yedi
SANAT, TASARIM VE BİLİM DERGİSİ
JOURNAL OF ART, DESIGN & SCIENCE

Derleme Makale
Review Article

KIŞ 2024/SAYI 31
WINTER 2024/ISSUE 31

DEÜ GSF

Kuş, M. ve Demir-Yılmaz, E. N. (2024). Matematik ve sanat etkileşimi üzerine bir inceleme: Resim kompozisyonlarında geometrik çözümlemeler. *yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, 31, 145-156. doi: 10.17484/yedi.1330095

Matematik ve Sanat Etkileşimi Üzerine Bir İnceleme: Resim Kompozisyonlarında Geometrik Çözümlemeler

An Investigation on the Interaction Between Mathematics and Arts: Geometrical Analysis of the Compositions of Paintings

Mehtap Kuş, *Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Aksaray Üniversitesi,* 0000-0001-7891-9912
Ece Nur Demir-Yılmaz, *Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü, Aksaray Üniversitesi,* 0000-0003-0240-1804

Özet

Matematik ve sanat disiplinlerinin yüzyıllardır etkileşim içinde olduğu bilinmektedir. Sanat tarihinin farklı dönemlerinde resim sanatında matematiksel yaklaşımların çeşitli örnekleriyle karşılaşılmaktadır. Sanatın ilkelerini matematik disiplini etkisinde kullanmak ve sanat eserlerinin kompozisyonlarında geometriden faydalanmak gibi konular sanatçıların eser üretiminde etkili olmuştur. Özellikle sanat eserlerinin kompozisyonlarının geometriden faydalanılarak oluşturulması, eserin kompozisyon düzeni konusunda geometrik incelemelere olanak sunmuştur. Bu çalışma, matematik ve sanat disiplinlerinin etkileşimi bağlamında, klasik sanat döneminde üretilen resim kompozisyonlarının geometrik analizine yönelik çalışmaları ve bu konudaki eleştirel çalışmaları sunmaktadır. Çalışma, resim kompozisyonlarının analizinde kullanılan başlıca geometrik kavramları beş kategoride sınıflandırmıştır: (1) altın oran ve altın dikdörtgen; (2) müzikal uyum oranları ve diğer temel oranlar; (3) *rabatment* kullanımı; (4) geometrik şekillerin kullanımı ve inşası, (5) dinamik elemanların kullanımı (örneğin, dinamik simetri, dinamik müzikal uyum oranları, köşegensel/diyagonal kompozisyonlar, kıvrımlı eğri). Bu çalışma, aynı zamanda, resimlerin geometrik çözümlenmesine ilişkin kritik konuları ve kaygıları da gündeme getirerek bu çözümlemeler konusunda genellemeler yapılırken dikkatli olunması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca çalışma günümüzde kompozisyonların geometrik çözümlenmesinde resim ve matematik disiplinleri arasındaki kopukluğun nedenlerini tartışarak bu konuda iki disiplin arasındaki sürekliliği geliştirmenin yollarını önermektedir. Bu çalışmanın matematik ve sanat eğitimi programlarının tasarımına yönelik çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Matematik, geometri, resim sanatı, geometrik çözümleme.

Akademik Disiplin(ler)/Alan(lar): Matematik, matematik eğitimi, resim, sanat eğitimi.

Abstract

There has been an ongoing interaction between mathematics and the arts for centuries. The examples illustrating this interaction can be seen at different periods of art history. Various examples of mathematical approaches in painting are encountered in different periods of art history. Using the principles of art under the influence of the mathematics discipline and making use of geometry in compositions has a prominent role in creating works of art. In particular, the creation of pictorial compositions by using geometry has allowed geometrical investigations on the arrangements of the composition of in works of art. This research presents studies on geometric analysis of the compositions of paintings produced in the classical art period and critical studies on this matter within the scope of interdisciplinary education in mathematics and visual arts. The study categorized major geometrical concepts used in the analysis of compositions of paintings under five categories: (1) golden ratio and golden rectangle; (2) musical consonance proportions and other basic proportions; (3) the use of *rabatment*; (4) the use and construction of geometric shapes, (5) the use of dynamic elements (e.g., dynamic symmetry, dynamic musical consonances, diagonal compositions, serpentine curve). This study also raises critical issues and concerns about the geometric analysis of paintings, emphasizing the need for caution when making generalizations about these analyses. Furthermore, it discusses the reasons behind the disconnection between painting and mathematics regarding the geometrical analysis of compositions and suggests ways of developing continuities between the two disciplines on this topic. This study sheds light on studies on the design of interdisciplinary education programs in mathematics and arts.

Keywords: Mathematics, geometry, painting, geometrical analysis.

Academical Disciplines/Fields: Mathematics, mathematics education, painting, art education.

- **Sorumlu Yazar:** Mehtap Kuş, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Aksaray Üniversitesi.
- **Adres:** Adana yolu üzeri 7. Km, E90 yolu yanı, Kampüs, 68100, Aksaray.
- **e-posta:** mozen@aksaray.edu.tr
- **Çevrimiçi yayın tarihi:** 17.12.2023 **Geliş tarihi:** 19.07.2023 **/ Kabul tarihi:** 14.12.2023
- **doi:** 10.17484/yedi.1330095

1. Giriş

Uluslararası Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) raporunda Winner ve diğerleri (2013) 21. Yüzyıl becerilerinden biri olarak belirtilen inovasyon becerilerinin geliştirilmesinde ve diğer disiplinlerde öğrenmenin desteklenmesinde sanatın rolüne değinir. Disiplinlerarası araştırmaların artmasıyla birlikte matematik ve sanat arasındaki etkileşimi araştırmaya yönelik ilginin de arttığı gözlenebilir (Kus ve Cakiroglu, 2022). Sanat, müzik, mimarlık ve kültürde matematiksel bağlantılar üzerine her yıl düzenlenen Bridges Organizasyonu, Joint Mathematics Meetings (Ortak Matematik Buluşmaları) (Fathauer, 2007) ve MoMath'de (Amerika Ulusal Matematik Müzesi) matematiksel sanat sergileri (Lawrence, 2023) de bu artan ilginin örnekleri olarak görülebilir.

Kemp (1990), sanatla uğraşanların doğrudan ya da dolaylı olarak fikir ve uygulamalarının matematiksel kavramları da içermek üzere bilimsel kavramlar üzerine kurulu olduğunu belirtir. Resim sanat dalı ve matematik arasındaki etkileşim antik çağlardan günümüze kadar süregelmiştir. Özellikle Rönesans döneminde insan vücudundaki orantısal ilişkiler ve perspektif çizimi, De Stijl sanatçılarının biçim ve renk seçiminde matematiği kullanmaları, Mısır ve İslam sanatındaki dekoratif desenler, 2. Dünya Savaşı'ndan sonra somut sanat ve bilgisayar görselleştirmeleri gibi resim sanat dalında matematiksel yaklaşımların tarihte çeşitli örnekleriyle karşılaşılmaktadır (Gamwell, 2016). Ancak, sanat ve matematik arasındaki etkileşim tarihin belirli dönemlerinde daha çok belirgin olurken bazı dönemlerinde de bu etkileşim soluklaşmıştır (Emmer, 2005). Bu etkileşim konularından birisi, resim kompozisyonlarının geometrik çözümlenmesidir.

