

0 VE 1'LE ŞEKİLLENEN DÜNYA

SİBEL AVCI TUĞAL
Öğr.Gör., Işık Üniversitesi
Güzel Sanatlar Fakültesi
Görsel İletişim Tasarımı Bölümü
tugalsibel@gmail.com

ÖZ

Sanat yapıtları yüzyıllar boyu çağının teknolojik yenilikleri ile gelişmiş ve çeşitlenmiştir. Elektronik teknolojisine bağlı olarak gelişen bilgisayarlar ve dijitalleşme toplumların kültür yapısını değiştirmekte, insan-makine ilişkisini yakınlaştırmakta, teknolojiyi vazgeçilmez kılmaktadır. Bu durum sanat için yeni bir deneyim alanı yaratmıştır. Oluşan dijital evren ve insan arasındaki bağlantı küresel anlamda endüstriyel, ekonomik ve ideolojik eğilimlere bağlı olarak şekillenmektedir. Zaman ve mekan kavramlarını altüst eden dijital yapılanma yaşamı dönüştürmektedir. 20. yüzyıl ortalarından itibaren ilk örnekleri görülen elektronik sanat, bilgisayar sanatı ve bugünkü adı ile dijital sanat fotoğraf sanatının geçmişte karşılaştığı eleştirilere benzer yaklaşımlarla değerlendirilmektedir. 21. yüzyılda büyük bir dönüşüm yaratacağı öngörülen Endüstri 4.0 ile birlikte biçimlenecek yaşam biçimlerinde görselleştirmenin, görsel estetiğin ve görsel algılamının ön planda olacağı düşünülmektedir. Yaşanmakta olan değişim ve dönüşüm özü gereği yenilik, deneysellik ve iletişimi içinde barındıran sanat için bir fırsattır. Bu çalışmada temeli elektronik ve bilgisayar sistemlerine dayanan bilgisayar sanatı, bu alana yön verenler ve dijital sanat oluşumlarının geçirdiği süreçler ilk örnekler üzerinden incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler : Sanat, çağdaş sanat, elektronik sanat, dijital sanat, bilgisayar sanatı, dijital kültür.

THE WORLD SHAPED BY 0 AND 1

ABSTRACT

Art has been developed and diversified with the technological innovations throughout the centuries. The computers and digitalization that develops due to the electronic technology are changing the culture structure of the societies. The relationship between human and machine is getting closer and technology becomes indispensable. New technologies have created a new field of experience for art. The link between the digital universe and human beings is shaped globally by industrial, economic and ideological trends. The digital structure, which overturns the concepts of time and space, transforms life. Electronic art and computer art, which have been seen since the middle of the 20th century, are evaluated with similar approaches to the criticisms of photography in the past. Visualization, visual aesthetics and visual perception will be important in the new world to be established with Industry4.0, which is expected to create a great transformation in the 21st century. This is a big change and an opportunity for art. In this paper, computer art based on basic electronic and computer systems, the directors of this field and the processes of digital art formations are examined through the first examples.

Key Words: Art, contemporary art, electronic art, digital art, computer art, digital culture.

Sanat yapıtları yüzyıllar boyu çağının teknolojik yenilikleri ile gelişmiş ve çeşitlenmiştir. Sanatçılar dönemlerinin ileri teknik ve malzemelerini kullanarak, hayal ettikleri oluşumları gerçekleştirmiştir. Elektronik teknolojisi ve bu teknolojiye bağlı olarak gelişen teknik araçlar ve sistemler 20.yüzyıla birlikte sanatçılar için yeni bir deneyim alanı yaratmıştır. Önceleri elektronik sanat, daha sonra bilgisayar sanatı, algoritma¹ sanatı ve ardından dijital sanat olarak sanat pratikleri içinde yerini almıştır.

21.yüzyıl insanı bugün kendi içinde gerçek yaşamdan farklı bir dünya ile sarmalanmıştır. Dijitalleşme ile birlikte küresel anlamda bilgi, mekan, hız ve zaman kavramları geçmiş yüzyıllara göre önemli ölçüde anlam değişmiştir. Bilim, endüstri, sağlık, sanat, tasarım, eğitim, finans, haberleşme, eğlence ve basın-yayın gibi birçok alanla birlikte günlük yaşamda dijital gerçeklikle etkileşim içindedir. Sıfır ve bir ile oluşturulan dijital evrende teknolojinin kullanımı ile oluşturulan sanat yapıtları ve deneyimleri üretilmektedir.(Tuğal 2015:36-38) Gelişen ve hızla değişime uğrayan teknoloji ile yakından ilişkili olan dijital sanatın kesin sınırlarının belirlenmesi ve tanımlanması oldukça zordur.(Paul 2016:1)

İlk örnekleri 1950 sonrası bilgisayar sistemleri ile ortaya çıkan bilgisayar sanatı teknoloji ile gelişerek dijitalleşmiş, 20.yüzyılın sonlarında ortaya çıkan İnternet'le birlikte farklı boyutlara taşınmıştır. Dijital sanat kapsamında elektronik sanat, bilgisayar sanatı, internet sanatı, video sanatı gibi birçok teknolojik alt yapıyı içeren oldukça geniş bir alan bulunmaktadır. Sıklıkla multimedya-yeni medya terimi dijital sanatın yerine kullanılmaktadır ama bu gerçekte doğru bir tanımlama değildir. Dijital teknolojilerin de kullanıldığı çok disiplinli bir alan olan yeni medya sanatı ve multimedya sanatı aslında dijital sanatın kapsamında yer alan bölümlerdir.

Çok katmanlı görüntü kompozisyonları, işitsel ve görsel içerikli yapılar, dijital görüntü ve sesle oluşturulabilen dijital kolaj yapıları melez formlara dönüşerek sanatçılara sonsuz imkan tanımaktadır. Dijital kültürün ve dijital görüntü üretim biçimlerinin 21.yüzyıla birlikte yaygınlaşması ile günümüzde herhangi bir sanat etkilinde, dijital teknolojilerin dahil edildiği çalışmalarla karşılaşılması olasılık dahilindedir. Dijital fotoğraflar, dijital teknolojileri kullanarak filme alınmış ve düzenlenmiş videolar, 3D veya 4D olarak tasarlanmış heykeller gibi birçok farklı form yapısı oluşturulabilir. Kimi zaman bu çalışmaların geleneksel yöntemlerle yapılıp yapılmadığına karar vermek oldukça zor olabilmektedir. Dijital teknolojileri kullanarak üretilen sanatla, dijital teknolojinin kendi özgün dili ile üretilen, örneğin doğrudan kod yazılımı ile oluşturulan sanatın ayrı olarak ele alınması gerekir. (Paul 2016:2)

¹ Algoritma, bir prosedürü ya da sonlu sayıda aşamalarla problem çözümü getiren talimatlar dizisidir. Matematiksel veya metinlerle oluşturulmuş olabilir. Bilgisayar programları algoritmalarından oluşur. Algoritma, belli bir problemi çözmek veya belirli bir amaca ulaşmak için tasarlanan yoldur. Genellikle bilgisayar programlamada kullanılır ve tüm programlama dillerinin temeli algoritmaya dayanır. Algoritmalar bir programlama dili vasıtasıyla [bilgisayarlar](#) tarafından işletilebilirler.

