

# Üretken Sanatta Müzikal Sistemlerin Kullanımı

## Use of Musical Systems in Generative Art

Fatoş ÇAKICIOĞLU İLHAN 

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi,  
Mimarlık ve Güzel Sanatlar Fakültesi,  
Görsel İletişim Tasarımı Bölümü,  
Ankara, Türkiye

### ÖZ

Üretken sanat sanatçının oluşturduğu kurallar çerçevesinde kendi kendine kararlar alabilen bir otonom sistemi içeren sanatsal üretim yöntemidir. Bu alanda ortaya konulan eserler hem sayısal hem de sayısal olmayan (dinamik ve mekanik sistemler gibi) çok çeşitli teknikler ile kurgulanabilmektedir. Günümüz teknolojisinde geline son noktada ağırlıklı olarak bilgisayarlar ve kodlama yöntemiyle oluşturulan algoritmalar kullanılarak gerçekleştirilen tasarımlar ile üretken sanatın erken döneminde geliştirilen müzikal sistemler prensip olarak benzer temellere dayanmaktadır. Bu çalışmada üretken sanat alanında ortaya konulan erken dönem ve son dönem müzikal sistemler incelenmekte ve üretken sanatın tanımlanmasında geçerli olan ölçütlerin müzikal anlamda karşılıklarının tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın giriş kısmında üretken sanat ve üretken sanatı ortaya koyan parametreler tanımlanmış ilerleyen bölümlerde farklı müzikal sistemlerin çalışma prensipleri irdelenerek otonom sistem kavramına getirdikleri özgün yaklaşımlar incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Algoritmik kompozisyon, otonom sistemler, kavramsal sanat, üretken sanat, üretken müzik, rastgelelik

### ABSTRACT

Generative art is an artistic production method that includes an autonomous system that can make decisions on its own within the framework of the rules created by the artist. The works produced in this field can be constructed with a wide variety of techniques, both digital and non-digital (such as dynamic and mechanical systems). At the last point reached in today's technology, designs produced by using computers and algorithmic coding and musical systems developed in the early period of generative art are based on similar foundations in principle. In this study, the early and late period musical systems in the field of generative art are examined and it is aimed to determine the musical equivalents of the criteria that are valid in the definition of generative art. In the introduction part of the study, generative art and the parameters that reveal generative art are defined, and in the following sections, the working principles of different musical systems are examined and their approaches to the concept of autonomous system are examined.

**Keywords:** Algorithmic composition, autonomous systems, conceptual art, generative art, generative music, randomness

### Giriş

Üretken sanat her ne kadar günümüz teknolojisindeki gelişmeler neticesinde tamamen bilgisayarların kontrolünde yer alıyor gibi görünse de temelleri bilgisayarların keşfinden çok daha erken dönemlerde atılmıştır. Sanatçıların eser oluşturma sürecindeki arayışları, sanatsal dönemlerde farklı teknikler ve fikirler ile var olmuştur. Bu arayış üretken sanat bağlamında sanatçının kendisi dışındaki bir otoriteyi tasarım sürecine dahil etme isteğiyle karşılık bulmuştur. İnsan sanatçı, eserin üretimi sürecinde kısıtlı öngörülerini sebebiyle olası sonuçları bir dereceye kadar tahmin edebilir. Bununla birlikte üretken sanatta yer alan otonom sistemlerin katkısıyla beklenmedik ve tahmin edilemeyen sonuçlara ulaşabilmek mümkündür. Otonom sistemler kendi kendine kararlar alabilen ve bu yönde hareket edebilen özerk sistemler olarak tanımlanmaktadır (Topçu, 2015, s.18). Üretken sanatın ölçütlerinden birisi de mutlaka bir otonom sisteme sahip olması gerekliliğidir (Galanter, 2003, s.275). Burada bahsedilen otonomluk bilgisayar destekli bir dijital sistem olabileceği gibi mekanik veya kurgusal bir sistem ile de

sağlanabilir. Üretken sanat var olduğundan bugüne resim, mimari, grafik tasarım, heykel ve moda gibi sanatın her alanında kendisine yer bulmuş farklı düzenlemeler ve yöntemler ile farklı sanat akımları içinde sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada müzikal sistemleri süreçlerine dahil eden erken dönem üretken sanat örnekleri ve yakın zamandaki güncel çalışmalar incelenmekte, üretken sanatın tanımlanmasına dair tartışılan ölçütler müzikal kapsamda yeniden değerlendirilmektedir.

### Yöntem

Bu çalışma üretken sanat kapsamında yer alıp müzikal bağlamda kurgulanmış olan otonom sistemlerin sayısal olan ve olmayan formlarına dair kullanım pratiklerinin araştırılmasını ve otonom süreçlerin oluşturulmasına dair ölçütlerin tespit edilmesini amaçlayan bir nitel çalışmadır. Üretken sanat literatürde kendi karşılığını kazanmadan önce, kavramsal sanat adı altında tanımlanmıştır. Bu makalenin yazım süreci üretken sanatın kavramsal sanat kapsamında yer alan örneklerinin incelenmesi ile başlamış, güncel teknoloji ile desteklenen en son noktadaki uygulamalarına dair örneklerin araştırılması ve sunumu ile devam

Geliş Tarihi/Received: 13.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 30.01.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Fatoş ÇAKICIOĞLU İLHAN  
E-posta: fatoscakicioglu@gmail.com

Cite this article: Çakıcıoğlu İlhan, F. (2022). Use of Musical Systems in Generative Art. *Art Vision*, 28(48), 78-84.



Copyright@Author(s) - Available online at finearts-ataunipress.org  
Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



etmiştir. Üretken sanata dair ortaya konulan ölçütler ayrıntılı literatür taraması ile belirlenmiş, bu ölçütler üretken sanatın müzik kavramı ile birleştiği erken dönem uygulamaları ve modern zamanlarda kazandığı yeni kavramlar ile birlikte irdelenerek yeniden yorumlanmıştır. Üretken sanata paralel olarak gelişen üretken müzik kavramı için güncel parametreler ortaya konulmuştur.

