



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

Grafik Anasanat Dalı

**GENERATİF SANAT YÖNTEMİYLE
VİDEO OYUNLARI İÇİN KARAKTER TASARIMI**

Andaç Altak

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2021



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Grafik Anasanat Dalı

GENERATİF SANAT YÖNTEMİYLE
VIDEO OYUNLARI İÇİN KARAKTER TASARIMI

Andaç Altak

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2021

GENERATİF SANAT YÖNTEMİYLE VİDEO OYUNLARI İÇİN KARAKTER TASARIMI

Danışman: Prof. Dr. Nadire Şule ATILGAN

Yazar: Andaç ALTAK

ÖZ

Algoritmalarla sanat üretimi geleneksel sanatın karşısında kodlar evreninde matematiğe sıkı sıkıya bağlı son derece kontrollü bir ortamdır. Fikirlerin şekil ve renklere elektronik algoritmaların aracılığıyla dönüşmesini ifade eder. Generatif Art taraftarları, bu yönetime sanat ve tasarımda fikir üretme aşamalarının atlanmasının ekonomisi olarak yaklaşmaktadır. Her yöntemde olduğu gibi Generatif yöntem de sanat ve tasarım görselleri açısından kendine özgü şaşırtıcı sonuçlara yol açabilir. Bu çalışmada amaç, video oyunları gibi endüstriyel olarak çoğaltılan ve görsel tasarımın ağırlığının önemli ölçüde geliştirilen ürünü değiştirdiği bir alanda, generatif yöntemden yararlanarak oluşturulan deneysel görselleştirmenin video oyun alanı için uygunluğunu araştırmak ve bir oyun karakterinin konseptini oluştururken bilgisayar sistemlerinden ne ölçüde yararlanılabileceği bulgusunu elde etmektir. Çalışma kapsamında, birinci bölümde öncelikle generatif sanatın tanımı yapılmış ve çalışma boyunca her şeyin daha iyi anlaşılabilmesi için rastgelelik kavramı ve algoritmalar gibi konseptler açıklanmıştır. İkinci bölümde generatif sanatın şu ana kadarki ilerleyişi örnekler verilerek incelenmiş, generatif modellerin kullanıldığı ve sanat ile alakası olan film, video oyunları, mimari gibi bazı endüstriyel alanlardaki kullanımları ve faydalı yanları da anlatılmıştır. Bu kapsamda, algoritmalar yardımıyla oluşturulan dijital bir görüntü, ekran üzerinde teste tabi tutulmuştur. Tasarımcı denetimindeki algoritmanın orjinal tasarımlara dönüşebilme ve video oyunlarında kullanım kapasitesi sorgulanmıştır. Sonuçlar algoritma yardımıyla tasarım için bir yol haritası olarak kullanılabilir. Aynı zamanda tasarımcının generatif art yöntemindeki rolünü belirleme üzerinde de durulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Generatif sanat, bilgisayar sanatı, algoritmik sanat, karakter tasarımı, video oyunları, konsept tasarım.

CHARACTER DESIGN IN VIDEO GAMES VIA GENERATIVE ART

Danışman: Prof. Dr. Nadire Şule ATILGAN

Yazar: Andaç ALTAK

ABSTRACT

Producing art with algorithms is a controlled environment that is tightly connected with mathematics compared to traditional art. It expresses the transformation of ideas into forms and colors via electronic algorithms. Generative art supporters approach the subject as an economy of skipping ideation process in design. As any other method, generative methods may result in distinctive and surprising outcomes. Purpose of this study is to investigate the feasibility of using generative methods when designing video game characters in video game industry which is a field that is industrially replicated and relies heavily on visual design. In the first part of this study, there are descriptions of generative art and some related topics like algorithms and randomness which can be useful to understand the study better. In the second part, the evolution of generative art is examined with visual examples. Usage and benefits of generative art in industries related to art like video games, architecture are also explained. In the third part, determining the designer's role in generative methods are discussed. A digital image that is produced by algorithms is tested on screen. The plausibility of transforming the designer controlled algorithm's outcomes into original designs and usability of them in a video game is questioned. The result of this test can be used as a roadmap to design with algorithms.

Keywords: Generative art, computer art, algorithmic art, character design, video games, concept art.

TEŞEKKÜR

Bu maceraya atılmamı sağlayan ve her zaman destekleyen eőim İrem'e, geri bildirim ve fikirleriyle bu tezin oluőmasına büyük katkı sağlayan danışmanım Prof. Dr. Nadire Şule Atılgan'a ve teknik desteği için Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendislięi Bölümü Araőtırma Görevlisi Metehan Güzel'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
GÖRSEL DİZİNİ	vi
TERİMLER DİZİNİ	x
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM: GENERATİF SANATIN GELİŞİM SÜRECİ	3
1.1. Generatif Sanatın Tanımı	3
1.2. Generatif Sanatın Anlaşılması İçin Gerekli Bilimsel Açıklamalar	5
1.2.1. Rastgele Sayı Üretimi	5
1.2.2. Algoritma	8
1.3. Rastlantısallık ve Sanat	9
2. BÖLÜM: GENERATİF SANATIN TARİHSEL SÜRECİ VE YÖNTEMLERİ	11
2.1. Generatif Sanatın Tarihi	11
2.2. Generatif Sanat Örnekleri	17
2.3. Generatif Sanatın Kullanıldığı Alanlar Ve Yöntemler	18
2.3.1. Elektronik Müzik	18
2.3.2. Demoscene	19
2.3.3. Endüstriyel Tasarım ve Mimarlık	19
2.3.4. Bilgisayar Destekli Animasyon	21
2.3.5. Generatif Sanat Yöntemleri	23
2.3.5.1. L- sistem	23
2.3.5.2. Fraktal Geometri	24

2.3.5.3. Genetik Algoritmalar	25
2.3.5.4. Makina Öğrenmesi ve GAN	25
3. BÖLÜM GENERATİF SANAT İLE KARAKTER ÜRETİMİ	26
3.1. Generatif Sanat İle Yapılmış Karakter Tasarım Çalışmaları	27
3.2. Piksel Art Karakter Çıktıları Üretim Detaylı Konsept Haline Getirme	29
3.2.1. Kullanılan Metod ve Çıktılar	29
3.2.1. Çıktılardan Seçilip Daha Gerçekçi Bir Konseptte Dönüştürülen Tasarımlar	31
3.3. Detaylı Konsept Görsellerinden Piksel Art Karakter Üretme	35
3.3.1. Kullanılan Metod ve Çıktılar	35
3.3.2. Tasarımların Piksel Art'a Dönüştürülme Süreci	35
SONUÇ	39
KAYNAKLAR	41
ETİK BEYANI	45
YÜKSEK LİSANS ORJİNALLİK RAPORU	46
MASTER'S ORIGINALITY REPORT	47
YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	48

GÖRSEL DİZİNİ

Görsel 1. V&A. Michael Noll. Gaussian Quadratic. Erişim: 09.08.2020. http://media.vam.ac.uk/collections/img/2011/EY/2011EY6947_2500.jpg	2
Görsel 2. Craig S. Kaplan. (2000). Computer Generated Islamic Star Patterns. Bridges Conference. Kansas. s. 102-112. Erişim: 12.10.2020. http://archive.bridgesmathart.org/2000/bridges2000-105.pdf	3
Görsel 3. University of Chicago. Emil Martinec. Gürültü İmajı Örneği. Erişim: 14.11.2020. http://theory.uchicago.edu/~ejm/pix/20d/tests/noise/	7
Görsel 4. Ken Perlin. Perlin Noise. Erişim: 5.10.2020. https://docs.unity3d.com/StaticFiles/ScriptReflImages/PerlinExample.png	7
Görsel 5. Perlin Noise İle Üretilmiş Tahta Dokusu. Erişim: 07.04.2021. http://www.sci.utah.edu/~leenak/IndStudy_reportfall/WoodNpn.png	7
Görsel 6. Düz Yazıyla Yazılmış Bir Sözde Kod Örneği. Erişim: 7.10.2020. http://ceng.eskisehir.edu.tr/emrekacmaz/bil158/flowchart-pseudocode-examples.pdf	8
Görsel 7. Akış Diyagramı Şeklinde Hazırlanmış Bir Sözde Kod Örneği. Erişim: 7.10.2020. http://ceng.eskisehir.edu.tr/emrekacmaz/bil158/flowchart-pseudocode-examples.pdf	8
Görsel 8. MoMA. Hans Arp. Collage with Squares Arranged According to the Laws of Chance. Erişim:14.11.2020. https://www.wikiart.org/en/jean-arp/untitled..10	10
Görsel 9. 77.000 yıllık eser. Christopher Henshilwood, https://i.pinimg.com/originals/99/ab/98/99ab983f8b3e6acac53f71e4b8a57f5a.png	11
Görsel 10. Louvre. Bir yunan çömleği. Erişim:23.11.2020. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Hydria_Boeotia_Louvre_A574.jpg	12
Görsel 11. El Hamra Sarayı'nın Tavanı, 13.yy, İspanya. Erişim: 23.11.2020. https://i.pinimg.com/564x/4f/09/6e/4f096ef21f556ca8306255dca931964a.jpg	12
Görsel 12. British Library Collection. Albrecht Dürer, Geometrik bir çalışma. Erişim: 23.11.2020. https://www.sciencephoto.com/media/765260/view/geometrical-study-by-durer	13
Görsel 13. V&A. Leonardo Da Vinci, Study in Perpetual Motion. Erişim: 23.11.2020. http://www.vam.ac.uk/content/articles//leonardo-da-vinci-experience-experiment-design/	13
Görsel 14. National Gallery of Art, M. C. Escher, Convex and Concave. Erişim: 23.11.2020. https://www.nga.gov/collection/art-object-page.54260.html	14

Görsel 15. The Metropolitan Museum of Art. Sol Lewitt, Incomplete Open Cubes. Erişim: 5.12.2020. https://www.metmuseum.org/art/collection/search/691091	15
Görsel 16. V&A, Frieder Nake, Hommage a Paul Klee. Erişim: 5.12.2020. https://collections.vam.ac.uk/item/O211685/hommage-a-paul-klee-13965-print-nake-frieder/	16
Görsel 17. V&A. Georg Nees, Schotter, 1968 - 1970. Erişim: 5.12.2020. https://collections.vam.ac.uk/item/O221321/schotter-print-nees-georg/	16
Görsel 18. V&A. Vera Molnar, Orders, 1974. Erişim: 12.12.2020. https://collections.vam.ac.uk/item/O1193781/desordres-drawing-molnar-vera/	17
Görsel 19. Refik Anadol, Machine Hallucinations, 2020. Erişim: 03.07.2020. https://refikanadol.com/works/1775-2/	17
Görsel 20. Ren Ri, Yuansu Series #24 Argentina, 2011. Erişim: 03.07.2020. https://www.artsy.net/artwork/ren-ri-yuansu-series-i-number-24-argentina-1	18
Görsel 21. Brian Eno'nun Berlin'de gerçekleşen 11th Urban Aboriginals Festivalinde bir bilgisayar tarafından müzik eserleri oluşturup çaldığı bir enstalasyonu. Erişim: 12.12.2020. http://www.medienkunstnetz.de/works/generative-music-1/	18
Görsel 22. Revision adlı demoscene toplantısında New Order tarafından sunulmuş "Second One" adlı demodan alınmış bir görsel, 2020 https://www.youtube.com/watch?v=cFTdwFN-Db8&feature=emb_logo	19
Görsel 23. Janssen Patrick. (2006). A Generative Evolutionary Design Method. digital Creativity 17, no. 01 s. 60.....	20
Görsel 24. Dogan Kemal Mert (2019). Efficient Generative Methods for Assisting Aesthetic Design in Conceptual Stage. Tokyo Üniversitesi.....	20
Görsel 25. 3denGfx programında oluşturulmuş ateş parçacık sistemi. https://en.wikipedia.org/wiki/Particle_system#/media/File:Particle_sys_fire.jpg ...	22
Görsel 26. Blender programında oluşturulmuş prosedürel tahta dokusu. https://www.blendernation.com/2019/02/17/100-procedural-2-8-material-just-for-you-all/	23
Görsel 27. L-sistemle oluşturulmuş bir ağaç örneği. (Bourke, 1991). Erişim: 17.12.2020. http://paulbourke.net/fractals/lsys/	23
Görsel 28. L-sistem komut dizisi ve nasıl işlediğine dair bir örnek. Erişim: 13.05.2021. https://www.vfx.ren/houdini/houdini17/nodes/images/Houdini-03-1-095.jpg	24

Görsel 29. Adam Hoffman, n.d. https://static.wixstatic.com/media/022bd9_afbb928955b4491ca7967fce86f773ca~mv2_d_7020_3420_s_4_2.jpg/v1/fit/w_2500,h_1330,al_c/022bd9_afbb928955b4491ca7967fce86f773ca~mv2_d_7020_3420_s_4_2.jpg	24
Görsel 30. Polyfig, George Francis, n.d. https://polyfig.app/	27
Görsel 31. GAN ile ortaya çıkan konseptler, Max Schulz, (2020). Erişim:13.05.2021. https://www.gamasutra.com/blogs/MaxSchulz/20201022/372349/GANSupported_Concept_Art_Workflows.php	28
Görsel 32. GAN ile üretilen anime tarzı yüzler, Branwen, (2021). Erişim:13.05.2021. https://www.gwern.net/Faces#random-samples	28
Görsel 33. Space Invaders karakter örnekleri, Davidsonn, (2018). Erişim:13.05.2021. https://www.freecodecamp.org/news/how-to-create-generative-art-in-less-than-100-lines-of-code-d37f379859f/	29
Görsel 34. 5x5 piksellik alanda ilk denemede çıkan 2 tasarım. Yazarın Arşivi.....	29
Görsel 35. 5x5 piksellik alanda ikinci denemede çıkan 2 tasarım. Yazarın arşivi.....	30
Görsel 36. 5x5 piksellik alanda üçüncü denemede çıkan 2 tasarım. Yazarın arşivi.....	30
Görsel 37. 7x7 piksellik alanda silüet denemesinden çıkan 2 tasarım. Yazarın arşivi.....	30
Görsel 38. Son çıktılardan seçilen tasarımlar. Yazarın arşivi.....	31
Görsel 39. Seçilen piksel art karakterlerden konsept tasarıma götürülen karakterlerden ilki. Yazarın arşivi.....	32
Görsel 40. Seçilen piksel art karakterlerden konsept tasarıma götürülen karakterlerden ikincisi. Yazarın arşivi.....	33
Görsel 41. Seçilen piksel art karakterlerden konsept tasarıma götürülen karakterlerden üçüncüsü. Yazarın arşivi.....	34
Görsel 42. Tasarımların hiç değiştirilmeden algoritmaya sokulmuş halleri ve çıktılar. Yazarın arşivi.....	36

Görsel 43. Simetrik tasarımlar ve alınan çıktılar. Yazarın arşivi.....	37
Görsel 44. Kontörlü karakter tasarımı ve alınan çıktı. Yazarın arşivi.....	37
Görsel 45. Vektör tarzı karakter tasarımı ve farklı piksel sayılarındaki çıktıları. Yazarın arşivi.....	38

TERİMLER DİZİNİ

Entropi: Bir sistemdeki rastgelelik ve düzensizlik.

Gauss dağılımı: Çan eğrisi olarak da anılan bir olasılık fonksiyonu.

İmaj Dosyası: Dijital görüntü formatı jpg, png gibi resim formatları olan dosya.

Piksel Art: Düşük çözünürlüklü bir görsel tarz. Eski ekranların çözünürlükleri düşük olduğundan video oyunlarının bu ekranlarda gösterebildiği piksel sayısı azdır. Oyun karakterleri 50 - 100 pikselden oluşabilmektedir. Bazı oyun geliştirici ve sanatçılar bu görsel tarzı benimsemiştir ve günümüzde hala örnekleri yapılmaktadır.

Space Invaders: 1978 yılında çıkan bir atari salonu oyunu.

