development of technology. The unlimited needs and demands of human beings have led to the thoughtless use of technology, which developed rapidly especially after the industrial revolution. In addition to the increasing consumption rate with the developing technology, the rapid increase in the world population has caused the limited natural resources to rapidly decrease and become polluted. The increase in industrialization brought along urbanization, developments in technology and economy disrupted the balance between resources and needs, and the desire for social development began to become a threat to the future of humanity. The rapidly increasing environmental problems have led humanity to think and act together for a common solution. This solution, on the one hand, provides social development and prosperity, on the other hand, it is to be able to use its natural resources in a way that is sufficient for the existing human population and future generations. The concept of sustainability emerges at this point. The concept of sustainability is generally; It is used to mean to continue, to maintain, to support, to provide. The main feature of this concept is that it concerns the future of humanity and includes the protection of the resources of the area where it is used. In this context, the sustainability of natural life; It can be defined as an approach that attaches importance to protecting the ecological balance and human health while enabling social development, and aims to leave a livable natural environment to future generations by ensuring the rational management of natural resources (Tıraş, 2012: 60-66).

As in every field, using the developing technology for good or bad is always a choice in the hands of humanity. Three-dimensional printer technologies, which were developed in the early 1970s to produce plastic prototypes, are actively used today in many areas such as medicine, space industry, defense industry, art and design, and architecture. Three-dimensional printers have shown a very rapid technological development in parallel with the increase in their usage areas. Today, Three-dimensional printers can produce with materials such as metal, glass, concrete, ceramics as well as plastic materials.

It is an exciting development that Three-dimensional printer technologies have recently begun to take an active role in projects in the field of nature sustainability. Developed regarding the sustainability of the natural life around the world; Three-dimensional printers, which are increasingly used in projects such as soilless agriculture, revitalization of coral reefs, eco-sustainable houses, contribute to the nature at a high rate.

Three-dimensional printers save time and manpower in the production phase of new generation projects related to the sustainability of natural life, as well as working by using renewable energy sources such as wind and solar energy. Other reasons for the preference of three-dimensional printers in production are that materials obtained directly from nature, recyclable or compatible with nature can be used as building materials. Thus, while Three-dimensional printer technologies provide cost savings in projects, they allow the construction of units compatible with nature.

Although there are some research teams that prefer to use materials such as concrete and metal as mortar material in projects in the field of sustainability of natural life, ecologists think that such materials may cause various damages to the natural areas they are in over time. For this reason, clay material is generally preferred as a mortar material in these types of projects. The main reasons for this are that this soil-based material adapts to nature and does not pollute the environment in which it is built. Apart from that, this material provides sustainability in production as it is easily accessible. It is affordable and recyclable. It can be easily enriched with some natural additives and made suitable for the structure of the projects to be used.

In this study, the usage areas of Three-dimensional printers using soil and clay materials in projects related to sustainability of nature and the economical use of world resources and the advantages they provide in these areas are discussed.

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramı; kökeni itibarı ile Latince “Sustinere” kelimesinden gelmektedir. Bu kavram; devam ettirmek, sürdürmek, desteklemek, sağlamak, anlamlarında kullanılmaktadır. Pek çok farklı alanda kullanılan sürdürülebilirlik kavramının temel özelliği, insanlığın geleceğini konu edinmesi ve kullanıldığı alanın kaynaklarının korunmasını içeriyor olmasıdır. Sürdürülebilirlik kavramı gerçekte yiyecek, sağlık, eğitim ve barınma gibi insan refahının en önemli unsurlarını içine alan bir kavramdır.

Sanayi devriminden sonra seri üretim alanındaki teknolojik gelişmeler ve hızlı nüfus artışı üretim miktarında da artışa sebebiyet vermiş ve dolayısıyla bu durum kaynakların tüketimini de arttırmıştır. İnsan artan tüketim ve üretim ihtiyacını karşılamak için sınırsız bir kaynak olarak gördüğü doğayı umursamazca kullanmıştır. İnsanın ihtiyaçlarının sonsuzluğu, taleplerinde sonsuzluğunu gerektirmiş, ortaya çıkan yeni talepler teknolojinin gelişimini devam ettirmesini sağlamıştır (Tıraş, 2012: 58-59-66).