## Bulgular

### Üretken Sanatın Tanımı

Üretken sanatın temelini oluşturan üretken metodoloji, kavram-sallaştırma konusunda gelenekselin dışında bir yol sunmaktadır. Üretken sistemlerin çalışma yöntemi, özünde doğadan ödünç alınmıştır. Bu nedenle bazı tanımlamalarda biyoloji ve genetik bilimi temelli terimler kullanılmaktadır. Dorin ve McCormack'e (2001) göre "Üretken sanat", genotipin üretimine ve kompozisyonuna odaklanır. Üretken sanat eseri fenotipin karşılığıdır ve genotip ile fenotip terimleri üretken bir metodolojinin analog temsilleridir (McCormack, 2001, s. 239-240). Genotip, fenotipi yani fiziksel olan görüntüyü ortaya koyan gen dizilimidir. Genotipin sayesinde protein sentezi gerçekleşir. "Dünyadaki yaşamın çeşitliliği ve uyarlabilirliği, bu mekanizmanın tasarımdaki sorunların üstesinden gelme ve nispeten basit birimlerden yenilik ve çeşitlilik üretme potansiyelini göstermektedir." (McCormack ve ark., 2004, s.18). Dehlinger'a (2020, s. 33) göre üretken sanat "sanatçının kendi tasarladığı biçimsel kurallar sistemini izlediği bir sanat pratiği" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımda yer alan biçimsel kurgular, sanatçının bizzat ortaya koyduğu kurallar dizisini tanımlamaktadır ve bir otonom sistem ile desteklenerek üretken süreci oluşturmaktadır. Üretken sanat alanında en sık kullanılan tanımlama ise Philip Galanter'e aittir. Galanter'e (2003) göre "Üretken sanat, sanatçının bir dizi doğal dil kuralı, bir bilgisayar programı, bir makine veya başka bir yöntemsel buluş gibi bir sistemi kullandığı ve bir dereceye kadar otonomi katkısı bulunan herhangi bir sanat pratiğini ifade etmektedir." Yapılan bu tanımlamalar üretken sanatın her alanındaki formları genel olarak kapsamakta, bir anlamda da sanatçının otonom sistem kurgusunda özgür ve yaratıcı olabileceğini anlatmaktadır.

Üretken sanat özetle sanatçının oluşturduğu kurallar çerçevesinde kendi kendine kararlar alabilen bir otonom sistem içeren sanatsal üretim yöntemidir. Bu sistemin çıktılarının genellikle görsel formlar şeklinde karşımıza çıkmasının yanı sıra, müzikal ifade biçimlerine de sıklıkla rastlanılmaktadır. Üretken sanatın müzik ile ilgili olan süreçleri zaman içerisinde kendi literatürünü oluşturmuştur. Başlarda kavramsal sanatın altında yer alan bir takım müzikle ilgili sanatsal ifadeler, literatürde kendi terim karşılıklarını kazanmıştır: Üretken müzik, algoritmik kompozisyon ve meta-müzik gibi. Müziğin üretken sanattaki yerinin belirlenebilmesi için öncelikle bu kavramların anlaşılması gerekmektedir.

### Üretken Sanatta Müziğin Tanımı

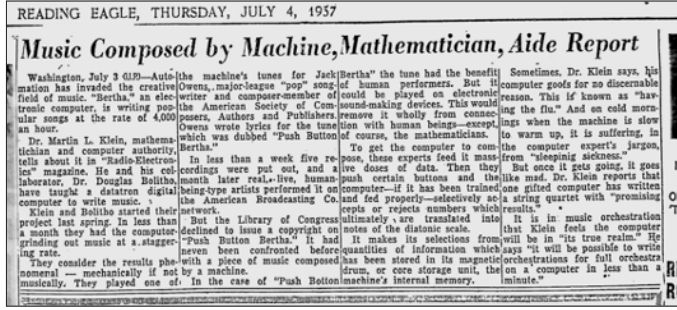
Üretken sürecin çıktılarının müzikal formlar olarak alındığı sistemler söz konusu olduğunda tarihsel süreçte çeşitli tanımlamalar ortaya konulmuştur. Bunların başında üretken müzik (generative music) kavramı gelmektedir. Üretken müzik, sadece notalar ile değil, bir algoritmaya, bir dizi kuralla, bir dizi süreçle, rastgelelik içeren bir haritalamaya veya benzer başka bir yöntemle belirlenen müziktir (Shao ve ark. 2010, s.341). Üretken müzik ilk olarak İngiliz müzisyen Brian Eno tarafından SSEYO'nun bilgisayar müzik yazılım programı Koan'ı kullanarak yarattığı müziği tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Brown, 2005, s.215). 1990'ların ortalarında Brian Eno'nun çalışmaları ile ortaya çıkan bu tanım, özellikle de Koan yazılımıyla oluşturulan Generative Music 1 program sürümüne kadar uzanmaktadır (Eno, 1996).

Üretken müzik, müziğin bir sistem veya süreç içinde bestelenmesiyle yaratılır. Bu ifade müzisyenlerin, sanatçıların, yapımcıların ve bir dereceye kadar bestecinin yaratma sürecinde bulunmadığı anlamına gelir. Üretken müzik bestecisi, parça içindeki müzikal parametreleri tanımlamanın yanı sıra, esasen kendisini son müzik parçasının yaratılmasından ayırır. Öngörülemediği yakalamak ve beklenmedik sonuçlara ulaşmak bestecinin esas hedefidir. Ayrıca, her seferinde benzersiz bir müzik parçası oluşturmak üretken müziğin temel amaçlarından bir tanesidir. (Brown, 2005, s.215).

Müziğin sistematik kullanımı sadece üretken müzik olarak değil algoritmik kompozisyon, deneysel müzik, meta-müzik, bilgisayar destekli müzik gibi kavramlar ile de tanımlanmıştır. Algoritmik kompozisyonlar, bilgisayarlar ile müzik üretimine ilgi duyan sanatçıların ortaya koyduğu ilk deneysel çalışmaların ürünleridir. Algoritma, "belirli bir problemi çözerken uyulması gereken bir dizi kural" olarak tanımlanır (Oxford Learner's Dictionaries, t.y.). 1950'lerde bilgisayarların algoritmik kodlamaları çözümlemesi ve rastgele dizilimler ile müzikal kompozisyonlar oluşturabileceği düşüncesinden yola çıkılarak ilk deneysel çalışmalar yapılmıştır. Ellili yılların başlarında, bir bilgisayar aracılığıyla müzik besteleme fikri, tüm dünyada, özellikle de Amerika Birleşik Devletleri'nde oldukça yaygın bir konu haline gelmiştir. İlk algoritmik kompozisyon olarak kabul edilen Lejaren Hiller'in Illiac Suite'i ve matematikçi Martin Klein ve Douglas Bolitho tarafından yürütülen bir araştırmanın sonucunda ortaya konulan Push Button Bertha, erken dönem bilgisayarla gerçekleştirilen ilk müzik deneylerindedir (Ariza, 2011, s.41). Projenin tasarımını yapan Klein (1957) deneyin ana fikrini şöyle açıklamaktadır: "Eğer insanlar saatte bir şarkı hızında "popüler müzik" yazabilirdi, onu bir bilgisayar ile aynı derecede

Şekil 1.