Bouleau (2014), kompozisyon armatürünü (kompozisyondaki geometrik örgü ve çizgiler) oluştururken sanatçıların denge, uyum, figürlerin gruplandırılarak organize edilmesi, ilgi odağının belirlenmesi, yeni teoriler geliştirme gibi amaçlar ve estetik kaygılarla geometriden yararlandıklarını belirtir. Bu bağlamda, bazı yazar ve araştırmacılar resim kompozisyonlarının oluşturulmasında sanatçıların veya Piero della Francesca gibi sanatçı-geometricilerin nasıl matematiksel kavramlardan yararlanarak kompozisyonlarını oluşturduklarını analiz etmiştir (Bouleau, 2014; de Haas, 1917; Erickson, 1986; Hambidge, 1920; Taubes, 1949). Sadece analiz etmekle kalmayıp üzerine teori de geliştiren araştırmacılar bulunmaktadır. Örneğin, Jan Hambidge (1920; 1967) Yale Üniversitesi, Metropolitan Sanat Müzesi ve Boston'daki Güzel Sanatlar Müzesi iş birliği çerçevesinde Yunan eserlerini inceleyerek dinamik simetri teorisini ortaya atar. Örneğin Wilson (2021)'nın çalışmasında yer aldığı gibi sanat eserleri kompozisyonlarının geometrik çözümlenmesine yönelik bu çalışmaların günümüzde oldukça az olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu çözümlemelere pek çok matematikçi ve sanat tarihçisi eleştiriler yöneltmiştir (Blake, 1920; Carrier, 1991; Falbo, 2005; Fischler, 1981; Herz-Fischler, 1983; Markowsky, 1992).

Geçmişteki araştırmalar ile günümüzde yapılan araştırmaların incelenmesi, sanat ve matematik arasındaki etkileşimin devamlılığının sağlanması iki disiplinin gelişimi bakımından önemlidir. Ek olarak, resim ve matematiğin tarihsel etkileşiminin kanıtlara dayanarak eğitim ortamına doğru bir şekilde aktarılması disiplinlerarası matematik ve sanat eğitimi içeriklerinin hazırlanmasında da önemli rol alacaktır. Bu incelemede, resim kompozisyonlarını geometrik olarak inceleyen çalışmalar çerçevesinde resimlerin geometrik çözümlenmesine yönelik kullanılan kavram ve örnekler gruplandırılmıştır. Ayrıca günümüzde yapılan çözümlemelerin azlığının sebeplerini araştırmak üzere bu çözümlemelere yönelik eleştiriler incelenmiştir. Matematik ve resim sanat dalı arasındaki etkileşimin resim kompozisyonları bağlamında nasıl devamlılığının sağlanabileceği tartışılarak oldukça az çalışılan bu konuda yapılacak disiplinlerarası araştırmalara ışık tutacağı ön görülmektedir.

2. Resimlerin Geometrik Çözümlenmesine Yönelik Çalışmalar

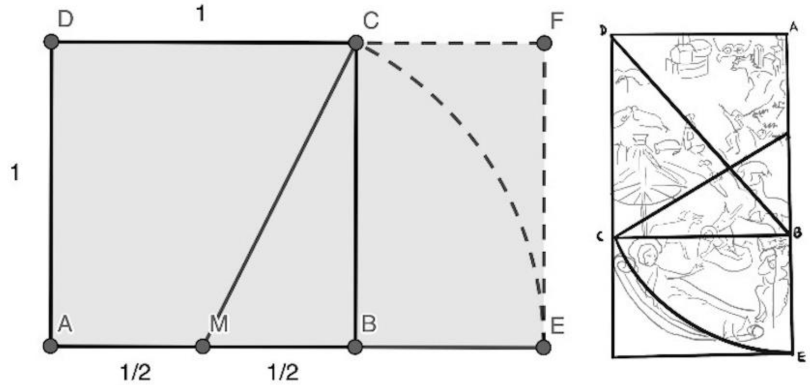
Resimlerin geometrik çözümlemelerine yönelik çalışmalar iki grup altında incelenmiştir. İlk olarak, klasik sanat bağlamında kompozisyonlarda sanatçılar tarafından kullanılan veya araştırmacıların sanat eserlerinin geometrik çözümlemelerinde yararlandığı matematiksel kavram ve örneklere değinilmektedir. Sonraki kısımda ise, bu geometrik çözümlemelere ilişkin olarak matematikçi ve sanat tarihçilerinin yapmış olduğu eleştiriler ele alınmıştır.

2.1. Resimlerin geometrik çözümlenmesine yönelik kavram ve örnekler

Resim sanatında geometri, sayı, değer, renk ve alan olmak üzere kompozisyonu düzenleyen beş temel eleman belirlenmiştir. Bigalı (1999), farklı dönemlerde ressamların kompozisyon problemine çözüm bulmak üzere kullandığı yöntemlerden birinin kompozisyonların uyumlu veya armonik bölünmelerini araştırmak üzere geometrinin kullanımı olduğunu ifade eder. Bu bölümde klasik sanat bağlamında sanatçıların kompozisyonlarını oluştururken yararlandıkları matematiksel kavram ve örneklere değinilmektedir. Bunlar beş başlık altında organize edilmiştir: (1) altın oran ve altın dikdörtgen kullanımı, (2) müzikal uyum oranlarının ve diğer basit oranların kullanımı, (3) *rabatment* tekniğini kullanımı, (4) geometrik şekillerin kullanımı, (5) dinamiklik yaratan elemanların kullanımı (dinamik simetri, dinamik müzik oranları, yılansı eğri ve köşegensel/diyagonal kompozisyonların kullanımı). Bu gruplama başta bu alanda temel teşkil eden Bouleau (2014)'nun geometrik çözümlemeler üzerine olan yayını olmak üzere günümüze yansıyan çalışmalar çerçevesinde yapılmıştır (Bouleau, 2014; Erickson, 1986; Falbo, 2005; Gamwell, 2016; Hambidge, 1920; Markowsky, 1992; Wilson, 2021). Bouleau (2014), bu tekniklerin birbirinden bağımsız olmayıp bazı sanat eserlerinde bir arada kullanıldığını söyler. Ayrıca, bir resmin iç yapısının karmaşıklığı ve kullanılan yöntemler dönemden döneme değişiklik gösterebilir. Bouleau bazen basit ve daha sezgisel uygulamalarla karşılaşıldığını, bazen de daha karmaşık ve matematiğin daha katı bir şekilde uygulamaları ile karşılaşıldığını ifade eder. Bahsedilen matematiksel kavram ve örnekler belirli bir tarihsel sıralama şeklinde sunulmamaktadır.

2.1.1. Altın oran ve altın dikdörtgen

Altın oran, bir doğru parçasının, bütün parçanın uzun parçaya oranı, uzun parçanın kısa parçaya olan oranına eşit olacak şekilde bölünmesinden elde edilmektedir. Altın oranın kökeni incelendiğinde, Öklid tarafından *Elemanlar* (*Elements*) eserinin altıncı kitabının otuzuncu önermesinde verilen bir probleme yönelik çözüm olduğu anlaşılır. Öklid bu problemi şu şekilde ifade eder: "Verilen bir doğruyu uç ve orta oranda kesmenin yolu" (Falbo, 2005; Sertöz, 2019). Diğer bir şekilde, bu problem bir AE doğru parçası verildiğinde AE/AB=AB/BE olacak şekilde B noktasının bulunması olarak ifade edilebilir (Görsel 1). AE doğru parçasının uzunluğu $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ olup bu oran *altın oran, altın kesim* veya *ilahi oran* olarak adlandırılır. AEFD dikdörtgeni ise *altın dikdörtgen* olarak adlandırılır (Bouleau, 2014). Görsel 1'de altın oranın dikdörtgen içindeki gösterimine yer verilmiştir. Ancak, altın oran bir kare içinde de inşa edilebilir (Ocvirk vd., 2015, s. 77). Genel olarak, 1.61803… olan altın oran Yunan alfabesinden Phi (Φ) ile gösterilir. Bazı yazarlar, Φ'yi 0.618… olacak şekilde de kullanmıştır. Markowsky (1992), pek çok kişi tarafından altın oran (*golden ratio*) ve altın bölüm/kesim (*golden section*) terimlerinin çok eskilere dayandığı düşünülse de 'altın' kelimesinin göreceli olarak modern bir ifade olduğunu ifade eder ve bu terimlerin kökeni olan *ilahi oran* (*divine proportion*) teriminin bile sadece Rönesans'a uzandığını belirtir.