Çağımızda hala gelişmekte olan teknoloji; 21. yy. insanın alışkanlıkları ve yaşam biçimleri ile ilgili önemli değişimler yaratmıştır. Üç boyutlu yazıcılar, bilgisayar destekli tasarım programları, robot kollar gibi pek çok teknolojinin günlük hayatta aktif olarak kullanılması bu etkileşimine kanıt olarak gösterilebilir (Kayalıoğlu, Hakan, 2020: 1533). Sürekli gelişen fikirler ve projelerle paralel olarak üç boyutlu yazıcı teknolojileri de hızla gelişmiş ve kullanım alanları yaygınlaşmıştır.

Her alanda olduğu gibi teknoloji alanının da kötüye kullanılması sonucunda doğal kaynakların hızla tükendiği ve kirlendiği gözlemlenmektedir. Ancak üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin son zamanlarda doğal yaşamın sürdürülebilirliği alanında kullanımının artması oldukça heyecan verici bir gelişmedir.

Günümüzde doğal yaşamın sürdürülebilirliği ile ilgili projeler gerek çeşitli üniversitelere bağlı gerekse bağımsız araştırma ve tasarım ekiplerinin yanı sıra bağımsız tasarımcılar tarafından da yürütülmekte ve geliştirilmeye devam etmektedir.

Bu projelerde harç malzemesi olarak genellikle kil malzeme tercih edilmektedir. Bunun temel sebebi beton ve metal gibi malzemelerin zaman içinde buldukları doğal alanlara çeşitli zararlar verebileceği düşüncesidir. Diğer bazı sebepler ise toprak temelli bu malzemeye kolay ulaşılabilmesi ve böylece üretimde sürdürülebilirlik sağlanması, malzemenin doğal bazı katkı maddeleriyle kolayca zenginleştirilerek kullanılacak projelerin yapısına uygun hale getirilebilmesi, uygun fiyatlı ve geri dönüştürülebilir olmasıdır.

1. Eko-Sürdürülebilir Mimari Projelerde Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı ve Sağladığı Avantajlar

Doğal yaşamın sürdürülebilirliği ve dünya kaynaklarının tasarruflu kullanımı ile ilgili projeler incelendiğinde İtalyan tasarım ekibi olan WASP’ın – World’s Advanced Saving Project (Dünyanın Gelişmiş Tasarruf Projesi) bu kapsamda geliştirdiği eko-sürdürülebilir konut projelerinin ön plana çıktığı görülebilir (URL 7: 1). Dünya kaynaklarının mevcut dünya nüfusuna yetecek kadar çok olmadığı düşüncesinden yola çıkan WASP’ın bu projedeki öncelikli amacı hem yazıcıların kurulduğu çevredeki malzemeleri kullanarak hem de rüzgâr ve güneş enerjisi gibi doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak üç boyutlu yazıcılar yardımıyla yaşam alanları inşa etmektir. (URL 12: 4-5-6).

Eko-Sürdürülebilir konut projelerinde temel inşaa malzemesi olarak konutun inşaa edileceği bölgeden aldıkları toprağın içine bir miktar saman, kum, kireç yada bazı doğal atıklar ekleyerek inşaa ettikleri yapıların düşük maliyetli ve inşaa edildikleri çevreye uyumlu yapılar olmasını hedeflemiş olan WASP (URL 8: 7-10-11) bu hedeflerine paralel olarak inşaa harcının içine bölge şartlarına uyum sağlayarak yetiştirebilecek tohumlar da katarak mimari alanında yenilikçi bir yaklaşım geliştirmiştir (URL 7: 4).

Ekim 2018’de piyasaya sürülen ve ekibin üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş ilk mimari konut modeli olan Gaia, WASP ekibinin kendi tasarımı olan Crane WASP adındaki üç boyutlu yazıcı ile üretilmiştir (URL 2 : 5). Dünyanın ilk modüler ve çok seviyeli üç boyutlu yazıcısı olan Crane WASP, tekil ve daha kapsamlı mimari işleri birlikte inşaa etmek için özel olarak tasarlanmış bir yazıcıdır (URL 3 : 2).

Gaia, neredeyse sıfır çevresel etkiye sahip, hem enerji hem de iç mekan sağlığı açısından yüksek performanslı bir konut modülüdür. Üç boyutlu yazıcılarla birkaç hafta gibi kısa bir sürede basılan yapı, baskıda kullanılan malzemeler ve özel duvar yapısı sayesinde hem kışın hem de yazın iç mekandaki hava sıcaklığını ılık ve konforlu bir sıcaklık aralığında tuttuğundan, Isıtma veya soğutma işlemleri için enerji kullanmaya gerek duyulmamakta böylece enerji kaynaklarının tüketiminde tasarruf sağlanmasına katkı sağlamaktadır.