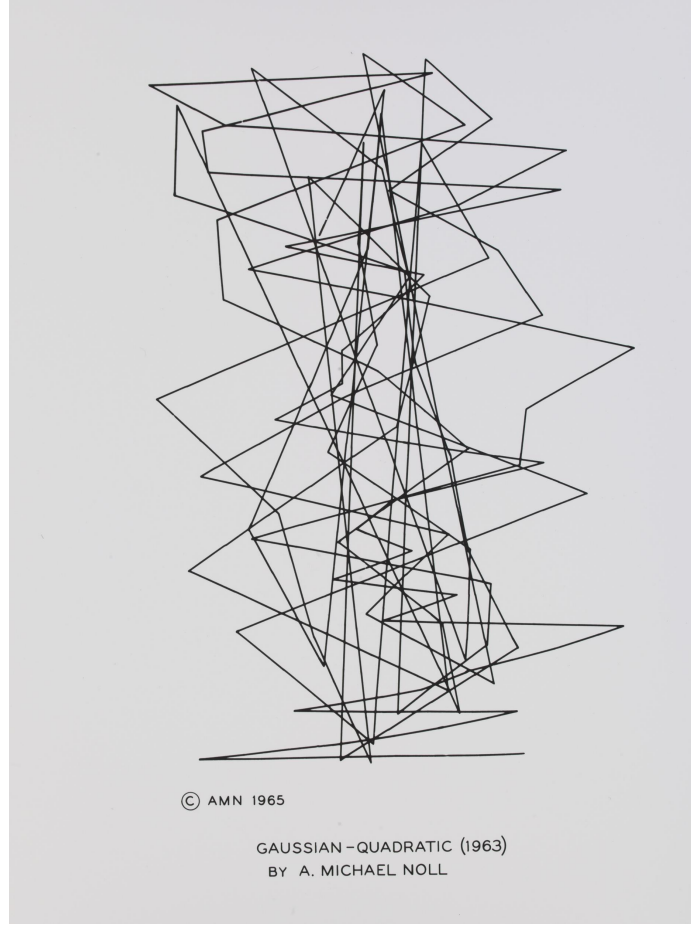
Unity 3D: İlk kez 2005'te piyasaya sürülmüş bir oyun motoru.

GİRİŞ

Bilgisayarların ortaya çıkışından beri sanatın bilgisayar ile üretimi konusu iki farklı kola ayrılmıştır. Birinci koldaki uygulamalarda eserin üretimi için sadece bir araç görevi gören bir bilgisayardan bahsedilebilir. Bilgisayar yazılımcı tarafından tuval ve fırça görevi görmesi için kodlanmıştır. Kontrol her zaman bilgisayarı kullanandır. İkinci koldaki uygulamalarda ise sanatçılar bilgisayarın sunduğu imkanları kullanarak sanatı dijital ortamda tekrar üreten biri olmak yerine, insan hüneri kavramının önemini yitirmeye başladığı ve her şeyin fikirsel bir düzeyde sanat olabildiği bir bilgi ve bilgisayar toplumunda yeni arayışlara girmiştir. Teknoloji sanatla iç içe geçerek generatif sanata giden yolu aralamış ve şaşırtıcı bir biçimde sanatçıdan aldığı talimatlarla sanat eserini kendisi üreten bir bilgisayar kavramı ortaya çıkmıştır. Frieder Nake'nin tanımıyla bu yeni sanatçılar düşünüp algoritmayı geliştirmekte ve eseri ortaya çıkarma işini bilgisayara bırakmaktadır (Nake, 2012, s 63).

Bilgisayarlar herhangi bir işi otomatize etmek için kodlanabilirler. İşin yapılacağı yöntem ve ortaya çıkacak sonuç tamamen kodlamayı yapan kişinin elindedir. Kişi önce ortaya çıkarmak istediği eserin matematiksel algoritmasını inşa etmekte, sonrasında bilgisayara bu altyapıyı kodlayarak bilgisayarın eseri oluşturmasını sağlamaktadır. Frieder Nake, Paul Klee'nin "İnşa ediyor ve inşa ediyoruz, ancak sezgi hala iyi bir şey olmaya devam ediyor." sözünden yola çıkarak generatif sanatın yaratıcı sürecini sürekli olarak birbirini tekrarlayan iki ana kavrama oturtmuştur. Bunlardan ilki inşa etmedir (construction). Bunu yeni adımlar ve prosedürlerde ne yapılması gerektiği hakkında emin olunan bir insan aktivitesi olarak tanımlamıştır. İkincisi ise sezgidir (intuition). Bu da insanın bir dahaki adımda ne yapacağından tam emin olmadığı bir aktivite olarak tanımlamıştır. Bilgisayar bu yaratıcı sürecin sadece inşa etme kısmındadır. Çünkü algoritmanın bilgisayara kodlanması süreci sistemli ve planlıdır. Ama sanatçı algoritmayı kurarken ortaya çıkacak sonuç hakkında çok emin olmadığından bu işi sezgisel bir biçimde yapmaktadır. Bu birbirini sürükleyen iki kavram generatif sanatta yaratıcı süreci oluşturur (Nake, 2012, s. 92).

Örneğin, bir tuvale belirli bir sayıda düz çizgi çizebilecek bir program yapılmış olsun. Eğer her çizgi için rastgele açılar belirlenip, tuvalin farklı yerlerine çizilmesi için kurallar koyulabilirse, yeteri kadar çizgi çizildikten sonra ortaya beklenmedik sonuçlar çıkabilir (bkz. Görsel 1). Bu tür yöntemle elde edilmiş esere generatif sanat eseri denir. Bilgisayarların rol aldığı sanatın gerçek sanat olup olmadığı hususunda farklı görüşler ileri sürülmüşse de “Generatif Sanat”, bugün dünyada birçok eseri içinde bulunduran bir hacme sahiptir (Mazzone & Elgammal, 2019, s.8).



Görsel 1: Michael Noll. Gauss Kuadratiği / Gaussian Quadratic. 1963, <https://bit.ly/3o6lnzC>

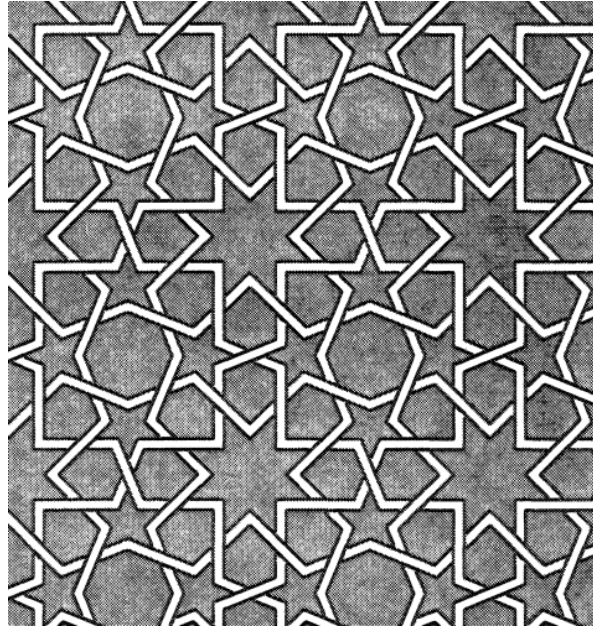
Generatif sanat resim, müzik gibi sanat dallarından başka, endüstriyel tasarım ve mimarlık gibi daha işlevsel ürünler ortaya koymak durumunda olan alanlarda da tasarımcıların işini hem kolaylaştırabilir hem de yeni imkanlara yol açabilir. Dolayısıyla, gelişen teknolojinin de yardımıyla, makineler veya bilgisayarlar, sanatçıya yardımcı olabilecek, ilham verebilecek ve sanatçının yaratım sürecini desteklemektedir (Hertzmann, 2018, s. 22).

1. BÖLÜM: GENERATİF SANATIN GELİŞİM SÜRECİ

1.1. Generatif Sanatın Tanımı

Galanter'e göre Generatif sanat, bir sanatçının otonomluk içeren bir sistemi (bilgisayar, makine, herhangi bir kimyasal yada fiziksel yöntem) harekete geçirip, bu sistemin ortaya bir eser koymasını ya da bir eserin ortaya konmasına yardım etmesini sağlamasını içeren bir sanat pratiğidir (Galanter, 2003, s. 4).

Generatif sanat için sanatçının bir kurallar ve talimatlar bütünü tasarlaması gerekir. Galanter, bu kurallar ve talimatların bir bilgisayar, bir makine, veya bir insan tarafından işletilmesinin önemli olmadığını düşünmektedir. Kim veya ne tarafından işletilirse işletilsin, bu kurallar ve talimatlar izlenerek bir sanat eseri sanatçıdan bağımsız bir biçimde sonuçlandırılabilir. Bu yüzden generatif sanat oldukça eski bir tarihe sahiptir çünkü bu talimatların izlenmesi illa bir bilgisayar veya makine gerektirmez (Galanter, 2016, s. 153). Örneğin islami desenlerin simetrik, geometrik ve sistemli örüntülerden oluşması buna bir örnektir. Görsel 2'de görüldüğü üzere bu tür desenler bir kurallar bütünüyle oluşturulabilir. Galanter, bu sanat akımının sadece bilgisayar sanatçılarına indirgenmesinin doğru olmadığını savunmaktadır.



Görsel 2: İslami Desen Örneği (Kaplan, 2000, s. 105), <https://bit.ly/3neExCh>

Bilgisayar sanatçılarının bilgisayar çağında bu denli yükselen bir sanat akımı olan generatif sanatı sahiplenip, bu terimi sadece kendilerine yontmak isteme hevesleri anlaşılabilir bir durumdur. Çoğu insana göre bilgisayar, estetik kaygı gözeterek bağımsız bir şekilde görsel ve işitsel materyaller üretmek için benzersiz bir cihazdır. Ama generatif sanat terimi bilgisayar sanatı terimiyle kısıtlanırsa, kabul edilemez zararlar verilmiş olur. Generatif sanatın erken dönemlerine bir isim vermekte zorlanırsınız. Dijital olmayan eserler için de bir isim ihtiyacı doğar. Ama en önemlisi de dijital olsun olmasın bütün sistem tabanlı sanat pratiklerini keşfedebileceğimiz birleşik bir sanat teorisinden yoksun kalınır (Galanter, 2016, s. 146).

Bazı akademik çevrelerde generatif sanatın bilgisayarla eş zamanlı olarak ortaya çıktığı söylenmektedir. Hatta bazıları için “generative art” ve “computer art” eş anlamlı sözcüklerdir. Pearson’ın tanımına bakıldığında generatif sanat kavramını sadece bilgisayarlarla ilişkilendirdiği görülebilir; “Bu kavram, özünde bilgisayar algoritmaları yardımıyla bir sanat ürünü oluşturma akımıdır” (Pearson, 2011, s. 12). Agkathidis’in tanımında ise kavramı bazı yazılımlarla örnekleyerek anlatmıştır; Formun temellerinin kurallar ve algoritmalar üzerine bina edildiği ve sıklıkla Processing, Rhinoceros, Grasshopper gibi hesaplama ve komut dizisi oluşturma araçlarının kullanıldığı tasarım metodudur (Agkathidis, 2015, s. 48). Generatif sanat alanında çok kullanılan Processing yazılımını yapanlar, generatif sanatı programlama dili üzerinden açıklamışlardır; Bir fikir sıralı talimatlar listesine dönüştürülür ve bu talimatlar yazılım diliyle yazılır. Bu kod parçası bir görüntü üretir ve parametrelerle oynanarak sonsuz sayıda görüntü üretilebilir (Processing, n.d.).

Alan Dorin ve Jon McCormack’in generatif sanat tanımı ise biyolojik bir analogi içerir. Onlara göre bir canlının genotipi yani DNA kodlarının bütünü, generatif bir sanat eseri oluşturma sürecindeki yöntemlerin tümüdür. Belli oranda rastgelelik içeren bu yöntemlerin çeşitli sayıda tekrardan sonra oluşturduğu form ise fenotip, yani bir canlının genotipi (yöntemler) ve çevresel faktörler (rastgelelik) etkisiyle ortaya çıkan dış görünümü ve özellikleridir (Dorin & McCormack, 2001, s. 240). Her bir insanın büyük oranda aynı DNA’ya olmasına rağmen, DNA’larındaki çeşitli dizilim farklılıkları nedeniyle insanların birbirlerinden çok farklı dış görünümlere sahip olmaları örneğinde olduğu gibi; generatif sanatta da, koyulacak kurallarla oluşturulan belirli oranlardaki rastgelelik sayesinde, her üretimde farklı ve benzersiz sonuçlar elde etmek mümkün olacaktır.

1.2. Generatif Sanatın Anlaşılması İçin Gerekli Bilimsel Açıklamalar

1.2.1. Rastgele Sayı Üretimi

Rastgele sayı üretimi, tahmin edilemez sayı dizileri oluşturmak için kullanılır. Çeşitli bilim dallarında birçok bilim insanının uğraştığı bir konudur. Bilgisayar teknolojisiyle kolaylaşan rastgeleliğe ulaşma durumu, bilgisayarlardan önce mekanik işlemlerle yapılmaya çalışılmıştır.

Hayes'e göre rastgelelik kavramının tarihçesi şöyledir: İngiliz bilimadamı W.F.R. Weldon ve eşi, olasılık kanunlarına dair bir gösterileri için birçok akşamı zar atarak geçirmiş ve veri toplamıştır. Daha sonra, 1900 yılında, Karl Pearson, W.F.R. Weldon ve eşi tarafından tutulmuş olan kayıtları incelemiştir ve yirmi altı bin zar atışı sonucunda beş ve altı rakamlarının diğerlerinden daha çok tekrar ettiğini görüp bu atışlarda tam bir rastgeleliğin olmadığını kanıtlamıştır. 1901 yılında Lord Kelvin şu an Monte Carlo deneyi olarak adlandırılan bir deney yapmış ancak başarılı olamamıştır. Notlarında yazdığına göre bir kaseye bir sürü numaralandırılmış küçük kağıt parçası koyup çekmiş fakat bunu hiç de tatmin edici bulmadığını belirterek kaseyi ne kadar çok karıştırırsa karıştırın, karıştırma işleminin kağıt parçaları için eşit şartlar sağlamak konusunda yeterli olmadığını söylemiştir (Hayes, 2001, s. 301).

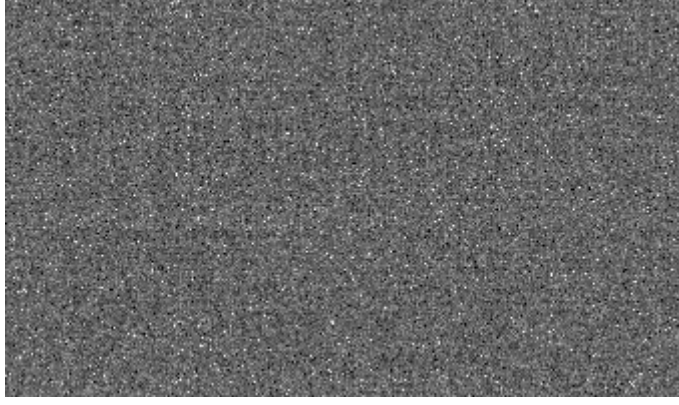
1925 yılında L. H. C. Tippett da aynı problemle karşılaşmıştır. Bir çuvaldaki bin adet kartı çekerek veri toplayan L. H. C. Tippett, karıştırmanın rastgelelik için yeterli olmadığını ve birbirine yakın çekimlerin aynı sonuçları vermek hususunda daha müsait olduğunu kaydetmiştir. 1927'de 41,600 rastgele sayıdan oluşan bir tablo yayınlamıştır. Ronald A. Fisher ve Frank Yates ise on beş binlik rastgele bir sayı dizisini, iki iskambil destesi ve logaritma yardımıyla oluşturmuşlardır. Sonuç olarak çıkan sayıları incelediklerinde, altı sayısının diğer sayılardan fazla olduğunu görerek fazla olan altıları rastgele sayılarla değiştirmişlerdir (l'Ecuyer, 2017, s. 2).

O ana kadarki en büyük rastgele sayı tablosunu 1955 yılında Rand Corporation "Bir Milyon Rastgele Sayı" başlığı ile 600 sayfalık bir makale halinde yayınlamıştır. Bunun için saniyede bir sayı seçen elektronik bir rulet tekeri geliştirmişlerdir.

Yapımında verilen emeğe rağmen sistem bir ay kadar çalıştığında bile çok tatmin edici sonuçlar vermemiştir (Hayes, 2001, s. 301).