DİJİTAL SANATIN KÖKENİ

Teknolojinin gelişimi ile birlikte makine ve insan ilişkisi farklılaşmıştır. Giderek yakınlaşan bir ilişki söz konusudur. İnsan ve makine arasındaki etkileşimi ayrıntılı şekilde ilk kez tanımlayanlardan biri olan Amerikalı matematikçi Nobert Wiener (1894-1964) 'Hayvanlarda ve Makinelerde Sibernetik ve Kontrol ve İletişim' adlı kitabında bu durumu geri bildirim, kontrol ve iletişim olarak üç ana nokta üzerinden değerlendirir. Wiener'a göre iletilen bilgi ve bilginin iletim biçimi kontrol edilebilir. Kitapta biyolojik, mekanik veya elektriksel sistemlerin kendi aralarında ne şekilde iletişim kurabileceğine dair görüşler açıklamış, bilgi iletiminin ve kontrolünün mümkün olduğunu savunulmuştur. Wiener'in çalışmaları iletişim ve sistem mühendisliği alanlarına, bilgisayar ve enformasyon (bilişim) teknolojilerine önemli ölçüde katkı yapmıştır. (Weiner [1948]1985:10-14)

Teknik olarak görüntülerin oluşturulması ve işlenmesine dayanan elektronik-bilgisayar- dijital sanat yapıtları bugün hala fotoğraf sanatının geçmişte karşılaştığı eleştirilere benzer yaklaşımlarla değerlendirilmektedir. Alman düşünür Walter Benjamin (1892-1940) tarafından 1935 yılında yazılan 'Tekniğin Olanaklarıyla Yeniden Üretilebildiği Çağda Sanat Yapıtı' adlı makalede, teknolojik yeniliklerle ortaya koyulan yeni teknik yapıtların sanat eseri olarak durumları değerlendirilmiştir. (Benjamin 2002:50-53)

Benjamin, litografi tekniği ve ardından ortaya çıkan fotoğraf tekniği üzerinden örnekleyerek açıkladığı görüşlerinde yapıtların teknik olanaklar yardımı ile üretimi ve çoğaltılmasının sanat eserinde 'büyü' kaybına sebep olduğunu düşünür. Fotoğraf ile birlikte insan eli tarafından üretilen görsel yapıtların yerini bir objektif aracılığı ile görüntü oluşturan teknik bir araca, fotoğraf makinesine bırakmıştır. Gözün algılaması, elle üretim sürecinden çok daha hızlı olmaktadır. (Benjamin 2002:50-53) Bu üretim biçimi aynı zamanda yapıtların kurulan ilişkide başkalaşımı ortaya koymaktadır. Başkalaşım biricikliği ortadan kaldırarak sergileme-gösterilme değerine dönüştürmektedir. (Dellaloğlu1994:146)

Geleneksel yöntemlerle üretilen resim yapıtlarından farklı olarak teknolojik araçlarla üretilen görsel yapıtlar birer teknik imajdır. Çekoslovak düşünür Vilém Flusser (1920-1991) teknolojik araçlar yardımı ile ortaya çıkan görüntüleri 'teknik imaj' olarak tanımlanmıştır. Flusser'e göre fotoğraf ilk teknik imajdır. Teknik imajların çok katmanlı yapısı onları geleneksel görsel yapıtlardan farklı kılar.(Flusser [1985]2011:5-6)

Günümüzde disiplinler arası uygulamalara dönüşmeye başlayan ve dijital görüntüleri kullanarak üretilen sanat çalışmaları teknik imajların oluşturduğu yapıtlardır. Bu açıdan değerlendirildiğinde bilgisayarla üretilen görsel yapıtların birer teknik imaj olduğu açıktır. Geleneksel yöntemlerle üretilen görseller görüngülerdir, seyredilebilenlerdir. Teknik imajlar ise kavramlardır, okunabilenlerdir. İmgelem olan teknik imajlar ve teknik imajlarla oluşturulan görüntü grupları içerik ve sıralama dizgelerine bağlı olarak birer cümle gibidir, okunabilir ve bir anlam üretebilirler. Görsel bilgi parçaları olarak tanımlanabilecek olan bu yapıtlar, teknik araçlar yardımı ile gerçek dünyada ya da düşüncede var olan görüntüleri elde etmek, şekillendirmek veya yeniden yorumlamak üzere oluşturulurlar. Teknik imajı görünür hale getiren bilgi parçaları görünmez ve elle tutulmazlar. Geleneksel yöntemlerle

oluşturulan resimler, imajlar ve görüntüler belirli yüzeyler üzerindedirler. Zamanda ve mekanda bir yerde olan bir şeyi ifade ederler. Yüzey üzerine zaman ve mekan algıları soyutlanarak iki boyutlu olarak aktarılırlar. Ontolojik olarak geleneksel imgeler-görüntüler birinci dereceden soyutlamalardır. Buna karşın teknik imajlar-görüntüler, gerçek dünyadan farklı bir boyuta taşınmış tamamen soyutlanmış yapıların soyutlamalarıdır. Örneğin geleneksel yöntemlerle yapılan bir resim ressamın algı yapısına göre düşüncesinde kurduğu bir sıralamaya bağlı olarak yüzeye aktarılır. Buna karşın örneğin bir fotoğrafta, fotoğrafı çeken kişi ile fotoğraf makinesi arasındaki bağlantı hem kişiye, hem de kameranın teknik olarak algıladığı görüntüye bağlı olarak oluşturulur. Bu durumda kameraya giren bilgi teknik belirli bir süreçten geçerek işlenir ve oluşturulan yapı ile algılanacak boyuta gelir. Teknik görüntüleri değerlendirme işleminde başlangıç ve bitiş arasındaki işleme süreci birçok bilgiyi barındırmaktadır.(Flusser 2006:14-16) Mekanik veya elektronik yolla üretilen görsel yapılarda işlem süreci ortaya koyulan görselin niteliğini etkiler. Teknolojik bir araç olan bilgisayar aracılığı ile oluşan görsel yapılar yani teknik imajlar, onu oluşturan sistemin teknolojisi ile yakından bağlantılıdır.