Gaia'nın inşasında ekibin üretim için özel olarak hazırladığı bir karışım kullanılmıştır. Bu karışımın içeriğinde % 25 (% 30 kil,% 40 silt¹ ve% 30 kum) oranında sahadan alınan toprak % 40 saman doğranmış pirinçten elde edilen bitkisel lifler, % 10 hidrolik kireç ve % 25 pirinç kabuğu bulunmaktadır. Elde edilen harç işlenebilir duruma gelip homojen bir hal alana kadar ıslak tava değirmeninde karıştırılır.

Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin kısa sürede grift yapılar üretebilmesi, bu tip yenilikçi yapıların geleneksel inşaat sistemleriyle üretilmesini imkansız kılmaktadır. Bu açıdan incelendiğinde üç boyutlu yazıcılar yeni bir inşaat pratiğini de mümkün kılmaktadır. Yapının üç boyutlu yazıcıyla basılan duvarlarının kalınlığı 40 cm olup toplam 30 metrekare duvar alanı için üretim süresi 10 gün olarak hesaplanmıştır. Tüm bu özellikleriyle Gaia düşük maliyetli yeni bir eko-sürdürülebilir konut modeli olarak karşımıza çıkmaktadır (URL 1) (Resim 1).



Resim 1. 2018'de piyasaya sürülen ilk üç boyutlu mimari konut modeli olan Gaia, (URL 15).

2012 yılından bu yana çömlekçi eşek arısından ilham alarak, en kısa sürede ve mümkün olan en sürdürülebilir şekilde üç boyutlu yazıcılarla basılan konutlar yaratan WASP'ın bir diğer eko-sürdürülebilir konut projesi ise TECLA adını verdikleri yerel araziden alınan tamamen yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılarak oluşturulan yeni bir dairesel konut modelidir. Tamamen yerel topraktan elde edilen, karbon-nötr ve her türlü iklime uyartılabilen yeni bir dairesel konut modeli olan TECLA adını Technology and Clay (Teknoloji ve Kil) 'den almaktadır. Proje, yerel hammaddelerin değerinin dijital tasarımla güçlendirildiği binalar ve yeni yerleşim alanları için benzersiz bir bakış açısını temsil etmektedir. Projenin çift kubbeli tasarımı aynı zamanda hem çatı hem de dış cephe kaplaması rollerini üstlenerek konutu her yönden yüksek performanslı hale getirmektedir. Tüm bunların yanı sıra bu proje üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin inşaat süreçlerini optimize ederek enerji ve insan kaynaklarını en aza indirerek yeni yaşam alanları inşa edilebileceğinin göstergesi niteliğindedir (URL 3) (Resim 2-3).

¹ Silt, kumdan küçük kilden büyük taneli malzemeye verilen isimdir. Genelde 0,002 milimetre ile 0,1 milimetre arasındaki alüminyum silikatlardan oluşur (URL 27).



Resim 2. İtalyan tasarım ekibi WASP'ın geliştirdiği üç boyutlu yazıcı ile üretilen TECLA ev prototipi, (URL 16).



Resim 3. İtalyan tasarım ekibi WASP'ın geliştirdiği üç boyutlu yazıcı ile üretilen TECLA ev prototipi ve duvar yapısı, (URL 17).

Üç boyutlu yazıcı teknolojisinin insan gücü, enerji ve zaman açısından sunduğu avantajlar çimento gibi eski geleneksel ve kirlenici malzemeler kullanıldığında öncekinden daha hızlı bir küresel kirlenmeye yol açabilir. Tüm bu tehlikelerin farkında olan WASP'ın devrim niteliğindeki yenilikler sağlayabilecek bir başka projesi ise kilin kururken küçülmesini engellemek amacıyla yazılabilir karışıma bazı yabancı bitki tohumlarının eklenmesi üzerine kuruludur. Tohumların kilin içindeki nemi emerek büyümesi ve büyüyen köklerin tamamen doğal gömülü bir tür "zırh" haline gelerek kendi içinde sürdürülebilir bir habitat oluşturması amaçlanmaktadır. Böylece kilin kuruyarak küçülmesi sorununa kullanışlı bir çözüm sunulurken kökler sayesinde pekişecek olan malzemenin de daha kalıcı bir şekilde sabitleneceği ve böylece değişmeden tamamen kurumaya olanak sağlanacağı düşünülmektedir. Mimari, botanik ve üç boyutlu baskı uzmanlarından oluşan ekip bu konuyla alakalı araştırmalarını sürdürmektedir (URL 7) (Resim 4).