Günümüzde rastgele sayılar bilgisayarlar ya da bilgisayarların ölçtükleri entropi* içeren bazı olaylar sonucunda belirlenmektedir. İki tür rastgele sayı vardır. Birincisi gerçek rastgele sayılar, ikincisi yalancı rastgele sayılardır. Simülasyonlar, şifreleme, kumar gibi ciddi sonuçları olabilecek uygulamalarda gerçek rastgele sayılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gerçek rastgele sayılar, doğada rastgeleliği konusunda şüphe olmayan bazı entropi içeren olayların bilgisayar tarafından zamanlarının ölçülmesiyle elde edilebilmektedir. Örneğin, radyoaktif bir atomun bozunma anlarını ölçen bir bilgisayar, bu değerlerden gerçek bir rastgele sayı dizisi oluşturabilmektedir. Çünkü kuantum teorisine göre bir radyoaktif bozunmanın zamanı önceden bilinmemektedir. Daha kolay ölçülebilen ve daha güncel bir örnek olarak, bilgisayar atmosferik gürültüyü ölçebilmekte ya da kullanıcının klavye ve fare tuşlarına basma anlarından bir rastgele sayı dizisi oluşturabilmektedir. Bir kullanıcı saat 14.00'den sonraki ilk tuşa basışını 0.262948 saniye sonra yapmış olursa ve bilgisayar bu tür sayılardan yeterli miktarda veri tutarsa, yüksek oranda gerçek rastgelelik içeren bir sayı dizisi üretmiş olmaktadır. Bir başka örnekte ise, bilgisayar kendi içindeki bazı parçaların sinyallerindeki rastgele dalgalanmaları (gürültü) ölçerek sayı dizisine ulaşabilmektedir. Yalancı rastgele sayı dizileri ise küçük bilgisayar kodu parçalarıyla kolaylıkla elde edilebilmektedir. Yalancı rastgelelik bilgisayar oyunları gibi rastgeleliğin yeterince inandırıcı olmasının yeterli olduğu alanlarda kullanılır. Bu tür kodlarda sayı dizisi genelde bir tohum değerininin (seed value) belirli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir. Yani tohum değeri aynı olduğu sürece ortaya çıkan rastgele dizi hep aynı olacaktır ki, bu durum, kriptografi gibi ciddi sonuçlar doğurabilecek alanlarda istenmemektedir (Hoffman, 2019).

Bahsi geçen rastgele değerler kümesi, bilgisayar bilminde, gürültü haritaları ortaya çıkarmak için de kullanılmaktadır. Seçilen sayılar belirli sınırlara göre 0 veya 1'e indirgenmekte ve bu değerler ile 0: beyaz 1: siyah olmak üzere bir imaj dosyası oluşturulursa, tekrar etmeyen yapıda bir gürültü imajı ortaya çıkarılmış olmaktadır. (bkz. Görsel 3).

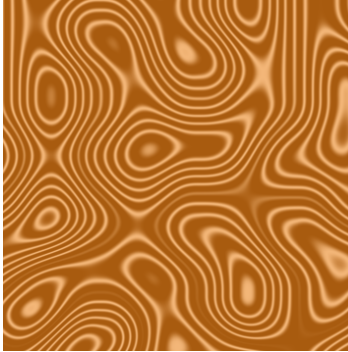


Görsel 3: Gürültü İmajı Örneği (Martinec, 2008), <https://bit.ly/3pMFgMF>

Günümüzde sinema ve oyun sektöründeki görsel efektlerde başvurulan gürültü fonksiyonları vardır. Bunlardan ilki, Tron isimli filmin efektleri üstünde çalışan Ken Perlin tarafından geliştirilmiştir. Perlin, filminde her şeyin makine gibi görünmesinden tatmin olmamış ve bu yapaylığı azaltmak için günümüzde kendi adıyla anılan “Perlin Noise” ‘u (bkz. Görsel 4) geliştirmiştir (Bakan, 2016, s. 6). Görsel 5’te görüldüğü üzere başka amaçlar için de kullanılmıştır.



Görsel 4: Ken Perlin. Perlin Noise Örneği, (1984), <https://bit.ly/3n5G5ym>



Görsel 5: Perlin Noise İle Üretilmiş Tahta Dokusu Örneği (Kora, 2007), <https://bit.ly/39TxqLt>

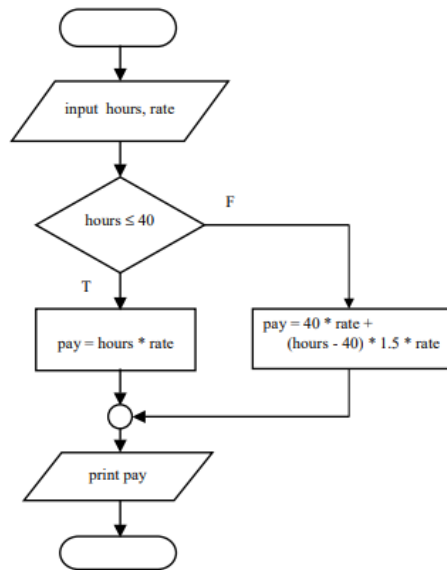
1.2.2. Algoritma

Matematikte ve bilgisayar bilimlerinde bir algoritma, bir problemi çözmek veya bir hesaplama yapmak için adım adım oluşturulan ve bilgisayarlara uygulanabilecek şekilde yazılmış ve iyi tanımlanmış talimatlar dizisi olarak tanımlanır (Sedgewick, 1983, s.4).

Genelde Pseudocode'lar (Sözde Kod) ile ifade edilir. Sözde kod, bir algoritmanın çalışma prensiplerini tanımlayan ve algoritmayı makinenin anlaması için değil de insanın anlaması için oluşturulan bir talimatlar bütünüdür (Sedgewick, 1983, s.5). Düz yazıyla yazılabileceği gibi (bkz. Görsel 6), akış diyagramıyla da oluşturulabilir (bkz. Görsel 7). Aşağıda basit bir algoritmanın sözde kod ile oluşturulmuş iki hali yer almaktadır. Bu algoritma basitçe herhangi bir işçinin çalışma saatine ve fazla mesailerine göre maaşını hesaplar.

```
Begin
input hours, rate
if hours ≤ 40 then
    pay = hours * rate
else
    pay = 40 * rate + (hours - 40) * rate * 1.5
print pay
End
```

Görsel 6: Düz Yazıyla Yazılmış Bir Sözde Kod Örneği, <https://bit.ly/3b0E5oz>



Görsel 7: Akış Diyagramı Şeklinde Hazırlanmış Bir Sözde Kod Örneği, <https://bit.ly/3b0E5oz>

1.3. Rastlantısallık ve Sanat

Rastlantısallıktan bahsetmeden önce, rastgele prosedürlerle yapılan bir eserin sanat olarak kabul edilebilmesi için gereken ortamı yaratan modern sanattan bahsetmek gerekmektedir. 18. yüzyılda sanatta gelenekten kopuş süreci yaşanmıştır (Gombrich, 1950, s. 475). Lynton'a göre ise, klasik gelenek artık yetkinlik belirten bir yol olmaktan çıkmaya başlamıştır. Tarih araştırmaları göstermiştir ki klasik sanat aslında kendi içinde tutarsız bir çok örneğe ev sahipliği yapmaktadır. Yeni inanışa göre sanatçının kendine özgü bir anlatış biçimi, bir üslubu olması, kendini sanatıyla ifade etmesi ve kendi dürtüleriyle sanata daha sezgisel ve hatta daha sonrasında bilinçaltı seviyesinde yaklaşması daha önemli olmaya başlamıştır. Fransız Devrimi ve Sanayi Devrimi ile hızla değişen bir toplum yapısı da sanatçıların farklı düşüncelere yol almasına katkı sağlamıştır. Empresyonizm ile figüratif anlatımdan çıkılmaya başlanmış, fovizm kübizm gibi akımlarla soyut sanatın temelleri atılmıştır (Lynton, 1980, s. 13).

20. yy'de Dada akımı ile birlikte sanatçılar rastlantısallığı, geleneksel sanat anlayışını eleştirmek amacıyla eserlerinde kullanmışlardır (Bakan, 2016, s. 2). Mantıksızlık ve var olan sanatsal düzenlerin reddedilmesi dadaizmin özünü oluşturmaktadır. Örneğin Hans Arp'ın "Collage with Squares Arranged According to the Laws of Chance (Şans Kanunlarına Göre Düzenlenen Kareler İle Kolaj)" adlı çalışmasında mavi ve beyaz kağıtları parçalara ayırıp bu parçaları bir tuvalin üzerine rastgelelik barındıracak şekilde düşürerek düştüğü yerde tuvale yapıştırmıştır (bkz. Görsel 8). Şair Tristan Tzara kağıt parçalarına çeşitli sözcükler yazıp bunları şapkasının içine atmış ve rastgele çekerek şiirler yazmıştır. O günlerden günümüze, rastgele prosedürleri kullanan sanatçıların sayısı artmış ve sanat dünyasında kendilerine yer bulmuşlardır. Atakan'a göre 20. yy'nin ortalarında karşı - biçimci akımlar ortaya çıkmıştır. Sanatın görsel yönleriyle hiç ilgilenmemiş ve sanatın bir fikirden ibaret olabileceğini savunmuşlardır. İzleyicinin gözlerini değil de aklını meşgul etmek istemişlerdir. Duchamp'ın anti - retinal sanat anlayışını benimsemişlerdir. Bu düşünceler kavramsal sanatın ortaya çıkmasını sağlamıştır ve generatif sanatın da beslendiği bir yer olmuştur (Atakan, 1995, s. 10). Amerikalı sanatçı Ben Shahn demiştir ki "Kaos'u severim. Gizemli, bilinmeyen, beklenmedik dönüşleri olan bir yoldur. Çıkışın yoludur, insanın en iyi umudu." (Sinetar, 1985, s.1). Jackson Pollock'da eserlerinde rastlantıya dayalı

öğeler kullanmıştır. Ama hiç bir sanatçı bir eseri oluştururken tamamen rastgele bir şey yapmamıştır. Örneğin Pollock renkleri kendi seçmiş, tuvalde çalışacağı yeri ve el hareketlerini kendi belirlemiş, hatta bazen ortaya çıkan eseri beğenmeyip bir başkasına başlamıştır. Rastgele olan şeyler yapıtlarındaki tek element olmaktan çok uzaktır (Bork, 1967, s. 59).



Görsel 8: Şans Kanunlarına Göre Düzenlenmiş Karelerden Oluşan bir Kolaj / Collage with Squares Arranged According to the Laws of Chance, Hans Arp, 1917, (MoMA)
<https://bit.ly/352fax5>

2. BÖLÜM: GENERATİF SANATIN TARİHSEL SÜRECİ VE YÖNTEMLERİ

Generatif sanat Galanter gibi bilim insanlarına göre bilgisayardan çok daha önce ortaya çıkmıştır. Frieder Nake gibi dijital sanatçılar ise bu sanat türünü algoritmalarla yapılan bilgisayar sanatı olarak irdelemişlerdir (Nake, 2012, s.66).

2.1. Generatif Sanatın Tarihi

Galanter, generatif sanatın en ilkel örneklerinin sanat kadar eski olabileceğini düşünmektedir. Bunu dayandırdığı nokta ise 1999 yılında Cape Town'da arkeolog Christopher Henshilwood tarafından bulunan 77.000 yıllık bir eserdir (bkz Görsel 9).



Görsel 9: Christopher Henshilwood, 77.000 yıllık eser, 1999. <https://bit.ly/2JHwvUI>

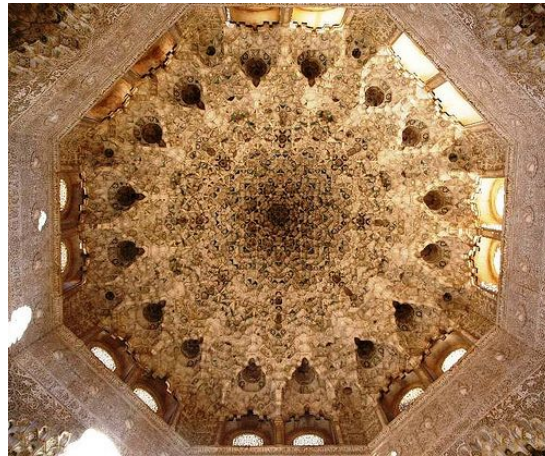
Bu eser üstüne üçgensel ızgaralar kazınmış bir taş parçasıdır ve Galanter bunun geometrik bir soyutlama örneği olduğunu düşünmektedir. İslami eserlere ve Escher'in işlerini andırdığını da eklemektedir. Bahsi geçen eserin generatif sanat olduğuna dair kesin bir kanıt bulunmasa da eserde kullanılan tekrarlı simetri ve geometrik sistemler, bugün bile bazı sanatçıların yeni eserler üretmesine kaynak teşkil etmektedir. Bir başka örnek ise çanak çömlek süslemeleri, kapı - sütun - taş oymaları, halı - örtü desenleri gibi tasarımlar birçok kültürde realistik ve figüratif formlardan daha çok tekrar eden çeşitli geometrik şekillerden oluşur. Bu tip eserlerde yoğun bir simetri kullanımı da vardır. Milattan önce 900 ile milattan önce

700 yılları arasında, Yunanlılarda, Geometrik Periyot (bkz. Görsel 10) adı verilen bir dönem vardır (Galanter, 2016, 153).



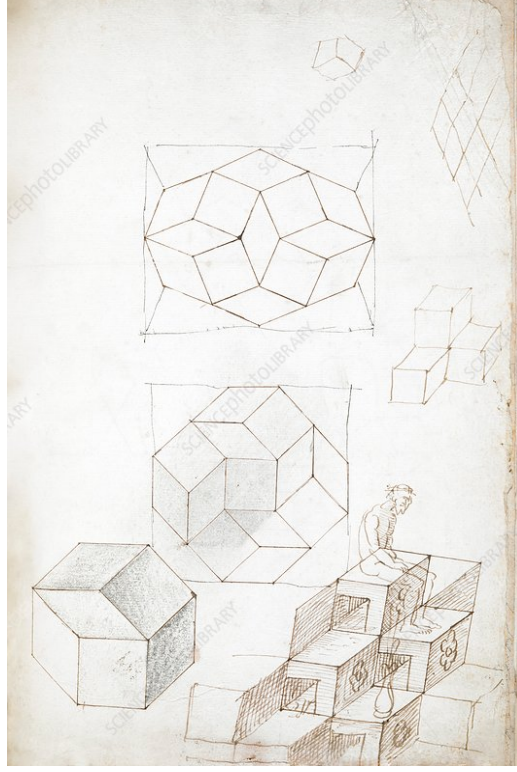
Görsel 10: Bir yunan çömleği, M.Ö 700 - 675, (Louvre), <https://bit.ly/3pJQMi>

Algoritma kavramının çıkış noktası olan islam dünyasında, çok sık bir şekilde geometrik şekillerle ve tekrarlı simetrik çizimlerle karşılaşılır (Uysal, 2019, s. 73). Anadolu Selçukluları ve Osmanlılara ait çini eserlerinde bu tür formlara yine sıkça rastlanır. Bal peteğini andıran tasarımıyla El Hamra Sarayı'nın tavanı buna bir örnektir (bkz. Görsel 11). Çok daha sonra 19. yüzyılda "Kristalografi" alanında yapılan çalışmalarda Arthur Moritz Schoenflies ve Evgraf Stepanovich Fyodoroy, El Hamra sarayında kullanılan tasarımlarda, kristallerin atomik yapısında bulunan simetri grupları bulunduğunu keşfetmiştir.

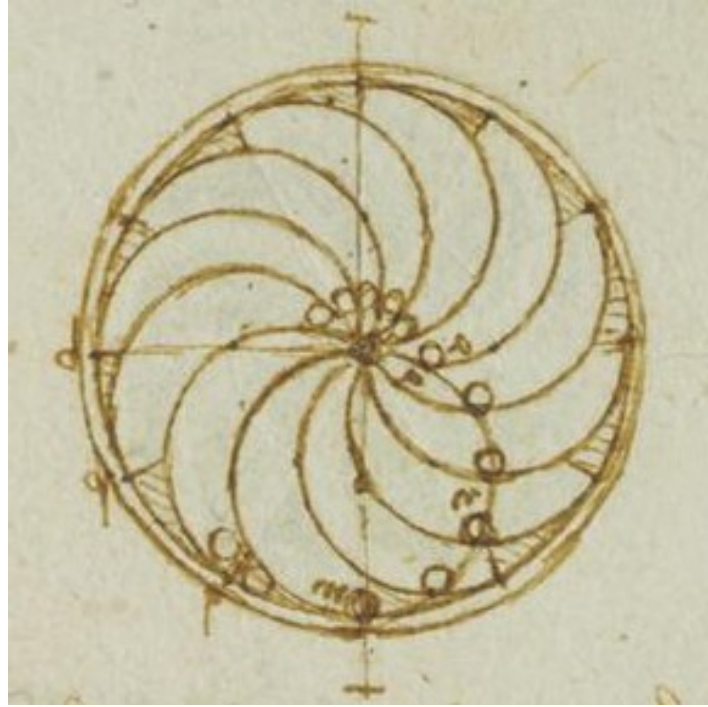


Görsel 11: El Hamra Sarayı'nın Tavanı, 13.yy, İspanya, <https://bit.ly/3hBFHpT>

Rönesans döneminde, geometrik şekilleri ve perspektifi eserlerinde kullanan sanatçılar olmuştur. Bunlardan ikisi Albrecht Dürer (bkz. Görsel 12), Leonardo Da Vinci (bkz. Görsel 13) 'dir.



