

KİNETİK SANATTA FRAKTAL ETKİ

FRACTAL EFFECT IN KINETIC ART

Sema Nur YÜCEL - 0000-0001-7072-8089, İsmail EYÜPOĞLU - 0000-0003-0705-6106,
Bahar KARAMAN GÜVENÇ - 0000-0003-0876-6062

ÖZET

İnsanlık tarihindeki temel olgulardan biri olan bilim ve sanat, yaşamın devamlılığı için hayati unsurlardır. Başlangıçta farklı gibi görünen bu alanlar, aslında derin bir bağ ile birbirini besleyen ve birbirinden ayrılmayan disiplinlerdir. Bu çalışma, bilim ve sanatın iç içe geçtiği kinetik sanat eserlerindeki fraktal etkileri ele almayı amaçlamaktadır. Kinetik sanat, izleyici tarafından algılanabilen hareketi içeren veya etkisi için harekete bağımlı olan bir sanat türüdür. Sanatçılar, eserlerinde hareket olgusunu kullanarak izleyiciyi etkilemeyi ve onlarla etkileşim kurmayı amaçlar. Bu sanat formu, sadece görsel bir deneyim sunmakla kalmayıp aynı zamanda izleyiciyle arasında dinamik bir ilişki oluşturarak, sanat eserinin daha derin bir anlam kazanmasını sağlar. Fraktal kavramı ise matematiksel bir yapıya sahip olup, kendi kendine benzerlikleri tekrarlayan ve karmaşık detaylar içeren geometrik desenleri ifade eder. Fraktaller, doğada sıklıkla karşılaşılan yapılar olarak, doğanın matematiksel dilini simgeler. Kinetik eserlerin oluşturulma sürecinde kullanılan parça tekrarları, bilim ve sanatın iç içe geçtiği bir noktayı ortaya koyarak bu eserlerin fraktal açıdan incelenmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda bu araştırmada, kinetik sanatta fraktalların kinetik hareketle birleşerek sanatın farklı bir boyutunu ortaya çıkarma süreci incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kinetik Sanat, Fraktal, Sanat, Bilim, Matematik.

ABSTRACT

Science and art, two of the fundamental phenomena in human history, are vital elements for the continuity of life. These fields, which initially appear to be different, are actually disciplines that feed each other with a deep bond and are inseparable from each other. This study aims to address fractal effects in kinetic artworks where science and art are intertwined. Kinetic art is a type of art that involves movement that can be perceived by the viewer or is dependent on movement for its effect. Artists aim to influence and interact with the audience by using the phenomenon of movement in their works. This art form not only offers a visual experience but also creates a dynamic relationship with the viewer, allowing the artwork to gain a deeper meaning. The concept of fractal has a mathematical structure and refers to geometric patterns that repeat themselves and contain complex details. Fractals, as structures frequently encountered in nature, symbolize the mathematical language of nature. The repetition of parts used in the creation process of kinetic works reveals a point where science and art are intertwined, allowing these works to be analyzed from a fractal perspective. In this context, in this research, the process of revealing a different dimension of art by combining fractals with kinetic movement in kinetic art is examined.

Keywords: *Kinetic Art, Fractal, Art, Science, Mathematics.*

GİRİŞ

Bilim ve sanat, geçmişten günümüze birbirini besleyen ve etkileyen kavramlardır; bu iki alan, birbirleri üzerinde dolaylı ve dolaysız pek çok etki yaratmıştır. Sanat tarihinde bilim sanat etkileşimlerini içeren pek çok örnek görülebilir. Sanat uygulamalarının günümüze yaklaşan örneklerinde ise bilim ve sanat etkileşimi farklı bir boyuta taşınır. Özellikle güncel sanatta ortak sorgulama alanlarının bütünleşmesiyle hibrit bir yapı ortaya çıkar. Farklı disiplinlerin bir araya gelmesi, hem yeni estetik nesnelere ortaya çıkmasına hem de yeni bilgilerin keşfedilmesine olanak tanıyan çok sesli ve sorgulayıcı bir alan yaratır (Aktulum, 2011). Bilim ve sanat, gündelik yaşam içinde deneyimlerden yola çıkarak bilgiye ve/veya duyumsal farkındalığa ulaşma noktasında benzer bir işlev üstlenir. Bu bağlamda, bilim-sanat ve deneyim-doğa ayrılmaz bir bütün oluşturur (Eroğlu, 2017). Gündelik yaşam, hem sanatsal yaratıcılığın hem de bilimsel bilginin kaynağıdır; bu nedenle, deneyimlerle iç içe geçmiş bir yaşam, bilim ve sanat arasındaki güçlü bağların temelini oluşturur (Lefebvre, 2020). Tüm bu bilgiler ışığında farklı disiplinlerin birleşimi ve özellikle doğanın etkileriyle bütünleşen sanat anlayışlarını anlamak büyük öneme sahiptir.

Yaşamın sürekli değişimi, döngüsel yapısı ve tekrarlara dayalı doğası, içerisinde pek çok tekrar olgusunu barındırır. Bu fenomenleri anlamak ve çevreyi tanımlamak amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştiren bilim insanları, doğanın tekrarlarına odaklanarak “fraktal” terimini tanımlamış ve bu olguları incelemiştir. Fraktallar, matematiksel olarak tam anlamıyla tanımlanamadıkları dönemlerde dahi birçok sanatçının eserlerinde fraktal geometri örneklerine rastlanmıştır. Tarihteki bu uygulamaların ardından, kinetik sanat hareketinde de fraktal unsurların yoğun bir biçimde kullanıldığı dikkati çekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada matematikçi Benoit Mandelbrot’un tanımladığı fraktal kavramıyla sanat tarihinde yenilikçi bir yaklaşım sergileyen kinetik sanat arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1. FRAKTAL

Fraktallar, matematiksel bir yapıya sahip, kendi kendini tekrar eden ve giderek artan karmaşıklığa sahip geometrik desenler veya nesnelere olarak tanımlanır (Mandelbrot, 1989). Bu yapılar, farklı ölçeklerde benzer nitelikler gösterir ve bu niteliklerin sonsuz tekrarlarla devam ettiği desenler ile dikkat çeker. Fraktallar, hem büyük hem de küçük ölçeklerde ortaya çıkabilen, doğada ve matematikte önemli bir yere sahip yapılar olarak kabul edilir (Cannon, 1984). Fraktalların ilk gözlemleri, Fransız matematikçi Gaston Julia tarafından yapılmıştır. Julia, kendi adıyla anılan Julia Kümesi'ni ortaya koymuş, ancak teknolojik yetersizlikler nedeniyle bu keşif o dönemde tam anlamıyla açıklanamamıştır. Julia'nın çalışmalarını takiben, Polonya kökenli matematikçi Benoit B. Mandelbrot, 1975 yılında bu yapıları daha net bir şekilde açıklamış ve Latince'de "kırılma" anlamına gelen "fractus" teriminden esinlenerek "fraktal" kavramını literatüre kazandırmıştır. Mandelbrot, kendi adıyla bilinen ve fraktal geometriye yeni bir bakış açısı kazandıran Mandelbrot Kümesi'ni keşfetmiş ve bu sayede fraktalların modern matematikteki yerini sağlamlaştırmıştır (Cınbarcı, 2015).