Resim 4. İtalyan tasarım ekibi WASP'ın yeşil ev projesi kapsamında geliştirdiği ve Di+LAB tarafından yapılan ilk denemeler, (URL 18).

2. Mercan Resiflerinin Korunması ve Restorasyonu Alanında Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı

Doğal yaşamın sürdürülebilirliği alanındaki bir diğer önemli proje ise mercan resiflerini korumak ve yeniden canlandırmak amacıyla çeşitli araştırma grupları tarafından yürütülen projelerdir. Mercan resifleriyle ilgili çalışmalar yapan ekiplerin bazıları beton malzeme kullanarak üç boyutlu yazıcıyla üretilmiş formlar elde ederken bazı ekipler ise gemi gibi metal malzemeleri direk deniz tabanına batırarak doğal yaşamın gelişmesine katkı sağlamaya çalışmaktadır. Fakat araştırmacılar bu tip malzemelerin uzun vadede deniz tabanına zarar verebileceğini veya suyun kimyasını değiştirebileceğini düşünmektedir. Bu sebeple bazı araştırma ekipleri çevresel etkiyi en aza indirebilmek için baskı malzemesi olarak kil tercih etmektedir (URL 5).

Bu ekiplerden biri Hong Kong Üniversitesi'ndeki (HKU) bilim insanlarından oluşan araştırma ekibidir. Bu ekip Hoi Ha Wan Deniz Parkı'ndaki bir mercan resifini onarmak amaçlı uyguladıkları proje kapsamında; resiflerde yeniden mercan yetişmesini teşvik etmek için özel olarak dizayn edilmiş kompleks yapılara sahip 128 altıgen kil karo tasarlamış ve üç boyutlu yazıcıda yazdırmıştır. Yazdırdıkları karoları körfezin etrafındaki üç bölgeye yerleştiren ekip, bu özel tasarım pişmiş toprak karoları kullanarak kumlu deniz tabanına tutunamayan mercanlar için sert bir temel oluşturmayı ve böylece hayatta kalma şanslarını artırmayı amaçlamıştır (Resim 5-6).

Zaman içinde gelişebilecek çökmeleri önlemek için altıgen formda ve toplam altı ayaklı olacak şekilde tasarlanan bu karoların her biri 65 cm çapında ve 20 kg ağırlığındadır. 1125 °C sıcaklıkta pişirilen karolar mercanların yüzeye bağlanmasını kolaylaştırmak için özel bir tasarıma sahiptir. Körfezdeki en yaygın üç farklı mercan türünden alınan örnekler deniz tabanına yerleştirilen bu karolar üzerine konuşlandırılmıştır. Bu süreçte araştırmacılar yapay resifleri doğal göstermeyi başarmış ve böylece diğer deniz canlılarının da yaşayıp gelişebileceği bir habitat yaratabilmişlerdir. Kullanılan karo desenlerinden en uygun olanını belirlemek için araştırmacılar veri toplayıp kontroller yapmaya devam etmektedirler (URL 6).



Resim 5. Hong Kong Üniversitesi'nden (HKU) bilim insanlarından oluşan araştırma ekibinin, Hoi Ha Wan Deniz Parkı'ndaki bir mercan resifini onarmak için geliştirdikleri altgen seramik karolar, (URL 19).



Resim 6. Hoi Ha Wan Deniz Parkı'ndaki bir mercan resifini onarmak için geliştirilen altgen seramik karoların körfez tabanına yerleştirilişi, (URL 20).

