

## SERAMİK SANATINDA KULLANILAN ÜÇ BOYUTLU SERAMİK YAZICILARDA PROCESSİNG KOD YAZILIMIYLA YAPAY ZEKANIN UYUMU

Öğr. Gör. Ekrem COŞKUN\*  
Öğr. Gör. Dr. Melike NÜKTE DİNÇER\*\*

### ÖZET

Yapay zeka, son yıllarda sanat alanında çarpıcı örnekler vermekte ve konuyla ilgili yazılmış makaleler ile sıkça gündeme gelmektedir. Bu araştırmada, yapay zeka ile makine öğreniminin nasıl gerçekleştiği, sistematik olarak üretim aşamalarının mühendislik kısmını açıklamaktan ziyade, ortaya konulan uygulamaların literatüre ne şekilde geçtiği ve izleyici tarafından nasıl karşılandığı incelenmektedir. Ayrıca çalışma, güncel sanatta örnekler üzerinden yapay zekanın kullanım alanlarını irdelemektedir. Seramik sanatının teknolojiyle uyumlu araçlarından biri olan üç boyutlu seramik yazıcılar yapay zeka öğrenimine uygun görülmüş, özellikle harç yığıma yöntemiyle çalışan üç boyutlu yazıcılarda processing kod yazılımıyla yapay zekanın uyum gösterebileceği saptanmıştır. Processing kod yazılımıyla seslerin kodlanması ve kodlanan seslerin yazıcılarla seramik form haline getirilmesiyle makine öğreniminin seramik sanatı için elverişli olduğu fikri ortaya çıkmıştır. Processing yazılımında kodlar yazılımcılar tarafından yazılıp programlanmaktadır. Buna bağlı olarak yapay zeka algoritmalarında makine öğrenimi, varolan kodları yapay zekanın tanınması ve özgün seçimler yapmasıyla gerçekleşmektedir. Yazılımcılar tarafından oluşturulan kodlar yapay zekanın tanıyacağı ve yorumlayacağı, özgün seçimler yapabileceği hale getirildiği takdirde, processing kod yazılımı ile yapay zekanın seramik form üretimi mümkün hale gelecektir. Çalışmada üç boyutlu seramik yazıcıların çalışma prensibine değinilmiş, processing kod ve yapay zekanın entegre çalışma olanağı açıklanmıştır. Bu araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden gelişim araştırmaları modeli esas alınarak yürütülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay zeka, Seramik, Üç boyutlu yazıcı, Sanat, Processing kod.

Geliş Tarihi: 17.10.2022

Kabul Tarihi: 13.06.2023

Makale Türü: Araştırma Makalesi

\*Necmettin Erbakan Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi, Seramik Bölümü, ekrem.coskun@erbaka.edu.tr,  
ORCID: 0000-0001-7527-3220

\*\*Necmettin Erbakan Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi, Seramik Bölümü, mlknukte@gmail.com,  
ORCID: 0000-0001-5004-0359

## HARMONY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH PROCESSING CODE SOFTWARE IN THREE DIMENSIONAL CERAMIC PRINTERS USED IN CERAMIC ART

Lec. Ekrem COŞKUN\*  
Lec. Dr. Melike NÜKTE DİNÇER\*\*

### ABSTRACT

Artificial intelligence has been giving striking examples in the field of art in recent years and is frequently on the agenda with articles written on the subject. In this research, it is examined how artificial intelligence and machine learning are realized, how the applications put forward in the literature and whether they are accepted by the audience rather than explaining the engineering part of the production stages systematically. In addition, the study examines the usage areas of artificial intelligence through examples in contemporary art. Three-dimensional ceramic printers, one of the technology-compatible tools of ceramic art, were deemed suitable for artificial intelligence learning, and it was determined that processing code software and artificial intelligence could be compatible especially in three-dimensional printers working with fused deposition modeling. The concept that machine learning is suitable for ceramic art emerged by coding sounds with Processing code software and transforming the coded sounds into ceramic forms with printers. In the processing software, the codes are written and programmed by the programmers. Accordingly, machine learning in artificial intelligence algorithms is realized by artificial intelligence recognizing existing codes and making original choices. If the codes created by the software are made so that artificial intelligence can recognize and interpret them and make original choices, ceramic form production of artificial intelligence will be possible with the processing code software. In the study, the working principle of three-dimensional ceramic printers is mentioned, the processing code and the integrated working possibility of artificial intelligence are explained. This research was conducted on the basis of the developmental research model, one of the qualitative research methods.

**Keywords:** Artificial intelligence, Ceramics, 3D printer, Art, Processing code.

Received Date: 17.10.2022

Accepted Date: 13.06.2023

Article Types: Research Article

\*Necmettin Erbakan University, Faculty of Fine Arts and Architecture, Ceramics Department, ekrem.cosku@erbaka.edu.tr,  
ORCID: 0000-0001-7527-3220

\*\*Necmettin Erbakan University, Faculty of Fine Arts and Architecture, Ceramics Department, mlknukte@gmail.com,  
ORCID: 0000-0001-5004-0359

## 1. GİRİŞ

Seramik sanatı dünyada geniş bir yelpazede boy göstermektedir. Geleneksel ve çağdaş yorumlamalarda bulunan sanatçılar, değişen dünyayla birlikte özgün eserler ortaya çıkarmak için yeni bir soluk aramaktadır. Sanat ve teknolojinin birlikte kullanımına üç boyutlu yazıcılar örnek gösterilebilir. Üç boyutlu seramik yazıcılar seramik obje üretiminde sanatçıya ve üreticiye kolaylık sağlamaktadır. Yazıcılarla birlikte seramik form anlayışı genel hatlarıyla zengin bir görünüme kavuşmuştur. Sanat ve teknolojinin birlikte kullanımına üç boyutlu yazıcılar örnek gösterilebilir. Bilgisayar kodların mekanik seramik yazıcılar tarafından form haline getirilmesi ve bunun sonucunda istenilen objenin ortaya çıkması, insanın teknoloji ve sanatla neler yapabileceğinin küçük bir göstergesidir.

Yapay zekayla desteklenmiş seramik yazıcılar düşüncesi ise seramik sanatının çağın teknolojik gelişmelerine açık olduğu gerçeğinden ortaya çıkmaktadır. “Yapay zeka; insansı davranışlar gösterme, sayısal olarak mantık sağlama, hareket, konuşma ve ses algılama gibi pek çok yeteneği beraberinde taşır. Bu sayede yazılım ve donanım sistemleri bünyesinde barındırır. Yapay zeka, canlı bir organizmadan yararlanmadan, tümüyle yapay araçlar ile oluşturulmakta ve insana özgü davranışlar ve hareketler göstererek makinelerin çalışma sistemiyle çalışan teknolojik bir özelliktir” (Sucu ve Ataman, 2020: 41). Yapay zeka ile desteklenmiş üç boyutlu yazıcıların kullanımı ve seramik sanatında bu pratiğin yer edinmesi sanatçıyı sürecin dışında kalmış gibi gösterebilir. Ancak yapay zeka yoktan var olmuş bir kavram değildir. İnsan bütün kavramların başlangıcı ve geliştiricisidir. Dolayısıyla mekanik ve elektronik ortamda geliştirilen zeka unsurunda insanın yönlendirici rolü apaçık ortadadır. Bu yönlendirme, yapay zekanın öğrenmesinin hedeflendiği uygulamalar bütünüdür. Yani yapay zekaya aktif olması istenilen alan ile alakalı kodlar aktarılır ya da yapay zekanın bağlı olduğu mekaniğin özelliğine göre görseller tanıtılır.