Şekil 1. Julia Kümesi (Sol), Mandelbrot Kümesi (Sağ).

Fraktal geometri, geleneksel Öklid Geometrisi'nin açıklamada yetersiz kaldığı, doğadaki karmaşık oluşumların düzenini anlamlandırma ihtiyacından doğmuştur. Bu bağlamda, fraktal geometri, doğal dünyadaki yapıları ve olguları daha derinlemesine incelemek için geliştirilmiş önemli bir matematik dalı olarak kabul edilmektedir (Genç, 2019). Fraktal yapılar, son derece hassas bir düzene sahip olmasının yanı sıra, aynı zamanda karmaşık unsurlar barındırır. Başlangıç durumuna bağlı kalarak sonsuz tekrarlarla kendini sürdüren bu yapılar, anlam olarak "parçalanmış", "bölünmüş" veya "kırılmış" ifadeleriyle de tanımlanabilir. Matematik biliminin

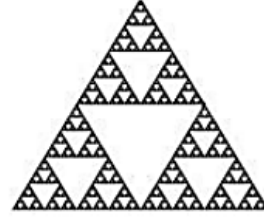
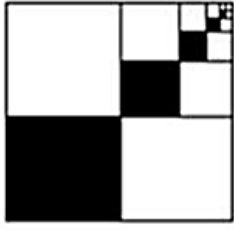
sağladığı kavramsal çerçeve sayesinde keşfedilen ve kendine özgü örüntülere sahip olan fraktallar, doğayı ve var olan birçok olguyu anlamamızda önemli bir rol oynar.

Fraktaller, tekrarlama, öz benzerlik, fraktal (kesirli) boyut ve karmaşıklık olmak üzere dört temel özelliğe sahiptir. Bu özellikler, fraktalları matematiksel ve görsel olarak nasıl algılandığını anlamamıza yardımcı olur.

1. Tekrarlama: Fraktallerde sürekli bir ardışıklığın hâkim olduğu, her bitişin yeni bir başlangıca yol açtığı ve yineleme kuralının sürekli olarak uygulandığı durumdur. Bu özellik, fraktal yapıların dinamik doğasını ortaya koyar.
2. Öz benzerlik: Öz benzerlik, bir parçanın bütüne, bütünü oluşturan parçaların ise birbirine benzemesi durumunu ifade eder. Burada birebir benzerlik beklenmez; kısmi benzerlik de olabilir. Örneğin, bir brokolinin küçük çiçekleri, bütün brokolinin yapısına benzerlik gösterse de tam olarak aynı değildir.
3. Fraktal (kesirli) boyut: Geometrik nesnelere genellikle tam sayılarla tanımlanırken (0, 1, 2, 3 boyutlu), fraktalların boyutları kesirli sayılarla ifade edilir. Bu kesirli boyut, fraktallerin parçalı ya da pütürlü yapısını ifade eder. Örneğin, Sierpinski üçgeninin boyutu 1,585 olarak tanımlanabilir.
4. Karmaşıklık: Fraktallerin karmaşıklık özelliklerine en fazla doğada rastlarız. Gelişigüzel örüntülere sahip olan bu yapılar, içinde birçok karmaşıklık barındırır. Geometri ile oluşturulan fraktaller daha düzenli ve kuralıdır, oysa doğal fraktallerin kendine has karmaşık düzenleri vardır (Alik, 2015, s.57).

Fraktalların öz benzerlik özelliği, bu yapıların karmaşık doğasını anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Öz benzerlik, kendi içinde üç farklı türde sınıflandırılabilir; Peitgen vd. (1991) ile Üstün'e (1999) göre bu türler şu şekilde tanımlanır (Akt. Karakuş & Baki, 2011):

1. Noktasal öz benzerlik: Şeklin tek bir noktasında öz benzerlik bulunmasıdır.
2. Yaklaşık öz benzerlik: Şeklin her bölümünün değil, her dallanmasının tekrar etmesidir.
3. Tam öz benzerlik: Şeklin her parçasının şeklin bütünüyle aynı olmasıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Öz Benzerlik Türleri (Sol: Noktasal Öz- Benzerlik, Orta: Yaklaşık Öz-benzerlik, Sağ: Tamamen Öz-Benzerlik)

1.1. Doğal Fraktallar

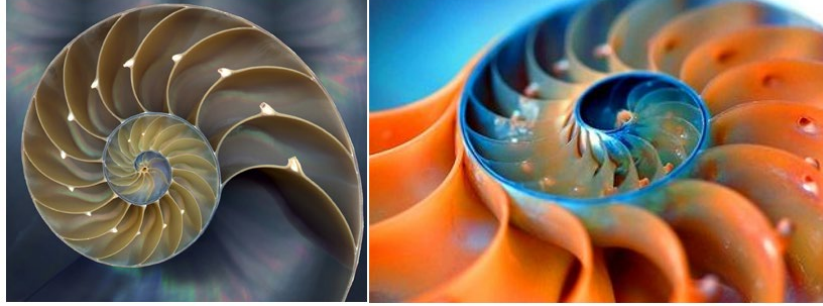
Fraktallar, doğal ve yapay olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Doğal fraktallar, doğada dışarıdan herhangi bir müdahale olmaksızın kendiliğinden oluşan yapılar olarak tanımlanır. Bu tür fraktallar, doğal süreçler ve olaylar sonucu ortaya çıkarak, ekosistemlerde ve çevremizde sıklıkla gözlemlenen karmaşık ve estetik örüntüler oluşturur. İnsan vücudundaki damar yapılarında, DNA zincirindeki dizilimlerde, bitki yapraklarında, sıradağlarda, şelalelerdeki suyun akış ritminde ve gezegenlerin hareketlerinde birçok fraktal yapıya rastlamak mümkündür. Piramit karnabahar, bu fraktal yapıların en iyi örneklerinden biridir. Karnabaharın detaylarının gözle görülür olması, doğanın kendiliğinden oluşan bu fraktal yapılarını daha net algılamamıza yardımcı olur (Cengiz, Uluişik, Kara, 2020). Doğal fraktallara bir başka örnek olarak tamamen doğal oluşuma sahip olan tafoniler gösterilebilir. İklimsel değişikliklerin etkisiyle aşınan kayaların üzerinde oluşan oyuklar, tafoni olarak adlandırılır. Bu oluşumda, suların kayalara çarpması sonucu bazı kısımların incilmesi ve ardından rüzgarın bu incemiş bölgeleri deforme etmesiyle fraktal bir görüntü ortaya çıkar (Şekil 3) (Genç, 2019, s.16).



Şekil 3. Piramit Karnabahar Tafoni (Sol), Salt Point State Park, Kaliforniya (Sağ).