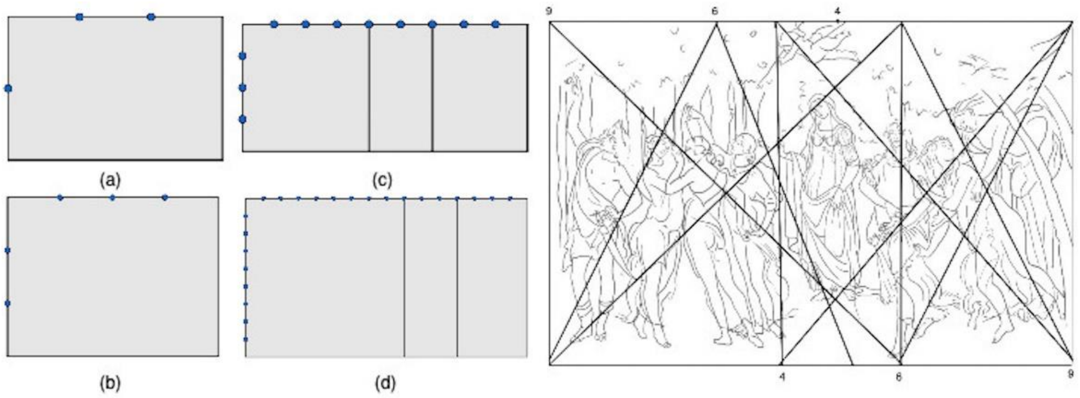
Görsel 1. Altın dikdörtgen ve altın oranın gösterimi ve Rudolf von Ems'in *Weltchronik* adlı eserindeki bir görselde altın dikdörtgen çözümlemesi (Bouleau, 2014).

Altın oran iki tam sayının oranı olarak ifade edilemediği için irrasyonel olarak belirlenmiş olup Piero della Francesca'nın öğrencisi olan İtalyan matematikçi Fra Luca Pacioli *De Divina Proportion* adlı eserinde bu oranı aklın ötesinde olan ve kelimelerle ifade edilemeyen İlahi'nin bir simgesi olarak görür. Bu eserde Leonardo da Vinci'nin geometrik diyagramları da yer almaktadır. Ancak, Bigalı (1999), bu eserde bu oranı sanatçıların kullandığının savunulmadığını, Leonardo'nun bu oranı kullandığına dair bir kanıt bulunmadığını belirtir. Oysa Leonardo da Vinci'nin *Mona Lisa* eserinin altın kesim bağlamında çözümlemeleriyle karşılaşılmaktadır (Bigalı, 1999, s. 344). Gamwell (2016), bu oranın yaygın algının tersine, Almanya'da dokuzuncu yüzyılın ortalarına kadar sanat ve güzellikle ilişkilendirilmediğini belirtir. Bunun aksine, Bouleau (2014), Görsel 1'de verilen 1370 yılına dayanan Rudolf von Ems'in *Weltchronik* adlı eserindeki bir görselin bu geometrik çözümlemeye göre yapıldığını iddia eder. Görseldeki çark, yüksekliği altın kesim ile kesen CB boyunca kareye yerleştirilmiştir. Bakire (*Virgin*), CE yayı boyunca uzanıyor şeklinde resmedilmiştir. Görsel 1'de gösterildiği gibi C noktası ABCD karesinde AB kenarının orta noktası ile birleştirilip, bu eğimli çizgi B noktasının diğer tarafına E noktasına doğru döndürüldüğünde A, B ve E noktaları altın oranı ele edecek şekilde dizilmiştir. Başka bir örnekte, Titian'nın *The Entombment* eserinde de altın kesime göre çözümlemesi yapılmıştır (Bigalı, 1999, s. 296). Georges Seurat gibi modern sanatçıların da *Sirk Gösterisi* (*La Parade*) adlı resminde olduğu gibi altın dikdörtgenden yararlandığı belirtilir (Bigalı, 1999; Ocvirk vd., 2015). Taubes (1949) daha sonraları bu oranın resim ve fotoğraf sanatçıları tarafından ilgi merkezini belirlemek üzere üçte bir kuralı (*rule of thirds*) olarak basitleştirilerek kullanıldığını ifade eder.

2.1.2. Müzikal uyum oranlarının ve diğer basit oranların kullanımı

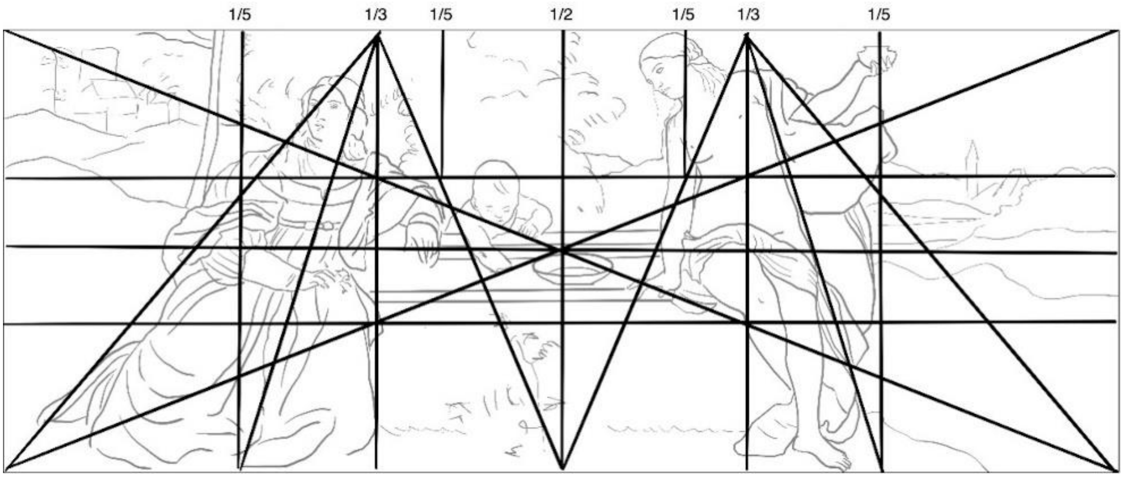
Gamwell (2016), Pisagor kültünün üyelerinin, müzikal uyum aralıklarını (oktav, beşinci ses aralığı ve dördüncü ses aralığı) sırası ile en küçük tam sayıların oranı şeklinde 1:2, 2:3 ve 3:4 olarak ifade ederek, müziğin matematiksel bir temeli olduğuna dair önemli bir keşif yaptıklarını ifade eder. Erickson (1986), ressamlar ve mimarların, telli müzik aletlerinde ton aralıklarını belirleyen bu tam sayı oranlarının kullanımını kendi alanlarına uyarladığını belirtir. Orta Çağ'da pergel ucu kullanılarak matematiksel araştırmalar yürütülmesi altın oran gibi ölçülemez niceliklerin günlük yaşamda kullanımını sağlamıştır. Ancak, pek çok kitaba erişimle birlikte Pisagor ve müzik teorisi üzerine bilgilere ulaşılınca, hesaplanamayan oranlar kullanılarak pergel ile çizilmiş figürlerden daha az hoşlanılarak, kesin sayısal hesaplamalara ve basit oranlara ilgi artmıştır (Bouleau, 2014).