Mekanik sistemde kamera mevcut ise yapay zeka bu öğrenme işlemini görselleri direkt tarayarak ve işlemcisine ileterek gerçekleştirir. Bu işlemde insanın rolü, yapay zekaya gelişmesini istediği alana göre doneler tanıtmaktır. Dolayısıyla yapay zekanın bir eğiticiye ihtiyacı vardır ve hep olacaktır. Yapay zeka düşüncesi bilim tarihinde uzun yıllar üzerinde çalışmalar yapılmış, hipotezler oluşturulmuş ve teoriler ile desteklenmiş bir konudur.

Bu araştırmada öncelikle yapay zekanın tarihsel gelişimi özet olarak incelenmiş, yapay zekanın sanat üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sanatın birçok disiplninde yapay zeka üretimi gerçekleşmiş ve eserler ortaya çıkmıştır. Ancak henüz seramik sanatı alanında yapay zeka ile üretilmiş bir form mevcut değildir. Makalede kıyaslamalar yapılarak ve önermeler sunularak seramik sanatının yapay zeka ile üretim yapmaya elverişli olduğu konusu üzerinde durulmuştur. Özellikle harç yığıma yöntemiyle çalışan üç boyutlu seramik yazıcılarda üretimin gerçekleşmesini sağlayan processing kod yazılımı, kodların makineye iletilmesi ve kodları algılayan makinenin kod direktifi doğrultusunda formu oluşturması yazılım ve üretim birlikteliği için ilgi çekicidir. Araştırma şu iki soru üzerinden ortaya çıkmaktadır: Processing kod yazılım programına kodlar yazılımcı ve sanatçı iş birliğiyle tanıtılırsa, yapay zeka bu kodlardan özgün seçimler yaparak üretim yapabilir mi? Kodlar aracılığıyla makinenin yapay zekayla karar vermesi ve özgün sanat eseri ortaya çıkarması ne kadar mümkündür? Ayrıca konunun literatür taraması yapıp yazınsal eksikliğini tespit edilmesi, araştırmanın literatüre olan katkısı açısından önemini ortaya çıkarmaktadır.

## 2. YAPAY ZEKANIN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ

Günümüzde birçok alanda adından sıklıkla bahsedilen yapay zeka yeni bir kavram gibi görünse de temelleri 1763 yılında atılmıştır (http1). Özellikle matematik bilimi ile uğraşan bilim adamları matematiksel hesaplamaların

evrendeki birçok sorunun cevabı olacağı konusunda araştırmalar yapmışlardır. Bu bağlamda, 1763 yılında Thomas Bayes bilimsel gelişmelerin ışığında kurulan hipotezlerin farklı varyasyonlarını hesaplamak adına olasılık işlemleri kullanmıştır (Bellhouse, 2004: 20). Bu işlemler makine öğreniminde önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmiş ve günümüzde yapay zekanın tarihsel gelişim sürecinde en eski kilometre taşlarından birisi olarak kabul edilmiştir. 19. yüzyıla gelindiğinde, 1842'de İngiliz matematikçi Ada Lovelace, Charles Babbage'ın ilk genel amaçlı mekanik bilgisayar için oluşturmaya çalıştığı algoritmasını yayınlamasına yardım etmiştir. Sadece algoritmayla ilgili kalmayan Lovelace, matematiğin ötesinde fırsatlar görmüştür. Yalnız sayıları değil, aynı zamanda her türlü karmaşıklığı çözebilecek bir bilgisayar hayal etmiştir (Anderson, 2020: 4). O zamanlar makinelerin saf hesaplamaların ötesinde uygulamalara sahip olması devrim niteliğindedir.

Yapay zeka ile makine öğrenimi ilerleyen yıllarda hep merak konusu olmuştur ve birçok bilim adamı bu konu üzerine eğilim göstermiştir. 1942 yılına gelindiğinde ünlü bilim insanı Alan Turing II. Dünya Savaşı sırasında kod kırıcı (kriptograf) olarak çalışmış ve böylece milyonlarca insanın hayatının kurtulmasını sağlamıştır. Alan Turing, aynı zamanda günümüzde en çok kullanılan makinalardan biri olan bilgisayarların temelini oluşturacak ilk fikirleri geliştirmiştir. Kendisini hiçbir zaman bir filozof olarak tanımlamasa da, 1950 yılında yayınlanan makalesi "Makinaların İşleyişi ve Zeka", modern felsefe tarihinde en çok alıntı yapılan makalelerden birisi olmuştur. Onun zamanında var olmayan makinaların, insansı zekalarını test edebilmemizi sağlayacak Turing Testi'ni geliştirmiştir (Topal, 2017: 1345).

Yapay zekanın her alanda kendini gösterdiği söylenebilir. 1997 yılında IBM firması satranç oyunu için 'Deep Blue' adında bir makine geliştirmiş ve bu makine yapay zeka öğrenimi ile desteklenmiştir. Yapay zeka ile desteklenen

bu yazılım, dönemin satranç şampiyonu Garry Kasparov ile bir maç yapmış (Görsel 1) ve galip gelmiştir. O dönem için makinenin bu galibiyeti yapay zekanın olgunlaşmasının göstergesi olarak kabul edilmiştir (http5).



**Görsel 1.** Garry Kasparov, Deep Blue satranç maçı, 1997, New York.

Yapay zekanın günümüzdeki halini alması için birçok bilim insanı çalışmalarda bulunmuş, sanatçılar da bu gelişimleri takip ederek sanatta teknolojiyle yeni soluklar aramışlardır. Bu arayış içerisinde makine öğrenimini ele alan yapay zekayla birlikte sanat eseri üretimi bir hayli geniş bir alana yayılmıştır. Üniversitelerde yeni medya adında dersler müfredatta yerini almış, hatta yapay zeka mühendisliği adı altında bölümler açılmıştır.

Bu gelişmeler ışığında yapay zeka ve sanat ilişkisi özelinde ülkemiz Türkiye'den ve dünyadan örnek sanatçılardan bahsetmek gerekmektedir. Dolayısıyla yapay zekanın plastik sanatlarla olan ilişkisini anlayabilir, böylelikle seramik sanatında teknolojiden en sık faydalanılan üç boyutlu yazıcılar ile yapay zekanın uyumu üzerine önermelerde bulunabilir.

### 3. YAPAY ZEKA SANATI (AIART)

Yapay zeka ve sanatın kullanımı çağımızda sıklıkla karşılaştığımız ve çoğu zaman izleyiciyi hayrete düşüren bir pratiktir. Sanat, incelendiğinde insanlığın varlığından bu yana uzun bir yolculuk yaşamıştır. Tarihsel gelişim sürecinde farklı konular edinmiş, farklı malzemeler ile var olmuş ve hayatın her alanına entegre olarak varlığını sürdürmüştür. Plastik

sanatlarda uygulama yapılacak alana göre malzeme farklılıkları mevcuttur. Örneğin resim sanatı için boyalar, heykel sanatı için mermer, metal, kil, seramik sanatı için kil, alçı, sır gibi farklı malzemeler kullanılmaktadır. Günümüzde yapay zekayla eser üreten sanatçılar, yapay zekayı ve makine öğrenimini sanatsal pratiklerinde kullandıkları bir araç olarak yorumlamaktadır.