Doğal fraktallar için gösterilebilecek örneklerden bir diğeri nautilus kabuğudur (Şekil 4). Bu deniz canlısı, sarmal formu sayesinde kendine özgü bir yapıya sahiptir. Nautilus'un kabuğu, başlangıcından itibaren ilerleyen çizgilerin, her katmanda dizilen eğrilerin kesişmesiyle matematiksel bir fraktal yapısını oluşturur (Alik, 2015, s.29). Bu yapı, nautilusun büyüdükçe yeni odalar eklemesiyle devam eder ve böylece hem estetik hem de matematiksel bir denge sağlar. Nautilus'un bu yapısı, birçok matematikçinin dikkatini çekmiş ve altın oranın sembollerinden biri haline gelmiştir. Bu yönüyle, nautilus kabuğu sanat alanından mimariye kadar pek çok alana ilham kaynağı olmuştur (West, 1990).

Ejderha kanı ağaçları ve eğrelti otları, fraktallerin dallanma özelliği için gösterilebilecek etkileyici örnekler arasında yer alır. 900 yıl yaşadığı iddia edilen ejderha kanı ağaçları, genellikle Hint Okyanusu kıyılarında bulunur ve yaralandıklarında kırmızı bir reçine salgılamaları nedeniyle bu isimle anılır. Bu ağacın dallarının gövdeden ayrılma biçimi, doğal fraktallara örnek olarak gösterilebilir. Öte yandan, eğrelti otu da kendine tam benzerlik gösteren bir fraktal yapısına sahiptir. Yakından incelendiğinde, her yaprağın kendisinin kopyası olduğu, hatta yapraklardaki damarların dahi birebir aynı olduğu gözlemlenebilir (Şekil 5) (Genç, 2019, s.22).



Şekil 4. Nautilus Kabuğu.

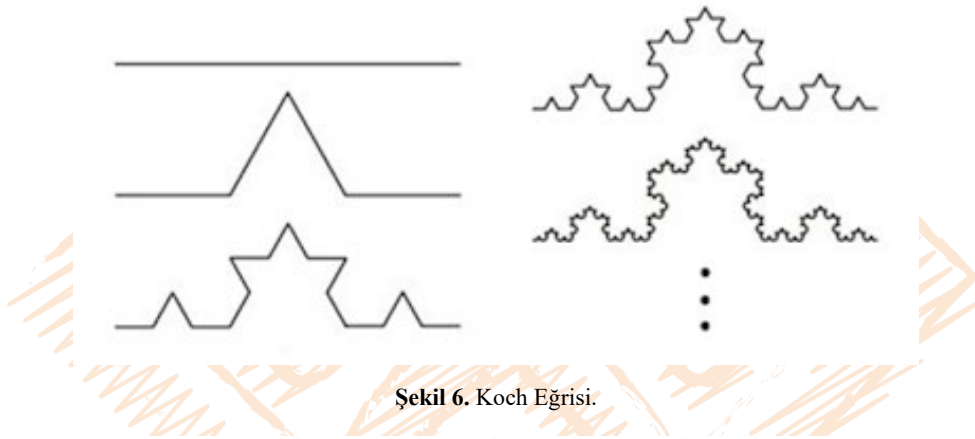


Şekil 5. Ejderha Kanı Ağacı (Sol), Eğrelti Otu (Sağ).

1.2. Yapay Fraktallar

Yapay fraktallar, bilgisayar programları veya matematiksel formüller kullanılarak oluşturulan, kendini benzer şekillerle tekrar eden, karmaşık ve detaylı geometrik desenlerdir (Cengiz & Uluşık, 2020). Bilim insanları, bu karmaşık yapıları ve kendine benzer örüntüleri anlamak, modellemek ve açıklamak amacıyla üzerinde çalışmış ve isimlendirmişlerdir. Georg Cantor'un Cantor seti, Helge von Koch'un, Koch eğrisi, Waclaw Sierpinski'nin, Sierpinski üçgeni ve Sierpinski halısı bu örneklerden bazılarıdır. Matematikten faydalanarak üretilen bu fraktaller, kurallı ve sabit tekrara sahiptir. Her bitiş kendini tekrarlayan yeni bir başlangıç olarak görülür. Bu yüzden ilk haline hassas bir şekilde bağlılık gösterir. Şekiller genel olarak basit bir başlangıçla kendini yineler ve sonsuza kadar ilerleyebilir. Sonuç olarak ortaya karmaşık bir fraktal yapı çıkar (Alik, 2015, s.84-85).

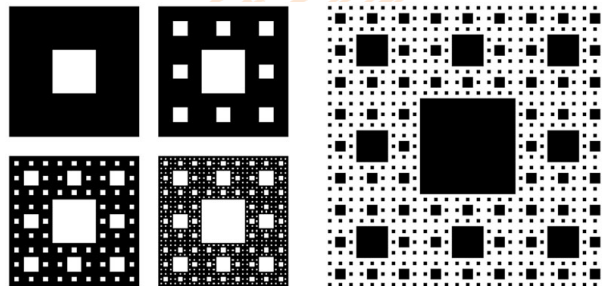
İsveçli matematikçi Helge Von Koch tarafından tanımlanan Koch eğrisi (Şekil 6), eşkenar bir üçgenle başlayarak doğrusal bir çizginin uç kısımlarının simetrik halde katlanarak yeni üçgenler oluşturulmasıyla elde edilir ve sürekli tekrar edilerek sonsuz bir şekilde ilerleyebilir (Weisstein, t.y.). Sierpinski Üçgeni ise Waclaw Sierpinski tarafından 1919 yılında eşkenar bir üçgenin ortasına tam zıttı şeklinde başka bir eşkenar üçgen yerleştirilerek görselleştirilmiştir (Şekil 7) (Genç, 2019). Koch eğrisindeki gibi bu işlem de sonsuza kadar tekrar ettirilerek fraktal oluşturulabilir. Yine bu yaklaşımla oluşturulan Sierpinski Halısı da yapay matematiksel fraktallar için örnek olarak gösterilebilir (Şekil 8).



Şekil 6. Koch Eğrisi.

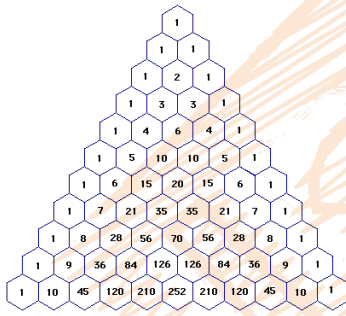


Şekil 7. Sierpinski Üçgeni.



Şekil 8. Sierpinski Halısı.

Blaise Pascal tarafından ortaya konan Pascal üçgeninin dizilimi bir başka yapay fraktal örneği olarak değerlendirilebilir (Şekil 9). Simetrik bir yapıya sahip olan Pascal üçgeninde, kenarlardaki “1” sayısı ile yanındaki sayının toplamı altlarındaki sayıya denk gelmektedir. Ayrıca her bir satır üstekinin iki katına eşittir. Pascal üçgeni içerisinde Sierpinski üçgenine ait emareler bulundurulur. Tek ve çift sayıları farklı renklerle boyadığımızda karşımıza Sierpinski üçgeni çıkmaktadır (Genç, 2019). Matematik bilimi açısından oldukça önemli bir rol oynayan Cantor kümesi ise bir doğru parçasının üçe bölünerek, iki kenar parçasının altına kendisi kadar tekrar bir doğru eklenmesi ve aynı işlemin alt alta tekrarlanması ile oluşturulur (Evren, 2014, s.9). Bu yapının tekrarlanması ile fraktal oluşturulabilir (Şekil 10).