BİLGİSAYAR SANATI

Dijital ortam beraberinde deneysel çalışmaları olanaklı kılar. Matematik ve elektronik bilimi bilgisayar sanatının temelini oluşturur. Bilgisayarda yapılandırılan görüntüler ekran, monitör, yüzey veya uygun ortamlar (yazıcı baskısı gibi) aracılığı ile görülebilir. (Lieser2009:9-13)

Bilgisayar sanatında oluşturulacak görsel yapı doğrudan sanatçının yaratıcılığına bağlıdır. Kodlardan oluşan yapı istenilen anlatı biçimini yaratmak üzere sanatçı tarafından program yazılımı veya programların yapabilirliklerinin düzenlenmesi ile oluşturulur. Dijital görselin var olabilmesi için kodlar, algoritmalar ve yazılımlar gereklidir. Dijital görsel sanatçının hayal gücü ve kodların bir arada düzenlenmesi ile oluşan melez bir yapıdır. Dijital ortamda kodlar olmadan görsel var edilemez. Görünür olmayan kodlar görseli fiziksel ortamda görünür kılarlar. Kullanılan kodlar için oluşturulacak görüntünün iki boyutlu, üç boyutlu veya hareketli olarak görünür olması arasında herhangi bir fark yoktur. Sadece oluşan görüntü izleyici tarafından iki boyutlu, üç boyutlu veya hareketli görüntü olarak algılanacak şekilde düzenlenmiştir. Geleneksel yöntemlerle oluşturulan görüntü-resim yerine, kontrolü kullanıcıda 'sanatçıda' olan kodların yaratımı ve düzenlenmesi ile oluşturulan görsel veya görsel sistemler söz konusudur. (Kuspit2012:5-8)

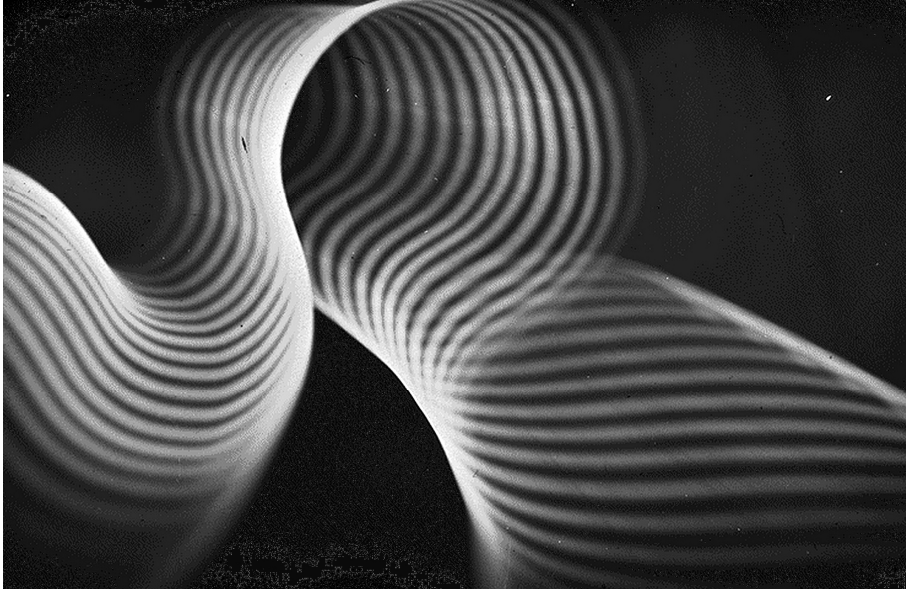
Teknoloji ile yakından ilişkili olan dijital yapılar, sanatçının kontrolünde oluşan, sanatçının hayal gücüne bağlı olarak biçimlenen, çoğu zaman ekip çalışması gerektiren karmaşık bir süreç sonunda elde edilir. Görsel sanatlar alanındaki birçok sanatçının 20.yüzyılın ikinci yarısından itibaren geleneksel üretim yöntemlerin yanı sıra elektronik ve dijital olanakları kullanmaya başladıkları görülür. (Houston2007:165-169)

Bilgisayar sanatı öncesinde, elektronik sanatın ilk örneklerini üreten Herbert Franke (1927) yeni çağın tuvalini bilgisayar olarak tanımlar. 1950'lerde ilk kez osiloskop² ekranı üzerinde oluşan görüntüleri fotoğraflayarak estetik yapılar oluşturan Franke'ye göre Benjamin Francis Laposky (1914-2000) elektronik sistemlerle ilk kez estetik içerikli grafik görüntü oluşturan kişidir. (Taylor2014:66-67)



Figür 1. Benjamin F. Laposky, Osilasyon 520, fotoğraf, 1960 (V&A Museum)

²Osiloskop, elektrik sinyallerinin ölçülmesinde, değerlendirilmesinde kullanılan cihazdır. Elektriksel işaretin dalga boyunu, frekans değerini ve genliğini ekranı üzerinde göstererek ölçüm yapar. Dalganın şekli grafik olarak ekranda yansır. Başka bir deyimle elektrik dalga şeklinin görüntüsünü ekrana çizmeye yarayan bir araçtır.



Figür 2. Herbert W. Franke, Işık Şekilleri, fotoğraf, 1953-55(Reykjavik Boulevard, 2017)

Franke bilgisayarla yapılan sanatının geleneksel sanatlarda olduğu gibi sadece estetik odaklı olmadığını, teknik ağırlıklı olması dolayısı ile doğrudan güzel sanatların bir kolu olarak tanımlanmayacağını savunur. Teknolojik gelişimin getirisi olan yeni olanaklarla 1950'lerde başladığı çalışmalarını önceleri analog daha sonra dijital bilgisayar sistemleri ile sürdüren Franke ilk mekanik yazıcılardan yüksek çözünürlüklü ekranlara, siyah ve beyazdan renkli yapılara, sabit görüntü yapılarından animasyon yapılarına ve karşılıklı etkileşimli projelere kadar uzanan geniş bir yelpazede çalışma üretmiştir. 1985 yılında yazdığı 'Yeni Görsel Dil: Bilgisayar Grafiklerinin Sanat ve Toplum Üzerindeki Etkisi' (Franke1985) adlı makalede bilgisayarlar ve bilgisayar sanatı ile ilgili görüşleri yer almaktadır. Günümüz bilgisayar sistemlerine yaklaşık 60 yıl içinde ulaşıldığı düşünülecek olursa yaşanan teknolojik gelişmenin inanılmaz bir hızda olduğu görülür. 1956'lardaki çalışmaları hem sanatsal araştırma hem de bilimsel araştırma olarak tanımlayan Franke bilgisayar sistemlerinin gelişiminin devam edeceğini ve görsel bilgisayar sanatının, sanat evrenini genişleten bir araştırma adımı olduğunu düşünmektedir. (Franke 2016)

Elektronik sanat çalışmalarının ardından 1950-1990 yılları arasında bilgisayarla üretilen çalışmalar bilgisayarla yapılan sanatın ilk örnekleri olarak kabul edilerek bilgisayar sanatı adını alırlar. Bilgisayar sistemlerinin temelini oluşturan algoritmalar yardımı ile ortaya çıkan sanat yapıtları 1960 -1970 yılları arasında ayrıca algortima sanatı olarak adlandırılmıştır.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişim bilgisayarı kullanarak üretim yapan sanatçı projelerine aynı şekilde yansımıştır. 1950-1960 yılları arasında bugün ile karşılaştırıldığında emekleme aşamasında olan bilgisayarlarla yapılan çalışmalar sadece bilim insanları, matematikçiler ve bilgisayar uzmanları tarafından gerçekleştirilmiştir. Daha çok deneysel amaçlı ortaya çıkan bu çalışmalar aslında bilgisayar sistemlerinin neler

yapabileceğine dair öncü araştırma projeleridir. Zaman içinde teknolojinin gelişmesi ve bilgisayarların kişisel araçlara dönüşmeye başlaması ile sanatçıların dahil olduğu sanat projeleri ortaya çıkmıştır.