Makalede, yapay zekayla üretilen çalışmalardan bahsederken, yapay zeka ile yapılmış uygulamaların sanat olup olmadığı sorgulanmamaktadır. Literatürde yer alan, yapay zeka ile sanat alanında uygulama yapmış bazı sanatçıları ve yapay zekanın gelişim evrelerini ele alıp seramik sanatıyla yapay zeka uyumluluğu üzerine önermelerde bulunmak amaçlanmaktadır.

### 3.1. Yapay Zekayla Üretim Yapan Sanatçılar ve Eserleri

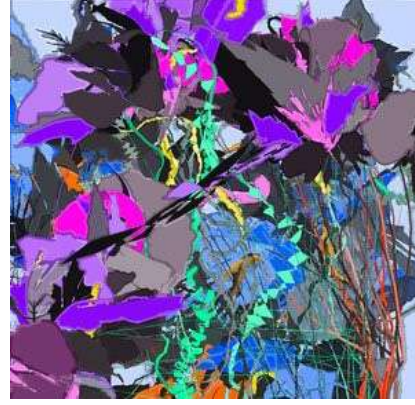
Yapay zeka ile üretim yapan sanatçılar kimi zaman makineyi veya bilgisayarı direkt üretim yapabilecek şekilde programlamışlardır. Bazı sanatçılar ise yapay zekayla birlikte ortak bir tarz ve tavır yakalamaya çalışmışlardır. Yapay zekayla birlikte üretim yapan sanatçılardan Heral Cohen, 1973'ten 2016'ya kadar AARON adlı bir programla çalışmalarını gerçekleştirmiştir (Görsel 2-3) (Cohen, 2017: 64).



Görsel 2. Heral Cohen, *Performans*, 2007, San Diego.

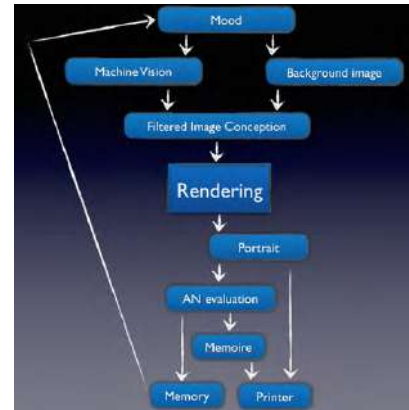
AARON, onlarca yıldır otonom olarak fotoğraf çekebilmektedir; Cohen, 1980'lerde kendi

ölümünden sonra yaratılan yeni eserlerinden oluşan bir sergiye sahip olabilecek tek sanatçı olduğunu esprili bir açıklamayla yapmıştır (http4).



Görsel 3. Heral Cohen, "040601", 2004, Kağıt üzerine pigment, Bilgisayar üretimi, 117×147 cm.

Yapay zeka ile makine öğreniminin desteklenmesi ve bunun sonucunda farklı denemelere yönelen sanatçıların sayısı gün geçtikte artmaktadır. 2013 yılında Simon Colton tarafından geliştirilen "resim aptalı" (Görsel 4) makine zekasının oldukça hızlı gelişip olgunlaşmasına örnek olarak gösterilebilir.



Görsel 4. Simon Colton, *Resim Aptalı Şeması*, 2013.

Resim aptalı, Londra Goldsmiths College'da hesaplamalı yaratıcılık profesörü olan Simon Colton'un ürettiği ve programların yapay zeka ile uyumlu sayılması için Turing testinden farklı bir şeyi geçmeleri gerektiğini öne sürdüğü bir programdır. Turing'in önerdiği gibi, yalnızca



ikna edici bir şekilde veya insani bir şekilde sohbet edebilmek yerine, yapay zekaya sahip bir sanatçının "yetenekli", "takdir edici" ve "hayal gücü yüksek" şekillerde davranması gerektiğini öne sürmektedir (Colton, 2015: 5). Program bir sergide, Afganistan'daki savaşla ilgili bir makaleyi taradı, "NATO", "askerler" ve "İngiliz" gibi anahtar kelimeleri ele aldı ve bunlarla bağlantılı görüntüler buldu (Görsel 5).



**Görsel 5.** Simon Colton, "Afganistan Kolajı", 2013, Yapay Zeka.

Daha sonra bunları bir araya getirerek gazete makalesinin "içeriği ve ruh halini" yansıtan birleşik bir görüntü oluşturdu (http4). Böylece yapay zekanın algoritması ve ona verilen verilerden en çarpıcı olanları ayıklayıp kullandığı gözlemlenmiştir. Yapay zekaya direkt olarak görseller tanıtılmamış, onun yerine bir makale tanıtılmış ve alakalı görsellere yapay zeka kendisi ulaşmıştır. Bu durum, yapay zekanın yorumlama kabiliyetine sahip olduğunun göstergesi olduğu ifade edilebilir.

Yapay zekanın ona sunulan bilimsel verilere göre bağlantı kurma, ilişkilendirme kabiliyeti açıkça görülmektedir. Bununla da kalmayıp bu görselleri belirli bir kompozisyonla bir araya getirmesi ve kolaj gibi bir resim elde etmesi makinenin belirli bir kompozisyonla sanat eseri üretebileceğinin göstergesi olabilir. Bu durumun sanat felsefesi ve estetik bilimince değerlendirmesi çok geniş kapsamlı olmakla birlikte, şu an elimizdeki

doneler yapay zekanın sanat alanında gelişerek ilerlediği yönündedir.

Bir makine artık hayatta olmayan Pablo Picasso'nun eserlerini üretmeye devam edebilir mi? Bu soru, yapay zekanın sanatsal potansiyelinden etkilenen Paris merkezli sanatçı kolektifi Obvious tarafından ilgi odağı haline getirilmiştir. Bu soru aslında sanat tarihinde yer edinmiş eserlerin yapay zekaya tanıtılması ve makine öğrenimini özgün bir üretime sevk etmek için sorulmuştur. Yapay zeka, farklı zaman dilimlerinden 15.000 portre görüntüsünü taramış ve bariz bir algoritma ile beslenmiştir. Algoritma, insan yapımı olarak kabul edilebilecek orijinal eserler oluşturmaya çalışarak kendi portrelerini oluşturmuştur. Edmond Belamy'nin Portresi isimli tablo (Görsel 6), Ekim 2018'de Christie's müzayede evinde 432.500 dolara satılarak yapay zeka sanatının dünya müzayedesine giriş yaptığının sinyalini vermiştir (http6).



**Görsel 6.** Obvious, "Edmond Belamy'nin Portresi", Tuval üzerine baskı, Yapay zeka, Paris.

Yapay zekayla eser üreten sanatçılardan bir diğeri de Refik Anadol'dur. Ünü dünyaya yayılmış olan sanatçı her geçen sene bir adım daha öteye giderek yapay zeka ve makine öğrenimin sınırlarını zorlamaktadır. Refik Anadol yaptığı işi yorumlarken data heykelleri oluşturduğundan bahsetmekte ve görünmeyeni görünür kılma hedefinde olduğunu belirtmektedir (Bleeker, vd., 2020: 8).