Görsel 12: Albrecht Dürer, Geometrik bir çalışma, 1525, <https://bit.ly/350PmkZ>



Görsel 13: Leonardo Da Vinci, Study in Perpetual Motion, 1495-97, <https://bit.ly/3rVOb06>

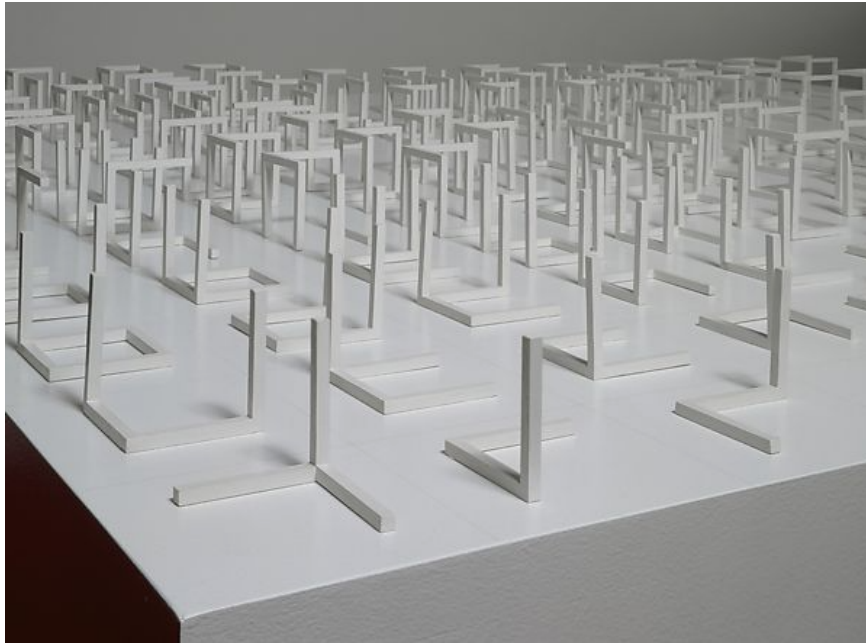
Sanayi devrimi sayesinde tekstil makinelerinde oluşturulan desenlerde fraktal yapılar kullanılmıştır. Bu desenlerin oluşturulması için makinelerde delikli kartlar kullanılmış, Charles Hollerith'in bu delikli kartlarla makineleri programlamaya başlamasıyla bilgisayarın temelleri atılmıştır. Yani bilgisayarın ortaya çıkışında, tekstilde kullanılan generatif desenler rol oynamıştır denilebilir. Daha sonra demiryolları gibi alanlarda da kullanılmaya başlanan ve elektronik bir altyapıyla üretilmeye başlanan bu delikli kartları, IBM şirketi de 1928 yılında üretmeye başlamıştır (Kistermann, 1991, s258).

20. yüzyılın erken dönemlerinde Hollandalı sanatçı Maurits Cornelius Escher karmaşık geometrik tasarımlardan etkilenmiştir (bkz. Görsel 14). Escher, bilgisayarın henüz icat edilmediği bu dönemdeki sanatsal işlerinde ve çalışmalarında, matematik eğitimi konusunda eksiklikleri olmasına karşın algoritmalarından yararlanmaktadır (Al, 2019, s81).



Görsel 14: M. C. Escher, Convex and Concave, 1955, <https://bit.ly/3aXZJcX>

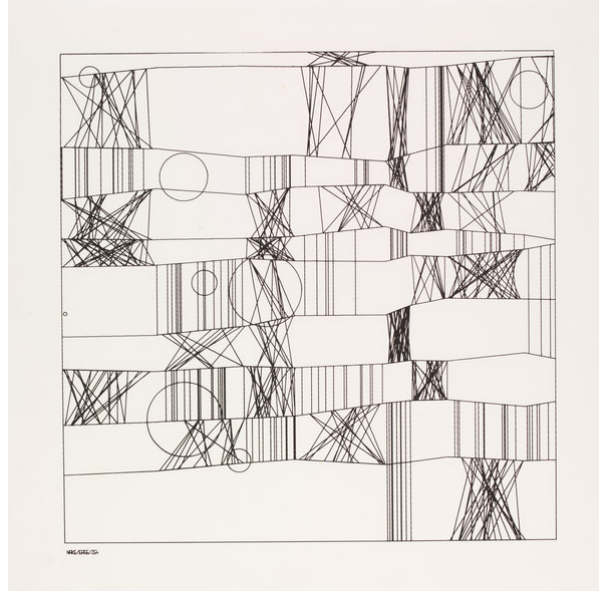
20. yüzyıldan günümüze generatif sanat, minimalist sanat, dadaizm, kavramsal sanat gibi akımlardan beslenmiş, teknolojinin ortaya çıkardığı bilgisayarları kullanarak daha girift bir hal almıştır. Eserden ziyade sürecin ve fikrin daha ön planda olduğu örnekler artmıştır. Sanatçılar yeni ve yapılmamış bulmaya inanmışlardır. Örneğin Sol Lewitt kombinasyonlarla doğan varyasyonları incelemiştir. “Incomplete Open Cubes” adlı eserinde, bir küpün kenarlarından birinin ya da daha fazlasının eksik olduğu tüm varyasyonları çıkartmıştır. Sadece bütün kenarları tam olan küp yoktur (bkz. Görsel 15). Müzikte de birtakım generatif hareketler olmuştur. Örneğin 18. yüzyılda Mozart, hepsi birbiri ardına çalınabilen 176 tane kısa pasaj bestelemiştir. Zar atışlarıyla bunlardan hangilerini hangi sırayla çalacağını belirlemiş ve rastlantısal eserler ortaya çıkarmıştır (Hedges, 1978, s183). Besteci John Cage, eserlerinde “eş zamanlılığı ve rastlantısallığı” keşfetmiştir. Cage, 1946 yılında “prepared piano (hazırlanmış piyano)” icadıyla piyanonun telleri arasına yerleştirdiği cisimler sayesinde notanın vuruş seslerini manipüle etmiştir (Uysal, 2019, s 79).



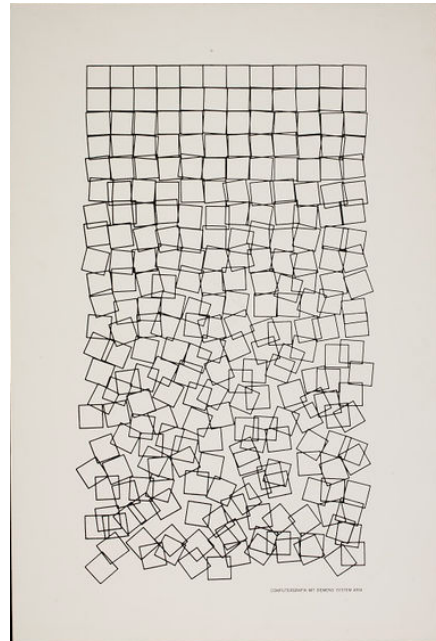
Görsel 15: Sol Lewitt, Incomplete Open Cubes, 1974, <https://bit.ly/3aWzsvP>

Rastgele algoritmaları bilgisayar yardımıyla ilk kullanan ve eser üreten dijital generatif sanatçılar Frieder Nake, Michael Noll ve Georg Nees olmuştur. Frieder Nake kendisiyle birlikte bu sanatçıları generatif sanat'ın başlangıcı olarak görmüştür ve Galanter'in iddaasıyla ilgilenmemiştir (Nake, 2012, s.66). Michael

Noll, "Gaussian Quadratic" adlı eserinde Mondrian'ın "Composition with Lines" adlı eserinden ilham almıştır. Tuvalde bir çizgi oluşturup sonra rastgele açılar ve uzunluklarla bu çizgiyi kırarak devam ettirmiştir. Kullandığı rastgele veriler için Gauss Dağılımı' nı kullanmıştır (bkz. Görsel 1). Frieder Nake, Paul Klee'nin "High Roads and Byroads" adlı eserinden etkilenmiş, ve "Hommage a Paul Klee" adlı eserinde (bkz. Görsel 16) Klee'nin ele aldığı yatay ve dikey çizgilerin proporsiyonları ve aralarındaki ilişkileri konularını temel almıştır (V&A Museum, n.d.).

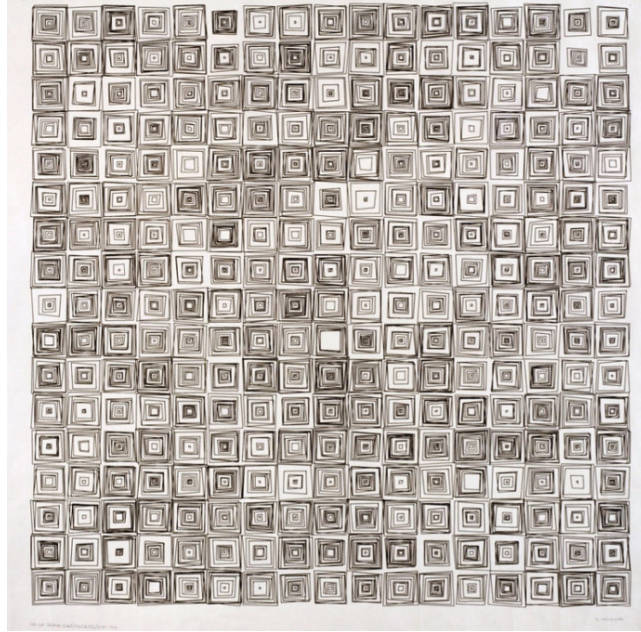


Görsel 16: Frieder Nake, Hommage a Paul Klee, 1965, (V&A). <https://bit.ly/354crmG>



Görsel 17: Georg Nees, Schotter, 1968 - 1970, (V&A). <https://bit.ly/3n5ZPBK>

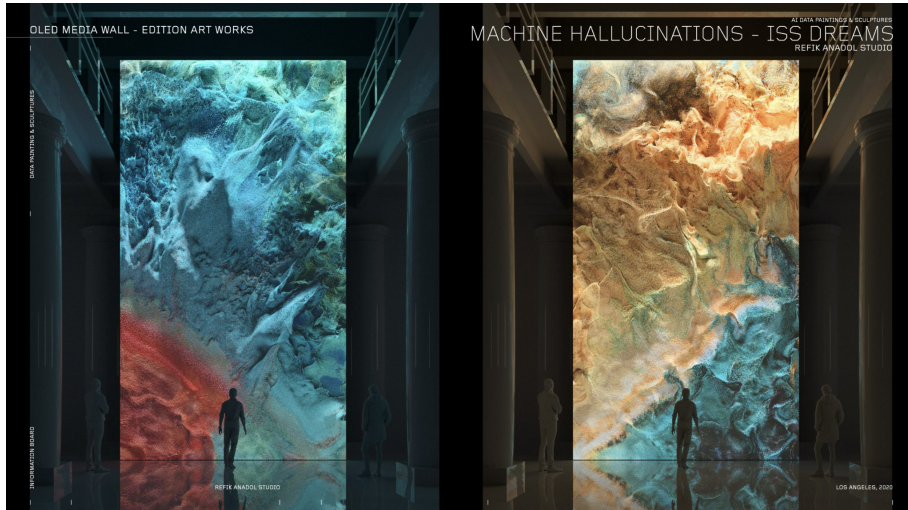
Bilgisayarların genel algısının soğuk, mantıklı makineler olduğunun bilincinde olan Vera Molnar, bilgisayarın yaratıcı ve hümanistik kazançları olduğunu da söylemiştir. “Bu mantığa aykırı gibi gelebilir ama soğuk ve insan dışı olduğu kabul edilen makine, bir insanda neyin en öznel, en ulaşılamaz ve en derin olduğunu fark etmemize yardım eder” (Bailey, 2018 s.1).



Görsel 18: Vera Molnar, Orders, 1974, (V&A). <https://bit.ly/38WxxEG>

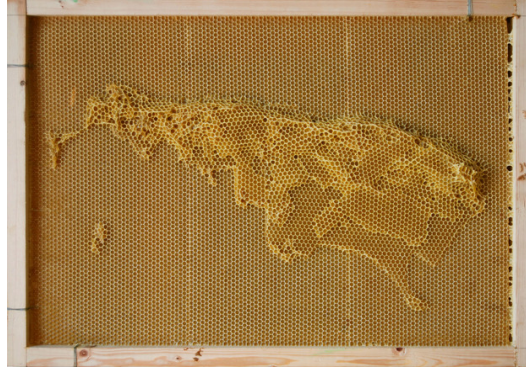
2.2. Generatif Sanat Örnekleri

Görsel 19’da, Refik Anadol’un Uluslararası Uzay İstasyonu’nun çektiği fotoğraflar ve çeşitli uydulardan çekilmiş topografik verileri yapay zekaya öğreterek oluşturduğu hareketli çizimler bulunmaktadır.



Görsel 19: Refik Anadol, Machine Hallucinations, 2020. <https://bit.ly/2SLVTx5>

Görsel 20’de Ren Ri’nin Arjantin haritasının topografik verilerini kullanarak yaptığı bal peteklerinden oluşan bir eser görülmektedir.



Görsel 20: Ren Ri, Yuansu Series #24 Argentina, 2011. <https://bit.ly/367ewyy>

2.3. Generatif Sanatın Kullanıldığı Alanlar Ve Yöntemler

2.3.1. Elektronik Müzik

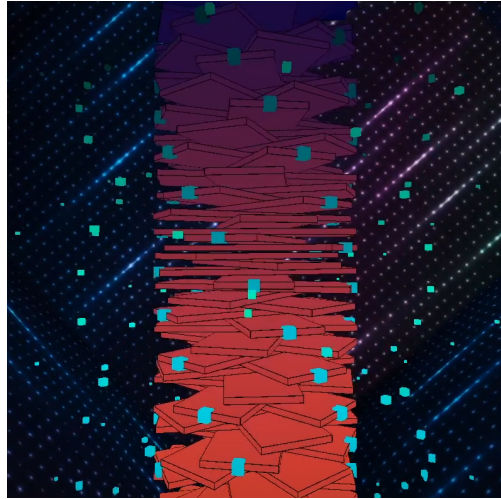
Bilgisayarların müzik bestelemeye üretken bir araç olarak kullanılması 1957’de Brooks, Hopkins, Neumann ve Wright’ın birlikte kaleme aldıkları bir makalede belirttikleri yöntemle dayanır. Yazdıkları makalede müzik bestelerinin Markov zincirleri yöntemiyle istatistiksel olarak incelenebileceğini belirtmişlerdir. Buradan alınan istatistiksel verilerle incelenen bestenin tarzına yakınsayan yeni besteler elde etmenin mümkün olduğu söylenmiştir. 70’lerden günümüze kadar da MUSIC 5, Csound, Max, Supercollider gibi sese özel programlama dilleri ve ortamları algoritmik müzik kompozisyonları için kullanılmaktadır. Bahsi geçen yöntemin günümüzdeki önemli temsilcilerinden biri de “Brian Eno” dur (bkz Görsel 21) (Galanter, 2016, s. 148).