Bilimsel araştırmaların ve projelerin yanı sıra bu alanda yayınlanan kuramlar arasında Abraham Moles (1920-1992) ve Max Bense'in (1910-1990) çalışmaları önemlidir. Amerikalı bilim insanı ve telekomünikasyon mühendisi Claude Shannon'un (1916-2001) 1948 yılında yayınladığı 'Enformasyon Kuramı', Bense ve Moles'un modellerini geliştirmesinde referans noktası olmuştur. Geliştirdiği model tamamen bilimsel tabana dayalı, öznel yaklaşımlardan arındırılmış ve kullanıma göre şekillenen rasyonel bir estetik yapı önermektedir. Enformasyon estetiği konusunda Fransız iletişim kuramcısı, elektronik mühendisi, ses uzmanı ve fizikçi Abraham Moles'un 1958 yılında yayınladığı ve 1968 yılında İngilizce'ye çevrilen 'Enformasyon Kuramı ve Estetik Algı' adlı kitabında enformasyon kuramı ve estetik algı ilişkisi ele alınmıştır. (Moles [1958]1968)

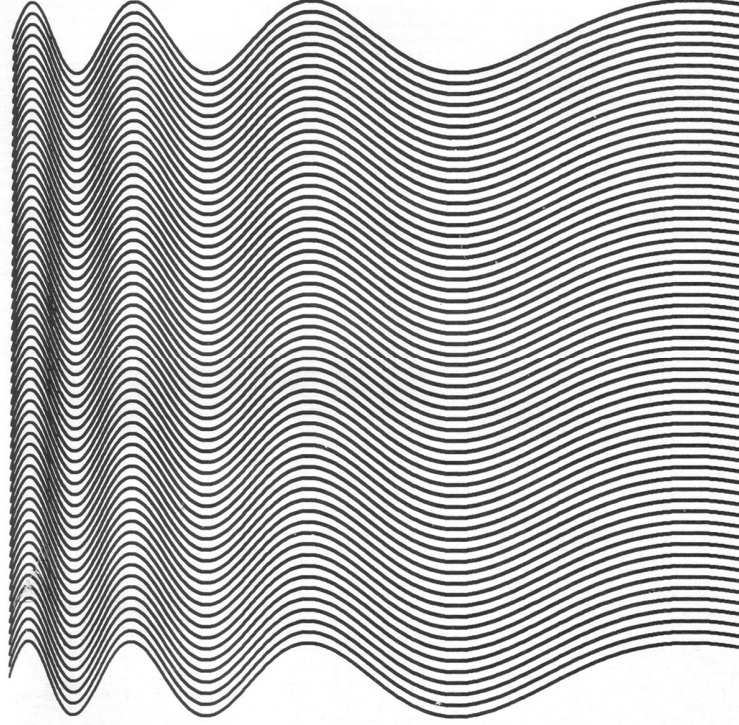
1960 sonlarında Alman kuramcı Max Bense tarafından önerilen 'Enformasyon Estetiği ve Üretilebilir Estetik Kuramı' bu alanda bir dönüm noktası olmuş ve bilgisayar sistemlerinin işlevlerinin geliştirilmesine yönelik projeye bilgisayar uzmanları ile birlikte sanatçılar katılmıştır. (Klütsch 2012:65-69)

BİLGİSAYAR SANATINA YÖN VERENLER

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerle yakın ilişkide olan bilgisayar sanatı ilk olarak teknolojik yeniliklerin denendiği ve araştırıldığı merkezlerde ve üniversitelerde şekillenmeye başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan dünya bilim ve teknoloji tarihinde öncü kuruluşlardan Bell Laboratuvarları'nda yapılan araştırmalar günümüz elektronik, bilgisayar ve dijital teknolojilerini biçimlendirmiştir. Erken dönem bilgisayar bilimcileri ve sanatçılarının birçoğunun araştırmaları ve çalışmaları Bell Laboratuvarları'nda gerçekleşmiştir. 1960'larda kurulan ve farklı disiplinlerden bilim insanı ve sanatçıların oluşturduğu bir ekip tarafından yürütülen sanat ve teknoloji projeleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. (Experiments in Art and Technology – E.A.T.) (Klüver 2000)

Bilgisayar sanatı alanında öncü kabul edilen Bell mühendislerinden A. Michael Noll (1939) tarafından 1962 yılında yapılan bilimsel içerikli araştırmalar ve sonuçları bilgisayarın ürettiği ilk çizim örnekleridir. Bell Laboratuvarları'nın 28 Ağustos 1968 tarihli, 62-1234-14 nolu 'Bilgisayar Üretimi Desenler' konulu teknik raporunda çalışmalarını açıklamıştır. (Noll1962) Bir mühendislik ve ileri teknoloji ürünü olan bilgisayarın çizim yapabiliyor olması ve bu çizimlerin kontrollü şekilde üretilebilmesi önemli bir dönüm noktası olmuştur. A. Michael Noll ile 2016 yılında yapılan bir görüşmede gelecekte teknolojinin sanatı nasıl etkileyeceğine dair düşünceleri sorulmuştur. Noll'a göre iyi bir mühendislik sanattır. Köprü örneği üzerinden bu görüşünü açıklayarak iyi tasarlanmış bir köprünün sadece araçları taşımadığını, aynı zamanda insanları etkilediğini belirtir. Sanat ve teknoloji arasındaki farkın bu olduğunu öne sürerek, teknolojinin pratik bir amacı olduğunu buna karşılık sanatın etkileme mutlu etme amacıyla olduğunu düşünür. Noll'a göre hem

sanat hem de teknoloji yaratıcılığa dahildir. Noll sanatın yeniyi arayan olması gerektiğini ve bunun için yeni yollar ve bilinmeyen sanatsallığın araştırılması gerektiğini ve teknolojinin yeni olanı bulma ve keşfetme konusunda sanat için daima fırsat yaratacağını belirtmiştir. (Noll 2016)



Figür 3. Michael A. Noll, Doğrusal Olarak Artan Doksan Paralel Sinüs Eğrisi, bilgisayar üretimi çizim, 21,8x27,8cm, kağıt üzerine yazıcı basımı,1960 (Noll 1994:40)

Önceleri sadece aritmetik hesaplama ve yazma işlemi yapabilen bilgisayarlar, 1961'lere gelindiğinde Amerikalı bilgisayar bilimcisi Theodor Nelson (1937) tarafından 1963-1965 yılları arasında oluşturulan bir sistemle geliştirilmiştir. Yeni sistemle okuma ve yazma metinleri, görüntüler, sesler elektronik ağ yapısı üzerinden paylaşımına açılabilmiş ve 'hypertext' ³ yapılarına dönüştürülmüştür. 1968'lerde ise bilgi alanları ve ara yüz kavramları ile birlikte bugünkü dijital görüntünün temeli olan bitmap ⁴ ve hypertext kavramları çok daha fazla konuşulmaya başlanmıştır. İlk kez 1968 yılında Stanford Araştırma Enstitüsü'nde Douglas Carl Engelbart (1925-2013) tarafından yapılan bir araştırma projesinde bilgisayar ekranı üzerinde elektronik sinyallerin görüntü oluşturması

³ Hypertext, anında etkileşimli sorgulama fonksiyonuna sahip bir metin dosyası tipini tanımlamak için kullanılır. Metin içine yerleştirilmiş kelime ve kelime gruplarının kullanıcı tarafından (fare tıklamasıyla) seçilmesiyle bağlantı kurarak, ilişkili olduğu bilgi ve multimedya malzemesinin anında görüntülenmesini sağlar.