Push Button Bertha Nota Görseli, 1957. Musica informatica. (t.y.).



Şekil 2.

Push Button Bertha Gazete Haberi, 1957 Musica informatica. (t.y.).

kötü ama daha hızlı şekilde yazabilirdik." Klein ve Bolitho'nun popüler şarkıların kurgusundan yola çıkarak hazırladığı kurallara dayanan algoritmanın ürettiği çok sayıda kompozisyondan biri olan Push Button Bertha, "Adventure Tomorrow adlı televizyon programında yayınlanmış, bu deneyin haberi dönemin gazetelerinde yer almıştır (Ariza, 2011, s.41). Şekil 1 ve 2'de bahsedilen gazete haberlerinden görseller yer almaktadır (Musica informatica, t.y.).

Erken dönem bilgisayarların ilk ortaya çıktığı ve kullanım alanlarının araştırıldığı zamanlarda oldukça ilgi çeken algoritmik kompozisyonlar, bilgisayarların kişisel kullanıma elverişli hale gelmesi ve yaygınlaşmasıyla bilgisayar destekli müzik alanında gelişim göstermiştir. Bilgisayar destekli müzik (Computer generated, CG-music), kuralları içeren nesnel programların inşasını araştıran ve dolayısıyla hesaplanabilirlik anlamında kesinlikle resmi olan üretken müziğin bir alt kümesi olarak tanımlanmaktadır (Collins & Brown, 2019, s.1). Boden ve Edmonds'un (2009, s.31) deyişiyle,

"Burada bizi en çok ilgilendiren üretken sanat (Generative art, G-art) örnekleri aynı zamanda bilgisayar sanatı (Computer art, C-art) örnekleridir. Bunlar bilgisayar tarafından üretilen sanatlardır: kısaca CG-Art. CG-Art'ın çok katı bir tanımı, sanat eserinin insan sanatçınının sifir müdahalesi ile kendi başına çalışmaya bırakılan bazı bilgisayar programlarından kaynaklandığı konusunda ısrar etmektedir. Sanatçı programı yazar, ancak yürütülmesi sırasında onunla etkileşime girmez. Aslında, program kendi işini yapmaya bırakılırken, öğle yemeği için dışarı çıkabilir."

Bu tanımlamada öne çıkarılabilecek en önemli nokta üretken sürecin insan etkileşimini içermemesi gerekliliğidir. Temel kurgu insan sanatçı tarafından yapılır fakat sanat eserini oluşturma görevi üretken sisteme aittir. Bu araştırmada sıklıkla vurgulandığı üzere üretken sanat sadece bilgisayar sanatından oluşmamaktadır. Üretken bilgisayar müziği (Generative Computer Art) kavramı dijital teknolojilerin gelişiminden önce başlayan üretken sanatın sistematik bilgi birikimi üzerine kuruludur. Müzikal sistemler içeren üretken sanat 1960 tarihli Cornelius Cardew'in "The Great Learning" adlı eserlerinde olduğu gibi, yalnızca metinsel yönergeler ve yazılı direktifler kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Sanatçının kullandığı metinsel yönergeler, bilgisayarlar ile yazılan algoritmaların sayısal sistemler dışındaki uygulamalarının bir karşılığıdır.

Üretken müzik günümüzde gerçek zamanlı hesaplamalı müzik yapımında, bilgisayar oyunları da dahil olmak üzere etkileşimli müzik sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Tarihsel sürecindeki ilk ve son örneklerine bakıldığında arada çok büyük bir fark olduğu görülsede sanatçıların üretken sistemden beklediği temel ihtiyaçlar ortaktır ve bunlar üretken sanat başlığı altında bugüne ka-

dar beyan edilen ölçütlerden bağımsız olarak düşünülemez. Bir sonraki bölümde üretken sanat için tanımlanan ölçütler ışığında üretken müzik kavramı tartışılmaktadır.

## Üretken Sanatın Ölçütleri

Üretken sanatın tanımını yapan birçok sanatçı, üretken sanatın daha net olarak sınıflandırılabilmesi için birtakım ölçütler belirlemiştir. Bu ölçütler her sanatçıya göre farklılık göstermekle beraber, ölçütlerde ortak olarak vurgulanan ve öne çıkan özellikler mevcuttur. Alanda en sık alıntı yapılan tanımın sahibi olan Galanter'e göre:

- Üretken sanat, kompozisyonda rastgeleleştirmenin kullanılmasını (randomization) içerir.
- Üretken sanat, formu geliştirmek için evrimsel sistemlerin (evolutionary systems) kullanılmasını içerir.
- Üretken sanat, sergilenirken zamanla sürekli değişen (constantly changing) sanattır.
- Üretken sanat, merkezi bir fikrin varyasyonlarını içeren ve otomatik olarak yaratılan sanattır.
- Üretken sanat hem dijital hem de dijital olmayan otonom sistemleri kullanarak sanat yapmanın bir yoludur (Galanter, 2012, s. 274-275).

Üretken sanatın çarpıcı bir örneği olarak kabul edilen "Condensation Cube" Yoğuşma Küpü" adlı eserin sahibi olan Hans Haacke'nin 1965'te yazdığı aşağıdaki sanatçı açıklaması, bugün üretken sanatçılar için bir manifesto olarak kabul edilebilir ve üretken ve etkileşimli sanatçılar ve tasarımcılar için temel bir kurallar dizisi olarak görülebilir (Selz, 1966, s.37).

Haacke'ye göre üretken sanat yapmak:

- Deneyimleyen, çevresine tepki veren, değişen, dengesiz bir şey yapmaktır,
- Her zaman farklı görünen, şekli kesin olarak tahmin edilemeyen belirsiz bir şey yapmaktır,
- Çevresinin yardımı olmadan 'gerçekleştiremeyecek' bir şey yapmaktır,
- Işık ve sıcaklık değişimlerine tepki veren, hava akımlarına maruz kalan ve işleyişinde yerçekimi kuvvetlerine bağlı olan bir şey yapmaktır,
- Seyircinin ele aldığı, oynadığı ve böylece canlandırdığı bir şey yapmaktır,
- Zamanda yaşayan ve izleyiciye zaman kazandıran bir şey yapmaktır,
- Açıkça ifade edilebilen, doğal bir şeydir.