Sanatçının mottosuna uygun bir data heykeli örneği San Francisco'da bulunan 350 Missions



**Görsel 7.** Refik Anadol "Virtual Depictions", 2015, Yapay zeka, San Francisco.

Bulding binasında yer almaktadır (Görsel 7). Bu data heykeli Virtual Depictions (Sanal Terimler) projesi kapsamında sanatçı Anadol ve ekibi tarafından uygulanmıştır. Eserde hareket halinde olan parçalardan oluşan bir duvar panosu yerleşimi etkisi görülmektedir. Sanatçı çalışmasını şu sözlerle ifade etmektedir: "Bu kamusal sanat eserini yaratırken amacım, yaşayan bir kentsel alanı deneyimlemenin yeni bir yolunu yaratmak için medya sanatlarını mimariye yerleştirerek görünmezi görünür kılmaktır. Proje aynı zamanda 21. yüzyılda medya sanatları ve mimarisinin melez bir karışımını önererek çağdaş kamusal sanat söylemine katkıda bulunmayı amaçlıyor" (http7).

Kendisinden medya mimarı diye de bahsedilen sanatçı, gerçek mimari ve dijital veri heykelini bütünleştirerek mekânsal bir bütünlük sağlamıştır. Genellikle çalışmaları çok büyük alanlarda ve alanların bütün yüzeyleri değerlendirilerek sergilenmektedir. Bu sayede izleyici kendisini sergilenen çalışmanın tam içerisinde bulmaktadır. Bu durum sanatçı tarafından bilinçli olarak tasarlanmıştır.

Refik Anadol özellikle Amerika'da çok fazla sergi düzenlemiş, büyük sponsorlar ile çalışma fırsatı bulmuş ve eserleri yapay zekanın sanat alanında kullanılmasına verecek en belirgin örnekler arasına girmiştir. Sanatçının pratiğinin teknik

olarak veri heykelciliği olarak tanımlanması, çalışmamızın önermesi ile örtüşmektedir. Heykel ve seramik sanatının üretim evreleri birçok aşamada benzerlik göstermekte ve bu iki alan teknik olarak birbirinden beslenmektedir. Dolayısıyla sanatçının üretim tekniği, makine öğrenimine kazandırdığı özgün algoritması detaylı incelendiği takdirde, seramik sanatı ve yapay zeka sanatının interdisipliner çalışma olanağı için yol gösterici olabilmektedir.

Yapay zeka sanatı; rekor kıran müzayedeler, sanatsal tartışmalar ve yaratıcılığın doğası hakkında tartışmalar ile sürekli mercek altına alınmaktadır. Süregelen bu tartışmalarla birlikte makine öğrenimi üzerine çalışan sanatçılar, her geçen yıl ilgi çekiciliği artan uygulamalarla gündeme gelmektedir. Her bir sanatçı bağımsız algoritmalar içeren programlar sayesinde uygulamalarını gerçekleştirmektedir. Yapay zekayla çalışan sanatçılardan resim alanında uygulama yapanların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak üç boyutlu üretim yapan sanatçıların henüz bu alanda çok etkin olmadıkları görülmektedir.

Seramik sanatında üç boyutlu yazıcılar, sanatçının kod yazılımları aracılığıyla verdiği komutlarla üretim yapabilmektedir. Ancak yapay zeka ile makine öğrenimi gerçekleşmediğinden dolayı, yapay zeka sanatında seramik obje üretimi

henüz sağlanamamaktadır.

Bununla birlikte son yıllarda heykel sanatı alanında bir atılım yapılmış ve yapay zeka algoritması özgün bir heykel üretebilmiştir. Amerikalı sanatçı Ben Snell'in geliştirmiş olduğu yapay zeka algoritmasını kullanan makine, aralarında Miro'nun Diskobolos çalışması, Michelangelo'nun Davut heykeli gibi heykeller bulunan 1000 adet klasik heykeli görsel data olarak taramıştır. Bu işlem sonrasında Ben Snell makineye bu formlardan öğrendikleri ile bir heykel formu şekillendirmesi yönünde komut vermiştir. Sanatçının Dio adını koyduğu yapay zeka ile uyumlu makine, özgün bir heykel formu uygulamıştır (Görsel 8). Ben Snell Dio adını koyduğu yapay zeka ile çalışan makinesi hakkında şöyle diyor; "Benim rolüm, Dio'nun davranışını tanıdık bir şekilde iletmek ve bağlamsallaştırmak. Süreçlerinin bizimkine çok benzediğine inanıyorum. Temelde farklı ama çarpıcı biçimde benzemektedir. Amacım Dio'yu daha insan yapmak değil; kendimizi hesaplamalı olarak tanımamıza yardımcı olmaktır" (http8).



**Görsel 8.** Ben Snell, "Dio", 2018, Yapay zeka, New York.

Snell, üç boyutlu modeli oluşturmayı bitirdikten sonra, bilgisayarı parçalarına ayırıp, toz haline getirip özel olarak tasarlanmış kapalı bir kutu içinde saklamıştır. Daha sonra heykelin kalıbını üç boyutlu olarak yazdırıp, bilgisayarın

toz kalıntılarını kullanarak heykeli bu kalıba dökmüştür (http8).

Bu uygulamanın gerçekleşmesi seramik sanatında üç boyutlu yazıcılar ile yapay zekanın uyumlu çalışabileceğinin bir göstergesidir. SLS ve FDM gibi üç boyutlu üretim yapan yazıcılarda aynı yöntemler izlenebilir. Toz bağlama yöntemi ile çalışan SLS (Selective Laser System) yazıcı Ben Snell'in uyguladığı tekniğe daha uygun olduğu söylenebilir. Heykel ve seramik üretimi birbirine çok benzer aşamalardan oluşmaktadır. Dolayısı ile yapay zeka öğrenimine sahip bir makine elde ettiği verileri yazıcı yardımıyla indirekt veya direkt üretim şeklinde üretebilir.

Ben Snell, Dio adlı heykeli SLS tip yazıcıyla toz bağlama yöntemi ile üretmiştir. Bu yazıcı seramik form üretmek için gayet elverişlidir. Bununla birlikte FDM (Fused Deposition Modeling) yazıcılar harç yığıma tekniği ile çalışmakta ve birçok seramik sanatçısı bu yazıcılar ile üretim yapmaktadır. Türkiye'de ve Dünya'da harç yığıma yöntemi ile çalışan yazıcılar sanatçılar tarafından deneysel çalışmalar yapmaya imkan vermektedir. Örneğin; sanatçı Jonathan Keep ses dalgalarının seramik form üzerindeki etkisi üzerine çalışmış ve sound surface adlı bir seramik serisi oluşturmuştur.

Bu uygulama seramik sanatında yazıcılar ile üretime farklı bir soluk getirmiştir. Seramik sanatında üç boyutlu yazıcılarla çalışan sanatçıların sayısı arttıkça farklı yönelimler de çoğalmıştır. Dijital sanat uygulamaları teknolojik gelişmeler ile doğru orantılı gelişimini sürdürdüğünden dolayı bu gelişme ve değişme kaçınılmazdır. Seramik sanatında bu alanda üretimler ve yazılı kaynaklar arttıkça, sanatçıların ufku genişlemekte ve çok yönlü düşünmeye, üretmeye yönelmektedir.