Son yıllarda üç boyutlu yazıcılar yosun büyümesini teşvik etmek ve denizlerdeki doğal yaşamı korumak amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu yazıcıları kullanarak mercan resiflerine katkı sağlamayı amaçlayan bir diğer kuruluş ise Ohio merkezli bir kuruluş olan SECORE International'dır (URL 11 : 2). Mercan resiflerinin korunması ve restorasyonu alanında önde gelen bir kuruluş olan SECORE International (SEXual CORal REproduction- Eşeyli Mercan Üremesi), üç boyutlu yazıcılar alanında önemli bir araştırma ekibi olan Emerging Objects (Gelişen Objeler) ile iş birliği yaparak seramik malzemeyle üretilmiş mercan tohumlama üniteleri oluşturmuştur. Mercan larvalarına habitat oluşturmak amacıyla gerçekleştirdikleri ortak proje kapsamında ürettikleri tasarımın temel amacı; üretilen seramik formların resife manuel olarak tutturulması ve üzerine yapay tohumlama yapılması yerine, mercanların form

üzerinde doğal yollarla kendiliğinden yerleşebilmelerini sağlamaktır. Mercanların tutunabilecekleri bir zemin yaratılıp bu sayede resiflerin kendilerini restore etmelerini sağlayacak ortamın oluşturulması amaçlanmaktadır. Mercan larvalarının yerleşmeleri için oldukça cazip olan bu tohumlama üniteleri vahşi yaşamdaki mercanların düşük olan hayatta kalma oranlarını artırmaktadır.

Bu proje kapsamında Emerging Objects (Gelişen Objeler), California Bilimler Akademisi, Autodesk Vakfı ve SECORE bilim adamlarıyla birlikte, altı farklı modelde tohumlama ünitesi prototipi tasarlanmış ve daha sonra Boston Ceramics (Boston Seramik) ile ortaklık kurarak Guam, Curaçao, Avustralya, Barbados, Meksika gibi dünyanın çeşitli yerlerinde test edilen toplam 3.600 adet, üç boyutlu yazıcıyla basılmış seramik tohumlama ünitesi üretmişlerdir (Resim 7-8-9-10).

Seramik malzemeye uygun üç boyutlu baskı teknikleriyle üretilen tohumlama üniteleri üzerinde yapılan gözlemler sonucunda, bu ünitelerinin yosun gibi rakip organizmaların büyümesini engellerken mercanların yerleşmesi için uygun dokulardan oluştuğu sonucuna varılmıştır. Tohumlama üniteleri bu özelliklerinin yanı sıra deniz tabanındaki yarıklara ve deliklere tutunarak resife bağlanmayı sağlayan bir forma sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu özellikler ünitelerin bir yandan deniz tabanına kolayca tutunmalarını sağlarken diğer yandan ise mercanları yırtıcılardan korumaktadır. Tüm bu yenilikler mercan resifi restorasyonundaki sorunlara çözüm getirilmek amacıyla atılmış önemli adımlardır (URL 4).



Resim 7. Emerging Objects tarafından tasarlanıp üretilmiş mercan tohumlama ünitesi prototipi, (URL 21).



Resim 8. Emerging Objects tarafından tasarlanıp üretilmiş farklı modellerdeki mercan tohumlama ünitesi prototipleri, (URL 22).



Resim 9. Emerging Objects tarafından tasarlanıp üretilmiş farklı modellerdeki mercan tohumlama ünitelerinin okyanus tabanına yerleştirilmesi, (URL 23).



Resim 10. Mercan tohumlama ünitelerinin okyanus tabanındaki görüntüsü, (URL 24).

3.Topraksız Tarım Alanında Üç Boyutlu Yazıcılar Kullanılarak Üretilen Tasarımlar

Üç boyutlu yazıcı teknolojileri mimaride ve doğa dostu projelerde kullanılmaya devam ederken yeni nesil tasarımlarla da ekolojiye dolaylı yoldan katkı sağlamaktadır. Hem yenilikçi hem doğa dostu bu tasarımlardan bir tanesi ise topraksız tarım ile evde bitki yetiştirebilmek için bir alternatif yöntem sağlayan hidroponik saksılardır. Kelime anlamı olarak hidroponik; besin çözeltisi içerisinde desteksiz olarak bitki yetiştiriciliği anlamına gelmektedir (Bahçecilik-hidroponik sistemler, 2008 : 3).

2018 yılında endüstriyel tasarımcı Eran Zarhi ve eko-girişimci Elad Burko'nun girişimleri ve tasarım süreçleri sonucunda ilk örnekleri ortaya çıkan hidroponik saksılar malzeme, form ve tasarım açısından geliştirilerek günümüzdeki halini almışlardır. Ürünün gelişim aşamasında formu oluşturmak için parametrik² tasarım kullanılmıştır. Bu ilk parametrik tasarımdan yola çıkılarak birkaç prototip oluşturularak çeşitli tohum ve bitkilerle test edilmiştir. Algoritma³ ve tasarım testlerden elde edilen veriler doğrultusunda bitkilerin gelişimine uygun hale geliştirilmiştir. Tasarım günümüzde tamamen ya da kısmen üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilmektedir.