Bouleau (2014), Leon Battista Alberti'nin kulağa hoş gelen müzik aralıklarının (oktav, beşinci ve dördüncü ses aralıklarının) bir telin 2, 3 veya 4'e bölünmesine karşılık geldiğini açıklar. *Diapason* (1/2), *diapente* (2/3) ve *diatessaron* (3/4) olarak adlandırılan bu oranlar, Rönesans sanatçılarının ve mimarlarının eserlerinde hoş armoniler üretmek üzere kullanılır (Erickson, 1986). Bu oranların katları alınarak da yeni oransal ilişkiler elde edilir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir: *Double diapente* (4/6/9), *Diapason diapente* (3/6/9), *Diapason Diatessaron* (3/6/8), *Double diatessaron* (9/12/16). Bazı müzikal uyum oranlarının gösterimine Görsel 2'de yer verilmiştir. Örneğin, Barker (2000), Nicolas Poussin'in müzikal aralık oranlarından ve köşegen, geometrik figürler ve dairesel veya yarı dairesel örüntülerden yararlandığını ileri sürer. Yine başka bir çalışmada Bouleau (2014), Boticelli, Piero della Francesca, Raphael, Dürer, Titian, Tintoretto, Rubens ve Rembrandt gibi ünlü sanatçıların bu oranları kullandığını ileri sürerek bu sanatçıların eserleri çözümlemeye çalışır. Örneğin, Rönesans sanatçılarından Botticelli'nin eserlerinden *Primavera* adlı eserde Alberti'nin müzik oranlarından 4/6/9 (*double diapente*) kullanılarak, aşağıda soldan sağa doğru, yukardan sağdan sola doğru müzik oranlarına göre bölünerek figürlerin yerleştirildiği iddia eder. Görsel 2'de bu eserin müzikal uyum oranlarına göre çözümlemesi görselleştirilmiştir.



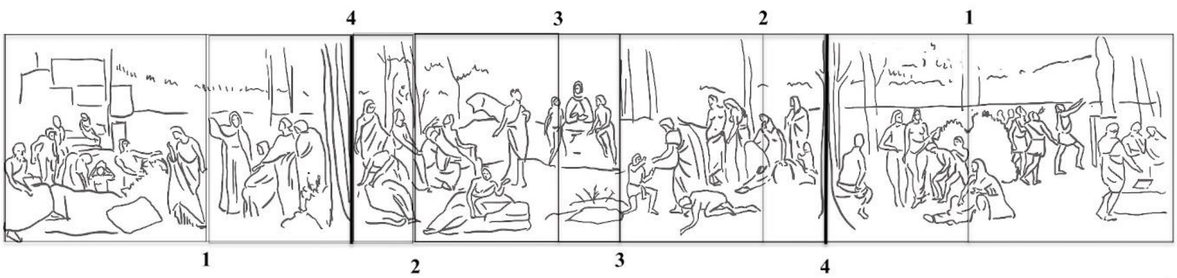
Görsel 2. Bazı müzikal uyum oranlarının görselleştirilmesi: (a) Sesquialtera (*Diapente* 2/3), (b) Sesquiterti (*Diatessaron* 3/4), (c) Double sesquialtera (*Double diapente* 4/6/9), (d) Double Sesquitertia (*Double diatessaron* 9/12/16) ve *Double diapente* (4/6/9)'nin Botticelli'nin *Primavera* adlı eserinde gösterimi (Bouleau, 2014).

Sanatçıların müzikal uyum oranlarının yanı sıra, başka basit oranlar da tercih ettikleri gözlenmiştir. Bu sanatçılara Raoul Dufy, Puvis de Chavannes, Claude Lorrain, Titian örnek gösterilebilir (Bouleau, 2014). Örneğin Görsel 3' te gösterildiği gibi Bouleau (2014), Titian'ın *Sacred and Profane Love* adlı eserini hem enden hem boydan ikiye ve üçe bölünmeler şeklinde analiz eder. Buna ek olarak bu bölümlemelerin üzerine, uzun kenarın beş eş parçaya bölünmesi ile ikinci bir ritmin elde edildiğini ifade eder. Bu durumda dikdörtgenin yüksekliği döndürüldüğünde 2/5'lik birim elde edilmiş olur. Bu şekilde Bouleau, simetrik gibi duran figürlerin asimetrik olarak konumlanması sağlandığını belirtir.



Görsel 3. Titian'nın *Sacred and Profane Love* adlı eserinin geometrik çözümlemesi (Bouleau, 2014).

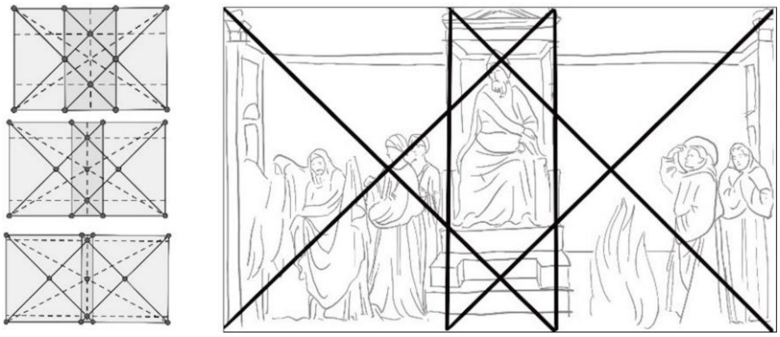
Yine başka bir örnekte, Bouleau (2014), Pierre Puvis de Chavannes, Paris'in tarihi üniversitelerinden biri olan Sorbonne'u sembolize eden *The Allegory of the Sorbonne* adlı eserini, kısa kenarın (yüksekliğin) döndürülmesiyle elde edilen dört kare sağdan başlayarak, dört kare soldan başlayarak yan yana yerleştirerek çözümler (Görsel 4). Diğer bir ifadeyle, kısa kenar uzun kenarın üzerine sağdan ve soldan dört kez yerleştirilerek, eser üç parçaya bölünür ve ortadaki ana bölüm merkez olarak sabitlenir. Bu duvar resminin çok uzun olmasına rağmen bu şekilde monotonluğunun engellendiğini ileri sürer. Taslak çizimlerinde geometriden yararlandığına dair kanıtlara erişilebilen sanatçılardan Claude Lorrain'in (Bouleau, 2014; Ditner, 1983) dikdörtgen armatürünün ana hatlarını kâğıda çizerek bu armatürü ağaç gruplarını, tepeleri, binaları ve gemileri yerleştirmede kullandığı belirtilir. *Port with a Sailing Ship* adlı çiziminde sanatçının dikdörtgenin dörtte birini ve köşegenlerini açıkça işaretlediği gözlenmektedir. Ayrıca sanatçı yüzeyin üçte birini ve altıda birini kullanmıştır. Her bir yarım, üç eş parçaya ayrılmıştır. Sanatçı bunları dikey olarak, soldaki binanın kenarını, direğin yerini belirlemede kullanmıştır. Denizle devam eden zemin çizgisi dikdörtgenin 1/3'ünde yer almaktadır (Eskizin görseli için Bouleau (2014) inceleyiniz).



Görsel 4. Pierre Puvis de Chavannes'in *The Allegory of the Sorbonne* adlı eserinin geometrik çözümlemesi (Bouleau, 2014).