⁴ Bitmap: Satır ve sütun yapısından oluşan grafik temsili (matris) yapıya denir. Noktalar veya piksellerden oluşur. Örneğin siyah-beyaz yapılarda sıfır ve bir değerleri bir 'bit' e karşılık gelir. Renkli yapılarda ise pikseller değeri tanımlamak için daha fazla veriye ihtiyaç duyarlar. Bu değerlerin belli bir alan tanımındaki sayısal değeri 'çözünürlüğü' belirler.

sağlanmıştır. Ekranda-monitörde oluşan ilk elektronik sinyal görüntülerine fare 'mouse' yardımı ile müdahale edilebilmiş ve dışarıdan bir kullanıcı tarafından ekrandaki görüntü ile ilk kontrollü temas kurulmuştur. (Engelbart 2008, Weber 2012)

İnsan ve makine ilişkisinde önemli bir aşama olan bu durum, ekran üzerine çizim yapabilme olanağını yaratmıştır. Hemen sonrasında yaşanan gelişmelerden bir diğeri çizim tabletinin ortaya çıkmasıdır. 1962 yılında Amerikalı mühendis Ivan Sutherland (1938) doktora tezi çalışmasında bilgisayar üzerinde çizim yapabilmeyi sağlayan aracı geliştirmiştir. Işıklı bir kalem aracılığı ile tanımlanmış bir düzlem üzerinde yapılan çizimler bilgisayar ekranında aynı şekilde oluşmuş, kullanıcının çizimleri aynı şekilde ekranda görüntülenmiştir. Bilgisayar üzerinde ilk gerçekleştirilen dijital illüstrasyon örneklerinden biri olan 'Nefertiti' adlı çalışma Ivan Sutherland tarafından tasarlanmıştır. (Figür 4.)(Computer History Museum 2016)

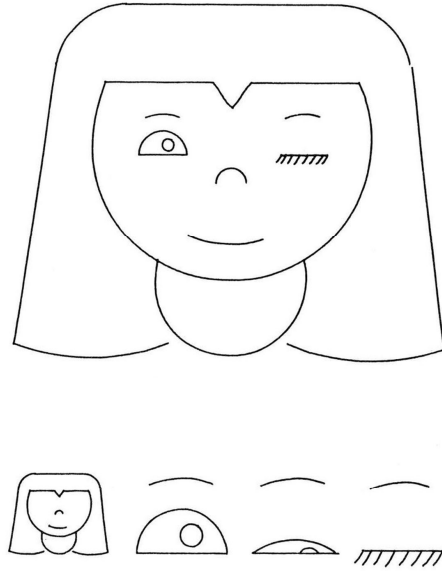


FIGURE 9.8.

WINKING GIRL AND COMPONENTS

Figür 4. Ivan Sutherland, Nefertiti, 1962 (Computer History Museum2016)

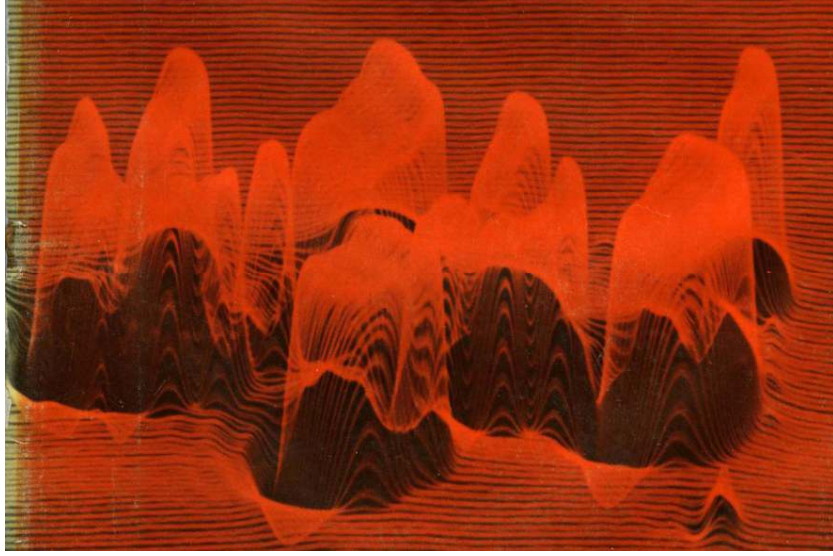
Yapılan çalışmaların sergiler yolu ile toplumla paylaşılması yeni teknolojinin ve bilgisayar sanatının tanınmaya başlamasında etkili olmuştur. Max Bense öncülüğünde Avrupa'da ilk kez bilim insanları Georg Nees (1926-2016) ve Freider Nake (1938) tarafından bilgisayar ile üretilen çalışmalar sergilenmiştir. İlk sergilenen çalışmalar Max Bense'in öğrencisi Alman matematikçi Georg Nees'e aittir. Sergi 1965 yılında Stuttgart Teknik Yüksek Okulu (Stuttgart Üniversitesi) sergi salonlarında açılmıştır. Çalışmalar Nees tarafından bilgisayar üzerinde oluşturulan bir program aracılığı ile elde edilmiştir. Programın çıktıları bir yazıcı yardımı ile kağıt üzerine basılmış ve çoğaltılmıştır. Nees'in

daha sonraki araştırma alanları arasında estetik, göstergebilim, yapay zeka bulunmaktadır. Almanya Karlsruhe'de bulunan ZKM Medya ve Sanat Müzesi sanatçının doktora tezinde yayınlamış olduğu tüm çalışmaların basılı hallerini koleksiyonunda bulundurmaktadır.(Compart Bremen Üniversitesi 2016)

Bilgisayar sanatının öncülerinden sayılan matematik ve bilgisayar bilimcisi Alman sanatçı Frieder Nake ilk çalışmalarını 1963'lerde üretmeye başlamış, ilk sergisini 1965 yılında Stuttgart'ta Wendelin Niedlinh Sanat Galerisi'nde açmıştır. Nees gibi Max Bense'in çalışmalarından etkilenerek ilk örneklerini oluşturan Nake, 1969 yılında bilgisayar sistemlerinde o dönemde yoğun olarak kullanılmaya başlayan daha gelişmiş ve karmaşık programlama dilini kullanarak çizimlerini oluşturmuştur.(Compart Bremen Üniversitesi 2016)