Spittel'e (2018) göre ise:

- Sanat eseri, bilgisayar ve sanatçı arasında bir iş birliği haline gelir. Sanat eserinin bazı yönleri kodlayıcı tarafından kontrol edilir.
- Sanatçı, sanattaki rastgeleliği ve düzeni kontrol eder. Rastgelelik, bir tür otonom sistemdir.
- Üretken sanat var olan hiçbir şeye benzemeyen, tamamen benzersiz sonuçlar üretmek için otonom sistemleri kullanır.
- Sanatçı, arzu edilen ve genellikle daha şaşırtıcı sonuçlar elde etmek için sürekli olarak bir sistemde geri bildirim döngüsüne girer.
- Üretken sanat yaratmak için rastgelelik çok önemlidir. Oluşturma komut dosyasını her çalıştırdığınızda oluşan sanat farklı olmalıdır, bu nedenle rastgelelik bunun büyük bir parçasıdır.
- Algoritmalar üretken sanatta önemlidir.

Ortaya konulan bu ölçütlere göre üretken sanatın, çevresi ile et-

kileşim halinde olan, sürekli olarak değişim gösteren ve benzersiz sonuçlara ulaşabilen, rastgelelik içeren, kendi kendine kararlar alabilen bir mekanizmayı içeren süreç olduğu söylenebilir. Üretken müziğin erken dönem örneklerinden olan algoritmik kompozisyonlara bakıldığında, belirtilen ölçütlere benzer motivasyonlar taşıdıkları görülmektedir. Kullanılan algoritmalar üretken sanata uygun olarak sanatçının kurguladığı kurallar çerçevesinde rastgele seçimleri bir araya getirerek birçok kompozisyon oluşturmuştur. Bu ürünlerin hepsi benzersizdir ve insan sanatçının iradesi dışında geliştirilmiştir. Fakat bu noktada ilk deneylerden beri tartışılan bir soru vardır? Ortaya çıkan kompozisyonlar müzik olarak nitelenebilir mi?

Üretken müziğin ölçütlerinin tanımlanabilmesi için üretken sanatın tanımlanmasının öncesinde müziğin tanımlanması gerekmektedir. Godt'a (2005, s.84) göre müzik, bir iletişim olarak tanımlanabilir, estetik bir varlık halinde organize edilmiş ve insanca düzenlenmiş sestir. Levinson (1990, s. 273) ise müziğin "bir kişi tarafından, birincil olarak veya önemli ölçüde ses olarak kabul edilen seslerle aktif katılım (örneğin, dinleme, dans etme, performans) yoluyla deneyimi zenginleştirmek veya yoğunlaştırmak amacıyla geçici olarak organize edilen sesler" olduğunu öne sürer. Kania'nın (2010, s. 348) önerdiği tanıma göre ise "Müzik, perde veya ritim gibi bazı temel müzik özelliklerine sahip olan ve bu özellikler için duyulmak veya dinlenmek üzere kasıtlı olarak üretilen veya düzenlenen herhangi bir olaydır". Her bir tanıma bakıldığında ortak olan değer müziğin insansı bir estetik değer algısından oluştuğu gerçeğidir.

Üretken sanatın ölçütleri daima bir aşamada sürecin insansı karar mekanizmasından uzaklaşması gerektiğini vurgular. Üretken müzik için belirtilen "bir sistem veya süreç içinde bestelenmesi ve beklenmedik sonuçlara ulaşması" hedefleri, üretken sanatın ölçütleri ile örtüşmektedir. Rastgele seçimler sonucunda oluşan ürünün sanatsal ve estetik niteliği ise üretken müziğin ilk örneklerinden beri tartışılan bir konudur. Üretken müziğin güncel formlarına bakıldığında ise kazandığı fonksiyonlar açısından daha farklı özelliklere sahip olması gerektiği söylenebilir. Sonraki bölümde üretken sürecin çeşitli formlarını içeren sistemler incelenerek müzikal anlamda üretken sanatla örtüşen ölçütler örnek durumlar eşliğinde ele alınmaktadır.

### Üretken Sanatta Müziğin Kullanımına Dair Uygulamalar

İngiliz besteci Cornelius Cardew'in 1960'lardaki deneysel çalışmalarının bir sonucu olan "The Great Learning" in 7. paragrafı, üretken sanat alanında müziğin kullanımına dair öne çıkan çalışmalardan birisi olarak gösterilebilir. Bu eser üretken sanat alanında sayısal yöntemlerin dışında metinsel yönergelerle dayanarak oluşturulan otonom sistem kurgusuna dair önemli bir örnek sunmaktadır. Cardew'in eseri bir şarkıcı korusu için yazılan üretken bir müzik eseridir. Eser "Müzik eğitimi almış veya almamış her bireyin müzikal bir kaynak olarak kullanabileceği" felsefesini yansıtmaktadır (Dusman, 1987, s.201). Eserin üretim sürecinin başında her katılımcıya aynı talimat setini içeren bir metin verilmektedir (Şekil 3) (Monash University, t.y.). Talimatlar, "nefesin uzunluğu" notasında söylenecek bir dizi kelime ve ifadeden oluşmaktadır. Sanatçılar rastgele şarkı söylemek için bir nota seçerek başlamakta, daha sonra "bir meslektaş tarafından söylendiğini duyabileceğiniz bir notayı seçin" gibi diğer talimatlarla geçilmektedir. Çok sayıda kişinin katılımıyla ve sadece metindeki talimatların uygulanmasıyla uygulanan çalışmanın neticesinde her seferinde farklı bir müzikal performansa ulaşılmaktadır.

Cornelius Cardew 1975'teki bir röportajında, kendisi için "...müzik

Line numbers			
1	-- --	→ sing 8	IF
2	-- --	---sing 5	THE ROOT
3	-- --	---sing 13(f3)	BE IN CONFUSION
4	-- --	---sing 6	NOTHING
5	-- --	---sing 5 (f1)	WILL
6	-- --	---sing 8	BE
7	-- --	---sing 8	WELL
8	-- --	---sing 7	GOVERNED
9	-- --	---hum 7	
10	-- --	→sing 8	THE SOLID
11	-- --	---sing 8	CANNOT BE
12	-- --	---sing 9(f2)	SWEPT AWAY
13	-- --	---sing 8	AS
14	-- --	---sing 17(f1)	TRIVIAL
15	-- --	---sing 6	AND
16	-- --	---sing 8	NOR
17	-- --	---sing 8	CAN
18	-- --	---sing 17(f1)	TRASH
19	-- --	---sing 8	BE ESTABLISHED AS
20	-- --	---sing 9 (f2)	SOLID
21	-- --	---sing 5 (f1)	IT JUST
22	-- --	---sing 4	DOES NOT
23	-- --	---sing 6 (f1)	HAPPEN
24	-- --	---hum 3 (f2)	
25	-- --	→speak 1	MISTAKE NOT CLIFF FOR MORASS AND TREACHEROUS BRAMBLE

Şekil 3.