Seramik sanatı ve yapay zekanın uyumu, yapay zekanın seramik sanatında kullanılabilirliğinden bahsederken bu alanın teknolojik kısmına değinmek kaçınılmazdır. Günümüz şartlarında



seramik sanatında teknolojiyle uyum sağlamış olan tekniklerden bir tanesi, üç boyutlu yazıcılar ile yapılan üretim tekniğidir. O halde belirli bir algoritmayla üretime imkan veren bu teknik, yapay zekayla uyumlu bir şekilde çalışabilir mi? Resim ve heykel alanında örnekleri bulunan yapay zeka sanatının seramik alanında bir örneği olmaması kayıp olarak görülmesi bile teknoloji ile bu denli uyumlu olan alanda neden bir çalışma yapılmadığını düşündürmektedir.

#### 4. ÜÇ BOYUTLU SERAMİK YAZICILAR VE YAPAY ZEKA UYUMU

Yazılım ve mekanik içerikli teknolojik cihaz sayesinde üç boyutlu yazıcılarla (3D Printing) bilgisayar ve farklı malzemelerle üretim yapabilmek mümkündür. Geliştirilen bu teknoloji seramik, plastik, metal gibi üretim malzemeleri kullanarak üç boyutlu seramik obje üretimine olanak sağlamaktadır.

Üç boyutlu yazıcılar ilk olarak 1970 tarihinde ortaya çıkmıştır. Charles Hull adlı Amerikalı bir mühendis, 1986 yılında ilk üç boyutlu yazıcı cihazının patentini almıştır. 1998 yılından sonra seramik malzemeyle çalışan yazıcılar üzerine yapılan çalışmalar hızla devam etmiştir. O günden bugüne üretilen ilk seramik yazıcı teknolojisi doğru orantılı olarak gelişimine devam etmektedir. Üç boyutlu yazıcılar (3D Printing) elle üretilmesi, şekillendirilmesi olanaksız ya da bir hayli zaman alan karmaşık objelerin üretimine olanak sağlamaktadır. Bu bakımdan birçok üretim alanında tercih edilmektedir. Moda tasarımı, biyoteknoloji, otomotiv, mimari, seramik, inşaat, endüstriyel tasarım kullanım alanlarından bazılarıdır (Hull, 2015: 25-29).

Yazılım ve kodlama sisteminin sanat eseri üretiminde kullanıma elverişli hale gelmesiyle birlikte seramik sanatı için üç boyutlu yazıcıların önemi artmıştır. Üç boyutlu yazıcılar çalışma prensiplerine göre kil, plastik ve metal gibi toz malzemeleri kullanabilmektedir. Üç boyutlu

yazıcılarla seramik üretim aşamasında harç yığıma ve toz bağlama yöntemi öne çıkmaktadır. Harç yığıma tekniğinde (Fused Deposition Modeling) genellikle delta tipi yazıcılar kullanılmaktadır. Seramik sanatçısı Jonathan Keep'in bireysel kullanıma kazandırmış olduğu "JK Delta 3D Ceramic Printer" üç boyutlu seramik yazıcı ile üretim yapan sanatçılar tarafından tercih edilmektedir (Özgüven, 2015: 174). Toz bağlama tekniği (Selective Laser System) artistik seramik üretiminin yanı sıra ergonomiye dayalı üretim için sağlıklı sonuçlar vermektedir. Çalışma prensibi bakımından aynı temel ilkeyi baz alan iki teknik, üretim aşamasında birbirinden ayrılmaktadır.

2010 yılından itibaren yaygınlaşan katman üretim teknolojileri (Layer Manufacturing Technologies) seramik üretim alanında hem artistik hem de endüstriyel olarak büyük kolaylıklar sağlamıştır. Üretilmek istenen yapı ne kadar karmaşık olursa olsun, üç boyutlu objeler katman yapıya sahip üretim tekniğiyle üretilebilir hale gelmiştir (Klocke, 2003: 447).

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile gelişimine devam eden üç boyutlu yazıcılardan bir tanesi olan delta modeli (JK Delta 3D Ceramic Printer) yazıcılar, seramik sanatında üç boyutlu obje üretimi için gayet elverişli durumdadır (Özgüven, 2015: 6). Jonathan Keep adlı seramik sanatçısı yazıcılar ile ürettiği sanat eserlerine kavramsal bazı ilkeler kazandırmış, bununla birlikte mevcut FDM tipi yazıcıyı güncelleyerek üretimde oluşabilecek hataları en aza indirmeye çalışmıştır. Yani sanatçı yazıcıyla üretim yaparken sadece sanat ve estetik ile ilgili kalmamış, mühendislik alanında atılımlar kazanmayı hedeflemiştir. Bu bağlamda sanat ve bilimin uyumlu birlikteliği görünür hale gelmektedir.

Seramik yazıcılardan FDM tip yazıcılar sanatçılar tarafından daha fazla tercih edildiği söylenebilir. Özellikle workshoplarda canlı performans sergileyen sanatçılara rahat taşınabilir olması nedeniyle büyük kolaylık sağlamaktadır. Üretim

aşamaları da SLS tipi yazıcılara nazaran daha fazladır. Özellikle seramik sanatinde harç yığıma tekniği (FDM) için “Processing Kod” kullanılan yazılımlardan bir tanesidir. Bu kod yazılımı sayesinde elde edilen kodlar yazıcıya aktarılmaktadır. Bu işlem sonrasında direkt üretim gerçekleşmektedir. SLS yazıcılarda ise toz bağlama yöntemi kullanıldığından dolayı yazıcının oluşturulan tasarımı yazma-basma işlemi sonlandığında ürün görülebilmektedir. Harç yığıma tekniğiyle çalışan delta tipi yazıcılarda ise üretim aşaması izleyiciye açıktır ve üretimin her aşamasına izleyici tanıklık edebilmektedir.

Harç yığıma yöntemiyle çalışan delta model yazıcıların tercih edilmesinin bir diğer nedeni, geliştiricisi olan Jonathan Keep tarafından yazıcının mekanik elemanlarının paylaşılmasıdır. Ayrıca bu mekanik elemanlar elde edilip kurulumu yapıldıktan sonra processing koduna ne olduğu, nasıl çalıştığıyla ilgili sanatçıdan bilgi edinmek mümkündür. Ülkemizde üç boyutlu FDM tip yazıcılara çalışmalarını sürdüren Sanver Özgüven, Keep ile kişisel görüşmeler sağlamış ve gerek processing kod çalışma prensibi ile ilgili, gerekse daha da ileri giderek ses dalgalarının seramik yüzeye yazılım sayesinde aktarılmasıyla ilgili bilgiler almıştır. Bu bilgiler dahilinde seramik sanatçısı Özgüven, delta model yazıcının üretim elemanlarına ve şemasına erişmiş, kendi yazıcısını üretmiş ve processing kod ile özgün seramik objeler elde etmiştir.

Bu zamana kadar yapılan uygulamalarda processing kod programına sanatçılar kod yazarak üretim için komut vermişler ve seramik formun üretim aşamasına bu şekilde dahil olmuşlardır. Burada akıllara yapay zeka ile üretim yapan makinelerdeki gibi processing kod yazılımı sayesinde yazılan kodlardan makinenin seçim yapabilme yetisi gelişebilir mi? sorusu gelmektedir.