Ekibin seramik malzemeye üretilmiş tevaplanter adını verdikleri bu hidroponik saksı özel tasarımı sayesinde bitki tohumlarının eşit ve yeterli oranda sulanmasını sağlayarak topraksız tarım için elverişli ortam oluşturmaktadır. Dekoratif bir vazodan oluşan bu yeni nesil seramik saksılar iç kısımlarındaki boşluk sayesinde dış yüzeyde yetişecek bitkiler için bir su deposu görevi de görmektedir. Bitkiler veya bitki tohumları su ihtiyaçlarını tasarımın iç yüzeyinde bulunan sudan karşılarlarken tasarımın yüzeyinde yer alan yuva benzeri girintiler ve yüzey dokusu köklerin dış yüzeye tutunmasını sağlamaktadır (URL 9) (Resim 11-12).

Evde topraksız tarım yapılabilmesine olanak sağlamanın yanı sıra estetik görünümüleriyle de dikkat çeken bu hidroponik seramik saksılar; yüzeylerinde keten, chia, karabuğday, su teresi gibi yenilebilir bitki tohumlarının filizlenebilmesi için çok elverişlidirler. Bu tip tohumların saksı yüzeyinde bir iki hafta kadar kısa bir süre içinde büyüüp filizlendiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, ormanlarda veya su kaynaklarına yakın alanlarda doğal olarak büyüyen begonyalar, orkideler, eğrelti otları, etçil bitkiler, yosunlar gibi bitkilerin de bu yeni nesil saksıların yüzeyine doğal ortamlarındaymış gibi tutundukları ve hayatta kaldıkları tespit edilmiştir (URL 10).

² Parametrik terimi, matematikten (parametrik denklem) kaynaklanır ve bir denklemin veya sistemin nihai sonucunu değiştirmek veya değiştirmek için düzenlenebilen belirli parametrelerin veya değişkenlerin kullanımına atıfta bulunur (URL 13).

³ Orta Çağda ondalık sayı sistemine göre son zamanlarda ise iyi tanımlanmış kuralların ve işlemlerin adım adım uygulanmasıyla bir sorunun giderilmesi veya bir sonuca en hızlı biçimde ulaşılması işlemi (URL 14).

Topraksız tarım alanında büyük avantajlar sağlayan bu yeni nesil hidroponik seramik saksıların farklı yorumları ülkemizde de pek çok farklı tasarımcı tarafından üretilmektedir (Resim 13).



Resim 11. Eran Zarhi ve Elad Burko'nun tarafından tasarlanan hidroponik seramik saksı, (URL 25).



Resim 12. Eran Zarhi ve Elad Burko'nun tarafından tasarlanan hidroponik seramik saksı, (URL 26).



Resim 13. Fatih Aslan tarafından tasarlanıp üretilen kare prizma formu hidroponik seramik saksı örneği, (Fatih Aslan).

SONUÇ

Doğduğu andan itibaren çevreyle doğrudan etkileşim içinde olan insan gelişen teknolojinin yardımıyla refah seviyesini yükseltmek için doğayı kullanmış ve yaşadığı çevreyi değiştirmiştir. Özellikle sanayi devrimi ile birlikte insanoğlunun doğa ile olan ilişkisinde negatif yönde bir artış görülmektedir. Gelişen teknolojinin fütursuz kullanımı doğal kaynakların hızla tükenmesine ve tüm canlıların geleceğini tehdit edecek boyutta çevresel bozulmalara yol açmıştır. Oysaki insan refahının devamlılığı, çevrenin ve doğal kaynaklarında devamlılığıyla doğrudan bağlantılıdır.

Doğal kaynakların sınırlı olduğu ve tükenebileceği gerçeği karşısında çevrenin korunması ve bu durumun süreklilik arz etmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu bağlamda geliştirilebilecek çözüm önerileri doğal kaynakların tasarruflu kullanılarak, gelecek nesillere de aktarılmasının sağlanması olarak özetlenebilir. Bu durum ancak toplumların tüketim toplumu olmaktan sıyrılarak çevre dostu, bilinçli tüketim yapan, doğaya saygılı toplumlara dönüşmesiyle mümkündür (Tıraş, 2012: 57-65).