*The Great Learning 7. Paragraf Metinsel Yönergeler, Cornelius Cardew, 1969 (Monash University, t.y.)*



Şekil 4.

*Cornelius Cardew "The Great Learning" Paragraph 7 Temsilinden Görüntü (Alexey Sysoev, 2019)*

yapma sanatının o kadar önemli olmadığını, müziğin ürününün ideolojik bir etki olduğunu ve bu etkiyi belirli bir yöne yönlendirmek istediğini" belirtmiştir (Jack'den akt. Dusman, 1987, s.201). Bu bakış açısı ile ele alındığında Cardew'un eserinin ürün odaklı olmaktan çok süreç odaklı olduğu söylenebilir. Eserin ortaya çıkış sürecinde bir araya gelerek çalışan katılımcılar bütünsel bir performans sergilemektedirler. Performansı dışardan gözlemleyen katılımcılar için de ön planda olan, duyulan sesler değil üretim sürecidir. Bu örnekten yola çıkarak üretken müzikte sürecin üründen daha ön planda olduğu söylenebilir. Aynı zamanda müziğin bir iletişim aracı olduğu fikrini öne süren tanımlamalara, müziğin üretim sürecinin de ideolojik yansımaları olabileceği fikrini sunmaktadır. Şekil 4'te The Great Learning Paragraph 7 temsilinden bir görüntü yer almaktadır (Sysoev, 2019).

İsviçreli sanatçı Jean Tinguely'nin ürettiği sesli ve hareketli kinetik heykeller Meta Harmonie I ve II 1978, üretken sürecin mekanik olarak tanımlandığı, sıra dışı bir durum örneğidir. Sanatçı Tinguely, topladığı hurda metallere ürettiği, sesler çıkarıp kokular yayabilen veya resimler çizebilen, robota benzeyen heykelleri ile ünlenmiştir. Sanatçı, Meta Harmonie I ve II adını taşıyan kinetik



**Şekil 5.**  
Jean Tinguely, *Meta Harmonie II*, 1879 (Kenney, 2018)

Table des Chiffres pour le Walzer.  
Zahlentafel für den Walzer.

Première Partie.  
Erster Theil.

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	96	22	141	41	105	122	11	30
3	32	6	128	63	146	46	134	81
4	69	95	158	13	153	55	110	24
5	40	17	113	85	161	2	159	100
6	148	74	163	45	80	97	36	107
7	104	157	27	167	154	68	118	91
8	152	60	171	53	99	133	21	127
9	119	84	114	50	140	86	169	94
10	98	142	42	156	75	129	62	123
11	3	87	165	61	135	47	147	53
12	54	130	10	103	28	37	106	5

Seconde Partie.  
Zweiter Theil.

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	70	121	26	9	112	49	109	14
3	117	39	126	46	174	18	116	83
4	66	139	15	132	73	58	145	79
5	90	176	7	34	67	160	52	170
6	25	143	64	125	76	136	1	93
7	138	71	150	29	101	162	23	151
8	16	155	57	175	43	168	89	172
9	120	88	48	166	51	115	72	111
10	65	77	19	82	137	38	149	8
11	102	4	31	164	144	59	173	78
12	35	20	108	92	12	124	44	131

**Şekil 6.**  
Mozart Müzikal Zar Oyunu, 1793 (Gbrachetta, t.y.)

heykellerini de metal parçalarını ve bazı müzik enstrümanlarını bir araya getirerek inşa etmiştir (Şekil 5) (Kenney, 2018). Tinguely'nin Meta-Harmoniler adını verdiği heykel serisi, proto-müzik üreten mekanik yapılardır. Gıcırta olarak ifade edilebilecek sesler çıkarak, seslerin uyumlu olmasına önem vermeden ve belirli bir melodiye takip etmeden, görsel-akustik gösteri sunmaktadır. (Skeggs ve ark., 2017, s.3). Bu heykellerin başlıca amacı "müzik üretmek" değildir. Tinguely'nin dediği gibi, "Benim mekanizmam müzik yapmaz... Bazen sesleri karıştırmak için ses karıştırma makineleri yapıyorum ve sonra sesleri salıveriyorum, onlara özgürlüklerini veriyorum" (Müller-Alsbach'den akt. Skeggs ve ark., 2017, s.3).

Tinguely'nin heykellerinin orijinaleri zamanla aşınmıştır. Günümüze kadar ulaşabilen parçaları ise restore edilerek müzede sergilenmektedir. Makineler ilk tasarlandığı günden bugüne kadar oldukça değişime uğramışlardır. Eserlerin zamanla çevresel etkilere maruz kalmaları ve değişime uğramaları aslında sanatçının kasıtlı olarak arzuladığı bir durumdur. Mekanizmanın parçalarının aşınması veya yer değiştirmesi sonucunda, sanatçının kurguladığı şekilde, Meta Harmoniler'in ürettiği "ses karışımları" sürekli değişmektedir.

Müzikal zar oyunları üretken sanatın oldukça dikkat çeken başka bir uyarlamasıdır. 1757'den 1812'ye kadar çeşitli dillerde, Avrupa'da en az yirmi adet müzikli zar oyunu yayınlanmıştır. Bu oyunlar, müzikten habersiz kişilerin, şans işlemlerini kullanarak önceden hazırlanmış müzik parçalarını seçmesiyle minuetler, marşlar, polonezler, valsler vb. kompozisyonlar yazmasını mümkün kılmaktadır. Bu yayınlar, tesadüfi müziğin (aleatory music) yirminci yüzyıldaki gelişinden iki yüzyıl önce, şans eseri belirlenmiş müziğin bestelenebileceği yöntemler sunmaları bakımından dikkate değerdir (Hedges, 1978, s.180).