1965 yılında Avrupa'da açılan sergilerin ardından aynı yıl, Amerika Birleşik Devletleri'nde Howard Wise Galerisi Michael Noll ve Bela Julesz'in (1928-2003) bilgisayarla ürettiği çalışmaları sergilemiştir. Başlangıçta bilgisayar üzerinde teknik ve bilimsel çalışmalar yapan bilim insanları bu teknolojik aracı sanat için kullanmayı düşünmemiştir. Algılama üzerine araştırmaları olan Bela Julesz ise diğer bilim insanlarından farklı düşünerek bilgisayarın özgün ve ilgi kurulabilecek görsel yapıları üretebileceğini ve bunun araştırılması gerektiğini öne sürmüştür. 1965'lerde oldukça yeni bir teknik araç olan bilgisayar ve bilgisayarla kurulan ilişkiler sanat için farklı bir ortamı yaratmıştır. Sadece görsel alanda değil ses alanında da yapılan çalışmalar sanata farklı bir perspektif sunmuştur. Önceleri rastlantı ile üretilen ve belli bir estetik kaliteye sahip konfügürasyon olarak tanımlanan bu yapılar bugün dijital sanat olarak adlandırılan alanın temelinin oluşturmaktadır. (Taylor 2014:37-38)

Gelişmekte olan yeni teknoloji toplumun ilgisini çekmiş ve bu konu yayınlanan dergilerde yer almaya başlamıştır. Bilgisayar sanatı 'Computer Art' tanımlaması ilk kez 'Computers and Automation' adlı derginin 1963 Ocak sayısında yer almıştır. Amerikalı mühendis Edmund Berkeley (1909-1988) tarafından 1950'lerde bilgisayar teknolojisi ile ilgili yayınlanmaya başlanan derginin kapağında İsrail asıllı Amerikalı mühendis Efraim Arazi (1937-2013) tarafından bilgisayarla yapılan bir çalışmaya yer verilmiştir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde Robert O. Preusser (1919-1992) tarafından verilen 'Mühendisler için Sanat' adlı derste geliştirilen bu çalışma bilgisayar ve sanat ilişkisinin yakınlığını göstermesi açısından oldukça önemlidir. Yayıncı Edmund Berkeley bu çalışmayı elektronik gerçeküstüçülük olarak tanımlayarak 'Bilgisayar Sanatı' olarak adlandırmıştır. (Berkeley1963:8) Dönemin yeni teknolojisini kullanarak üretilen bu çalışmalar oldukça ilgi görmüş, dergi tarafından düzenli olarak 1963-1973 yılları arasında 'Bilgisayar Sanatı Yarışmaları' düzenlenmeye başlamıştır. (Vincent2015:1)



Figür 5. Efraim Arazi, Computer and Automation Dergisi Kapağı, Ocak 1963 (Vincent 2015)

Elektronik, bilgisayar ve dijital sanatın topluma en kapsamlı şekilde sunulduğu etkinlik olan 'Cybernetic Serendipity' adlı teknoloji-sanat sergisi 1968 yılında Londra'da Çağdaş Sanatlar Enstitüsü'nde açılmıştır. Sibernetik cihazların, robotların, bilgisayarların, bilgisayar sanatçılarının, şairlerin, mühendislerin ve müzik kompozitörlerinin katılımı ile oluşturulan sergi dijital sanat alanında gerçekleştirilmiş geniş kapsamlı ilk etkinlik olması açısından önemlidir. Etkinlik yeni teknolojinin hızla ilerleyeceğine ve yeni çağın sanatının bilimle birlikte şekilleneceğine dair bir gösterge olmuştur. Frieder Nake'nin sözü bunu en iyi şekilde özetler: 'Sanatçı olmak isteyen genç matematikçiler için büyük bir zaman başladı.' (Taylor 2014:37-38)

GELECEK SIFIR VE BİR'LERİN DÜNYASIDIR

Yaratım süreçlerinin teknolojik olanaklara ve kullanıcının görüşlerine bağlı olarak gelişimi, değişimi beraberinde elektronik ve dijital dünya ile bağlantı kurulmasını çeşitlendirmiştir. Oluşturulan yapılar birçok boyutu içeren imge tabanlı metafor yapıları yardımı ile görselleştiren ve kodlarla yaratılan, izleyici ile etkileşim içinde bir organizmaya dönüşmektedir. (Kuspit 2012:5-8)

21.yüzyılda 'Bilgisayar Sanatı' tanımlaması nostaljik algılanmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalar 'Dijital Sanat' olarak isimlendirilmeye başlanmıştır. Dijital teknolojilerdeki hızlı baş döndürücü gelişme ile birlikte bugün post-dijital dönemden bahsedilmektedir. (Taylor 2014:222-223)

Günümüzde dijital teknoloji toplum yaşamının hemen her alanına nüfuz ederek sosyal ve kültürel yaşamı yeniden yapılandırmaktadır. Dijital kültür, teknoloji ve ortaya çıkan yeni yapı ile insan arasındaki ilişkinin daha güçlü ve anlamlı olabilmesine yönelik çalışmalar, araştırmalar 21.yüzyılda üzerinde en çok durulacak konular arasında olacaktır. Elektronik teknolojisinin yaratmış olduğu dijital sistemler bir şekilde insanın zekasını,

algılamasını ve hafızasını taklit eden sistemler olarak düşünülebilir. Bugün oluşan post-dijital ortamla birlikte gelecek için yapay zeka tarafından kurgulanacak siber yaşam biçimlerini düşünmek olasıdır.

Temelinde insan tarafından oluşturulan teknoloji ile geliştirilen siber uzam ve insan arasındaki bağlantı küresel anlamda endüstriyel, ekonomik ve ideolojik eğilimlere bağlı olarak şekillenmektedir. Bu dönemin en büyük özelliği hız ve çoklu ortamdır. Zaman, mekan kavramlarını altüst eden dijital yapılanma ile gerçeklik kavramı farklılaşmıştır. Simülasyonlarla çevreli yaşam alanları, kişisel alanları kontrol eden elektronik sistemler, sanal sosyal iletişim platformları, reklam, basın-yayın, eğitim, eğlence ve sanat bu değişime ayak uydurmak zorundadır. Sanatın 'yeni' ortamı siber uzamdır. Bir deneyim alanı olan sanat, bugün elektronik teknolojisi ile gelen elektronik medya ve dijital olanaklarla yeni bir yaşama evreni kurgusuna doğru yol almaktadır. Özellikle 1990 sonrası İnternet ile birlikte ortam bulan 'Üretken Sanat' (Generative Art), 'İşleme Sanatı'(Processing) 1960'larda başlayan algoritmik sanatın çocukları olarak 21. yüzyılın sanat dilini oluşturmaktadır.