Gelişen teknolojinin iyi yönde kullanımı doğal kaynakların, mevcut nüfusun ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını gözeterek, doğru ve tasarruflu tüketilmesini sağlayacaktır. Bu noktada üç boyutlu yazıcı teknolojileri doğanın sürdürülebilirliği alanında sağladıkları avantajlarla ön plana çıkmaktadır. Bu avantajlar; rüzgâr ve güneş enerjisi gibi sürdürülebilir enerjiler kullanarak çalışabilmeleri, sarf malzemesi olarak doğadan alınan malzemelerin kullanılmasına olanak tanımaları, zaman, insan gücü ve maliyet açısından tasarruf sağlamaları olarak sıralanabilir.

Doğanın sürdürülebilirliği alanında üç boyutlu yazıcılarla hayata geçirilen tasarım ve projelerde beton, metal, plastik gibi doğaya uzun vadede zarar verebilecek malzemeler yerine kil malzemenin kullanımı tercih edilmektedir. Sarf malzemesi olarak kilin tercih edilmesinin sebepleri; doğada bolca bulunabilmesi, geri dönüştürülebilir olması, doğal atıklar veya doğal katkı maddeleri ile kolayca zenginleştirilebilmesi ve böylece kullanılacakları projelerin yapısına uygun hale gelebilmesi, kullanıldıkları alanın doğal yapısında herhangi bir bozulmaya sebebiyet vermemesi şeklinde sıralanabilir. Ayrıca kil, üç boyutlu yazıcı teknolojileriyle birlikte kullanıldığında plastik yapısı sayesinde karmaşık formların üretimini kolaylaştırabilir. Tüm bu özellikleri düşünüldüğünde kil malzeme doğanın sürdürülebilirliği alanında yerini günden güne sağlamlaştırmaya devam edecektir.

Sağladığı tüm bu avantajlar sebebiyle üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin doğanın sürdürülebilirliği alanında kullanımı ülkemizde de teşvik edilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Kısa vadede özellikle topraksız tarım alanında yeni tasarımlar geliştirilmek üzerine araştırmalar yapıp ürün çeşitliliği artırılabilir. Topraksız tarım alanında yapılacak yenilikler özellikle şehir hayatı içinde doğadan uzak kalmış bireylere organik ve sağlıklı çözümler sunacaktır. Uzun vade de ise; yurt dışında olduğu gibi ülkemizde de hem doğanın sürdürülebilirliği hem de toplumdaki refahının artışı amacıyla yeni fikir ve projeler üretebilecek tasarım ekipleri oluşturulmalıdır. Oluşturulan bu ekipler hali hazırda bu alanda çalışmalar yapmakta olan yurt dışı temelli araştırma ekipleri ile iş birliği yaparak büyük çaplı ortak projeler geliştirilmelidir.

Bunun yanı sıra ülkemizin geleneksel kerpiç evlerinden ilham alınarak üç boyutlu yazıcı teknolojiyle yeni mimari projeler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Böylece yeni teknoloji ile geleneksel inşa sistemleri ortak bir noktada birleştirilerek, yerel malzemeyle düşük maliyetli yapılar inşa edilebilir.

Doğal kaynaklar ve teknolojinin gücünün birleştirilerek oluşturulan bu yeni nesil projelerin tanıtımları doğru şekilde yapılmalı ve bu projeler maddi açıdan toplum tarafından ulaşılabilir olmalıdır. Böylece uzun vadede sürdürülebilirlik kavramı, yaşam biçimi olarak toplumumuza benimsetilebilir. Doğanın sürdürülebilirliğini yaşam biçimi olarak benimsemiş toplumlarda mevcut nüfusun ve gelecek nesillerin hayat kalitelerinde büyük bir yükseliş olacağı öngörülebilir bir sonuçtur.