2.1.3. *Rabatment* (Dikdörtgende kısa kenarın uzun kenar üzerine döndürülmesi)

Dikdörtgenden bir resim oluşturmanın başka bir yolu ise, kısa kenarların uzun kenarların üzerine döndürülmesidir. Bu teknik, *Rabatment* olarak isimlendirilir. Bouleau (2014), ressamların, dikdörtgeni yatay olarak yerleştirdiğinde, dengeyi sağlamak üzere, sağa ve sola bir kare yerleştirdiklerini ifade eder. Bu durumda bu kareler kısmen üst üste gelir. Bu üst üste binmenin sonucunda dikdörtgenin uzama miktarına göre, üst üste binme miktarı değişen iki kare ortaya çıkar. Bu kareler de köşegenlerin kesişmesi ile merkezde köşelerinden birinde duran küçük bir kare oluşturur. Bu merkezdeki karenin boyutu iki büyük karenin üst üste binmesine orantılı olarak değişir. Bu teknik ile pek çok kombinasyon ortaya çıkabilir (Görsel 5).

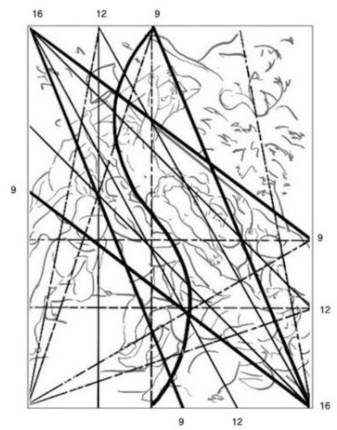


Görsel 5. *Rabatment* tekniğinin varyasyonları ve Giotto di Bondone'nın *St.Francis before Sultan* adlı eserinin *rabatment* tekniğine göre çözümlemesi (Bouleau, 2014).

Bouleau (2014), *rabatment* tekniğini Giotto di Bondone, Jacques Villon, Cezanne ve Poussin gibi sanatçıların eserlerinde uyguladığını iddia eder. Görsel 5'te geometrik çözümlemesi gösterilen Giotto'nun 'St. Francis before Sultan' adlı eserinde bunun açık bir örneği ile karşılaşılmaktadır. Bu eserde dikdörtgenin kısa kenarlarının uzun kenarlarına doğru katlanmasının (dönmesi) burada en basit haliyle kullanıldığı gözlenmektedir. Bouleau (2014), bu dikdörtgen şemanın, tahtın yanlarını, tabanını ve arka plandaki bölmenin yüksekliğini belirlemeye yardımcı olduğunu belirtir.

2.1.4. Dinamiklik elemanlarının kullanımı

Bouleau (2014) ve Hambidge (1920) çalışmaları çerçevesinde, sanat eserlerinde geometri ile ilişkilendirilen dinamik elemanlar; dinamik simetri, dinamik müzikal uyum oranlarının kullanımı, yılansı eğri ve köşegensel kompozisyonlar olarak belirlenebilir. Bouleau (2014), Maniyerizm ve Barok akımlarında sıklıkla kullanılan kıvrımlı eğri (*Serpentine curve*) ve simetrikliği bozan köşegensel kompozisyonlarda müzik oranlarının kullanımının dinamik kompozisyonlar oluşturduğunu ifade eder. Bu şekilde eskiden kullanılan dikdörtgensel armatürlere dinamiklik getirilerek kompozisyonlarda yeni bir yaklaşım sergilenmiştir. Yılansı eğri, figürün S harfi şeklinde düz ya da ters şekilde resmedilmesi anlamına gelmektedir. Maniyerizmde S harfinin simetrik kullanımı görülmektedir (örneğin El Greco'nun *Feast in the House of Simon the Pharisee* adlı eseri). Yılansı eğrinin kullanımına ek olarak, Bouleau sanatçıların köşegenlerden yararlanarak hareket elde etmeye çalıştığını ifade eder. Köşegensel kompozisyon olarak adlandırılan bu kompozisyonlarda figürlerin dikdörtgen armatürüne/çerçevesine uymayıp, düşüyor ya da kalkıyor gibi çizgilerin ötesini yansıtan bir hareket izlenimi ile dinamiklik yakalanmaya çalışıldığını belirtir. Örneğin, Bouleau (2014), Jacobo Tintoretto'nun simetriden uzaklaşmak üzere geleneksel armatürleri dinamik bir şekilde köşegensel kompozisyonlar oluşturarak kullandığını ifade eder. Yine müzikal uyum oranlarını, altın oranı ve dikdörtgensel armatürleri bildiğini belirterek Peter Paul Rubens'in *Raising of the Cross* adlı eserini 9/12/16 müzikal oranı kullanımı ve 9 noktasından çizilen çizgi üzerine dolanmış bir figürü S şeklinde çözümler (Görsel 6). Rubens'in, seçtiği oranları resmin iki zıt köşesinde gruplandırarak köşegensel bir kompozisyon oluşturduğunu ve böylece gelişmiş bir dinamizme sahip bir kompozisyon elde ettiğini belirtir.

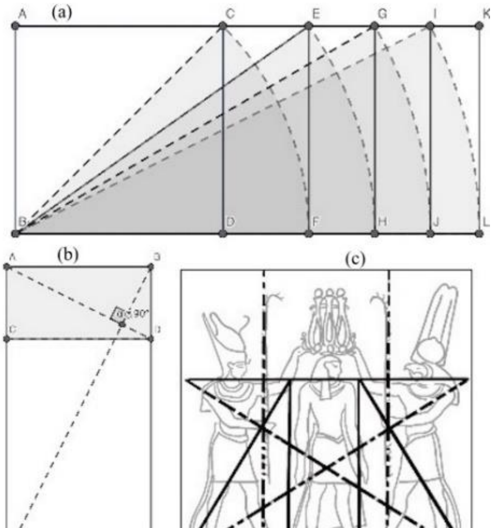


Görsel 6. Peter Paul Rubens'in *Raising of the Cross* adlı eserinin dinamik müzikal uyum oranlarına ve kıvrımlı eğriye göre çözümlemesi (Bouleau, 2014).

Dinamik kompozisyonlar bağlamında bahsedilen bir diğer kavram, dinamik simetri kavramıdır. 1920 ve 1930'larda Jay Hambidge Yunan vazolarındaki geometrik örüntüleri incelemek üzere geliştirdiği dinamik simetri teorisi, pek çok sanatçıyı, matematik ve sanat eğitimcisini etkiler. Hambidge dinamik simetri kavramını, bir biçimden diğerine geçiş veya hareket olarak yorumlarken, statik simetri kavramını bir merkez veya düzlem etrafında birimlerin düzenli olarak dizilimi olarak ele alır. Dinamik simetrinin estetik açıdan daha hoş ve evrimsel olarak daha gelişmiş bir kompozisyon organizasyonu olduğunu iddia eder (Wilson, 2021).

Dinamik simetri elemanlarından biri kök dikdörtgendir (*root rectangle*). Kök dikdörtgenler hem bir karenin içinden hem de bir karenin dışından oluşturulabilir. Bir karenin dışında kök dikdörtgenler köşegenler aracılığıyla ele edilebilir. Görsel 7'de bunun bir örneği gösterilmiştir. ABCD karesinin bir kenarı 1 birim olsun. BC köşegeninin uzunluğu $\sqrt{2}$ birimdir. B merkezli BC yarıçaplı çemberin yayı $\widehat{CF}$olarak belirlenir. Oluşan ABFE dikdörtgeni $\sqrt{2}$ dikdörtgeni olarak isimlendirilir. BE köşegeninin uzunluğu $\sqrt{3}$ birim olur. B merkezli, BE yarıçaplı çemberin yayı $\widehat{EH}$ olarak belirlenir. Oluşan ABHG dikdörtgeni $\sqrt{3}$ dikdörtgeni olarak isimlendirilir. Bu şekilde bu işlem devam ettirilerek, ABJI dikdörtgeni $\sqrt{4}$, ABLK dikdörtgeni $\sqrt{5}$ dikdörtgeni olarak belirlenir. Bu şekilde bu işlem sonsuza kadar devam ettirilebilir. Hambidge (1920; 1967) Yunan sanatında kök beşin ötesinde bir dikdörtgenle nadiren karşılaşıldığını belirtir. Kök dikdörtgenler aynı zamanda bir karenin içinde de oluşturulabilir (Bigalı, 1999; Wilson, 2021).