Görsel 21: Brian Eno’nun Berlin’de gerçekleşen 11th Urban Aborigines Festivalinde bir bilgisayar tarafından müzik eserleri oluşturup çaldığı bir enstelasyonu, 1996, <https://bit.ly/3ok2v0h>

2.3.2. Demoscene

Bilgisayar uygulamalarının ve oyunlarının korsan versiyonları çıkmaya başladıktan sonra korsanlar, kırdıkları yazılımların girişlerine kendi imzaları gibi kullandıkları grafikler gömmeye başlamışlardır. Bunu yaparken güttükleri amaç diğer korsanların önüne geçerek ünlerini artırmaktır. Başlangıçta statik yazılardan oluşan bu grafikler gitgide çok daha sofistike ve karmaşık kodlamalar gerektiren animasyonlara dönüşmüştür. Uygulamanın boyutunu artırmak istemeyen korsanlar, animasyonları çok küçük boyutlara sığdırmak zorunda kalmışlardır. Bahsi geçen işlem, korsanları, her geçen gün daha optimize kod yazmaya zorlayarak geliştirmelerine ön ayak olmuştur. Hala var olan bu kültür artık çoğunlukla hobi amaçlı yapılmakta hatta bu alanda yarışmalar düzenlenmekte ve toplu şekilde anlık demosceneler yapılan organizasyonlar ortaya çıkmaktadır. (bkz. Görsel 22)

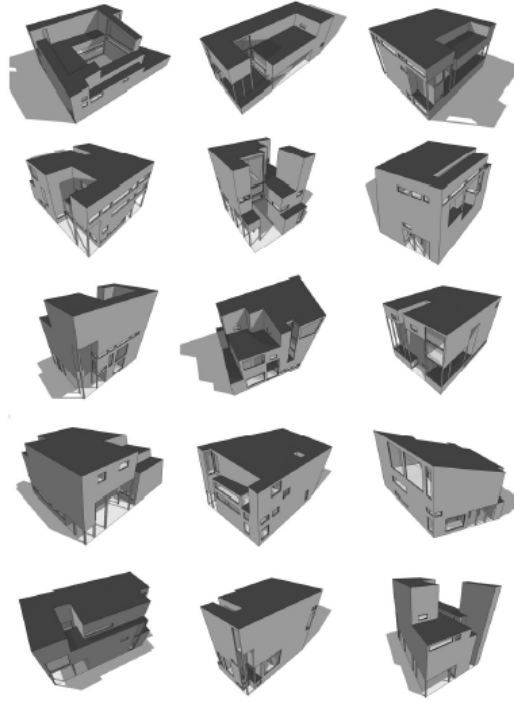


Görsel 22: Revision adlı demoscene toplantısında New Order tarafından sunulmuş “Second One” adlı demodan alınmış bir görsel, 2020, <https://bit.ly/2KMyojw>

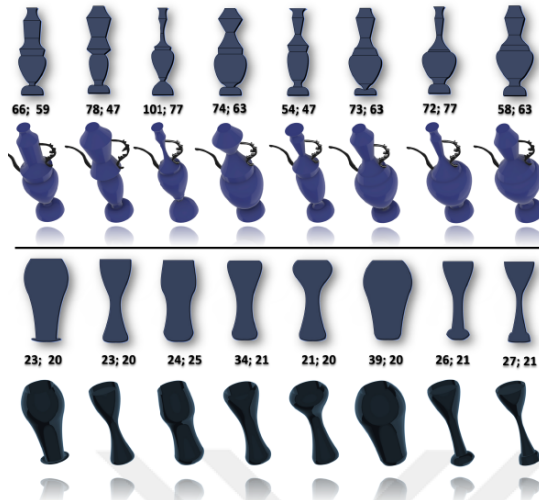
2.3.3. Endüstriyel Tasarım ve Mimarlık

Bilgisayar tabanlı tasarım yapmak için sadece bir araç görevi gören ve yaratıcı sürece katkısı olmayan yazılımlar yerine artık parametrik tasarım prensipleriyle çalışan tasarımcılar için, yazılımlar tasarım sürecine dahil olabilmektedir. Bu tür yazılımlar belli parametrelere ve sınırlara göre tasarımlara generatif elementler katmaktadır. Konsept oluşturma sürecinde tasarımcıya bir çok seçenek verip onun bir kuratör gibi davranmasıyla her tekrarda daha iyi sonuçlar alınabilmektedir. Patrick Janssen Digital Creativity dergisine yazdığı bir makalede evrimsel

generatif tasarım metodu kullanarak bilgisayara referans bir mimari yapı üzerinden birçok mimari yapı (bkz. Görsel 23) tasarlatmıştır (Janssen, 2006, s. 60). Bir başka örnekte ise, matematiksel fonksiyonların kartezyen düzlemdeki grafikleri kullanılarak, bilgisayara birçok mutfak eşyasasının silüeti belli parametreler korunarak tasarlanmıştır (bkz. Görsel 24). Daha sonra bu silüetlerden 3d modelleri çıkarılmıştır (Mert, 2019, s. 84). Bu sayede üretilecek bir ürüne çok hızlı bir şekilde konsept tasarımlar çıkartılabilmektedir.



Görsel 23: Patrick Janssen, Generative yöntem ile yapılmış mimari yapılar, 2006

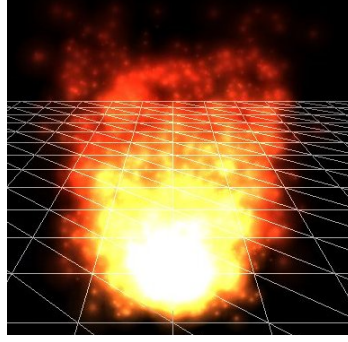


Görsel 24: Dogan Kemal Mert, Generatif bardak ve sürahi iterasyonları, 2019

2.3.4. Bilgisayar Destekli Animasyon

Film ve video oyunu sektörlerindeki bazı animasyonların, çevre tasarımlarının, parçacık sistemlerinin, 3d modellerin yapılmasında artık sıkça kullanılan algoritmalar, generatif tasarım ögesini bu sektörlerle taşımıştır. Bu sektörlerde çalışan görsel sanatçılar, artık prosedürel yöntemlerle çalışan uygulamalara geçiş yapmışlar ve bir çoğu da gerekli bilgisayar dillerini yeterli seviyede bilmekte veya öğrenmektedir.

Parçacık sistemleri yağmur, kar, su, bulutlar, kum gibi pratikte sayılamayacak kadar fazla parçacığın bir araya gelip katı bir şekil oluşturmadıkları ve bu parçacıkların kendi kurallarına göre hareket edip şekli belirsiz bir bütünü oluşturdukları sistemlerdir (bkz. Görsel 25). Bu tip sistemlerin gerçekçi simüle edilebilmesi için çok sayıda fazla parçacığa gerçek zamanlı bir şekilde müdahale etmek gerekmektedir. Bunun için her parçacık hem diğer parçacıklarla etkileşim halinde olmalı hem de dışarıdan gelen herhangi bir etkiye tepki verebilmeli ve diğer parçacıklardan farklı hareket edebilse de bir yandan onlarla bir harmoni içinde olabilmelidir. Hahn'ın da belirttiği gibi böyle bir gerçek zamanlı sistem önceden belirlenmiş animasyonlarla yapılamayacağı için generatif sistemler kullanmak çok mantıklıdır (Hahn, 1988, s. 299). Hatta gerçek zamanlı olmayacak animasyonlar için bile gerçekçilik seviyesini artırmak ve işleri hızlandırmak adına parçacık sistemleri kullanılabilir. Bu tür animasyonlara prosedürel animasyon denir. Bu sistemlerin çalışma mantığı şöyledir; sistemdeki bir parçacığın davranışlarının bir algoritması oluşturulup hangi sınırlar dahilinde davranabileceğine dair parametreler ortaya çıkarılır. Bu bilgisayara kodlanır ve bilgisayarın hesaplama gücüyle binlerce parça üzerinde uygulayıp yeterli sonucu alana kadar algoritma ve parametreler üzerinde iyileştirmeler yapılır. Bu tip sistemlerin bir benzeri de, hayvan sürülerini daha gerçekçi yapabilmek adına kullanılan "sürü sistemi (flock system)"dir. Bir sürüde çok sayıda elemanı bulunabilen balık, kuş, sinek gibi hayvanların simüle edilebilmesi için kullanılan sürü sistemlerinin de generatif bir tarafı vardır. Ayrıca, kumaş, saç gibi birbirine bağlı bir sürü küçük parçacıktan oluşan yapılarda da buna benzer sistemler kullanılır.



Görsel 25: 3denGfx programında oluşturulmuş ateş parçacık sistemi, <https://bit.ly/2Tp9I4X>

Kalabalık simülasyonları da bu alana giren başka bir konudur. Örneğin filmlerde çok kalabalık olması gereken savaş sahnelerinde çok sayıda oyuncuyu oynatmak yerine savaşçıları dijital ortamda modelleyip onlara farklı davranış biçimleri öğretilir. Bu davranış biçimlerine özel animasyonları yapılır. Her savaşçının bir yapay zekası olur ve sahnede karar vermesi gereken yerlerde kararlar verip sahneyi yeterince gerçekçi gösterebilir.

3D modellerde doku kaplamaları imaj dosyalarıyla yapılır. Bu imaj dosyalarının özellikle yüksek çözünürlüklü olanlarının bir tanesi bile 8-10 mb yer kaplayabilmektedir. Geliştirilen projeye bağlı olarak bu imaj dosyalarından fazla sayıda olması sistem hafızasından çok fazla yer yiyebilir ve geliştirilen şey eğer gerçek zamanlı bir uygulamaysa (örneğin video oyunları), sistemi çok zorlayıp uygulamanın doğru çalışmamasına sebep olabilir. Bu yüzden hem bilgisayar mühendisleri hem de görsel sanatçılar doku kaplamalarının hafızada daha az yer kaplaması için çeşitli yöntemlere başvurmuşlardır. Örneğin uygulamada çok uzaktan göreceğimiz nesnelerin dokuları daha düşük çözünürlüklü bir imaj ile kaplanır çünkü bu yeterli inandırıcılığı sağlar. Hatta kullanıcının uzaktaki dokusu düşük çözünürlüklü bir nesnenin yakınına gitme olasılığı varsa, bu objenin dokusu kullanıcı yaklaştıkça gerçek zamanlı olarak daha yüksek çözünürlüklü bir kaplama ile değiştirilir ve bu şekilde yakın ve uzak nesnelerin dokuları bir denge içerisinde hayatını sürdürür. Aynı uygulama 3D modellerin poligon sayılarında da uygulanmaktadır. Poligon sayısı yüksek olan yakındaki bir nesne uzağa gittikçe aynı nesnenin poligon sayısı daha düşük olan bir versiyonu ile değiştirilir. Prosedürel dokular ise hafıza kaplayan bu imaj dosyalarını kullanmaz. Yerine dokuyu matematiksel bir algoritmayla oluşturur. Bu sayede hafızada yer

kaplayacak olan tek şey, bu dokuyu oluşturması için yazılan bilgisayar kodları olur (Lasram et al., 2012, s. 413). Bu sistemin az yer kaplaması avantajının dışında, fraktal yapısıyla sınırsız bir doku çözünürlüğü sağlama ve doku haritası oluşturmayı çok kolaylaştırma avantajları da vardır.

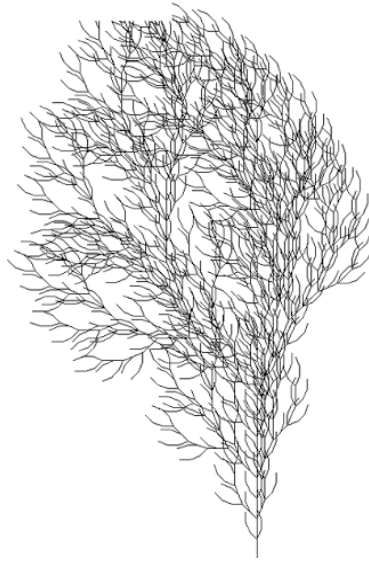


Görsel 26: Blender programında oluşturulmuş prosedürel tahta dokusu, <https://bit.ly/2Umb5Bk>

2.3.5. Generatif Sanat Yöntemleri

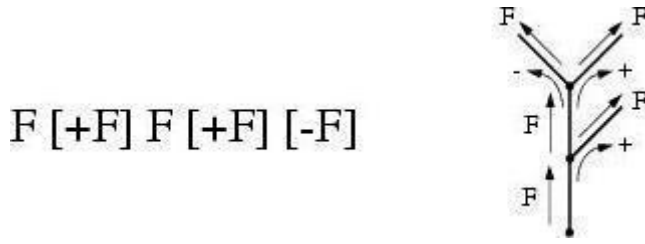
2.3.5.1. L- sistem

L - sistem bir programlama dilidir. 1968 yılında Aristid Lindenmayer tarafından bulunmuştur. Lindenmayer bu sistemi bitkilerin gelişiminin modellenmesi amacıyla araştırmıştır. Bu sistem daha sonra başka canlı organizmalarında morfolojilerini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır (Prusinkiewicz, 1986, s.2).



Görsel 27: L-sistemle oluşturulmuş bir ağaç örneği. (Bourke, 1991), <https://bit.ly/38UaPNB>

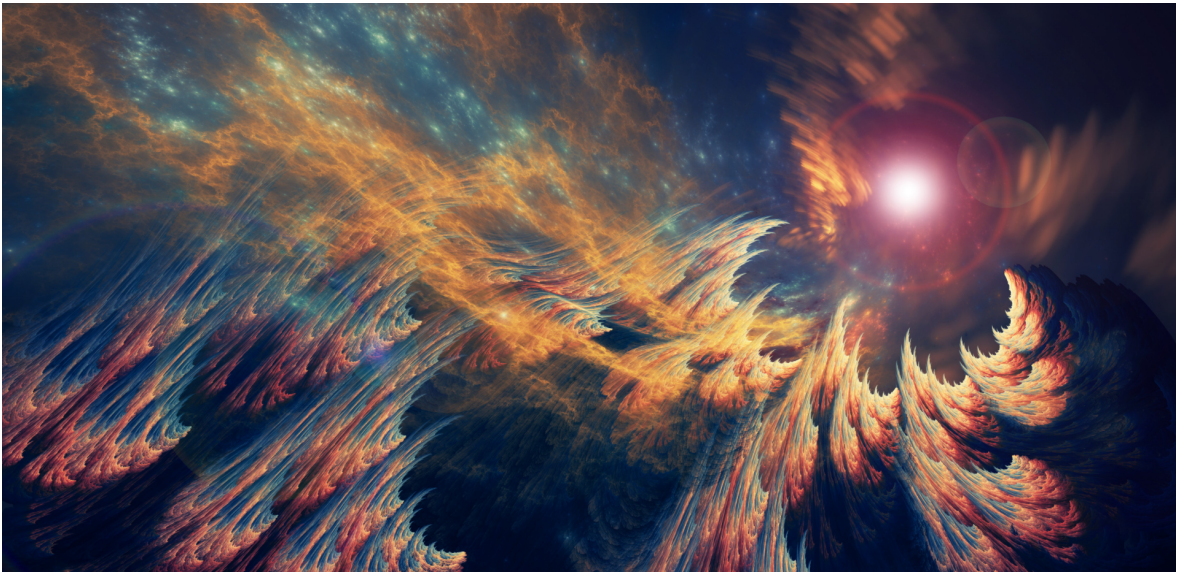
Sıralı karakterlerden oluşan bir dizinin özyinelemeli şekilde bir komut dizisi gibi çalıştırılmasıyla ortaya bir grafik çıkarılmaktadır (bkz. Görsel 28).



Görsel 28: L-sistem komut dizisi ve nasıl işlediğine dair bir örnek, <https://bit.ly/2SJyVpP>

2.3.5.2. Fraktal Geometri

Fraktal şekiller, çok farklı yakınlık ve uzaklık değerlerinde birbirine benzer yapılar sergileyen şekillerdir. Yani fraktal bir şekle çok yaklaşılsa bile dokusunu korumaktadır. Kendi içinde benzerliği olan ve kendini sürekli tekrar eden yapılar olarak da söylenebilir. Fraktal ismini 1980 yılında IBM şirketinde çalışan Benoit Mandelbrot koymuştur (Mandelbrot, 2004, s. ix). Ağaç formu bu kavramı daha iyi anlatmak için kullanılabilir. Ağaç formuna bakıldığında küçük dalların yapısının ağacın kendisini andırdığı görülebilmektedir. Aynı şekilde herhangi bir dalın diğer büyük yada küçük dalları andırdığını da söylenebilir. Yıldırım, bulut, duman gibi yapılar da örnek verilmektedir. Fraktal formlar hem matematikçi hem de görsel sanatlarla uğraşan kişiler tarafından ilgiyle araştırılmıştır. Grafik tasarım, örüntü tasarımı, moda tasarımı, mimari ve tekstil endüstrilerinde kullanılır.