Bu oyunlar arasında en popüler olanı W. A. Mozart'ın (1756-1791) müzikal zar oyunu "The Musikalisches Würfelspiel'dir. Bu ilginç "kompozisyon" Viyana minuetindeki 16 ölçünün her biri için birkaç seçenek sunmaktadır: 8. ve 16. ölçüler için 2 seçenek, diğer ölçülerin her biri için 11 seçenek. Mozart'ın fikri, oyuncunun satır başına sunulan seçeneklerden birisini rastgele seçerek, ölçü stoğundan çok çeşitli melodileri "oluşturabileceği" idi. Tüm olası seçenekler Mozart tarafından öyle bir şekilde verilmiştir ki, herhangi bir seçimle ortaya çıkan melodi, o zamanın Viyana minuetlerinin armonik gereksinimlerini karşılayan güzel bir kompozisyon oluşturmaktadır (Ruttckay, 2007, s.18).

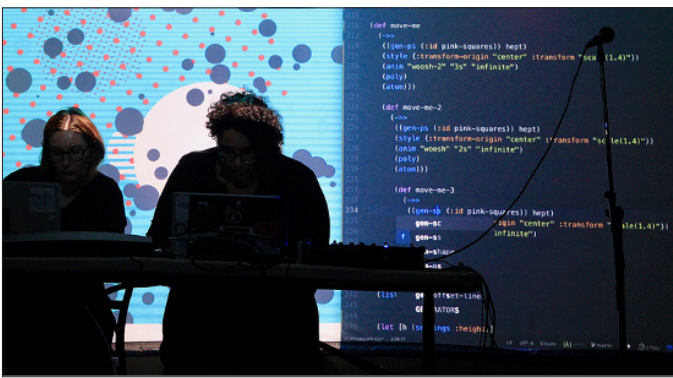
Oyunun ilk versiyonu 1793'te Mozart'ın yayıncısı Nikolaus Simrock tarafından Berlin'de yayınlanmıştır. Mozart'ın ölümünün ardından ve daha sonraları, oyunun birkaç kez farklı şekillerde yayınlanan çeşitleri mevcuttur. Tüm yayınlarda, rastgele seçimler yapmak için iki zar kullanılması önerilmektedir. İki zar atıldıktan sonra atılan sayıların toplamı alınır, bu 2 ile 12 arasında bir sayıdır. Bu sayılara tabloda karşılık gelen ölçü sayıları yan yana getirilerek rastgele bir kompozisyon oluşturulmuş olunur. Tablodaki sayılar 1 ve 176 arasındadır, Mozart bu oyun için toplamda 176 adet ölçü hazırlamıştır (Gbrachetta, t.y.) (Şekil 6).

Müzikal zar oyunlarının ve diğer şans eseri yapılan seçimler sonucunda bir araya getirilerek kurgulanan kompozisyonların "üretken" olarak kabul edilip edilemeyeceği tartışmalı bir konudur. Plut ve Pasquier'e (2020, s.2) göre Mozart'ın zar oyunu bir müzik performansından ziyade bir oyun olarak ele alınırsa, oyuncunun her zar atışı bir oyun durumu değişikliği olarak nitelendirilebilir. Müzik, oyun durumu değişikliğine doğrudan yanıt verdiği için, bu durum oyunda sistemsel bir özerklik sunmaz ve bu nedenle zar oyunu, üretken müzik değil, "uyarlanabilir müzik (adaptive music)" bestelenmiş olarak tanımlanabilir.

Bilgisayar oyunları, üretken müziğin günümüzdeki kullanım alanlarının başında gelmektedir. 18. Yüzyılda kurgulanan Mozart'ın müzikal zar oyunundan bu yana 21. yüzyılda üretken müzik kavramından beklenen özellikler de değişime uğramıştır. Bu noktada araştırmalar üretken müziğin kurgusunun dönüşümsel olup olmadığı doğrultusunda ilerlemiştir. Wooller ve ark. göre (2005, s.116-117) müzik sistemlerindeki algoritmalar analitik, dönüşümsel (transformational) ve üretken (generative) algoritmalar olarak ele alınabilir. Analitik algoritmalar verileri indirgeme eğilimindedirler. Dönüşümsel algoritmalar veri boyutu üzerinde daha az etkilidir, ancak genel yapıyı etkilerler. Bu tür algoritmalar belirli bir veri setini kullanarak farklı döngüler yaratırlar. Dönüşümsel algoritmalarda bir cümle, perde değeri rastgele değiştirilebilen birkaç notaya sahip olabilir veya cümlelerin kendileri yeniden yapılandırılabilirken, asıl cümle değişmeden kalır. Bir cümle içinde, oyun içi durumlara göre enstrüman parçaları eklenebilir-çıkarılabilir veya tempo değişikliğine gidilebilir. Super Mario adlı bilgisayar oyununda zaman tükenirken müziğin hızlanması gibi (Collins, 2009, s.8). Mozart'ın müzikal zar oyunu da



**Şekil 7.**  
Fract OSC Adlı Bilgisayar Oyunundan Bir Sahne Görüntüsü (Artstation, t.y.)



**Şekil 8.**  
Canlı Kodlama ile Müzik Gösterisi (Creative Applications, 2019)

döngüsel bir algoritmaya sahiptir. Oyunda 176 adet ölçü tanımlanmıştır ve sistem bu ölçülerin dışında farklı bir veri setini oyuna dahil edemez. Var olan müzikal verileri farklı dizilimlerde ve tekrarlarla sıralayarak kompozisyonlar üretir. Üretken algoritmalar ise, sisteme tanımlanan temel müzik malzemelerinin ötesinde kendi oluşturdukları öngörülemez bir üretim sağlarlar. Bu nedenle üretken algoritmalar, oyunlardaki genel müzik veri boyutunu artırır (Wooler ve ark. 2005, s.117).

Mozart'ın müzikal zar oyunu ile ilgili tartışılan bir diğer konu da oyunun ve üretken müziğin birbirinden ayrı olmamasıdır. Müzik aslında oyunun kendisidir. Plut ve Pasquier'e (2020, s.2) göre "müzik oyundan kısmen veya tamamen bağımsız olan sistemsel bir otomasyon tarafından üretiliyorsa, müzik bir video oyunu içinde üretken olarak kabul edilebilir." Oynanış ve müzikal yapının bu şekilde birbirinden ayrılması da günümüzde bilgisayar oyunlarındaki üretken müzik tanımının bir ölçütü olarak kabul edilebilir.