Kök dikdörtgenlere ek olarak, Hambidge (1920), dinamiklik sağlayan karşılıklı dikdörtgenleri (*reciprocal rectangles*) ve kıvrılan kareler dikdörtgenlerini tanıtır. Tasarımlardaki açısal spiralleri ve kompozisyonları oluşturmak için karşılıklı dikdörtgenlerden yararlanıldığını ifade eder. Bu, herhangi bir dikdörtgende, dikdörtgene bir köşegen çizerek ve kalan köşelerden birinden bu köşegeni dik açıda kesen bir doğru parçası çizilerek yapılabilir. Görsel 7'de ABEF dikdörtgeninin köşegenine dik olacak şekilde AD doğru parçası çizilmiştir. Bu şekilde iki tane karşılıklı dikdörtgen elde edilir. ABCD ve ABEF dikdörtgenleri karşılıklı dikdörtgenlerdir (*reciprocal tirangles*). Bu iki dikdörtgen birbirine benzerdir. Hambidge ayrıca Görsel 7' deki gibi Mısır sanatında bir eserin karşılıklı dikdörtgenler kullanarak çözümlemesini yapar. Karşılıklı dikdörtgenler, kök dikdörtgenler ve spiral dikdörtgenler kullanılarak farklı armonik bölümler yaratılabilir (Bigalı, 1999; Hambidge, 1920; Wilson, 2021).

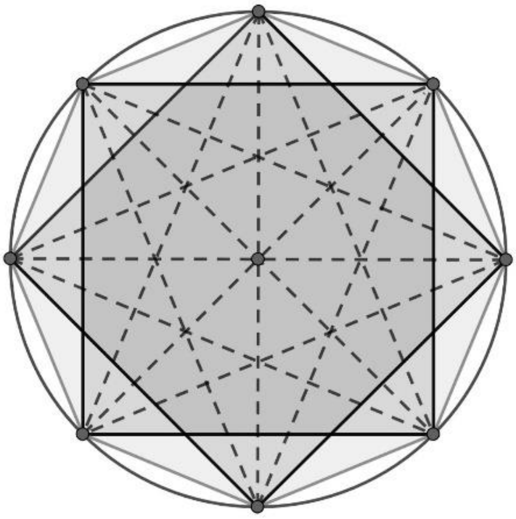


Görsel 7. Dinamik simetri elemanlarına göre geometrik çözümleme: (a) Kök dikdörtgenler, (b) Karşılıklı dikdörtgenler (reciprocal rectangles), (c) Mısır sanatından bir eserin geometrik çözümlemesi (Hambidge, 1920, s. 27).

Dinamik simetrinin resim ve tasarım alanlarında çeşitli uygulamalarıyla karşılaşılmaktadır. Örneğin, Wilson (2021), George Bellows'un *Massacre at Dinant*, adlı eserinde ve illüstratör/tasarımcı Edward B. Edwards'ın duvar süslemelerinde dinamik simetrinin örneklerini sunar. Erickson (1986) ise, kendi sanat çalışmalarında dinamik simetri ve altın kesimden nasıl yararlandığını açıklar. Örneğin *Plan for Burning Scrub* adlı eserini bir karenin $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ ve $\sqrt{4}$ dikdörtgenleri ile genişletilmesi ile oluşturur. Yine *Living Room* adlı bir başka eserinde de altın dikdörtgen ve $\sqrt{5}$ dikdörtgenin birbiri içine entegre edildiği bir tasarım kullanır.

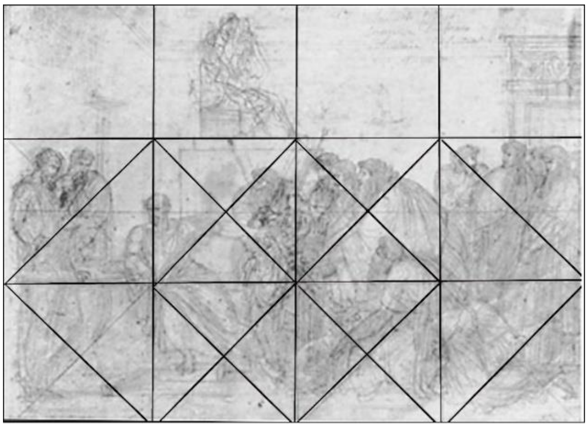
2.1.5. Geometrik şekillerin kullanımı

Geometrik şekillerin kullanımına yönelik yapılan çözümlemeler incelendiğinde, sanat eserlerinde sanatçıların dönemden döneme geometrik şekillerden farklı şekilde yararlandıkları gözlenebilir. Bouleau (2014), Gotik dönemde, sanatçıların daha zor diyagramlar üzerinde çalıştıklarından, daha katı (daha net ölçüm gerektiren) matematiksel ölçüm ve uygulamaları gerektiren düzenli çokgenlerin inşa edilmesi ile eserlerini oluşturduklarından bahseder. Sanatçıların kompozisyonlarını kare, üçgen, daire ya da daire içinde beşgen, altıgen ya da sekizgen üzerine kurguladıkları görülür. *Psalter* adlı kitaptaki illüstrasyonlar ikişer ikişer düzenlenmiş bir dizi madalyon içermektedir. Bir sekizgen üzerine inşa edilmiş otuz iki madalyon grubu oluşturulmuştur. Her durumda dairenin çevresi sekiz noktada kesilir ve bu noktaları birleştiren kirişler, tüm sahnelerin temelini oluşturan sekizgenin kenarlarını oluşturur. Sekizgen bazen bir kenarı üzerinde, bazen de bir köşesi üzerinde durur. Örneğin, kompozisyon oluşturulurken kullanılan bir diyagram Görsel 8'de yer almıştır. Bazen nesneler (ayaklar, ağaçlar) kenarları aşmakta ve genellikle karenin köşelerini işaret etmektedir. Bu yüzden de bu eserlerde katı bir geometri kolayca fark edilebilmektedir. Orta Çağ'da her ne kadar katı bir geometri uygulamaları görülse de Bouleau (2014), bunun hayal gücünü engellemediğini Pinturicchio'nun aynı şemanın 32 farklı kombinasyonunu oluşturması ile açıklar.