Geçmişle karşılaştırıldığı zaman 21.yüzyılda bilginin görselleştirilmesi, görsel algılama, iletişim ve anlamlandırma süreçlerinin daha yoğun ve karmaşık olacağı düşünülebilir. Bu durum insanın bulduğu en etkili iletişim aracı olan sanat için önemli bir fırsattır. Cruz-Diez'in sözleri ile 'Sanat iletişimin, buluşun ve keşfin bir arada olduğu karmaşık bir yapıdır.' (Forrest 2017)

Temeli elektrik ve elektronik sistemler olan dijital sanat elektronik medyanın ve İnternet ortamının sağladığı kısaca siber uzamın tüm olanakları kapsar. 19. yüzyılda ışığın bir elektromanyetik dalga olduğu, görünen ışığın bu elektromanyetik yapı içinde sadece 400-700 nm arası dalga boyunda olduğu keşfedildikten sonra hızla gelişen elektronik sistemler ve bilgisayarla birlikte başlayan dijitalleşme sürecinin temel yapısı ışıktır. Bu bağlamda dijital sanat ışığın sanatıdır. (Popper 2007:13)

1960 sonrası yaşanan elektronikleşme ve dijitalleşme büyük bir endüstriyel dönüşüm yaratmıştır. Endüstri 3 adını alan bu dönemde, iletişimin elektronikleşmesi, bilgisayarların üretim ve tasarım alanında devreye girmesi önceki dönemlere göre olağanüstü hız kazandıran bir gelişme yaratmıştır. Bilgi teknolojileri, biyoenerji, İnternet, mikro elektronik sistemler dönemin önemli dönüşüm teknolojileri arasındadır. Dijitalleşme yolu ile geliştirilen kişisel bilgisayarlar, küçük ev aletleri, haberleşme cihazları doğrudan insan yaşamını planlayan ve programlayan sistemler olarak devreye girmiştir. Endüstri 3 insanın ekonomik üretim alanının yanı sıra özel yaşam alanının da makineleşmesini getirmiştir. (Kabaklarlı 2016:35-36)

21. yüzyıla birlikte Endüstri 4.0 konuşulmaya başlanmıştır. Bilişim teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak hızla şekillenen endüstri yeni bir yapılanma sürecine girmek zorunda kalmıştır. 2011 yılında Almanya Hanhover kentinde düzenlenen fuarda ilk kez Endüstri 4.0 kavramı kullanılmış hemen ardından Alman hükümetinin ileri teknoloji projeleri arasına girerek resmi bir nitelik kazanmıştır. Endüstri 4.0 ile birlikte etkilenecek alanlar henüz tam olarak anlaşılmamış olsa da genel olarak üretimdeki makinelerin insan

gücüne gerek duymadan üretim yapabilmelerini, kapasite kontrolünü sağlayabilmelerini sağlayacak yeni bir yapılanma dönemi olacağı öngörülmektedir.

Dijitalleşmenin daha fazla yaygınlaşacağı, oluşan yeni evrende görselleştirme, görsel estetik ve görsel algılama ön planda olacağı açıktır. Henüz gelişim aşamasında olan siber uzam tamamen dijital kodlar üzerine kurgulanmış bir evrendir. Bu açıdan bakıldığında siber uzam insanlığın tüm bilgi birikiminin matematiğe dönüştürülmüş bir modelini oluşturacaktır. Bu sistemin endüstriyel, ekonomik ve ideolojik eğilimlere bağlı olarak biçimlenmektedir. Hazırlıksız toplumlar için bir istila demek olan 21.yüzyılla birlikte hızlanan dijital dönüşüm toplumların kültürel değerlerini, algılarını büyük ölçüde etkilemekte ve yönetmektedir. Dijital kültür ve beraberinde gelişen alternatif gerçeklik, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kavramları ve uygulamaları bilim, sanat, kültür, tıp, endüstri, eğitim ve eğlence gibi alanlarda yer almaktadır. Toplumların geleceğini belirleyecek olan genç nesiller ve onların bilinci ve ilgi alanları bu noktada oldukça önemlidir.

Kaliforniya Üniversitesi'nden teknoloji, politika ve toplum arasındaki ilişkiler uzmanı Ramesh Srinivasan (1976) tarafından yazılan 'Kimin Küresel Köyü?: Teknoloji'nin Dünyamızı Nasıl Şekillendirdiğini Yeniden Düşünmek (Srinivasan:2017) adlı kitapta dijital teknolojinin ayrımcılığı arttırdığı öne sürülmektedir. Küreselleşme ile birlikte yeni teknolojiler dünya üzerindeki eşitsizliği güçlendirmektedir. Srinivasan'a göre dijital dünya, inanç sistemlerini, değerleri, bakış açılarını standartlaştıran, yok eden bir yapı önermektedir. Dijital kültürü oluşturan ve/veya oluşmasını sağlayan tüm değerler yeni yapılandırılan sosyal ve kültürel değerleri yansıtmaktadırlar. Dijitalleşmenin yeni teknolojilerle birlikte toplum yaşamına sunumunda bu noktalara dikkat etmek, sürekli gelişen ve hızla değişen yapıların farkında olmak dünya toplumlarının üzerinde durması gereken önemli konular arasındadır. Değişimin farkında olarak yapılandırılacak projeler ve eğitim programları ile kültürel miras değerlerine sahip çıkılmalıdır. (Visser: 2017)

21. yüzyılın getireceği yeni imkanlar ve yeni ortamlar sanatı da etkileyecek, insanla birlikte sanat değişecektir. Sanatçının özünde olan hayal, kurgu, merak, eleştiri, yorumlama ve sezgi özelliklerinin tümünü dijital teknoloji ile yeni oluşumlar yaratabilir. Dijitalleşme ve yeni teknoloji sanat için sadece araçtır. 21.yüzyılda doğanlar için gelecekte bilgisayarsız dünya olamayacağı öngörülebilir ve sanatın bu teknoloji üzerinde şekillenip çeşitleneceğini tahmin edilebilir. Ancak bu sadece tahmindir. Bunun sebebi insanlığın teknolojiye bu derece odaklanırken asıl yaşama alanı olan dünya gezegenine verilen zarar, dünya toplumları arasında yaşanan ideolojik, inançsal karmaşa, küresel ekonomik değerlere bağlı olarak önerilen yeni sistemler ve bunlara bağlı alınacak önlemlerin sonuçları gelecek üzerinde etkili olacaktır. Bu etkinin yaşamı, toplumu ve insanı ne şekilde değiştireceği yönündeki söylemler şu an sadece öngörüdür ibarettir. Bu değişimde sanatın yeri sorusu ise tamamen insanın gelecekte ne olacağı sorusu ile birlikte şekillenecektir.