Görsel 29: Adam Hoffman, n.d. <https://bit.ly/36iuPs9>

2.3.5.3. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar, evrimsel prensipleri temel alan bir hesaplama tekniğidir. Hem bir form oluşturma hem de bir optimizasyon tekniği olarak mimaride ve endüstriyel tasarımda kullanılır (Fasoulaki, 2007, s. 3). Genetik algoritmalarda amaç evrimsel süreçteki doğal seçilim olgusunu taklit etmektir. Çıkan her sonuç belli parametrelere göre test edilip elenir ya da seçilmektedir. Öncelikle olası çözümlerin kodlandığı bir çözüm grubu oluşturulur. Çözüm grubuna biyolojideki benzerliği nedeniyle populasyon, çözümlerin kodları da kromozom olarak adlandırılır. Her kromozomun ne kadar iyi olduğu bulunur. Bu kromozomlar eşleyerek yeniden kopyalama ve değiştirme operatörleri uygulanır. Yeni kromozomlara yer açmak için eski kromozomlar ortadan kaldırılır. Tüm kromozomların uygunlukları tekrar hesaplanır. Algoritma defalarca çalıştırılarak çok sayıda populasyon oluşturulup hesaplanır. O ana kadar bulunan en iyi kromozom sonuçtur.

2.3.5.4. Makina Öğrenmesi ve GAN (Generative Adversarial Networks)

Makina öğrenmesi basit tabiriyle keskin tahminler yapmak veya performans artırmak amacıyla tecrübeyi kullanan bir hesaplama metodudur. Burada tecrübe ile kastedilen, var olan bilgiler yani toplanmış ve analize açık elektronik verilerdir. Bu veriler insan eliyle hazırlanıp dijital ortama aktarılmış alıştırma setleri ya da çevreyle etkileşime geçerek elde edilen bilgiler olabilir. Her halükarda, bu bilgilerin kalitesi ve sayısı öğrenenin tahminler yapması açısından önemlidir. Bu küçük bir örnekle şöyle açıklanabilir. Bir bilgisayara başlıkları belli olan çok sayıda doküman veri olarak işletilmektedir. Bunlardan yaptığı çıkarımlar sonucunda başlığını henüz görmediği bir metnin başlığını doğru tahmin edebilmektedir. Başka bir deyişle, veriler ne kadar çok ve ne kadar doğru olursa tahmin doğruluğu da o kadar artmaktadır. Görsel bir örnekte ise, bir bilgisayara içinde insan yüzü olan yeterince resim gösterilip bu resimler bir algoritmaya göre işlenirse, bilgisayar, resmin içinde insan yüzü olup olmadığını algılayabilmektedir (Mohri et al., 2018, s. 1). Generative Adversarial Networks ise Makine Öğrenmesinin bir dalı gibidir. Amacı girdileri ve çıktıları öğreten insan unsurunun da aradan çıkıp, tamamen denetimsiz bir öğrenmedir.

3. BÖLÜM GENERATİF SANAT İLE KARAKTER ÜRETİMİ

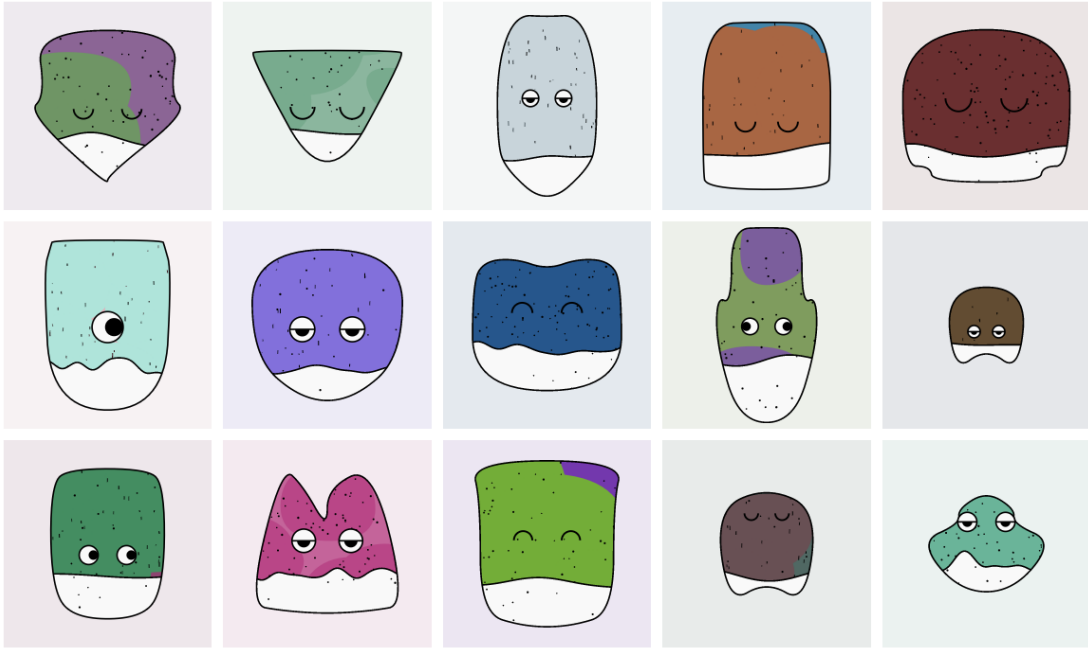
Video oyunlarında çevresel tasarımlar, bazı nesnelerin ve canlıların üretimi ile davranışları generatif modellerle yapılabilmektedir. Video oyunlarının önemli unsurlarından olan karakterlerin generatif yöntemlerle üretilmesi ise yeni yeni denenmektedir. Bir video oyunundaki karakter, oyunu derinleştiren en önemli tasarım elementlerinden biridir. Dolayısıyla karakterlerin detaylı bir şekilde tasarlanmaları gerekmektedir. Bu yüzden bir karakterin tasarımı tamamen bir algoritmaya bırakılırsa ortaya çıkan sonuçlar tatmin edici olmayabilir. Halihazırda kullanılmakta olan algoritmalar çok detaylı 3D modeller yaratma konusunda çok iyi sonuçlar vermemektedir. “Generative Adversarial Networks” yüksek çözünürlüklü gerçekçi 2D imajlar üretme konusunda gayet başarılı olmasına rağmen, çizgi film tarzında ve oyun biçiminde olan konseptlerde çok başarılı olamamaktadır. Ancak konsept aşamasında yardım almak amacıyla generatif yöntemlere başvurulduğunda ilginç sonuçlar alınabilir. Bu tezde de bu yönde ilerlenmiş ve karakteri oluşturma aşamasında algoritmalarından yararlanılmıştır.

Şu an Generatif Sanat’a bakıldığında makina öğrenmesinin ve yapay zekanın etkili olduğu görülmektedir. Bu tarz uygulamalarda yapay zeka sanat eserinin oluşturulmasında bir alet görevi görmektedir. Yaratıcı süreç sanatçı tarafından yürütülmektedir. Sanatçının burada yaptığı şey ön-kuratörlük veya geç-kuratörlüktür. Yani algoritmaya öğretilecek verileri seçmekte veya algoritmadan çıkan sonuçlardan seçimler yapmakta ve bu seçimlere göre algoritmanın ayarlarıyla oynamaktadır. Bu sayede generatif algoritma her zaman izleyiciyi hatta süreci bizzat yöneten sanatçıyı bile şaşırtan sonuçlar üretebilmektedir. Yakın gelecekte yapay zekayı daha iyi manipüle edebilen ve daha iyi öğrenmesini sağlayabilen sanatçılar tarafından şu an yapılanlardan daha iyi işler çıkması muhtemeldir. Bu yöntemler gelecekte de aynı şekilde çalışmaya devam edecektir. Yani var olan sanat eserlerinin verilerini işleyip, bunlardan benzer bir sanat eseri üretmeye dayalı algoritmalarından oluşacaktır. İnsanın yerini almaları şu an için mümkün gözükmemektedir. Sadece sanatçı bilgisayar arasında iki tarafa da faydalı bir ilişki içinde sanat üretilebilecektir (Mazzone & Elgammal, 2019, s.6). Fotoğraf makinesi ilk çıktığında sanat olup olmadığına dair tartışmalar yaşanmıştır. Sonuçta fotoğraf makinesiyle çekilmiş fotoğraflardan bazıları sanat olarak kabul edilmiş, bazıları ise sanat olarak kabul görmese de günlük

yaşantımızda büyük yer kaplamıştır (Hertzmann, 2018, s.3). Aynı şekilde insan tarafından kullanılan ve eser üreten bir algoritma da buna benzer bir yol izleyebilecektir. Bazı eserler sanat kabul edilirken bazıları da örneğin endüstride seri üretimde kullanılacak olan ürünler için dekoratif desenler olarak kullanılabilir.

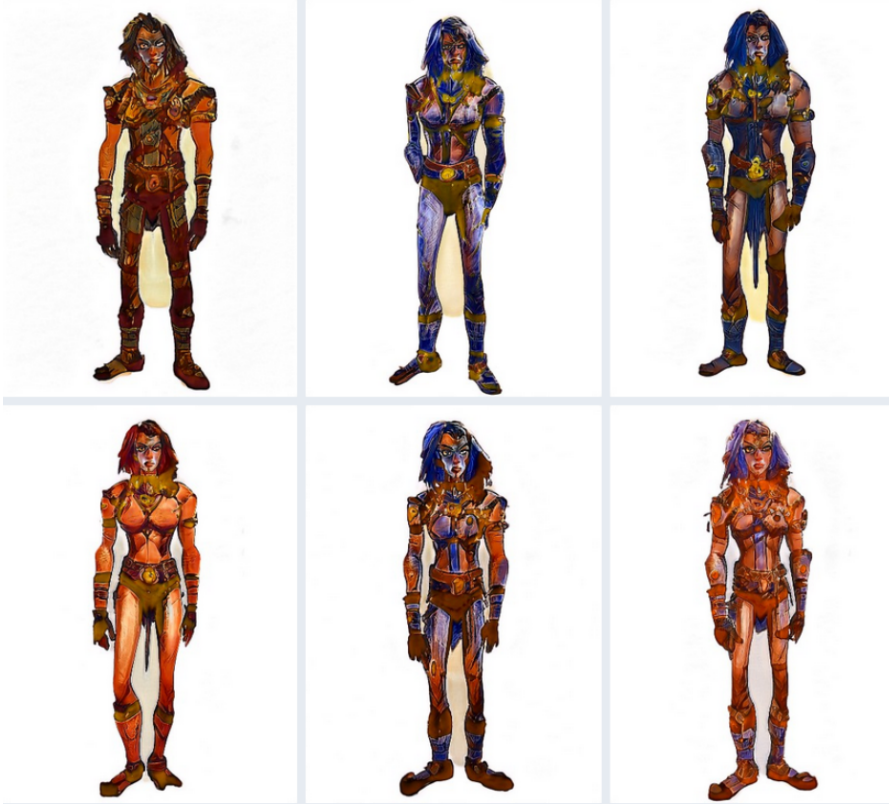
3.1. Generatif Sanat İle Yapılmış Karakter Tasarım Çalışmaları

George Francis, “PolyFig” adlı projesiyle suşi konseptini temel alan generative karakter tasarımları yapmıştır (Francis, n.d.).



Görsel 30: Polyfig, George Francis, n.d. <https://polyfig.app/>

Max Schulz, generative adversarial networks kullanarak gerçekçi karakter konseptleri yapmaya çalışmıştır. Karakterlerin ilk çıktı alındıkları halinde kullanılmayacağını belirtmiş, sanatçının üstünden geçmesi gerektiğini vurgulamıştır. (Schulz, 2020).



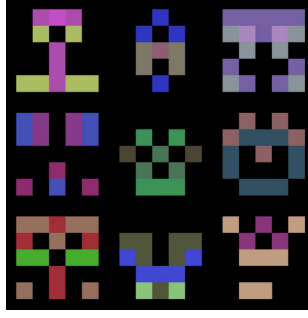
Görsel 31: GAN ile ortaya çıkan konseptler, Max Schulz, (2020). <https://bit.ly/3tTeSCt>

Gwern Branwen, generative adversarial networks ile anime portreleri üretmiştir (Branwen, 2020).



Görsel 32: GAN ile üretilen anime tarzı yüzler, Branwen, (2021). <https://bit.ly/3y89HI7>

Eric Davidson 2018'de "Space Invaders" oyunundaki karakterlere benzer karakterleri algoritma kullanarak yapmayı denemiştir (Davidson, 2018).



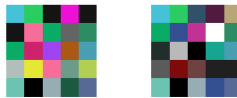
Görsel 33: Space Invaders karakter örnekleri, Davidson, (2018). <https://bit.ly/3uKCc6l>

Davidson'ın projesi bu tez için bir çıkış noktası olmuştur. Davidson kendi çalışmasını piksel art karakterler üretmek için kullanmış, bunun ilerisine gitmemiştir. Bu tezde ise bu tip bir algorithmadan çıkabilecek piksel art karakterler temel alınarak sanatçının hayal gücü ve dokunuşuyla bu karakterleri daha ileriye götürmek hedeflenmiştir. İkinci aşamada ise, herhangi bir yüksek çözünürlüklü karakter çizimini piksel art karaktere dönüştürebilen bir algoritma yazılmıştır ve sürecin tersine çalıştırılmıştır.

3.2. Piksel Art Karakter Çıktıları Üretim Detaylı Konsept Haline Getirme

3.2.1. Kullanılan Metod ve Çıktılar

Projenin piksel art karakter üretme kısmı, Unity 3D adlı oyun motoru kullanılarak yapılmıştır. Unity'nin seçilme nedeni kullanıcı dostu arayüzü ve komut dosyası yazmanın (scripting) kolay olmasıdır. Başlangıçta 5x5 piksellik bir alan belirlenmiş ve belli sınırlar dahilinde piksellere rastgele renk değerleri verilmiştir. Bu ilk denemeden çıkan sonuçlar fazla kaotik olmuştur ve karakter çıkarımı yapılamamıştır.



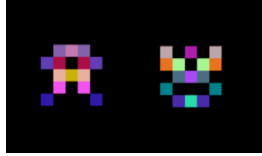
Görsel 34: 5x5 piksellik alanda ilk denemede çıkan 2 tasarım

Daha iyi sonuçlar alabilmek için daha fazla boşluğa ihtiyaç olduğu düşünülmüş ve rastgele renk algoritması değiştirilmiştir. Piksellere renk atarken beyaz gelme olasılığı artırılmıştır. Bir kaç denemeden sonra ilk denemeden daha iyi sonuçlar alındığı görülmüştür fakat yine de çıktılar fazlasıyla kaotiktir.



Görsel 35: 5x5 piksellik alanda ikinci denemede çıkan 2 tasarım

Kaotikliğı daha düzenli bir hale sokmak için algoritmaya simetri eklenmiştir. Orta sütunu ayna kabul ederek sağ ve sol piksellerden birbirine simetrik olanların aynı renk değerlerini alması sağlanmıştır. Aynı zamanda algoritmanın siyah zeminde daha iyi çalıştığı gözlemlenmiştir. Boşluk gelme ihtimalinde en iyi %40'ta çalıştığı anlaşılmıştır. Bu aşamada, ortaya çıkan tasarımlar yavaş yavaş tanıdık cisimlere, canlılara ve pozlara benzemeye dolayısıyla bir esin kaynağı olmaya ve yaratıcılığı tetiklemeye başlamıştır.



Görsel 36: 5x5 piksellik alanda üçüncü denemede çıkan 2 tasarım

6x6, 7x7 ve daha çok piksellik alanlarda da deneme yapılmış ve en iyisinin 7x7 olduğuna karar verilmiştir. Renksiz bir silüet denemesi de yapılmışsa da renkli versiyonlardan daha kullanışlı sonuçlar elde edilmiştir. Zira karakterleri daha gerçekçi bir forma sokarken renklerin kaotikliğınden yararlanarak ilginç tasarımların ortaya çıkması mümkün olmaktadır. Dolayısıyla renkli versiyonda devam edilmesine karar verilmiştir.



Görsel 37: 7x7 piksellik alanda silüet denemesinden çıkan 2 tasarım

Son bir kaç değişiklikten sonra son halini alan sistemden çok sayıda çıktı alınmıştır ve bunlardan daha umut vadedenler seçilmiştir.