Şekil 9. Pascal Üçgeni



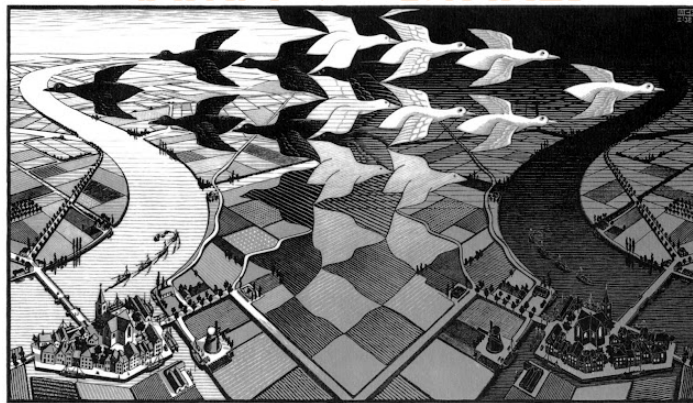
Şekil 10. Cantor Kümesi

2. FRAKTAL VE SANAT İLİŞKİSİ

İlk çağlardan günümüze insanoğlu, doğadan ilham alarak duygu ve düşüncelerini ifade etme gereksinimi duymuştur. Bu süreçte, bilim ve sanatın kesişim noktalarından büyük ölçüde faydalanılmıştır. Eserlerin kompozisyonunu oluştururken doğru aktarımları yapabilmek ve ölçüleri belirlemek için geometri ve matematik bilimlerinden yararlanılmış; bu sayede elde edilen oran ve orantılar, estetik algıyı da zenginleştirmiştir (Cengiz, Uluşık, Kara, 2020). Bu açıdan Matematik, insanoğlunun sanatta mükemmele ulaşma arzusunu ve estetik kaygılarını karşılamada önemli bir rehber olmuştur. Doğadaki hemen her şey, fraktal oluşumların izlerini taşır; hatta doğadaki matematiği en iyi ifade eden kavramın fraktaller olduğunu söylenebilir.

Sonsuz bir sürekliliğe sahip olan fraktallar, hayatımızın her alanında karşımıza çıktığı gibi sanatta da büyük bir değer taşır.

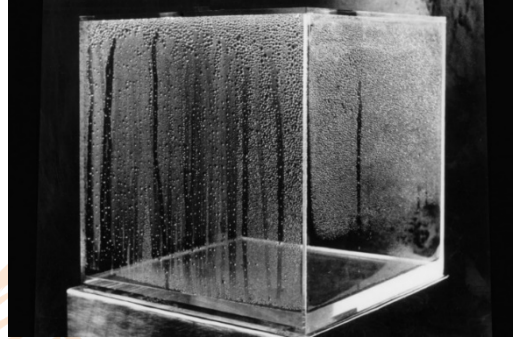
Tarihte fraktal şekiller henüz tanımlanmamışken, bazı sanatçıların eserlerinde bu biçimleri kullandığı görülmektedir. Sanatçıların fraktal etkileri sezgisel olarak yansıttıkları örneklerde Leonardo da Vinci'nin türbülant tekrarları, Van Gogh'un fırça vuruşları (Boyacı, 2021), Jackson Pollock'un boya damlalarındaki etkiler (Taylor vd., 2007, Boyacı, 2021) bu açıdan değerlendirilmektedir. Benzer şekilde farklı sanatçıların eserlerinde fraktal etkileri yorumlamak mümkündür. Maurits Cornelis Escher, 1938 yılında ortaya koyduğu "Day and Night" adlı eseri bu duruma gösterilebilecek örneklerden biridir (Şekil 11). Sanatçı bu eserde kendini tekrarlayan fraktal imgeleri kullanarak sonsuzluğa ve paradoksa dikkat çekmiştir (Gülderen, 2017). Formların değiştiği ancak sabit bir düzene sahip olan bu çalışma hem kaosa hem de uyuma eşlik etmektedir. Henüz matematiksel olarak tanımlanamamış olan fraktal yapıların o dönemde eserlere yansması, fraktalların insan doğası ve yaratıcılığıyla ne denli iç içe olduğunun bir kanıtıdır. Japon sanatçı Hokusai, ressam, tahta oyma ustası ve baskı teknikleriyle tanınmaktadır. Çalışmalarında doğadan ilham aldığı dalga, bulut ve dağlarda kullandığı tekrarlar fraktallara örnektir (Şekil 12). Yine Hans Heacke yoğunlaşmanın temel oluşumunu eserlerinde gösteren sanatçı Condensation Cube duvarında fraktel oluşumunu yansıtmıştır (Şekil 13) (Gülderen, 2017).



Şekil 11. Maurits Cornelis Escher, "Day and Night" 1938.

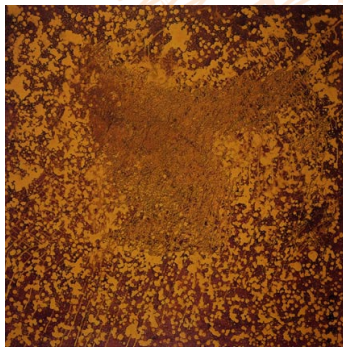


Şekil 12. Katsushika Hokusai, "Büyük Dalga", Ahşap Baskı, 1831

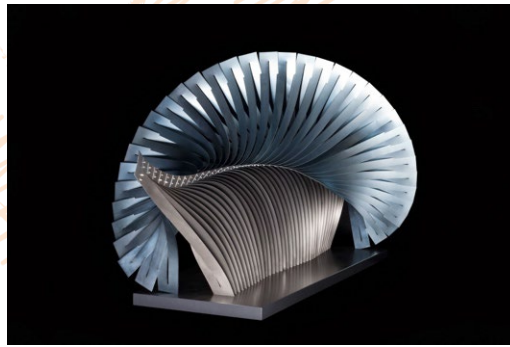


Şekil 13. Hans Haacke, "Condensation Cube" 1963-1967.

Fraktalleri eserlerine yansıtan sanatçıların yanı sıra bilinçli olarak fraktalleri kullanan sanatçılar da vardır. Amerikalı sanatçı Edward Berko, fraktal çalışmalar yapan sanatçılara öncülük etmektedir. Doğadaki en küçük ayrıntıdan bile esinlenerek fraktal yapıları inceleyerek, eserlerine yansıtmaktadır. Sanatçı, bir ormandaki ağaçların dizilişinden, herhangi bir duvarda oluşan küçük çatlaklara kadar gözlem yapmış ve bu gözlemlerden ilham alarak fraktal yapılar hakkında önemli eserler bırakmıştır (Şekil 14). İlhan Koman ise heykel alanında yakın dönemlere tarihlenen eserleriyle, özellikle "Sonsuz Eksi Bir Serisi" isimli çalışmasında, fraktal etkilerin belirgin şekilde görüldüğü örnekler sunmaktadır. (Şekil 15) (Boyacı, 2021).