Çalışma kapsamında ele alınan sanatçılardan

Ben Snell’in, Dio adını verdiği makinesi özgün bir heykel formu elde etmiştir. Bu üretim SLS tipi yazıcıyla gerçekleştirilmiştir. Tam zamanlı üretim olarak aynı sistem processing kod yazılımı ile yapılabilir mi? Bu sorunun sorulma nedeni seramik sanatinde yazıcılar aracılığıyla yapılan üretimin, görsel açıdan çok doyurucu sonuçlar vermesi ve seramik sanatının ya da seramik malzemenin çok köklü bir tarihe sahip olmasıdır. Yani Snell’in yaptığı gibi antik dönem seramik formları, çanak, çömlek gibi günümüze kadar gelen çağdaş yorumlamalar belirli bir algoritmayla makineye tanıtılıp özgün bir form elde edilebilir. Diğer sanat dallarında yapılmış doneler mevcuttur ve edinilen doneler doğrultusunda seramik sanatının yapay zeka ile sanat üretimi için elverişli olduğu düşünülmektedir.

Özellikle Keep’in geliştirmiş olduğu Delta model FDM yazıcılar yapay zekayla desteklenirse yapay zekayla destekli bir makinenin tam zamanlı üretimi elde edilebilir. Çalışma prensibi açısından yazıcılara kod yazılımı harici bir bellek ile aktarılması gerekir ve bu eylem bir insan tarafından yapılmaktadır. Ancak bu durum gelişen teknolojiyle birlikte processing kodun bilgisayar aracılığıyla direkt olarak makineye bağlanması ile son bulabilir. Bu varsayımlar doğrultusunda amaç insan gücünü ya da yetkinliğini ortadan kaldırmak değil, aksine özgürleşmiş ve donanımı yükseltilmiş bir makine elde etmektir. Böylelikle kişi yapay zekaya sahip bir makinenin öğrenimine tanıklık edecek ve onu geliştirme imkanını kendinde bulabilecektir.

Yazılımlar ve kodlar insan gücünü azaltırken üretim kaygısını ve özgünlüğü yakalamaya çalışmaktadır. Teknolojinin sanata olan hizmetinde sanatçının rolü çok önemlidir. Şayet sanatçı belirli estetik kaygılara sahip değilse, teknolojiden istifade ederek gerçekleştirdiği üretime sadece bilimsel olarak yaklaşacağı ve ortaya çıkan ürünlerin sanatsal değerinin

azalacağı söylenebilir. Sanatçıların sıklıkla kullandığı FDM tipi üç boyutlu yazıcılarla (Görsel 9) farklı denemeler yapmak mümkündür.



**Görsel 9.** Harç yığıma(FDM), Baskı süreci.

Bunun en güzel örneği adına sıklıkla yer verdiğimiz ve bu araştırmaya referans olan seramik sanatçısı Jonathan Keep'dir. Sanatçı ses dalgalarını Processing programı vasıtası ile kodlara dönüştürmüş ve seramik yüzey üzerine ses dalgalarının bıraktığı somut izleri gözlemlenmesine olanak sağlamıştır (Görsel 10).

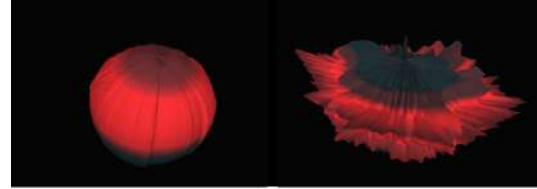


**Görsel 10.** Jonathan Keep "Sound Surface" 2014, 3 Boyutlu yazıcı.

Processing kod sayesinde verilen komutlar dijital ortamda üç boyutlu görünüm alarak ve daha sonra üç boyutlu yazıcılara iletilerek üretim safhasına geçilmektedir. Örneğin küre formu elde etmek istendiğinde komut satırına sadece "sphere()" yazmak yeterli olmaktadır. Ancak bu aşamada Özgüven, küreyi oluşturan her bir noktaya ses dalgalarıyla müdahale edebilmek için belirli bir formülasyon kullanmıştır.

Küre oluşturulduktan sonra, istenilen herhangi

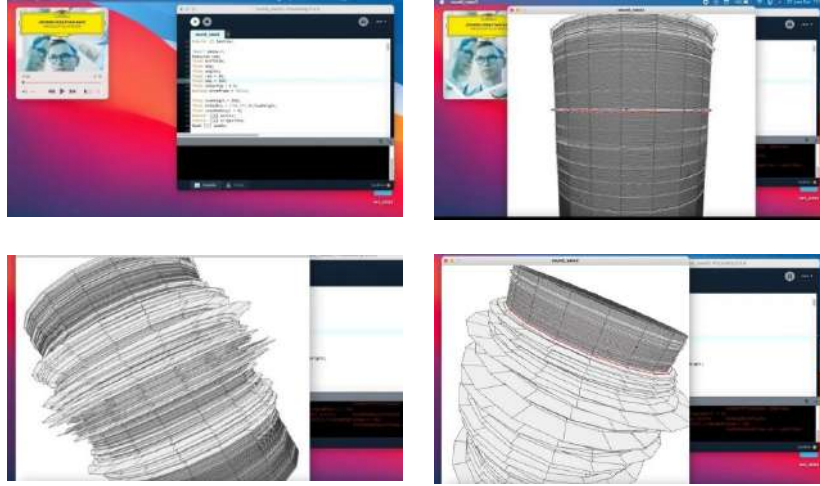
bir ses kaydı processing'de yürütüldüğünde, düzgün bir yapıda olan kürenin Görsel 11' de görüldüğü gibi deforme olmaya başladığı görülmektedir. Bu deformasyon küreyi oluşturan her bir noktanın, ses frekanslarına göre verdiği tepkilerle meydana gelmektedir. Yazılım içerisinde oynatılan ses dosyasının uzunluğuna ve frekanslarına bağlı olarak üç boyutlu yapıda değişimler olmaktadır.



**Görsel 11.** Ses dalgalarının etkileri sonucunda deforme olan küre.

Sanatçı ses dalgalarının form yüzeyindeki etkilerini gördükten sonra bu konuyla alakalı yeni fikirler edinmiş ve ses dalgalarının notalar halinde processing'e iletilmesi konusunda çalışmalara başlamıştır. Sanatçı son uygulamasında geleneksel torna yönteminde başlangıç formu olan silindirin yüzeyine klasik müziğin duayenlerinden Johan Sebastian Bach'ın, Concerto in D Minor, BWV 974-2 eserinin piyanist Vikungur Olafsson tarafından tekrar yorumlanmış (cover) halini aktarmış ve yazıcı vasıtası ile üretilmeye uygun, özgün bir form datası elde etmiştir (Görsel 12).

Özgüven'le konuyla alakalı kişisel görüşme sağlanmış ve yapay zekayla seramik sanatı birlikteliğiyle ilgili önermelere ulaşılmıştır. Bu önermeler doğrultusunda ses dalgalarının seramik form yüzeyine aktarılması uygulamalarında, yapay zekanın yeri araştırılmış ve ilgi çekici varsayımlarla karşılaşılmıştır.



**Görsel 12.** J.S. Bach'ın eser melodilerinin seramik form üzerindeki iz düşümleri.

Özgüven'le konuyla alakalı kişisel görüşme sağlanmış ve yapay zekayla seramik sanatı birlikteliğiyle ilgili önermelere ulaşılmıştır. Bu önermeler doğrultusunda ses dalgalarının seramik form yüzeyine aktarılması uygulamalarında, yapay zekanın yeri araştırılmış ve ilgi çekici varsayımlarla karşılaşılmıştır.