Temel amacı doğanın sürdürülebilirliği olan tüm bu uygulamalarda yenilenebilir kaynakların kullanım seviyesinin, kaynakların yeniden oluşum seviyesini aşmamasına dikkat edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Bahçecilik-Hidroponik Sistemler. (2008). *Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*, 3. Ankara, Türkiye, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/hidroponik_sistemler.pdf, Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- Kayaloğlu, A. C. ve Hakan, E. (2020). Üç Boyutlu Tarayıcı ve Üç Boyutlu Yazıcı Yardımıyla Seramik Form Şekillendirme, *İdil Sanat ve Dil Dergisi*, 1533-1540.
- Resim 13: Fatih Aslan.
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 57-73.
- URL 1: <https://www.3dwasp.com/casa-stampata-in-3d-gaia/>, Erişim Tarihi: 03.04.2021.
- URL 2: <https://www.3dwasp.com/en/3d-printing-for-sustainable-living/>, Erişim Tarihi: 03.04.2021.
- URL 3: <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/>, Erişim Tarihi: 03.04.2021.
- URL 4: <http://emergingobjects.com/project/coral-reef-seeding-units/>, Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- URL 5: <https://phys.org/news/2021-03-hong-kong-fragile-coral-reefs.html>, Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- URL 6: <https://3dprintingindustry.com/news/hong-kong-university-researchers-develop-3d-printed-terracotta-tiles-to-restore-coral-reef-176864/>, Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- URL 7: <https://www.3dwasp.com/en/printing-seed-green-home/>, Erişim Tarihi: 03.04.2021.
- URL 8: <https://www.3dwasp.com/case-stampate-in-3d-per-un-rinnovato-equilibrio-tra-tecnologia-e-ambiente/>, Erişim Tarihi: 03.04.2021.
- URL9:https://www.kickstarter.com/projects/terraplanter/terra-planter-the-inside-out-hydroponic-planter-pot?ref=cadxcz&utm_source=jellop&ja=z2aimakj&utm_term=134.ja&utm_content=Terraplanter_NY-VD06&utm_medium=facebook&utm_campaign=1589873790750.xsla, Erişim Tarihi: 06.05.2021.
- URL 10: <https://tevaplanter.com/pages/faq>, Erişim Tarihi: 06.05.2021.
- URL 11: <https://3dprintingindustry.com/news/interview-secore-internationals-aric-bickel-on-additive-manufacturing-and-reef-conservation-148155/>, Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- URL 12: <http://www.wasproject.it/w/en/about-us/>, Erişim Tarihi: 05.04.2021.
- URL13:[https://kelimeler.gen.tr/algorithm-nedir-ne-demek-11327#:~:text=a.%20\(algori'tma\),bi%C3%A7imde%20ula%C5%9F%C4%B1lmas%C4%B1%20i%C5%9Flemi%2C%20Harezmi%20yolu](https://kelimeler.gen.tr/algorithm-nedir-ne-demek-11327#:~:text=a.%20(algori'tma),bi%C3%A7imde%20ula%C5%9F%C4%B1lmas%C4%B1%20i%C5%9Flemi%2C%20Harezmi%20yolu), Erişim Tarihi: 20.05.2021.
- URL 14: https://tr.wikipedia.org/wiki/Parametrik_tasar%C4%B1m, Erişim Tarihi: 20.05.2021.
- URL 15: https://www.3dwasp.com/wp-content/uploads/2018/09/3D-printed-house-Gaia-WASP-Italy-photo1_WEB.jpg, Erişim Tarihi: 18.02.2021.
- URL 16: <https://www.3dwasp.com/wp-content/uploads/2019/10/Tecla-3D-printed-house-WASP-img1.jpg>, Erişim Tarihi: 18.02.2021.
- URL 17: <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/>, Erişim Tarihi: 18.02.2021.
- URL 18: https://www.3dwasp.com/wp-content/uploads/2015/03/stampa3d_-LAB_germogli-1024x1024.jpg, Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- URL 19: <https://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2020/10/image-3-tiles-1024x682.jpeg>, Erişim Tarihi: 01.05.2021.
- URL 20: <https://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2020/10/image-3-1024x782.jpg>, Erişim Tarihi: 01.05.2021.
- URL 21: http://emergingobjects.com/wp-content/uploads/2019/07/loopy-seeding-unit_1000.jpg, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- URL 22: http://emergingobjects.com/wp-content/uploads/2019/07/img_4385-1_1000.jpg, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- URL 23: http://emergingobjects.com/wp-content/uploads/2019/07/Divers_1000.jpg, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- URL 24: http://emergingobjects.com/wpcontent/uploads/2019/07/dscn0042johnparkinson_1000.jpg, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- URL 25: <https://www.thisiscolossal.com/wp-content/uploads/2020/05/terraplanter-8.jpg>, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- URL 26: <https://www.thisiscolossal.com/wp-content/uploads/2020/05/terraplanter-5.jpg>, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- URL 27: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Silt>, Erişim Tarihi: 27.07.2021.