Şekil 14. Edward Berko, Kobalt Sarı, 1996

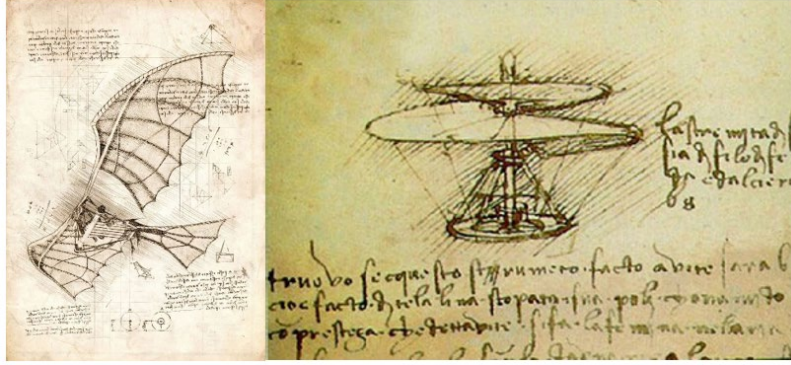


Şekil 15. İlhan Koman, Sonsuzluk Eksi Bir Serisi, Titanyum, 135x135x315cm, 1986/2012

3. KİNETİK SANATTA FRAKTAL ETKİ

Kinetik sanat, sanat eserine dördüncü boyut olarak zamanın ve dolayısıyla hareketin estetik bir öge olarak dahil edilmesinin amaçlandığı bir sanat hareketi olarak tanımlanmaktadır (Read, 2014). 20. yüzyılın ortalarında ortaya çıkan bu sanat hareketi, geleneksel sanat anlayışlarının ötesine geçerek, sanat eserlerinin fiziksel hareket ve değişim yoluyla deneyimlenmesini mümkün kılmıştır (Sipahi, 2021). Temelleri, Konstrüktivizm, Fütürizm ve Dadaizm gibi akımlara dayanan kinetik sanat, Rus kökenli sanatçılar Naum Gabo ve Antoine Pevsner'in öncülüğünde gelişmiştir. Genel olarak fizik, kimya gibi bilim dallarında hareketi tanımlamak için kullanılan kinetik kavramı, sanatsal anlamda ilk kez Naum Gabo ve Anton Pevsner tarafından 1920'de kaleme alınan Gerçekçi Manifesto'da "*Sanatımızda yeni bir öge olarak kinetik ritmi, gerçek zamanın algılanmasındaki en temel öge olarak ele alıyoruz* (Antmen, 2014, s.116)" söylemiyle kullanılmış ve sanat hareketinin bu isimle anılmasına neden olmuştur.

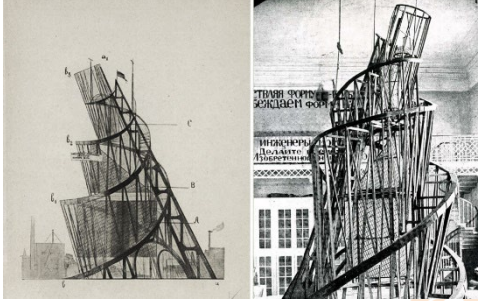
Kinetik sanatın kuramsal temelleri, 20. yüzyılda ortaya çıkmış bir sanat hareketi olarak görünse de köklerini antik çağa ve yarı mitolojik, yarı tarihi bir figür olan Giritli Daidalos'a kadar götürmek mümkündür. Antik yazarlara göre, Daidalos'un konuşan ve yürüyen heykeller yaptığı, ayrıca oğlu İkaros için kanatlar yaparak gökyüzünde uçmasını sağladığı anlatılmaktadır. Bu hikaye, yüzlerce yıl sonra El Cezeri, Leonardo da Vinci ve Hazerfen Ahmet Çelebi gibi birçok bilim insanına ilham kaynağı olmuştur (Özer & Akyüz, 2016). 15. yüzyılda yaşamış olan Rönesans sanatçısı Leonardo da Vinci'nin tasarımları da kinetik sanatın erken örnekleri arasında değerlendirilebilir. Da Vinci'nin ornithopter ve hava vidası gibi tasarımları, günümüzde bildiğimiz kinetik heykellerle büyük benzerlikler göstermekte ve hareketli işlevler içermektedir (Şekil 16) (Parlakkaya, 2021).



Şekil 16. Leonardo Da Vinci'nin ornithopter ve hava vidası tasarımları.

20. yüzyıla gelindiğinde, kinetik heykel kavramı daha anlaşılır ve belirgin bir nitelik kazanmıştır. Dönemin sanatçılarından Marcel Duchamp'ın “Bisiklet Tekerleği” adlı eseri (Şekil 18), erken dönem kinetik sanat örneklerinden biri olarak kabul edilir. Duchamp, bu eserinde hazır bir nesneyi alışılmış işlevinden kopararak sanata dönüştürmüş; bisiklet tekerleğini bir tabure üzerine monte ederek harekete duyarlı bir yapı ortaya koymuştur. Duchamp'ın Bisiklet Tekerleği eseri, bir nesnenin işlevselliği ile estetik değerini sorgulayan ve kinetik sanatın temelinde yatan hareket ve etkileşim kavramlarını gözler önüne seren çarpıcı bir örnektir (Konak, 2016). Duchamp'la birlikte Rus heykel sanatçısı Vladimir Tatlin de kinetik sanatın öncülerinden biri olarak kabul edilmektedir. Aslen konstrüktivizm akımının sanatçılarından olan Tatlin'in “Üçüncü Enternasyonal Anıtı” isimli eseri (Şekil 17), kinetik sanatın ortaya çıkmasında önemli rol oynamıştır (Özer, 2009).

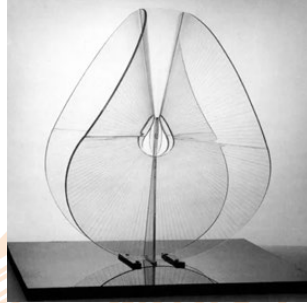
Kinetik sanatın 1920’de kuramsal olarak tanımlanmasıyla birlikte Naum Gabo, hareketi sanatında ön plana çıkaran sanatçılardan biri haline gelmiş ve eserleriyle kinetik sanatı somut bir şekilde tanımlamıştır. Resmi anlamda ilk kinetik heykel olarak kabul edilen eser de Gabo'ya aittir. Sanatçının “Küresel Temada Yarı Saydam Varyasyon” adlı heykeli (Şekil 19), elektrikle çalışmakta ve bu enerji aracılığıyla titreşim yaratan çelik yaylardan oluşmaktadır. Gabo'nun bir diğer eseri olan “Çizgisel İnşa” ise (Şekil 20) teller arasında hareketlilik ve titreşim kazandırılması yoluyla kinetik sanatın mekânsal dinamizmini gözler önüne sermektedir (Konak, 2016).