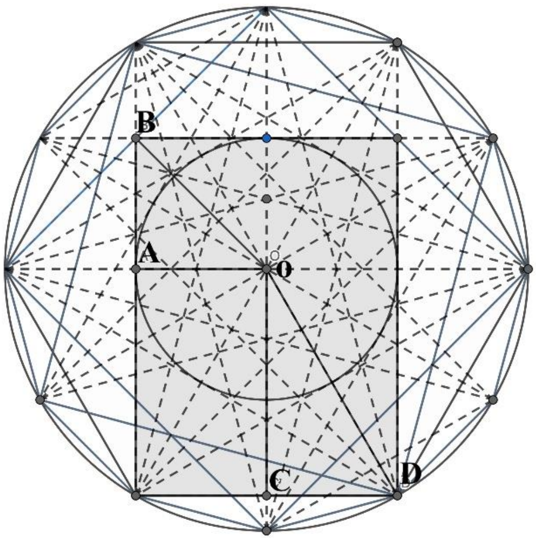
Görsel 8. Örnek bir madalyon diyagramı

Bouleau (2014), Gotik üslubun karakteristik özelliğini, pergellerle yapılan tamamen geometrik kompozisyonlar olarak ifade eder. Pergellerle çizilen giderek daha karmaşık figürler zamanla terk edilerek Rönesans döneminden sonra daha basit şemalara yönelim olmuştur. Geometriye yönelik ilginin tamamen yok olmadığını ve değişen stillerde tablolarda etkisini gösterirken bazı dönemlerde ise önemini kaybettiğini belirtir. Dairesel şekiller (Matisse'in *The Dance*, Rubens'in , *Apotheosis of Henri IV*, Titian'ın , *Venus with Organ Player* adlı eserlerinde), kare (Girodet'in *Hipppocrares* adlı eserinde), paralelkenar (Rembrandt'ın *The Anatomy lesson of Professor Tulp* adlı eserinde), dikdörtgen (Bronzino'nun *Allegory of Love* adlı eserinde), üçgensel veya piramitsel şekiller (Raphael'in *Portrait of Joan of Aragon*, Jan van Eyck'ın *The Virgin and Child* adlı eserlerinde), beşgen (Michelangelo'nun *Sainte-Famille* adlı eserinde) gibi geometrik şekiller veya bu şekillerin birleşiminden oluşan kompozisyon çözümlemeleri pek çok kaynakta gözlenebilir (örneğin Bigalı, 1999; Bouleau, 2014; de Haas, 1917; Poore, 1967; Taubes, 1949). Örneğin, Girodet'in *Hippocrates* adlı eserinin eskizleri incelendiğinde karelerden oluşan kompozisyonda figürlerin karelerin köşegenlerini takip edecek şekilde yerleştirildiği taslak çizimlerinden açıkça incelenebilir. Bu örnek, sanatçının geometrik elemanlardan yararlandığının bir kanıtı olarak görülebilir. Girodet'nin çizimde, kompozisyonu 12 eş parçaya ayırdığı ve bunların 8'ine figürleri yerleştirdiği görülebilir (Görsel 9).



Görsel 9. Girodet'in *Hippocrates* adlı eserinin geometrik çözümlemesi (Bouleau, 2014).

de Haas (1917), Rubens'in eserini dairesel ve dikdörtgensel diyagrama yerleştirerek analiz etmeye çalışır. Daire içine yerleştirilen onikigenin köşegenlerinden çizilen armatürden dikdörtgen kesit alarak figürlerin yerleştirildiğini iddia eder. Bu geometrik çözümlemenin daha basitleştirilmiş hali Görsel 10'da gösterilmiş olup buradaki uzunluklar arasından aritmetiksel bir ritim bulunmaya çalışılmıştır. OA, OB, OC, OD kenarlarının karelerinin oranı 1:2:3:4 olarak bulunmuştur. OA, R yarıçaplı O merkezli dairenin $\sqrt{1}$ katı uzunluğundayken, OB R'nin $\sqrt{2}$, OC R'nin $\sqrt{3}$, OD R'nin $\sqrt{4}$ katı olarak bulunmuştur. Ancak yazar, orijinal eser ile bu diyagramın üst üste yerleştirilmiş halini göstermediği için bu uzunlukların resimde nereye hangi figüre denk geldiği anlaşılamamaktadır.



Görsel 10. Peter Paul Rubens'in *The Descent from the Cross* adlı eserinin geometrik çözümlemesi (de Haas, 1917).

2.2. Resimlerin geometrik çözümlemelerine yönelik eleştiriler

Bir önceki bölümde bahsedilen sanat eserlerinin geometrik olarak analizini, bazı matematikçi ve sanat tarihçisi eleştirel olarak değerlendirmiştir (Blake, 1920; Carrier, 1991; Falbo, 2005; Fischler, 1981; Herz-Fischler, 1983; Markowsky, 1992).

Bazı matematikçiler, altın oranın sanat eserlerinde yanlış kullanımını veya sanat eserlerinde kullanıldığına dair iddiaların bir tabanı olmadığını göstermeye çalışmıştır (Falbo, 2005; Fischler, 1981, Herz-Fischler, 1983; Markowsky, 1992). Markowsky (1992), altın oranla ilişkili kavram yanılgıları üzerine yazdığı makalesinde, altın oranın sanat eserlerinde var olup olmadığı incelemek üzere, matematiksel bir standart geliştirir. Altın oranın sanat eserlerinde olup olmadığını %2'lik bir hata payı çerçevesinde inceleyerek 1.58-1.66 aralığını kabul aralığı olarak belirler. Eğer oran bu aralığa girse bile, altın oranın o eserde olduğuna yönelik bir kanıtı olamayacağı konusunda da uyarır. Bulunan oranın bu aralıkta olması birinci testi geçtiğini ve daha fazla incelemeye değer olduğunu gösterdiğini belirtir. Ayrıca, Markowsky çoğu zaman sanat eserlerinde altın oranı bulmak üzere sanat eserlerinde keyfi olarak bir çerçeve belirlendiğini gösterir. Falbo (2005) da benzer şekilde altın oranı elde etmek için sanat eserlerinin uzatılmaya veya kısaltılmaya çalışılarak gerçeğin esnetilmeye çalışıldığını iddia eder. Örneğin, Leonardo Da Vinci'nin bir tablosundaki St. Jerome figürünün etrafına keyfi olarak altın bir dikdörtgen çizildiğini ve bu dikdörtgenin içine St. Jerome'nin kolunun bir kısmının dahil edilmediğini gösterir.

Altın oran ve altın dikdörtgenin estetik önemi hakkında ileri sürülen çeşitli iddiaların da temelsiz olduğu belirtilmiştir (Falbo, 2005; Fischler, 1981; Markowsky, 1992). Markowsky (1992) insanların daha çok belirli bir aralıktaki orana sahip dikdörtgenleri estetik olarak tercih edebileceklerinin en makul iddia olduğunu ifade eder. Herz-Fischler (1983), sanatçıların bazı durumlarda altın oran gibi daha karmaşık oranlardan ziyade daha basit oranları tercih ettiklerini, Seurat'ın eskizleri, yazıları ve resimleri incelendiğinde aslında altın oran yerine basit oranları kullandığını belirtir.

Bir matematikçi olan Fischler (1981), iki önemli soruya dikkat çeker: Sanatçılar altın oranı kendi sanat çalışmalarında teorik bir temel olarak kullanmalı mı? ve başka bir döneme ait eserler teorik bir temel olarak altın oranı kullanıp kullanmadı mı? Herz-Fischler (1983), altın oranın resimlerde veya mimari yapılarda kullanılmasına yönelik yapılan çalışmaları inceledikten sonra, bir sanatçının altın oranı eserlerinin teorik temeli olarak kullandığını ölçümlerle söylemenin mümkün olmadığı sonucuna varır ve bu konuda belgesel kanıtın gerekli olduğunu savunur. Basit oranların kullanımı, örneğin 5/8 oranı, sayısal değerleri birbirine yakın olan Altın Oran kullanımı ile kolayca karıştırılabileceğini belirtir.