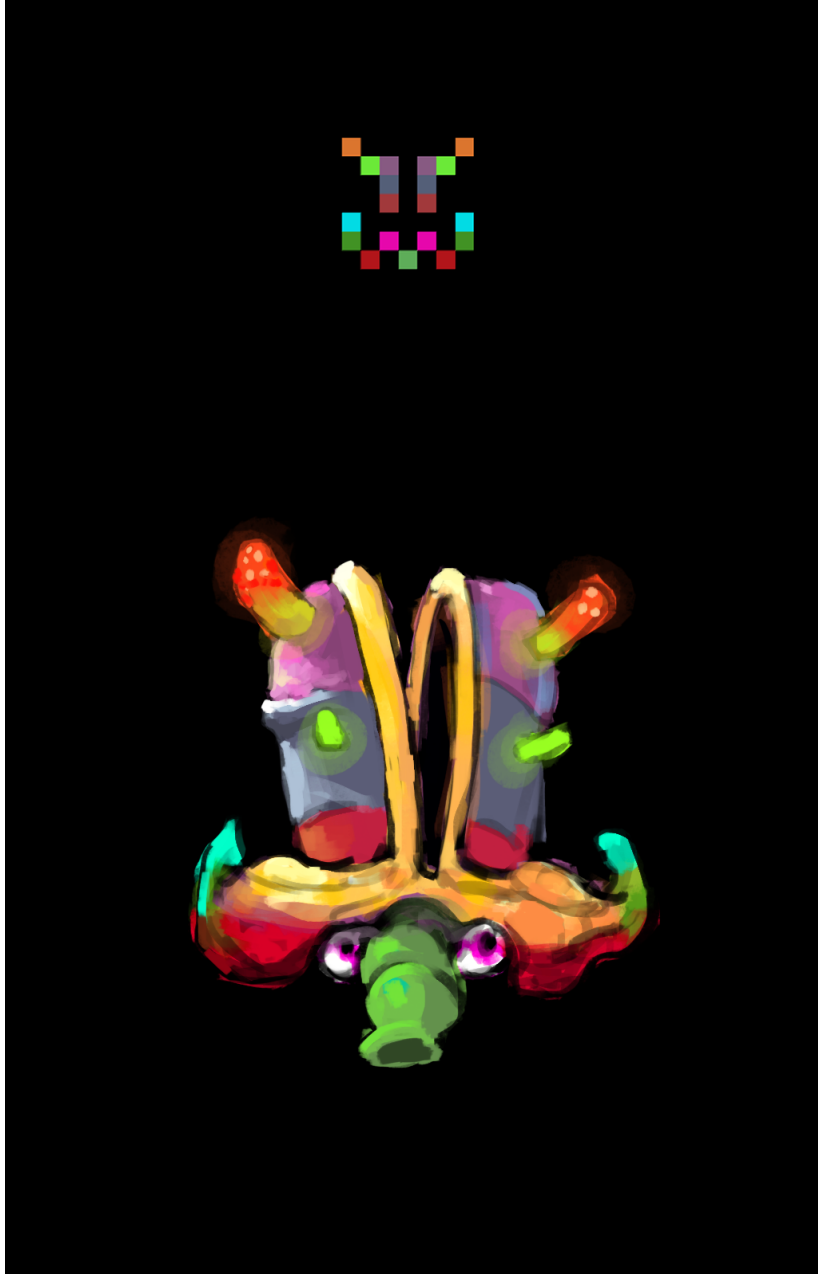
Görsel 38: Son çıktılarından seçilen tasarımlar

3.2.1. Çıktılardan Seçilip Daha Gerçekçi Bir Konsepte Dönüştürülen Tasarımlar

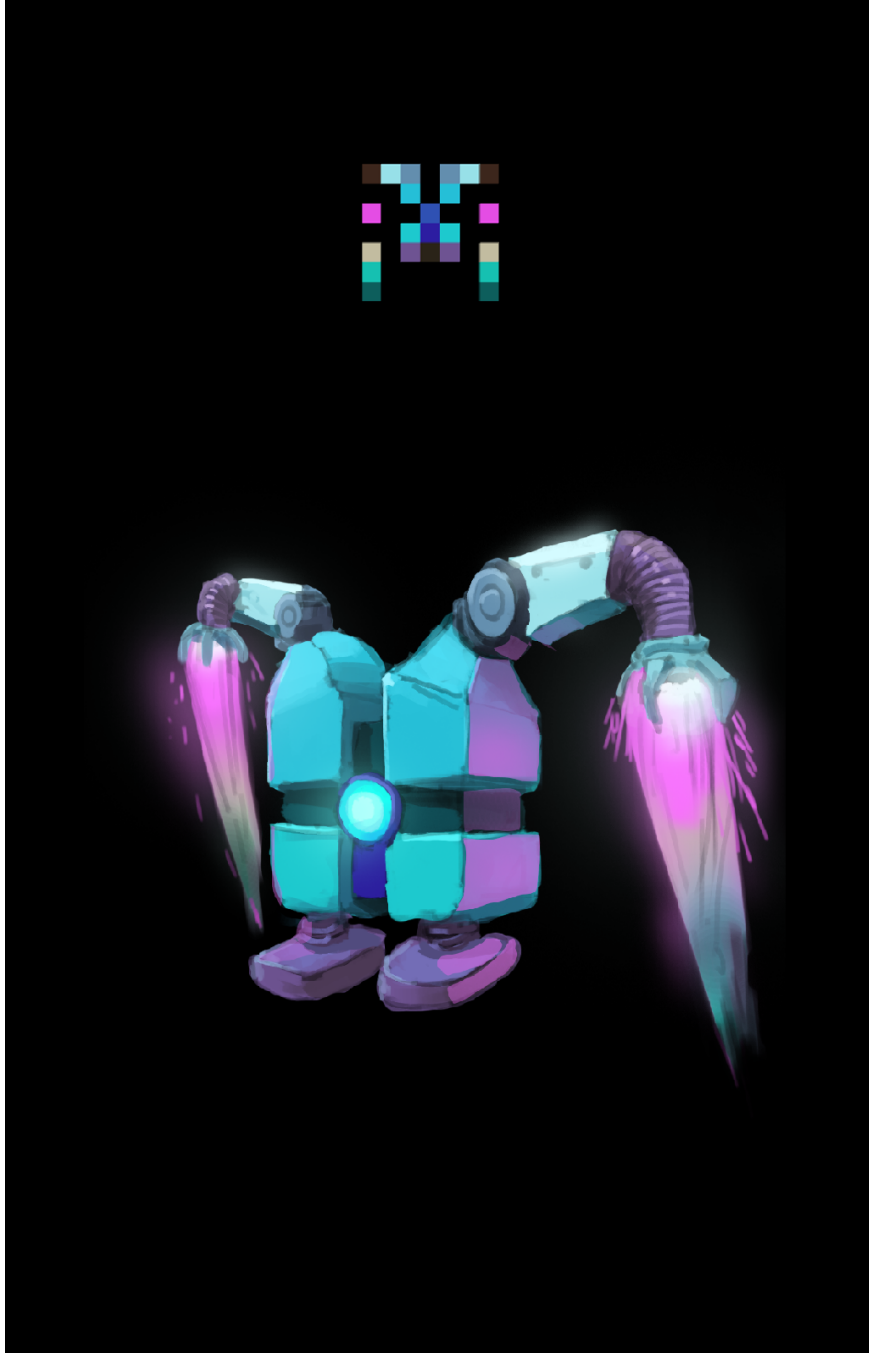
Bu noktada algoritma sonucu ortaya çıkan piksel art karakterlerden seçilen bazıları, daha gerçekçi ve yüksek çözünürlüklü olacak şekilde tasarımcı tarafından çizilmiştir. Düşük çözünürlükte olmayıp yüksek çözünürlükte eklenen detaylar tamamen tasarımcıya bırakılmış ve onun tarafından eklenmiştir.



Görsel 39: Seçilen piksel art karakterlerden konsept tasarıma dönüştürülen karakterlerden ilki (Üstte seçilen piksel art karakter, altta onun konsept tasarımı).



Görsel 40: Seçilen piksel art karakterlerden konsept tasarıma dönüştürülen karakterlerden ikincisi (Üstte seçilen piksel art karakter, altta onun konsept tasarımı).



Görsel 41: Seçilen piksel art karakterlerden konsept tasarıma dönüştürülen karakterlerden üçüncüsü (Üstte seçilen piksel art karakter, altta onun konsept tasarımı).

3.3. Detaylı Konsept Görsellerinden Piksel Art Karakter Üretme

Tezin bu bölümünde piksel art oyunlar için detaylı karakter çizimlerinin piksel art karakterlere çevrilip çevrilemeyeceği araştırılmıştır. Piksel art özellikle bağımsız geliştiriciler için önemli bir grafik tarzı haline gelmiştir. Çünkü genelde realistik grafikler yapmaktan daha kısa sürmektedir ve bu da nispeten az kaynağı olan oyun stüdyoları için önemlidir.

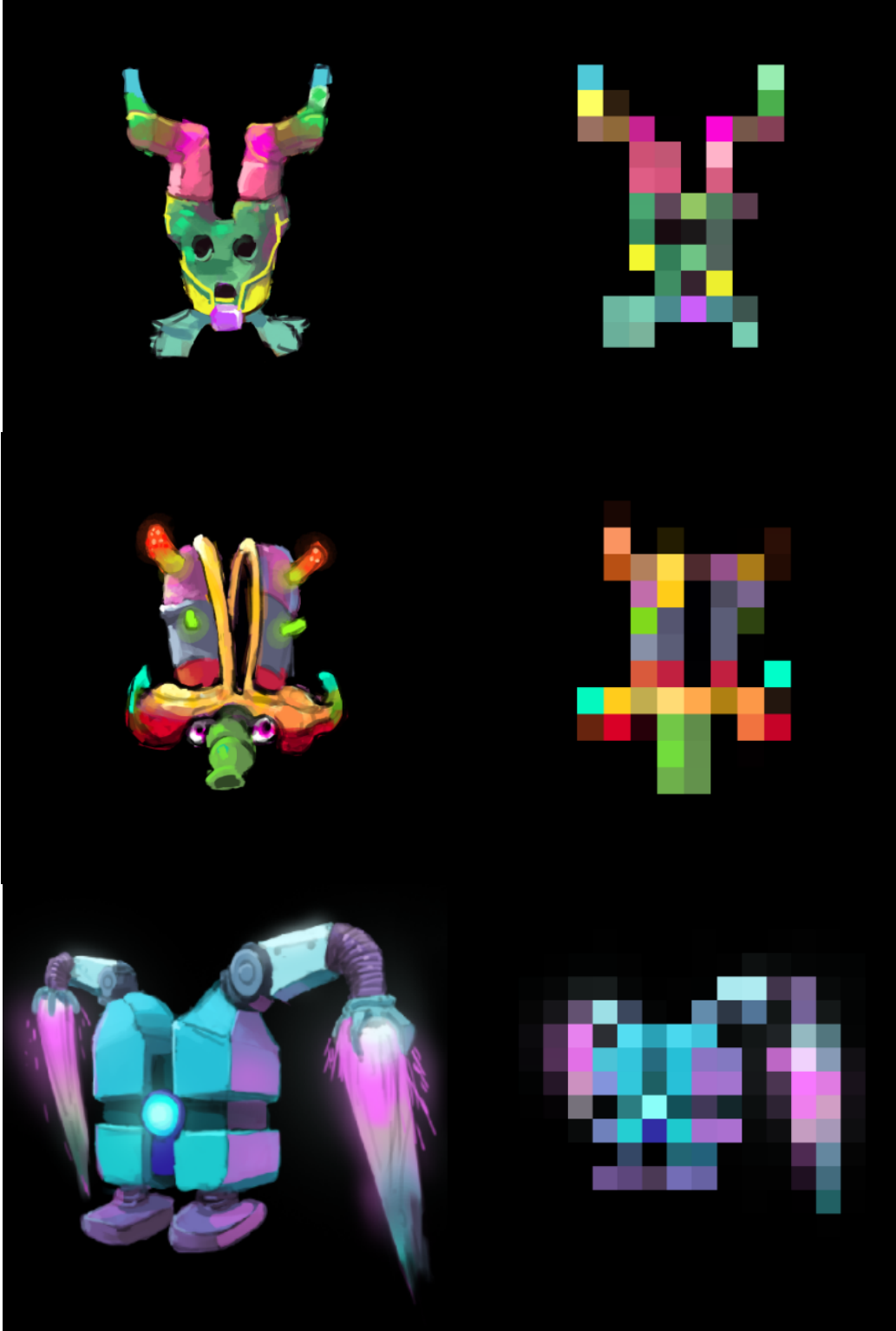
3.3.1. Kullanılan Metod ve Çıktılar

Tezin bu kısmı, Unity 3D adlı oyun motoru kullanılarak yapılmıştır. Unity'nin Shader Graph özelliği kullanılmıştır. Shader, bilgisayar tarafından ekrana çizdirecek objenin ışık dağılımı, rengi gibi görsel özelliklerini belirlemeye yarayan bir hesaplama kodudur. Gerçekçi imajlar için kullanıldığı gibi bir çok özel efekt de shader yardımıyla yapılabilmektedir. Shader Graph ise Unity'nin shader oluşturmakta kullanılan grafiksel arayüzdür. Kod yazmak yerine düğüm tabanlı bir grafiksel arayüz kullanan shader graph, karmaşıklığı azaltmayı sağlar. Bu çalışmada yüzeyin doku bilgileri alınmış ve farklı piksel büyüklüklerinde bölünmüş, resim de piksele denk gelen baskın renklerden seçim yapılmıştır. Piksel büyüklüğü istenildiği gibi artırılıp azaltılabilmektedir. Bu sayede her tasarım için görsel olarak makul olan farklı piksel büyüklükleri bulunmuştur. Bir karakter için birden fazla bulunduğu durum da olmuştur.

3.3.2. Tasarımların Piksel Art'a Dönüştürülme Süreci

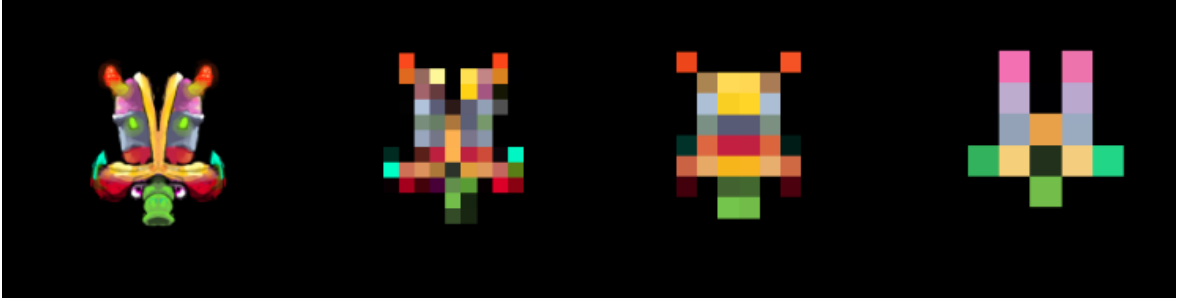
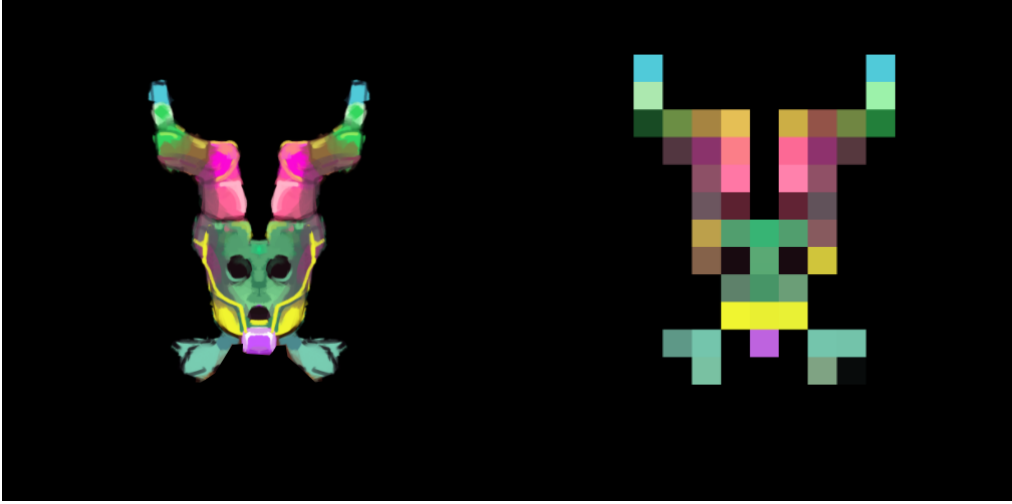
Kullanılacak örneklerden ilk üçü bu çalışmanın bir önceki aşamasında oluşturulan karakter tasarımlarıdır. Bunların kullanılmasının nedeni tasarımların ilk çıkış noktasından çıkıp belli işlemlerden geçerek tekrar o noktaya ulaşıldığında ne kadar değiştiğini görmek ve aynı zamanda ortaya çıkan piksel art tasarımın kullanılıp kullanılmayacağını veya kullanılabilir olması için ne tür özellikler gerektiğini görmektir.