Şekil 17. Vladimir Tatlin, "Üçüncü Enternasyonal Anıtı", 1919.



Şekil 18. Marcel Duchamp, "Bisiklet Tekerleği". 1913

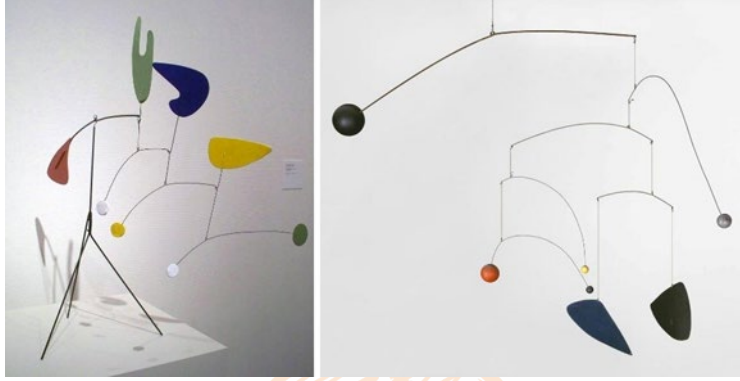


Şekil 19. Naum Gabo, Küresel "Temada Yarı Saydam Varyasyon", 1937.



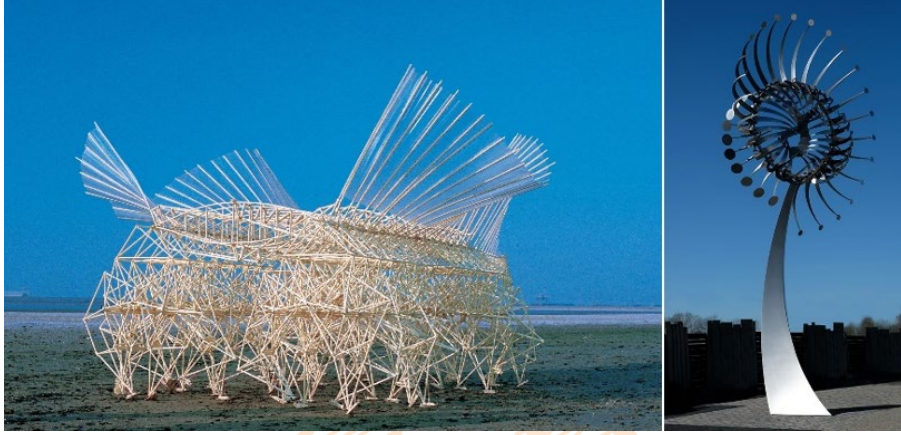
Şekil 20. Naum Gabo, "Çizgisel İnşa", 1955/1970.

Kinetik sanat denildiğinde akla gelen en önemli sanatçılardan biri olan Alexander Calder aldığı mühendislik eğitimiyle disiplinler arası bir perspektif geliştirmiş ve bu yaklaşımı kinetik sanatına ustalıkla yansıtmıştır (Armağan Benek, 2023). Özellikle "Mobiller" olarak adlandırdığı hareketli heykel serisi, kinetik heykel sanatının en tanınmış ve etkili örnekleri arasında yer alır (Şekil 21). Sanatçı, mobil eserlerinde denge ve ağırlık kavramlarına yer vererek, her bir parçanın diğerleriyle uyumlu ve dengeli bir hareket oluşturmasını sağlamıştır (Arnason & Mansfield, 2013; Bulat, vd. 2013). Bu kompozisyonlarda "denge" soyut bir kavram olmaktan çıkıp somut bir gerçekliğe bürünür. Calder'in mobilleri aynı zamanda evrenin minyatür bir tasviri olarak değerlendirilebilir; eserlerinde yıldız ve gezegenlerin hareketlerinden ilham alır (Barry & Rerup, 2006).



Şekil 21. Alexander Calder'in "Mobillier" serisinden örnekler.

Kinetik sanatın bir diğer önde gelen ismi olan Theo Jansen ise, "Sahil Canavarları" adını verdiği, yalnızca rüzgar gücüyle hareket eden ve herhangi bir elektronik hareket mekanizması içermeyen yapılarıyla tanınmaktadır. 1990'lardan bu yana geliştirdiği bu mekanik heykeller, rüzgar enerjisiyle kendi kendine hareket eden eklemlili yapılar olarak dikkat çekmektedir (Şekil 22, Sol). Jansen, biyomekanik prensiplere dayalı bu yaratımlarıyla doğanın hareket formlarını taklit ederek, sanatı mühendislik ve fizik ile birleştiren özgün bir yaklaşım geliştirmiştir (Güney & Yavuz, 2022, s.85). Kinetik heykel sanatının bir diğer önemli ismi olan Anthony Howe, dış mekânlarda sergilenen ve rüzgarla harekete geçen heykelleriyle tanınır (Şekil 22, Sağ). İnce bir işçilikle üretilen bu yenilikçi çalışmalar, paslanmaz çeliğin yansıtıcı özelliğini kullanarak, hareketi ışığın optik motifleri şeklinde yansıtmaktadır. (Koçay, 2022). Howe, izleyicinin zaman ve mekan algısını dönüştürmeyi amaçlayarak, rüzgar etkisiyle sürekli dönüş hareketi yapan kinetik eserlerini özenle düzenlenmiş metal parçalarla devasa kompozisyonlar halinde tasarlamıştır ve bu özgün çalışmalarıyla kinetik sanat alanında etkileyici örnekler sunmaktadır.



Şekil 22. Theo Jansen ise, Sahil Canavarları, 2009 (Sol), Anthony Howe, Rüzgar Gülü, 2017 (Sağ).

Kinetik sanat, sürekli yenilik arayışı içindeki sanatçılar tarafından hareket ve tekrar olgusunu içinde barındıran eserlerle sınırların ötesine taşınmış bir disiplin olarak öne çıkmaktadır. Evrenin hareketinden ilham alan ve bu hareketin kendi içindeki düzenli dengesini yansıtan kinetik eserler, ortaya çıktıkları dönemlerde büyük ilgi görmüştür (Huntürk, 2016). Bu eserlerde bulunan hareket ve tekrarın mükemmel uyumu, izleyiciler üzerinde göz alıcı ve hipnotize edici etkiler yaratmaktadır. Kinetik eserler, mühendis, teknisyen ve sanatçının iş birliğiyle oluşturulan karmaşık yapılar olup, matematiksel prensipleri bünyelerinde barındırmaktadır (Demirkol, 2008). Bu eserler, çeşitli disiplinlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan yenilikçi formlar sunarak hem estetik hem de bilimsel bir deneyim yaşatmaktadır. Sanatçıların, bu eserlerdeki mekanik yapıtları oluştururken matematik, fizik ve kimya gibi bilim dallarından yararlanması, fraktallerin etkisini de beraberinde getirmiştir.