Son yıllarda ses dalgaları ve seramik objenin dijital birlikteliği adına bazı sanatçılar yeni önermeler üzerinde durmuşlardır. Bu bağlamda öne çıkan bir diğer sanatçı Jenny Flipett'dir. Breath Vessels adını verdiği çalışmalarında, izleyiciler deniz kabuğu benzeri seramik bir form içerisine üfleterek, farklı üç boyutlu nesnelere oluşturmaktadır. Seramik kabuğun içerisine

yerleştirilen bir sensör, ses dalgalarını üç boyutlu nesnelere dönüştürmekte ve bu objeler üç boyutlu seramik yazıcılar vasıtasıyla üretilmektedir (Görsel 13-14).

Bir sanatçı olarak, içinde yaşadığımız sistemleri ve sanatçıyı nasıl etkilediğini anlamaya çalıştığını ifade eden Filipetti bu durumu şöyle ifade etmektedir: “Bu küçük veriler, ya da unutulmuş veriler, çatlaklardan düşen veya hiç görülmeyen parçalar olarak adlandırılabilir. Bu önemsiz görülen verilerden bir tanesi ise nefes. Havanın bileşimi, sesi ve onun dokusu, ona dokunabilmek, bu olgular beni cezbediyor” (http2).

Processing altyapısını kullanıldığı bu yöntemde, izleyicilerin nefesleri bir ivme ölçer ve



**Görsel 13.** Breath Vessel serisinin tasarım süreci.



**Görsel 14.** Breath Vessels ses dalgalarıyla bilgisayar ortamında oluşturulan formlar.



anemometre yardımı ile transfer edilmektedir. Processing yazılımındaki algoritmanın yardımıyla bu veriler, gerçek zamanlı olarak üç boyutlu nesnelere dönüştürülmektedir.

Filipetti'nin ifadesiyle Breath Vessels projesi, nefes almak gibi yaşamı sürdürmenin fiziksel ritüeline dikkati çekmektedir (http3). Soyut bir yapıda olan sözcüklerin, somut etkilerinin olabileceğini göstermekle birlikte, nefesimiz hem biyolojik hem de duygusal hayatımıza derinden bağlıdır ve bu yüzden kendimiz ve dünyamızla ilgili gerçek etkilere sahiptir.

Kod yazılım programları sayesinde dijital ortamda sesin kodlara dönüştürülmesi mümkündür. Filipetti'nin uygulamaları, dijital ortamda gözle görebildiğimiz ses dalgalarına dokunma imkanı da sağlamaktadır. İlerleyen zamanlarda yazılım programları geliştikçe bu uygulamada makine sesleri sınıflandırabilir ve yapay zeka yardımıyla özgün bir yorumlama yapılabilir. Bu bakımdan teknoloji, günümüzde mümkün olması zor görüneni gelecekte bir umut olarak saklamaktadır.

## SONUÇ

Çağımızda teknoloji artan bir ivme ile gelişim sürecine devam etmektedir. Teknolojik gelişmeler her alanda boy göstermektedir. Dijital çağ diye kabul edilen bu çağda artık insanoğlu robotlarla, robotik tasarımlarla uyumlu bir birliktelik içerisindeyiz. Günlük hayatımızda kullandığımız birçok makine akıllı olarak nitelendirilmekte, gerçekleştirmek istediğimiz eylemlerde bize sorular yönelmektedir. Mesela bir makineyi kapatmak istediğimizde bize emin misin diye uyarıda bulunmaktadır ve tekrar düşünmemizi önermektedir. Tabii bu durum makinenin kendi edindiği bir yeti değildir. Bir makineyi veya robotu tasarlamak onu geliştirmek insanın elindedir. Yapay zeka geliştirilebilir ancak bunu kendi başına yapamaz, bir öğreticiye ihtiyacı vardır ve bu öğretici insandır.

Bu makalede ulaşılan veriler, yapay zekanın birçok alanda olduğu gibi sanat alanında da

önemli bir yer edindiğini göstermektedir. Özellikle resim sanatında yapay zeka destekli ve makine öğrenimiyle yapılan uygulamalara 1970'li yıllardan bu yana karşılaşılmaktadır. O yıllardan günümüze kadar makine öğrenimi sanat alanında hep ilgi odağı olmuş, günümüze kadar plastik sanatların hemen hemen her alanında varlığını sürdürmüştür. Çalışma prensibi olarak aynı temel ilkeye dayanan yapay zekayla makine öğrenimi, günümüz şartlarında dijital sanatlarda çığır açmış ve yapay zeka sanatı (Aıart) adı altında yeni bir alanın oluşmasına sebep olmuştur. Dijital dünya çok geniş bir yelpazede boy göstermekte ve interdisipliner, multidisipliner eylemlere olanak sağlamaktadır. Örneğin dijital veriler toplanarak oluşturulan datalar sanatçı yönlendirmesiyle yapay zeka tarafından yorumlanmış ve ortaya data heykelciliği kavramı çıkmıştır. Data heykelleri mekanlarda kalıcı ya da zamanlı olarak sergilenme imkanı bulmuştur.

Üç boyutlu seramik yazıcılar günümüzde kod yazılım programları aracılığıyla seramik form üretebilmektedir. Bu yazılımlardan bir tanesi processingdir. Üretim aşamalarında sanatçı veya tasarımcı processing kodlar yazarak ve makineye talimatlar vererek üretimde sanatçı ve tasarımcı yetkinliğini korumaktadır. Bununla birlikte processing yazılımına kodlar seramik formun genel hatlarıyla alakalı olarak tanıtılırsa (küre, çanak, çömlek vb.) makine öğrenimi gerçekleşecek ve zamanla her formun bir karşılığı olacaktır. Ayrıca processing kod yazılım programının açık tabanlı ve geliştirilebilir olduğu düşünüldüğünde, Uluslararası düzeyde sanatçı ve yazılımcı katkılarıyla özgün formların kodları processinge tanıtılabilir. Bu durum kültürel zenginliği sağlamış olur ve makinenin gelişim evresinde özgün formlar üretebilmesine olanak sağlar. Burada unutulmaması gereken durum şudur, üç boyutlu yazıcılarda processing yazılımının kodlar vasıtasıyla yapay zeka öğrenimi bir süreçtir ve zamana ihtiyacı vardır. Resim, heykel ya da grafik alanında yazılan



uygulamalar algoritmaya görseller tanıtılarak gerçekleştirildiğinden dolayı süreç biraz daha hızlı işleyebilir. Processing kod yazılımı vasıtasıyla seramik sanatındaki geleneksel ve çağdaş yorumlamaları kodlara dönüştürüp makineye tanıtma görevi yazılımcı ve sanatçılardadır. Dolayısıyla bu alana ilgi ne kadar artarsa seramik sanatında yapay zeka ile üretim olanağı bu ölçüde mümkün hale geleceği söylenebilir. Diğer sanat dallarında da sanatçının yapay zeka ve makine öğrenimi konusunda belirli rolleri vardır. Hatta bazı sanatçılar yapay zeka sanatında işbirlikçi olarak adlandırılmış ve yapay zekayla uyumlu eserler üretmeye çalışmışlardır. Yapay zeka sanatı dijital bir kirliliğe de yol açabilir. Bu sebeple araştırma kapsamında gösterilen örnekler, literatürde kabul görmüş, plastik sanatlar ilkeleriyle uyumlu çalışmalardır.