Üretken müzik 21. yüzyılda bilgisayar oyunlarının bir parçası haline gelmiştir. Oyuncuların etkileşim verilerine bağlı olarak eş zamanlı tepki verebilen algoritmalar sayesinde kendi müziğini üretebilen oyunlar geliştirilmiştir. Bu oyunlarda müzik, oyun döngüsünün temel bir bileşenine dönüşmüştür. Fract OSC adlı oyun, üretken müzik kavramını oyun senaryosu içinde kullanan örnek uygulamalardan birisidir. Fract OSC'nin yaratıcı yönetmeni Richard E. Flanagan, oyunu müzikal bir keşif oyunu olarak tanıtmaktadır. Sesler üzerine inşa edilmiş bir dünyanın sırlarını keşfetmek üzerine kurgulanan oyunda amaç, sesler üretip makineleri yeniden inşa

ederek sanal bir dünyayı hayata geçirmeye çalışmaktır (Flanagan, 2021). Oyunda müzik, oyuncuların hareketlerine tepki olarak belirmekte ve oynanış şekline göre değişmektedir. Üretken müziğin doğasına uygun şekilde her oynanışta yeni bir kompozisyon oluşmaktadır (Şekil 7) (Artstation, t.y.). Müzik oyunun kendisi veya tek bileşeni olmaktan öte yolculuğa eşlik eden eş zamanlı bir elemandır.

Üretken müzik alanında ortaya çıkan güncel uygulamalardan bir diğeri de canlı kodlama (live coding)'dir. Brown'a (2016, s.179) göre "Kodlama, kendi başına bir hayat süren otomatikleştirilmiş davranışları mümkün kılar. Bilgisayarlar canlı kodlama için kullanıldığında, bir araçtan çok daha fazlasıdır, artık müziğin ortağı olmuştur." Brown'un da bu tanımlama ile desteklediği üzere kodlama, üretken sanatın ihtiyaç duyduğu otonom sistemi oluşturmak üzere kullanılan en etkili yöntemlerin başında gelmektedir. Canlı kodlama uygulaması, gerçek zamanlı olarak müzik üreten bilgisayar programlarını yazmayı ve değiştirmeyi içerir (Brown & Sorensen, 2009, s.17). Canlı kodlamanın temel ilkesi, besteci (aynı zamanda) programcının karmaşık algoritmik programlama becerilerini ve müzik bilgisini bir arada yürütmesi ve virtüöz betik dilleri algoritmik tekniklerle oluşturmak için matematiksel bilgi, deneyim ve pratiğini kullanmasıdır (Burnard, 2012, s.177).

Canlı kodlama, gerçek zamanlı bir programlama eylemidir. Hem müzik hem de matematik alanında uzmanlık sahibi olmayı gerektirir. Bu yöntemi içeren müzik yapma etkinlikleri genellikle izleyicinin de bestecilerin yazdığı kodların kaynağını görebildiği canlı bir performans durumunda gerçekleşir (Şekil 8) (Creative Applications, 2019).

Canlı kodlama performansı esnasında sesleri doğrudan oluşturmak mümkündür fakat esas amaç sesleri bağımsız olarak kendisi üreten otonom sistemi oluşturmaktır. Performans esnasında üretken süreç, öncelikli olarak algoritmalar ile otonom sistemin yaratılması ve ardından bu sistem sesleri üreten kazanılan zamanda sanatçının bir sonraki aşamada müziği değiştirecek olan kodları canlı olarak yazması şeklinde ilerler. Brown ve Sorensen'in (2009, s.17-18) tanımladığı canlı kodlamada yer alan üretken süreçlerin sahip olması gereken bir dizi ölçüt şu şekildedir:

- Üretken süreçler öz olmalı ve hızlı yazılabilmeli,
- Çeşitli müzikal koşullara uygulanabilir olmalı,
- Gerçek zamanlı değerlendirilmeye izin veren, hesaplama açısından verimli olmalı,
- Duyarlı ve uyarlanabilir olmalı,
- Uygun parametrelere maruz bırakılarak değiştirilebilir olmalıdır.

Canlı kodlama, üretken sanat ve müziğin tam anlamıyla birleştiği bir kurgu olarak tanımlanabilir. Üretken sanat için tanımlanan ölçütleri karşılamakla beraber kendi ölçütlerini ve ihtiyaçlarını da belirlemiştir. Sanatçıların müzikal becerilerinin yanı sıra kodlama bilgilerini de sergiledikleri bu performanslar, üretken müzik kavramına yeni bir bakış açısı kazandırmıştır.

## Tartışma

Geleneksel tasarım yöntemlerinde sanat üretimi işi tamamen sanatçının kontrolünde iken üretken sanat alanında sanatçı, öngöremediği sonuçlara ulaşabilmek için kendi isteğiyle bağımsız bir sistemi sürece dahil eder. Bu çalışmada müzikal sistemler ile entegre bir şekilde çalışan üretken sanatın örnekleri incelenmiştir. Üretken sanata dair beyan edilen ölçütlere bakıldığında üretken sanatın, "çevresi ile etkileşim halinde olan, sürekli olarak

değişim gösteren ve benzersiz sonuçlara ulaşabilen, rastgelelik içeren, kendi kendine kararlar alabilen bir mekanizmayı içeren bir süreç olduğu" görülmektedir.

Üretken sanatta müziğin kullanımına dair ilk örneklerin, bilgisayar döneminden önce sadece metinsel yönergelere dayalı olarak gerçekleştirilebildikleri görülmektedir. Metinsel yönergeler zamanla kodlama bilgisinin de gelişmesiyle yerini algoritmik hesaplamalara bırakmıştır. Süreci çok daha hızlı bir şekilde yürütebilen bilgisayarlar, üretken müzik anlamında artık vazgeçilemez bir araç haline gelmiştir. Erken dönemlerde şans ve rastgelelik kavramlarını içermesi nedeniyle bir oyuna dönüşen üretken sanat, modern zamanlarda bilgisayar oyunları için üretken müzik kullanımına evrilmiştir.

## Sonuç ve Öneriler

Günümüzde üretken sanatçılar programlama ve algoritmik hesaplama bilgilerini sanatsal becerileri ile birleştirerek alternatif alanlara yönelmişlerdir. İncelenen örnekler bakıldığında bilgisayar teknolojisi ilerledikçe üretken sanat ve beraberinde gelişen üretken müzik, temelde sunulan ölçütlere sadık kalmış fakat alanda ihtiyaç duyulan özelliklere göre kendi parametrelerini belirlemişlerdir. Üretken müzik artık, ilk örneklerinde görüldüğü üzere sanatsal bir ifade biçimi olmanın ötesine geçerek, bilgisayar destekli tasarımların bir parçası haline gelmiş, farklı işlevler kazanmıştır. Dijital teknolojiye gelişmeler paralelinde de evrimleşmeye devam edeceği öngörülmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The author have no conflicts of interest to declare.