Kinetik eserlerde, en büyük yapı biriminden en küçüğüne kadar her alanda fraktal izler mevcuttur. Örneğin, Alexander Calder'in "Mobiller" adlı eser serisi veya Anthony Howe'un metal rüzgar gülleri, bu duruma örnek teşkil eden önemli çalışmalardandır (Şekil 23). Kinetik yapıtların içindeki hareket, düzenli, düzensiz, durağan veya karmaşık biçimlerde kendini gösterebilmektedir. Bu çok yönlülük, kinetik sanatın dinamik doğasının bir yansımasıdır ve izleyicilere farklı algı deneyimleri sunar. Ancak, bu düzensizliklerin ardında yatan fraktal boyut, eserdeki ifadenin karmaşıklığının düzenini izleyiciye yansıtır. Fraktal unsurlar,

izleyicinin esere olan bakış açısını yönlendirmede önemli bir rol oynar ve bu sayede izleyici, eserle daha derin bir etkileşim kurar. İzleyicinin gözlem yetisi, fraktaller aracılığıyla daha anlaşılır bir hale gelir; sanatçılar, fraktal unsurları düzen içerisinde kurgularken, izleyicinin gözlemine dayanarak boşlukları tamamlama yetisini de dikkate alırlar (Tuğal, 2018).



Şekil 23. Alexander Calder, 1941 (Sol) ve Antony Howe'ın (Sağ İki) eserlerinde fraktal etkiler.

Fransız ressam Georges Seurat, sanatın en önemli unsurlarından birinin “düzen” olduğunu savunarak, düzenin eserleri daha akılda kalıcı hale getirdiğini, özün daha net aktarılmasını sağladığını ve izleyici üzerindeki rahatlatıcı etkileri artırdığını belirtmiştir (Mattei, 2024). Bu durum, izleyicinin sanat eserine daha yakınlaşmasına ve onu anlama çabasını artırmasına olanak tanımaktadır. İnsan gözünün yaşamın her alanında düzen arayışında olması, karmaşanın içinde bile belirli bir düzene yönelme isteği, fraktal tekrarların kinetik sanatla birleşerek daha ilgi çekici hale gelmesini sağlamaktadır. Kinetik eserler dikkat çekici ve merak uyandıran özellikleriyle sanat dünyasına önemli katkılarda bulunmuştur. Fraktal etki ile oluşturulan bu kinetik eserler, her iki kavramın muhteşem uyumunu gözler önüne sermekte, birbirlerinden beslenerek izleyiciyi doyuma ulaştırmayı başarmaktadır. Bilim ve sanatı bir araya getiren bu sanatçılar, gelişen ve değişen dünyada topluma önemli katkılar sağlamışlardır.

SONUÇ

Sanatın ve matematiğin çok uzak iki kavram gibi görülmesine karşın, aslında kendi içlerinde birbirlerinden etkiler barındırdıkları açıktır. Bir eser üretirken kompozisyon, uyum, ölçü gibi

önemli etmenlerden yararlanılır. Sanatın yalnızca duyumsama ve düş dünyasından ibaret olduğu düşüncesi, oldukça dar bir perspektife işaret etmektedir. Aynı şekilde, matematikçi Benoit Mandelbrot ve birçok meslektaşısı da bilgiye ulaşırken estetik değerlerin derinliklerine inerek, özgürlük doğasından faydalanarak matematik sanatını ortaya koymuşlardır. Günümüz sanatında da kurulan bu bağlar yansımalarını bütüncül bir şekilde eserlerde göstermiştir. Sanatçı, eserini yaratırken anatomi, doğa bilimleri, ışık ve oran-orantıyı doğru bir biçimde kullanma yetisine sahip olmalıdır. Bu nedenle, sanatın çeşitli bilim dallarıyla olan ilişkisi göz ardı edilemez. Benzer şekilde, izleyici de eseri incelerken bu bilimlerden faydalanarak daha derin bir algılama sürecine girmelidir (Yurtsever, 2014). Çünkü bu eserlere yönelik estetik deneyimler sonsuz sorgulama, araştırma ve anlamlandırma süreçlerine olanak tanır.

Sonuç olarak, fraktal etki anlayışı bir geometri terimi olarak ortaya çıkmış olsa da bu kavramın sanata yansıma ve entegrasyon durumları mevcuttur. Kinetik sanat içinde yer alan fraktal unsurlar ise eserleri tekrarlar ile hareket durumunu tamamlayarak izleyiciye estetik ve anlamlı görünümler sunmaktadır. Böylece, sanat ve matematik arasındaki bu etkileşim, izleyici ile eser arasındaki bağı güçlendirirken, her iki alanın da derinliklerini keşfetme imkânı tanır.

KAYNAKÇA

1. Aktulum, K. (2011). *Metinlerarasılık//Göstergelerarasılık*, Kanguru Yayınları.
2. Alik, B. (2015). *Mimarlıkta tasarlama yöntemleri ve fraktal tasarımlar üzerine bir inceleme* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
3. Antmen, A. (2014). *20. yüzyıl batı sanatında akımlar* (7. baskı.). Sel Yayıncılık.
4. Armağan Benek, S. (2023). Alexander Calder'in sanat hayatı. *Rumeli'de Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 33, 755-762. <https://doi.org/10.29000/rumelide.1285342>
5. Arnason, H. H., & Mansfield, E. C. (2013). *History of modern art: Painting, sculpture, architecture, photography* (7. baskı.). Pearson.
6. Barry, D. & Rerup, C. (2006) *Going mobile: Aesthetic design considerations from Calder and the constructivists*. *Organization Science*, 17(2), 262-276. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0165>
7. Boyacı, M. (2021). *Fraktal sanat ve dile gelmeyen sanatçıları*. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*, 7(1), 295-311. <https://doi.org/10.22252/ijca.901702>
8. Bulat, M., Bulat, S., & Aydın, B. (2014). Alexander Calder'in açık yapıtları (1898-1976). *Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, 31, 31-49.
9. Cannon, J. W. (1984). *The fractal geometry of nature*. by Benoit B. Mandelbrot. *The American Mathematical Monthly*, 91(9), 594-598.
10. Cengiz, Ö., & Uluışık, D. (2020). *Doğanın geometrisi "fraktallar" ve sanat*. M. Gönül (Ed.), *Güzel Sanatlar Alanında Akademik Çalışmalar-II içinde*, ss. 83-100. Gece Kitaplığı.
11. Cengiz, Ö., Uluışık, D., Kara, F. N. (2020). *Çağdaş Sanat Yapıtlarında Fraktal Geometri Etkileri Üzerine Bir Değerlendirme*. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (26), 563-576.