Seramik sanatı için yapay zekayla makine öğrenimi, plastik sanatların bir bütün olarak ele alınması ve ilerleyişini birbirinden beslenerek devam ettirmesi bakımından kaçınılmazdır. Ulaşılan veriler doğrultusunda, data heykeli olarak betimlenen dijital veri heykelleri yazıcılar aracılığıyla yazılmış ve dokunulabilir bir somutlukta üretilmiştir. Seramik sanatında, yapay zeka ve üç boyutlu yazıcılarla eser üretebilir ancak bunun için mühendislik çalışmalarının yürütülmesi ve ar-ge ekiplerinin kurulması gerekmektedir. Henüz yapay zeka yardımıyla processing kodlama dışında üretilmiş seramik bir eser bulunmamakla birlikte ilerleyen yıllarda bu üretimin gerçekleşeceği ön görülmektedir. Araştırma kapsamında yapay zeka ve seramik sanatının uyumu processing kodlar ile sağlanabileceği ve seramik yazıcıların bu üretim çalışma prensiplerine oldukça elverişli olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Anderson, C.S. (2020). *Ada Lovelace: A Simple Solution to a Lengthy Controversy*. *Patterns*. 7 (1), 1-3.
- Bleeker, V.D. (2020). *Sensing Data: Encountering Data Sonifications, Materializations, And Interactives As Knowledge, Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, 20(10), 1-20.
- Cohen, P. (2017). *Harold Cohen and AARON*. *AI Magazine*, 37(4), 63-66.
- Colton, S., Cook, M., Ferrer, B.P., Gouldstone, I., Halskov, J., Ventra, D., (2015). *The Painting Fool Sees! New Projects with the Automated Painter*. *International Conference on Computational Creativity*'de sunulan bildiri. [https://www.researchgate.net/publication/282656282\\_The\\_Painting\\_Fool\\_Sees\\_New\\_Projects\\_with\\_the\\_Automated\\_Painter#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/282656282_The_Painting_Fool_Sees_New_Projects_with_the_Automated_Painter#fullTextFileContent). (Erişim Tarihi: 02.04.2021)
- Hull, C. W. (2015). *The Birth of 3D Printing*. *Research-Technology Management*. 58(6), 25-30.
- Kulkarni, V. (2013). *Looking Back: Alan Turing-The Father of Computer Science*. *CSI Communications*. [https://www.researchgate.net/publication/272354803\\_Looking\\_Back\\_Alán\\_Turing-The\\_Father\\_of\\_Computer\\_Science/stats](https://www.researchgate.net/publication/272354803_Looking_Back_Alán_Turing-The_Father_of_Computer_Science/stats). (Erişim Tarihi: 02.04.2021)
- Özgüven, S. (2018). *Seramik Tasarımında Yeni Bir Biçimlendirme Yöntemi Olarak Ses Dalgalarının Kullanılması, IV Uluslararası Seramik Cam Emaye Sır ve Boya Kongresi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi*.
- Stone, V. J. (2013). *Bayes' Rule A Tutorial Introduction to Bayesian Analysis*. *Birleşik Krallık: Sebtel Yayınevi*
- Sucu, İ., Ataman, E., (2020). *Dijital Evrenin Yeni Dünyası Olarak Yapay Zeka Ve Her Filmi Üzerine Bir Çalışma, Yeni Medya Elektronik Dergi*, 4 (1), 40-52.
- Topal, Ç. (2017). *Alan Turing'in Toplum bilimsel düşüni: Toplumsal Bir Düş Olarak Yapay Zekâ*, *DTFC dergisi*, 57 (2), 1340-1364.
- Yıldırım, A. (1999). *Nitel Araştırma Yöntemlerinin Temel Özellikleri ve Eğitim Araştırmalarındaki Yeri ve Önemi*. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 112(23), 7-17.

## İnternet Kaynakları

- http 1. Lewis. T. (2014). *A Brief History of Artificial Intelligence*. Erişim Tarihi: 10.05.2021 <https://www.livescience.com/49007-history-of-artificial-intelligence.html>
- http 2. Herpt, O. (2013). *3D Printing Ceramics*. Erişim Tarihi: 13.05.2021, <https://oliviervanherpt.com/3d-printing-ceramics/>
- http 3. Halterman, T. (2015). *Artist Jenny Filipetti Brings Together Breathing& Clay 3D Printing in "Breath Vessels"*. Erişim Tarihi: 17.05.2021, <https://3dprint.com/68778/clay-3d-printed-breath-vessels/>
- http 4. *Timeline of AI Art*. (2021). Erişim Tarihi: 18.05.2021, <https://aiartists.org/ai-timeline-art>
- http 5. Walles, H. (2011). *How computers win chess*. Erişim Tarihi: 19.05.2021, <https://www.stuff.co.nz/technology/digital-living/5651135/How-computers-win-chess>
- http 6. E-skop. (2018). *Christie's Müzayede Evinde Satılan Yapay Zeka Eserinin Perde Arkası*. Erişim Tarihi: 18.05.2021, <https://www.e-skop.com/skopbulten/christies-muzayede-evinde-satilan-yapay-zek%C3%A2-eserinin-perde-arkasi/4032>
- http 7. *Sanal Tasvirler: San Francisco*, <https://refikanadol.com/works/virtual-depictions-san-francisco/>
- http 8. Vincent, J., (2019). *This AI-generated sculpture is made from the shredded remains of the computer that desinged it*. Erişim Tarihi: 20.05.2021, <https://www.theverge.com/tldr/2019/4/12/18306090/ai-generated-sculpture-shredded-remains-ben-snell-dio>

## Görsel Kaynaklar

- Görsel 1. <https://theconversation.com/twenty-years-on-from-deep-blue-vs-kasparov-how-a-chess-match-started-the-big-data-revolution-76882> (Erişim Tarihi: 04.05.2021).
- Görsel 2. <https://creativefuture.co/artificial-intelligence-machine-learning-in-creative-fields-creative-ai/> (Erişim Tarihi: 04.05.2021).
- Görsel 3. <http://newmedia.rocks/courses/> (Erişim Tarihi: 08.05.2021).
- Görsel 4. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Painting-Fool-Sees!-New-Projects-with-the-Colton> (Erişim Tarihi: 09.05.2021).
- Görsel 5. <https://culturadigital.blog.gencat.cat/2017/03/23/algorithmes-amb-anima-de-pintor/> (Erişim: 05.05.2021).
- Görsel 6. <https://anamedblog.com/post/181451706493/> (Erişim: 11.05.2021).
- Görsel 7. <https://refikanadol.com/works/virtual-depictions-san-francisco/> (Erişim Tarihi: 15.05.2021).

Görsel 8. <https://aiartists.org/ben-snell> (Erişim Tarihi: 18.05.2021).

Görsel 9. <https://www.preciseceramic.com/blog>, (Erişim Tarihi: 19.05.2021).

Görsel 10. [http://www.keep-art.co.uk/digital\\_sound.html](http://www.keep-art.co.uk/digital_sound.html), (Erişim Tarihi: 20.05.2021).

Görsel 11. Sanver Özgüven Kişisel Arşivi

Görsel 12. Sanver Özgüven Kişisel Arşivi

Görsel 13. Sanver Özgüven Kişisel Arşivi

Görsel 14. Sanver Özgüven Kişisel Arşivi