**Funding:** The author declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar

- Alexey Sysoev. (21.04.2019). *Cornelius Cardew "The Great Learning" Paragraph 7* [Video]. Youtube. [https://www.youtube.com/watch?v=6C-cGT\\_cbNfg](https://www.youtube.com/watch?v=6C-cGT_cbNfg)
- Ariza, C. (2011). Two Pioneering Projects from the Early History of Computer-Aided Algorithmic Composition. *Computer Music Journal, The MIT Press*, 35(3), 40-56. [Crossref]
- Artstation. (t.y.) *Fract Osc, Richard Flanagan* [Fotoğraf]. Erişim: 07.10.2021, <https://www.artstation.com/artwork/ERzgK>.
- Boden, M. A., & Edmonds, E. A. (2009). What is generative art? *Digital Creativity*, 20(2), 21-46. [Crossref]
- Brown, P. (2005). Is the Future of Music Generative? *Music Therapy Today*, 6(2), 215-274.
- Brown, A. R., & Sorensen, A. (2009). Interacting with Generative Music through Live Coding. *Contemporary Music Review*, 28(1), 17-29. [Crossref]
- Brown, A. R. (2016). Performing with the other: the relationship of musician and machine in live coding. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 12(2), 179-186. [Crossref]
- Burnard, P. (2012). *Musical Creativities in Practice*. Oxford University Press. [Crossref]
- Collins, K. (2009). An Introduction to Procedural Music in Video Games. *Contemporary Music Review*, 28(1), 5-15. [Crossref]
- Collins, N., & Brown, A. R. (2009). Generative Music Editorial. *Contemporary Music Review*, 28(1), 1-4. [Crossref]

- Creative Applications. (2019). *Workshop: Live Coding Visuals with Hydra* [Fotoğraf]. Erişim: 20.10.2021. <https://www.creativeapplications.net/member-submissions/workshop-livecoding-visuals-with-hydra/>
- Dehlinger, H. (2020). Generative Art. *Journal of Mathematics and the Arts*, 14(1-2), 33-36. [Crossref]
- Dorin, A., & McCormack, J. (2001). Introduction: First Iteration: A Conference on Generative Systems in the Electronic Arts. *Leonardo*, 34(3), 239-242. [Crossref]
- Dusman, L. J. (1987). The individual as structure in Cornelius Cardew's the great learning: paragraph 7. *Interface*, 16(4), 201-217. [Crossref]
- Eno, B. (1996). *Generative music*. In Motion Magazine. <http://www.inmotionmagazine.com/eno1.html>
- Flanagan, R. E. (2021). *Fract OSC, Game, Level, Sound & Graphic Design, Art, Animation, UI*. Erişim:11.10.2021, <http://www.richardflanagan.com/fractosc>
- Galanter, P. (2003). *What is generative art? Complexity theory as a context for art theory*. Generative Art Conference, 2003.
- Galanter, P. (2012). Generative art after computers. *15th Generative Art Conference*, s.271-282.
- Gbrachetta. (t.y.). *Musical Dice A new take on Mozart's game*. Erişim: 20.10.2020, <https://gbrachetta.github.io/Musical-Dice/>
- Godt, I. (2005). Music: A Practical Definition. *The Musical Times*, 146, 83-88. [Crossref]
- Hedges, S. A. (1978). *Dice Music in the Eighteenth Century*. *Music & Letters, Oxford University Press*, 59(2), 180-87. [Crossref]
- Kania, A. (2010). Silent Music. *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, s. 343-53. [Crossref]
- Kenney, N. (2018). *Back from the brink: Jean Tinguely's beloved music machine* [Fotoğraf]. Erişim: 16.10.2021, <https://www.theartnewspaper.com/2018/11/15/back-from-the-brink-jean-tinguelys-beloved-music-machine>
- Levinson, J. (1990). *Music, Art, and Metaphysics*. Ithaca: Cornell University Press.
- McCormack, J., Dorin, A., & Innocent, T. (2004). Generative Design: A Paradigm for Design Research, Futureground – DRS. *International Conference*, s. 17-21.
- Monash University. (t.y.) *The Great Learning 7. Paragraf* [Fotoğraf]. Erişim: 09.10.2021, <https://users.monash.edu/~cema/projects/hons2000/p7>
- Musica informatica. (t.y.). *Push Button Bertha nota görseli* [Fotoğraf]. Erişim: 11.10.2021, <https://www.musicainformatica.org/topics/push-button-bertha.php>
- Oxford Learner's Dictionaries. (t.y.). *Definition of algorithm*. Erişim:05.10.202, <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/algorithm?q=algorithm>
- Plut, C., & Pasquier, P. (2020) Generative music in video games: State of the art, challenges, and prospects. *Entertainment Computing*, Vol. 33. [Crossref]
- Ruttikay, Z. (2007). Composing Mozart Variations with Dice. *Teaching Statistics. An International Journal for Statistics and Data Science Teaching*, 19(1), 18-19. [Crossref]
- Shao, J., Mcdermott, J., O'Neill, M., & Brabazon, A. (2010). Jive: A Generative, Interactive, Virtual, Evolutionary Music System. *In EvoApplications* (2), 341-350. [Crossref]
- Selz, P. (1966). *Directions in Kinetic Sculpture*. Berkeley. University of California Press.
- Skeggs, E. S., Langberg, E. I., Marcucci, S., & Mackintosh, T. P. (2017). Weighing Perceived Values of Tinguely's Sculptures Against Technically Advanced Conservation. <https://digitalcommons.wpi.edu/iqp-all/383>
- Spittel, A. (2018). An introduction to Generative Art: what it is, and how you make it. Erişim: 21.10.2021 <https://www.freecodecamp.org/news/an-introduction-to-generative-art-what-it-is-and-how-you-make-it-b0b363b50a70/>
- Topçu, O. (2015). Akıllı Otonom Sistemler. *Turkish Navy Magazine*, 18-25.
- Wooller, R., Brown A., Reck E., Roger M., Berry S., & Diederich, J. (2005). A framework for comparison of process in algorithmic music systems. *Generative arts practice. Sydney: Creativity and Cognition Studios Press*, 109-124.