12. Cınbarcı, A. (2015). Fraktal geometri ve tekrar olgusu [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yeditepe Üniversitesi. Demirkol, V. (2008). Batı Sanatında Modernizm ve Postmodernizm. Evrensel.
13. Eroğlu, A. (2017). John Dewey’de deneyim ve sanat, Hiperlink.
14. Genç, C. (2019). Fraktal geometri ile sanatsal pratikler [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
15. Gülderen, D. (2017). Fraktal geometrinin plastik sanatlarda kullanımı [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
16. Güney, E. ve Yavuz, H. (2022). Mekan ve yaşam kurgusu bağlamında yapay yaşam sanatı. Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD), 8(2), 83-94.
17. Huntürk, Ö. (2016). Heykel ve sanat kuramları. Hayalperest Yayınevi.
18. Karakuş, F., & Baki, A. (2011). İlköğretim 8. Sınıf matematik öğretim programı ve ders kitaplarının fraktal geometri konusu kapsamında değerlendirilmesi. İlköğretim Online, 10(3), 1081-1092.
19. Koçay, T. (2022). Heykelde yapay ışık ve hareket: lumino-kinetik heykel. Pearson Journal Of Social Sciences & Humanities, 7(21), 52-66.
20. Konak, C. (2016). Modern heykel sanatında kinetik başlangıçlar. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 33, 378-388.
21. Lefevbre, H. (2020). Gündelik hayatın eleştirisi I, Sel Yayıncılık.
22. Mandelbrot, B. B. (1989). Fractal geometry: what is it, and what does it do?. Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences, 423(1864), 3-16.
23. Mattei, S. (2024, 27 Ekim). Georges Seurat'ın La Grande Jatte Adası'nda bir pazar öğleden sonrası. <https://www.artmajeur.com/tr/magazine/5-sanat-tarihi/georges-seurat-in-la-grande-jatte-adasi-nda-bir-pazar-ogleden-sonrasi/333388>

24. Özer, A., & Akyüz, U. (2016). Kinetik heykel sanatı öncüleri. Akdeniz Sanat Dergisi, 9(19), 74-91.
25. Özer, Y. (2009). Konstrüktivist heykelde boşluk kavramı [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
26. Parlakkaya, N. (2021). Leonardo Da Vinci'nin bilime olan merakının sanatına etkisi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
27. Read, H. (2014). Sanatın anlamı (Asgari, N. çev.). Hayalperest.
28. Sipahi, C. (2021). Seramiğe kinetik yaklaşım [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
29. Taylor, R. P., Guzman R., Martin, T.P., Hall, G.D.R., Micolich, A.P., Jonas D. and Marlow, C.A. (2007). Authenticating Pollock paintings using fractal geometry, Pattern Recognition Letters. 1-17
30. Tepe, E. (2014). "Plastik Sanatlarda Fraktal". Yüksek Lisans Tezi. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
31. Tuğal S. A. (2018). Oluşum süreci içinde Op Art. Hayalperest Yayınevi.
32. Weisstein, E. W. (t.y.) Koch Snowflake. From MathWorld--A Wolfram Web Resource. <https://mathworld.wolfram.com/KochSnowflake.html>
33. West, B. J. (1990). Fractal forms in physiology. International Journal of Modern Physics B, 4(10), 1629-1669.
34. Yutsever, H. (2014). kozmos-kaos-kübizm. Detay Yayıncılık.

GÖRSEL KAYNAKÇA

1. Şekil 1 Cınbarcı, A. (2016). Fraktal geometri ve evrim. Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6(11), 101-108.
2. Şekil 2: Karakuş, F., & Baki, A. (2011). İlköğretim 8. Sınıf matematik öğretim programı ve ders kitaplarının fraktal geometri konusu kapsamında değerlendirilmesi. İlköğretim Online, 10(3), 1081-1092.

3. Şekil 3: <https://arch365bilgi.blogspot.com/2016/03/fraktal-geometri-ile-tasarm.html> (Erişim Tarihi: 02.09.2024). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Tafoni> , (Erişim Tarihi: 02.09.2024).
4. Şekil 4: <https://yolyoga.wordpress.com/tag/sedefli-deniz-helezonu/> (Erişim Tarihi: 02.09.2024).
5. Şekil 5: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=3986034518133953&set=a.57381965602214> (Erişim Tarihi: 05.09.2024). <https://8-matematik.weebly.com/fraktallar.html> (Erişim Tarihi: 05.09.2024).
6. Şekil 6: <https://geometriogretimi.blogspot.com/2017/12/kar-tanesindeki-buyuleyici-simetri-ve.html> (Erişim Tarihi: 05.09.2024).
7. Şekil 7: <https://www.pngwing.com/tr/free-png-cbwav> (Erişim Tarihi: 05.09.2024).
8. Şekil 8: <https://biblioteca.acropolis.org/wp-content/uploads/2014/10/alfombra-Sierpinski.jpg> (Erişim Tarihi: 08.09.2024).
9. Şekil 9: <https://baskent.edu.tr/~tkaracay/etudio/agora/zv/2007/PascalUcgeni.htm> (Erişim Tarihi: 08.09.2024).
10. Şekil 10: https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Cantor_set_in_seven_iterations.svg (Erişim Tarihi: 13.09.2024).
11. Şekil 11: Van de Cruys, S., & Wagemans, J. (2011). Putting reward in art: A tentative prediction error account of visual art. *i-Perception*, 2(9), 1035-1062.
12. Şekil 12: https://tr.wikipedia.org/wiki/Kanagawa_Oki_Nami_Ura (Erişim Tarihi: 13.09.2024).
13. Şekil 13: <https://www.artrabbit.com/events/hans-haacke> (Erişim Tarihi: 13.09.2024).
14. Şekil 14: Boyacı, M. (2021). Fraktal sanat ve dile gelmeyen sanatçıları. İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi, 7(1), 295-311. <https://doi.org/10.22252/ijca.901702>
15. Şekil 15: <https://ozlemdevrim.blogspot.com/2012/10/egeran-galeri-ilhan-komansonsuzluk.html> (Erişim Tarihi: 29.10.2024).

16. Şekil 16: <https://shiftdelete.net/da-vinci-dehasi> (Erişim Tarihi: 19.09.2024).
17. Şekil 17: https://tr.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Tatlin (Erişim Tarihi: 19.09.2024).
18. Şekil 18: <https://elifulamaa.wordpress.com/2018/08/17/sanat-ve-marcel-duchamp/> (Erişim Tarihi: 19.09.2024).
19. Şekil 19: Séquin, C. H. (2007). Computer-aided design and realization of geometrical sculptures. *Computer-Aided Design and Applications*, 4(5), 671-681.
20. Şekil 20: Özer, A., & Akyüz, U. (2016). Kinetik heykel sanatı öncüleri. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 9(19), 74-91.
21. Şekil 21: <https://calder.org/archive/all/works/hanging-mobile/> (Erişim Tarihi: 25.10.2024)
22. Şekil 22: <https://news.wttw.com/2016/04/12/inside-world-theo-jansen-s-strandbeest-dream-machines> (Erişim Tarihi: 27.10.2024), <https://www.howeart.net/azlon> (Erişim Tarihi: 27.10.2024)
23. Şekil 23: <https://calder.org/works/hanging-mobile/vertical-foliage-1941/> (Erişim Tarihi: 27.10.2024) <https://www.instagram.com/anthony.howe.art/> (Erişim Tarihi: 27.10.2024)