KAYNAKLAR

- Benjamin,Walter. 2002. *Pasajlar*, çev: Ahmet Cemal, Baskı 4, İstanbul:Yapı Kredi Yayınları.
- Dellaloğlu, Besim. 1994. *Frankfurt Okulu'nun Sanat Anlayışı*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul:Mimar Sinan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Flusser,Vilém. 2011. *Into the Universe of Technical Images*, çev. Nancy Ann Roth. Vol.32 Minneapolis: University Minnesota Press.
- Flusser, Vilém. 2006. *Towards a Philosophy of Photography*, Büyük Britanya: Reaktion Books,
- Franke,Herbert. 1985. "The New Visual Language: The Influence of Computer Graphics on Art and Society", *Leonardo* Vol. 18, No.2:105-107
- Houston, Joe. 2007. *Optic Nerve Perceptual Art of 1960s*. Çin: Merrell Publishers Ltd.
- Kabaklarlı, Esra. 2016. *Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi*, No:20779, 1.Basım, Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Klütsch, Christopher. 2012 . "Information Aesthetic", *Main Frame and Experimentalizm*, ed. Hannah B. Higgins, Doulas Khan, California:California University Press, 65-69
- Lieser,Wolf .2009. *Digital Art*, Çin:Tandem Verlag GmbH.
- Moles, Abraham. 1968. *Information Theory and Aesthetic Perception*, çev. J.E. Cohen Cevin, A.B.D.:University of Illinois Press.
- Noll, A.Michael. 1994. " The Beginnings of Computer Art in the United States : The Memoir", *Leonardo*, 21 (1): 40
- Paul,Christine. 2016. *A Companion to Digital*, Kindle Edition, Willey Backwell Publilcations, John Willey&Sons Inc.
- Popper, Frank. 2007. *From Technological to Virtual Art*, Cambridge: MIT Press.
- Srinisavan, Ramesh. 2017. *Whose Global Village?: Rethinking How Technology Shapes Our World*, New York: New York University Press.
- Taylor, Grant, D. 2014. *When the Machine Made Art The Troubled History of Computer Art*, New York: Bloomsbury Publishing.
- Tuğal, Sibel. 2015. "Nerja Mağarasından Dijital Tuvale Sanat Serüveni", *FYZY Dergisi*, 31:36-38
- Weiner, Nobert. 1985. *Cybernetics : or Control and Communication in the Animal and the Machine*, 4th Edition, A.B.D.: MIT Press,
- İnternet kaynakları**
- Dough Engelbart Institute 2008-2017. "Historic Legacy: The Doug Engelbart Archive" California.A.B.D. Erişim tarihi:14.11.2016 (<http://dougengelbart.org/library/engelbart-archives.html>)
- Computer History Museum 2000. "Ivan Sutherland Ivan E. Sutherland 2005 Fellow" California. A.B.D. Erişim tarihi: 10.11.2016 (<http://www.computerhistory.org/fellowawards/hall/ivan-e-sutherland/>)

Compart, Bremen Üniversitesi. "Georg Nees" Bremen. Almanya. Erişim tarihi: 30.10.2016 (<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/15>)

Compart, Bremen Üniversitesi. "Frider Nake" Bremen. Almanya. Erişim tarihi: 07.11.2016 (<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/68>)

Franke, Herbert 1985. "The New Visual Language: The Influence of Computer Graphics on Art and Society" Digital Art Museum, Berlin. Almanya. Erişim tarihi: 25.12.2016 (<http://dam.org/essays/franke-the-new-visual-age-1985>)

Franke, Herbert 2016. "Computer Graphics - Remarks on my Work" Ludwig Maksimilians University (LMU) Biology Faculty. Münih. Almanya. Erişim tarihi: 19.11.2016 (<http://www.biologie.uni-muenchen.de/~franke/WsFr5Korr.htm>)

Forrest, Nicholas 2017. "Carlos Cruz-Diez's Radical Colour Experiments at Puerta Roja" Blouinartifino, Cruz- Diez Art Foundation. Houston. A.B.D. Erişim tarihi: 20.05.2017 (<http://www.cruz-diez.com/news/current-news/carlos-cruz-diezs-radical-colour-experiments-at-puerta-roja.html>)

James, Vincent 2015. "A look back at the first computer art contests from the '60s: bullet ricochets and sine curve portraits" The Verge. Erişim tarihi: 01.11.2016 (<http://www.theverge.com/2015/7/13/8919677/early-computer-art-computers-and-automation>)

Kuspit Donald 2012. "The Matrix of Sensations" Artnet Cooperation. Londra, Berlin, New York. Erişim tarihi: 05.05.2017 (<http://www.artnet.com/magazineus/features/kuspit/kuspit8-5-05.asp>)

Klüver, Billy 2000. "E.A.T. Achive of Published Documents" Daniel Langlois Foundation. Erişim tarihi: 04.01.2017 (<http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=306>)

Noll, A. Michael (1962), "Bell Laboratuvarları Teknik Rapor, 28 Ağustos 1962" USC Annenberg School, Los Angeles, California. A.B.D. Erişim tarihi: 02.12.2016 (<http://noll.uscannenberg.org/Art%20Papers/BTL%201962%20Memo.pdf>)

Noll, A. Michael 2016. "Sibel Avcı Tuğal ile e-posta yolu ile yapılan röportaj" Erişim tarihi: 16.12.2016

Visser, Jasper 2017. "Book Review : Whose Global Village?" The Museum of the Future. Erişim tarihi: 30.03.2017 (<http://themuseumofthefuture.com/2017/03/10/book-review-whose-global-village-digital-diversity-and-inclusive-technology/>)

Weber, Mark 2012. "CHM Fellow Douglas C. Engelbart" Computer History Museum California. A.B.D. Erişim tarihi: 14.11.2016 (<http://www.computerhistory.org/atcm/chm-fellow-douglas-c-engelbart/>)

Görsel Kaynaklar

Figür 1. Benjamin F. Laposky, 'Osilasyon 520, fotoğraf, 1960', E.1096-2008, V&A Museum, Londra. Erişim tarihi: 12.11.2016 (<http://collections.vam.ac.uk/item/O187662/oscillon-520-photograph-laposky-ben/>)

Figür 2. Herbert W. Franke, 'Işık Şekilleri, fotoğraf, 1953-55', Reykjavik Boulevard. Erişim tarihi: 20.05.2017 (<http://www.reykjavikboulevard.com/se-il-medium-e-la-fotografia-come-fare-a-creare-utopia-mdfberlin-2014/>)

Figür 3. Michael A. Noll, 'Doğrusal Olarak Artan Doksan Paralel Sinüs Eğrisi, bilgisayar üretimi çizim, 21,8 × 27,8 cm, kağıt üzeri yazıcı baskısı,1960'

Noll, Michael. 1994. " The Beginnings of Computer Art in the United States The Memoir", Leonardo, 21 (1):40

Figür 4.Ivan Sutherland, 'Nefertiti,1962' Computer History Museum, Erişim tarihi: 13.11.2016 (<http://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/209>)

Figür 5.Efraim Arazi, 'Computer and Automation Dergisi Kapağı, Ocak 1963', The Verge, James Vincent 2015. Erişim tarihi: 06.11.2016. (<http://www.theverge.com/2015/7/13/8919677/early-computer-art-computers-and-automation>)