İlk tasarım hiç değiştirilmeden kullanıldığında ortaya çıkan sonuç tatmin edici olmamıştır (**bkz. Görsel 37**). Bunun nedeni araştırılırken dikeyde simetrik hale getirilen tasarımların daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.



Görsel 42: Tasarımların hiç değiştirilmeden algoritmaya sokulmuş halleri ve çıktıları

Simetrik tasarımların daha iyi sonuçlar verdiği görüldükten sonra ilk iki tasarımın simetrik versiyonları yapılarak tekrar denenmiş ve daha iyi sonuçlar alınmıştır (bkz. Görsel 38).



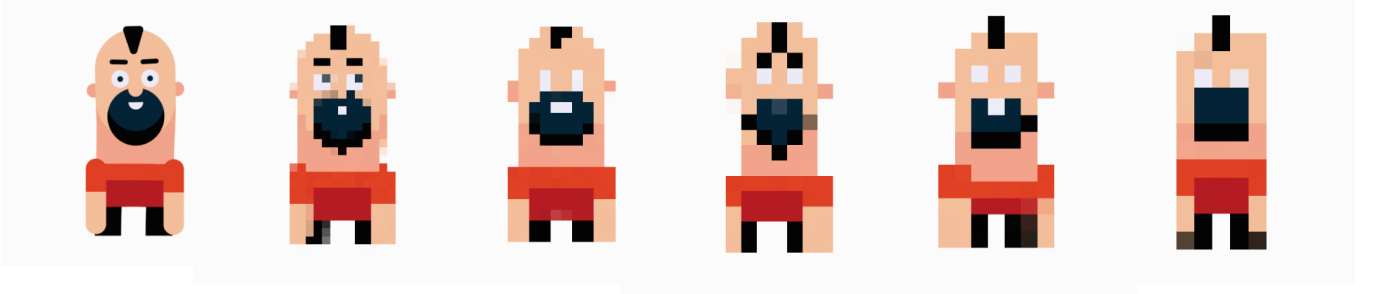
Görsel 43: Simetrik denemeler

Kontürlü bir tasarım denenmiş ancak, iyi sonuç vermediği görülmüştür (**bkz. Görsel 39**).



Görsel 44: Kontürlü karakter tasarımı ve alınan çıktı

Vektör tarzında bir karakter denenmiş ve farklı piksel sayılarında çok başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Yine de renk seçimlerinde baskın olan renk seçildiği için bazı yerlerde düzeltilmesi gereken hatalar oluşmaktadır.



Görsel 45: Vektör tarzı karakter tasarımı ve farklı piksel sayılarındaki çıktıları

SONUÇ

Bu çalışmada öncelikle generatif sanatın bir özeti anlatılmaya çalışılmıştır. Özellikle başlangıcı ve tam olarak ne olduğu konusunda farklı fikirlerin olduğu görülmüş ve bilgisayar ile başladığını savunan görüşe de sanatın kendisi kadar eski olduğunu savunan görüşe de yer verilmiştir. Rastgele sayı üretimi ve algoritmalar konuları incelendiğinde, konunun bilgisayarlarla içli dışlı olduğu ve endüstriyel alanlarda kullanımının bulunduğu dair sonuçlar çıkmaktadır. Öte yandan generatif sanatın tarihi incelendiğinde görülmüştür ki generatif sanatın ortaya çıkmasında rastlantısallık kavramı büyük yer tutmaktadır. Modern sanattaki bazı akımlar, özellikle var olan sanat kavramını yıkmak isteyenler, rastlantısallığı ve otonomluğu eserlerini ortaya çıkarırken kullanmıştır. Bu sayede generatif sanat yaygınlaşmaya başlamıştır. Generatif sanatın kullanıldığı alanlar incelendiğinde, bazı endüstriyel alanlarda da faydalı bir biçimde kullanıldığı anlaşılmıştır. Ancak generatif sanat en az bilgisayar kadar eski olmasına rağmen dünyada generatif sanatın mimarlık, endüstriyel tasarım, video oyunları gibi daha somut faydalar beklenen alanlarda kullanılmaya başlanmasının 80'li yıllara denk geldiği görülmüştür. Sonuç olarak generatif sanatın bazı tasarım sorunlarına hızlı ve pratik çözümler sunabileceği ortaya çıkmış, bu yaklaşım Unity yazılımı ile denenmiştir. Ortaya çıkan görüntüler anlamlıdır. Generatif sanatta kullanılan yöntemler incelendiğinde, giderek karmaşıklığı artan bilgisayar algoritmalarının kullanıldığı anlaşılmıştır. Generative adversarial networks alanının bu günlerde bu alandaki en popüler olan yöntemlerden biri olduğu görülmektedir. Bu türden akıllı yazılımların gelecekte ne gibi durumlar ortaya çıkarabileceğinden bahsedilmiştir. Dünyadan ve ülkemizden kaynaklar incelendiğinde, ülkemizde generatif sanat ile ilgili kaynak sayısının azlığı göze çarpmaktadır. Özellikle generatif bir model ile karakter tasarımı konusunda daha önce ülkemizde yapılmış bir çalışma yoktur. Bu çalışma kapsamında geliştirilen generatif uygulamayla birlikte görülmüştür ki, nispeten basit generatif yöntemlerle bile farklı konsept geliştirme deneyimleri yaşanabilir. Uygulama çıktıları genelde fazla rastgele olsa da yaklaşık %10-20 arasında bir oranla sanatçının ileriye götürebileceği, yaratıcılık sürecini tetikleyebilecek temel çıktılar sunabilmiştir. Bu çalışmadaki amaç generatif yöntemlerin karakter yaratmada yardımcı olup olamayacağını görmek olmuştur. Görülmüştür ki çalışma amacına ulaşmıştır. İlk başta kötü sonuçlar veren algoritma, çeşitli yöntemlerle

düzeltilerek daha iyi çıktıları vermeye programlanmıştır. Gelecekte daha çok deneme yapılarak, algoritmayı geliştirerek ve parametreleri artırarak iyi çıktı verme oranı artırılabilir. Makina öğrenmesiyle denemeler yapılabilir. Ayrıca daha yüksek çözünürlüklü imajlar üretilmesi de mümkün olacaktır. Daha sonra karakterden çıkıp çevre tasarımı ve benzeri oyun elementleri içinde buna benzer sistemler yazılabilir. Generatif modeller bir karakteri sıfırdan son noktaya kadar tasarlayamazlar da, konsept aşamasında sanatçıya yardım eden bir rol üstelenebileceklerdir.

KAYNAKLAR

- Agkathidis, A. (2015). Generative Design Methods. eCAADe (Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe), Viyana. s. 47-55.
- Al, B. (2019). GENERATİF SANAT KAVRAMI VE GÖRSEL SANATLARDA SAYISAL YARATICILIK, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü, TASARIM ENFORMATİĞİ CİLT: 01 SAYI: 02.
- Atakan, N. (1995). Türkiye'de Kavramsal Sanat. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Mimar Sinan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji ve Sanat Tarihi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bailey, J. (2018). Why Love Generative Art?. Artnome. Erişim: 12.12.2020.
<https://www.artnome.com/news/2018/8/8/why-love-generative-art>.
- Bakan, E. (2016). Bilgisayar Animasyonunda Prosedürelizm: Bir Medikal Animasyon Uygulaması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi. Çizgi film Animasyon Anasanat Dalı. Eskişehir.
- Bork, A. M. (1967). Rand omness and the Twentieth Century, The Antioch Review , Spring, 1967, Vol. 27, No. 1 (Spring, 1967), pp. 40-61.
- Bourke, P. (1991). L-System User Notes. Erişim: 17.12.2020.
<http://paulbourke.net/fractals/lsys/>.
- Branwen, G. (2020). *Making Anime Faces With StyleGAN*. Erişim: 10.09.2020.
<https://www.gwern.net/Faces#stylegan-2>.
- Carroll, N. (1999). *Philosophy of Art: A Contemporary Introduction*. New York: Routledge.
- Davidson, E. (2018). *How to Create Generative Art In Less Than 100 Lines Of Code*. Free Code Camp. Erişim 22.12.2020.
<https://www.freecodecamp.org/news/how-to-create-generative-art-in-less-than-100-lines-of-code-d37f379859f/>.
- Dorin, A., & McCormack, J. (2001). Introduction: First iteration - A Conference on generative systems in the electronic arts. Leonardo, 34/3, s. 239-242.

- Fasoulaki, E. (2007). Genetic Algorithms in Architecture: a Necessity or a Trend?. 10th Generative Art International Conference, Milan, İtalya.
- Francis, G. (n.d.). *PolyFig*. Erişim: 3.10.2020. <https://polyfig.app/>.
- Galanter, P. (2003). What Is Generative Art? Complexity Theory As A Context For Art Theory. GA2003 - 6th Generative Art Conference, Milan, İtalya.
- Galanter, P. (2016). Generative Art Theory. Christiane Paul(Ed.). A Companion to Digital Art. s. 146-180. New Jersey: Wiley - Blackwell.
- Gombrich, E.H. (1950). *The Story of Art / Sanatın Öyküsü*. London: Phaidon Publishers Inc.
- Hahn, J. K. (1988). Realistic Animation of Rigid Bodies. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 22, no: 4, s. 299-308.
- Hayes, B. (2001). Randomness as a Resource. American Scientist, 89, s. 300-304.
- Hedges, S. A. (1978). DICE MUSIC IN THE EIGHTEENTH CENTURY, Oxford University Press.
- Hertzmann, A. (2018). *Can Computers Create Art?* MDPI.
- Hoffman, C. (2019). *How Computers Generate Random Numbers. How To Geek*. Erişim: 18.10.2020. <https://www.howtogeek.com/183051/htg-explains-how-computers-generate-random-numbers/>
- Janssen, P. (2006). A Generative Evolutionary Design Method. Digital Creativity 17, no. 01, s. 49-63.
- Kaplan, C. S. (2000). Computer Generated Islamic Star Patterns. Bridges (Mathematical Connections in Art, Music, and Science). Kansas. s. 102-112.
- Kistermann, F. W. (1991). The Invention and Development of the Hollerith Punched Card: In Commemoration of the 130th Anniversary of the Birth of Herman Hollerith and for 100th Anniversary of Large the Scale Data Processing, Annals Hist Comput (1991) .13:245-259.

- Kora, L. (2007). *Implementation of Perlin Noise on GPU*.
http://www.sci.utah.edu/~leenak/IndStudy_reportfall/Perlin%20Noise%20on%20GPU.html
- Lasram, A., Lefebvre, S., & Damez, C. (2012). Procedural texture preview. *Computer Graphics Forum*, 31, no. 2pt2, s. 413-420. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- l'Ecuyer, P. (2017). History of uniform random number generation, WSC 2017 - Winter Simulation Conference, Dec 2017, Las Vegas, United States.
- LeWitt, S. (1967). Paragraphs on Conceptual Art. *Artforum*, 5(10), s. 79-83.
- Lynton, N. (1980). *The Story of Modern Art / Modern Sanatın Öyküsü*. New York: Cornell University Press.
- Mandelbrot, B. B. (2004). *Fractals And Chaos: The Mandelbrot Set and Beyond*. New York: Springer - Verlag.
- Martinec, E. (2008). Noise, Dynamic Range and Bit Depth in Digital SLRs. University of Chicago. Erişim 14.11.2020. <http://theory.uchicago.edu/~ejm/pix/20d/tests/noise/>.
- Mazzone, M., & Elgammal, A. (2019). *Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence*. MDPI.
- Mert, D. K. (2019). Efficient Generative Methods for Assisting Aesthetic Design in Conceptual Stage. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Tokyo Üniversitesi.
- Mohr, M. (2002). *Explorations in Art and Technology*. Springer-Verlag.
- Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of Machine Learning, second edition, London: The MIT Press*.
- Nake, F. (2012). *Computers and Creativity* (Vol. Construction and Intuition: Creativity in Early Computer Art).
- Pearson, M. (n.d.). Processing. <https://www.processing.org/>
- Pearson, M. (2011). *Generative Art*. United States: Manning Publications Co.
- Prusinkiewicz, P. (1986). Graphical applications of L-systems, *Proceedings of Graphics Interface '86 / Vision Interface '86*, pp. 247-253.

- Schulz, M. (2020). *GAN-Supported Concept Art Workflows*. *Gamasutra*. Erişim: 24.12.2020.
https://www.gamasutra.com/blogs/MaxSchulz/20201022/372349/GANSupported_Concept_Art_Workflows.php.
- Sedgewick, R. (1983). *Algorithms*. Adison-Wesley Publishing Company.
- Sinetar, M. (1985). Entrepreneurs, Chaos, and Creativity--Can Creative People Really Survive Large Company Structure?, *Sloan Management Review* (pre-1986); Cambridge Vol. 26, Iss. 2,.
- Unity 3D Documents*. Erişim: 5.10.2020.
<https://docs.unity3d.com/StaticFiles/ScriptRefImages/PerlinExample.png>. (n.d.).
- Uysal, S. (2019). *Fraktal Geometri Ve Algoritma İlişkisinde Jeneratif Sanat*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü. Resim Anasanat Dalı. Samsun.
- V&A Museum*. (n.d.).
<https://collections.vam.ac.uk/item/O211685/hommage-a-paul-quee-13965-print-nak-e-frieder/>
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical Investigations*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.

ETİK BEYANI

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tez/Sanat Çalışması Raporu Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu Tez/Sanat Çalışması Raporunda,

- Tez/Sanat Çalışması Raporu içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu Tez/Sanat Çalışması Raporunun herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir Tez/Sanat Çalışması Raporu çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

20/08/2021

Andaç ALTAK

Yüksek Lisans Tezi Orijinallik Raporu

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Güzel Sanatlar Enstitüsü

Tez Raporu Başlığı: Generatif Sanat Yöntemiyle Video Oyunları İçin Karakter Tasarımı

Yukarıda başlığı verilen Tez/Sanat Çalışması Raporumun tamamı aşağıdaki filtreler kullanılarak Turnitin adlı intihal programı aracılığı ile Tez Danışmanım tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Raporlama Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı (%)	Gönderim Numarası
15.07.2021	48	67959	24.06.2021	%2	1619052244

Uygulanan filtreler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez/Sanat Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim. (tarih 20/08/2021)

Andaç ALTAK

Öğrenci No.: N17138083

Anasanat/Anabilim Dalı: Grafik

Program (işaretleyiniz):

Yüksek Lisans	Sanatta Yeterlik	Doktora	Bütünleşik Doktora
X			

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Nadire Şule ATILGAN

Master's Thesis Originality Report

HACETTEPE UNIVERSITY
Institute of Fine Arts

Title : Character Design in Video Games via Generative Art

The whole thesis/art work report is checked by my supervisor, using Turnitin plagiarism detection software taking into consideration the below mentioned filtering options. According to the originality report, obtained data are as follows

Date Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index (%)	Submission ID
15.07.2021	48	67959	24.06.2021	%2	1619052244

Filtering options applied are:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read the Hacettepe University Institute of Fine Arts Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations, I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge. I respectfully submit this for approval. (date 20/08/2021)

Andaç ALTAK

Student No.: N17138083

Department: Graphics

Program/Degree (please mark):

Master's	Proficiency in Art	PhD	Joint Phd
x			

SUPERVISOR APPROVAL

APPROVED

Prof. Dr. Nadire Şule ATILGAN

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversite'ye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikrî mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/raporumun tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalara (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin/Sanat Çalışması Raporunun kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/sanat çalışması raporumun tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde/sanat çalışması raporumda yer alan, telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversite'ye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*** kapsamında tezim/sanat çalışması raporum aşağıda belirtilen haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/ Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... yıl ertelenmiştir. (1)
- Enstitü/ Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. (2)
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

20/08/2021

Andaç ALTAK

*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge

- (1) Madde 6.1. Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmasını ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7.1. Ulusal çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü teziere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

Tez Danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