Carnegie Mellon Üniversitesi'nde sanat tarihi üzerine çalışmaları olan felsefe profesörü Carrier (1991) Charles Bouleau'nun Ressamın Gizli Geometrisi (*The Painter's Secret Geometry: A Study of Composition in Art*) adlı kitabında, kapsamlı bir analiz sunmasına rağmen, bu analizlerin herhangi bir açıklayıcı değere sahip olduğuna inanmanın zor olduğunu ifade eder. Örneğin, Caravaggio'nun *The Entombment of Christ* adlı eserinin en az on yedi çizginin üst üste bildirilmesi ile analiz edilmesinde olduğu gibi, hemen hemen her resmin böyle bir çizgi labirentine indirgenebileceği duygusunun analizleri ikna edici yapmadığını ifade eder. Bu eleştirilerin yanı sıra, Carrier kitabı adil bir bakış açısı ile alır. Sanat eserlerinin geometrik çözümlenmesine yönelik olan bu eser orijinal nitelikte olduğu için yazarın bazı noktaları yanlış anlaması veya ara sıra hatalar yapmasının beklenebilir bir durum olduğunu da ifade eder. Buradaki belirsizlik aslında, Herz-Fischler (1983)'in dikkat çektiği soru ile örtüşür. Herz-Fischler belli bir ressamın aklında teorik bir model olarak altın sayı olup olmadığının, başka bir deyişle, altın sayıyı elde etmek için bilinçli olarak geometrik bir yapı kullanıp kullanmadığının veya altın sayıya yaklaşma niyetiyle bilinçli olarak basit bir oranı kullanıp kullanmadığının asıl önemli soru olduğuna dikkat çeker. Bouleau'nın kitabında Claude Lorrain ve Girodet gibi bazı sanatçıların eskizlerinde bu tip geometrik kompozisyonların bilinçli olarak kullanıldığına yönelik bulgular da yer alırken; bir yandan da Bouleau, kendi kitabında yapmış olduğu analizlerin tek başına çürütülemez kanıt içermediğini ve başka tatmin edici farklı diyagramların da uygulanabileceğini söyleyerek kitapta iddia edilen analize her zaman karşı çıkılabileceğini belirtir.

Benzer eleştiriler, Hambidge'nin Dinamik Simetri teorisine yönelik de olmuştur (Blake, 1920; Carpenter, 1921). Blake (1920), dinamik simetri üzerine eleştiri makalesinde, Hambidge'nin yazılarının anlaşılır olmadığından, kavramların ve terimlerin açıkça ifade edilmediğinden bahseder. Gerekçesi olmayan sonuçlara ulaştığına, bir veya iki istisna dışında analiz edilen vazoların ve diğer nesnelerin boyutlarına yer verilmediğine ve bu nedenle verilen diyagramların orijinallerine ne kadar yakından uyduğunu tespit etmenin imkânsız olduğuna, ideal olan ile aradaki tutarsızlıklar hakkında herhangi bir tartışmanın yer almadığına değinir. Benzer şekilde de Haas'ın 1917 yılındaki yaptığı geometrik çözümlemede, ortaya atılan iddianın orijinal eserle ne kadar tutarlılık sağladığı anlaşılamamaktadır. Ancak yazar bu tip geometrik çözümlemelerde dikkate alınması gereken önemli hususlardan bahseder. Örneğin, çözümlemelerde reprodüksiyon üzerinden çözüm yapmanın uygun olmayabileceğini, reprodüksiyonların orijinal eserlerle birebir uymama ve bozulma sorunlarının olabileceği konusunda uyarır. Örneğin, siyah beyaz reprodüksiyonlarda farklı ton ve renklerin iyi gözlenemeyebileceği için orijinal eserdeki bazı çizgilerin görünmeyebileceğinden ve geometrik çözümlemelerin eksik olabileceğinden bahseder. Ayrıca tabloların günümüze ulaşana kadar boyutlarında oluşan değişimlerden dolayı hata payları da olabileceğini belirtir.

3. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, disiplinlerarası matematik ve resim sanat dalı bağlamında iki disiplin arasındaki etkileşim noktalarından biri olan resim kompozisyonlarının geometrik çözümlemelerine odaklanılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmacıların çözümlemede ressamların matematikle ilgili beş kavram veya teknikten yararlandıklarını ifade ettikleri gözlenmiştir. Bunlar şu şekilde özetlenebilir: (1) altın oran ve altın dikdörtgen kullanımı, (2) müzikal uyum oranlarının ve diğer basit oranların kullanımı, (3) *rabatment* tekniğini kullanımı, (4) geometrik şekillerin kullanımı, (5) dinamiklik yaratan elemanların kullanımı (dinamik simetri, dinamik müzik oranları, yılansı eğri ve köşegensel kompozisyonların kullanımı). Bu kavram ve teknikler birbirinden bağımsız olmayıp sanatçıların bu teknikleri bir arada da kullandığı ifade edilmiştir.

Sanat eserlerinin geometrik çözümlemelerine yönelik eleştirel çalışmalar incelendiğinde ise, bu çalışmaların; yapılan çözümlemelerin gerçekte ne kadar sanatçılar tarafından teorik bir çerçeve olarak bilinçli olarak uygulandığının belirsizliği (Herz-Fischler, 1983) ve bu çözümlemelerin nasıl yapıldığına dair kanıtların yetersizliği ya da yanlışlığı ile ilgili olmuştur (Carrier, 1991; Markowsky, 1992). Bazı istisnai durumlar dışında (sanatçıların geometriyi kullandığına dair eskizleri) dışında yapılan çözümlemelerin aslında çürütülebileceği veya farklı şekilde yorumlanabileceği tartışılmıştır (Blake, 1920; Bouleau, 2014). Bu tartışmalar, sanatçıların hiç geometriden yararlanmadığı anlamına gelmeyip, eserlerin geometrik çözümlemeleri ile ilgili kanıtların dışında basit bir şekilde genellemeler yapmadan, dikkatli olarak yorumlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bir resim kompozisyonunun geometrik çözümlenmesine etki eden pek çok faktör olabilir. Örneğin, orijinal eser üzerinde veya siyah beyaz bir reprodüksiyonu üzerinde çalışılıp çalışılmadığı ve orijinal eserin günümüze kadar boyutlarındaki değişimler (de Haas, 1917), ölçümlerin tam olarak hangi noktalardan yapıldığı, analiz yapan kişinin aklındaki şemaya uydurup uydurmaya çalışıp çalışmadığı (Markowsky, 1992) gibi faktörler ölçümlerin doğruluğuna etki eden faktörler olabilir. Ayrıca sanatçıların neyi geometri olarak algıladıkları (sadece köşegenlerden çizilen diyagramlarla oluşturulan geometrik şekiller, geometrinin kullanımına yönelik bir örnek olabilir mi?) veya bir matematikçinin bir resimde matematiğin veya geometrinin kullanılıp kullanılmadığına karar vermeden önce matematiği nasıl algıladığı da tartışmaya değer konulardan biridir.

Bu araştırma klasik sanat çerçevesinde yapılan geometrik çözümlemelere odaklanan çalışmalarla sınırlı olup, geometrik bir çözümleme yapmayı hedeflememektedir. Araştırmada kullanılan kavram ve örnekleri bütün dönemlere, bütün resim sanat dalı eserlerine veya bir sanatçının bütün eserlerine genelleme yapmamaktadır. Araştırma, geometrik çözümlemelere yönelik yapılan çalışmaları ve bu çözümlemelere yönelik eleştirileri sunarak bu alana eleştirel bir bakış açısı ile yaklaşmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda resim kompozisyonu oluşturmada kullanılan geometrik kavram ve örneklerin ulusal alanyazına kazandırmanın da alana önemli katkıları olacağı düşünülmektedir. Resimlerdeki geometrik çözümlemeleri tarif ederek ve bu çözümlemelere yönelik eleştirileri dile getirerek resim ve matematik arasındaki devamlılığın kompozisyon bağlamında nasıl sağlanabileceğini tartışmak ayrıca bir önem taşımaktadır.

Günümüzde yapılan bu araştırmaların azlığının sebebini bu tip çözümlemelere yönelik eleştiriler açıklayabilir. Bunun yanı sıra, Bouleau (2014) geometriye yönelik ilginin tamamen yok olmadığını ve değişen stillerde tablolarda etkisini gösterdiğini, bazı dönemlerde ise öneminin çoğunu kaybettiğini belirterek bunun sebebinin, artık stüdyolarda, kompozisyon hakkında öğretim elemanlarının bilgilerinin körelmesi veya başka konulara odaklanmaları ile açıklar. Matematik ve sanat üzerine öncü çalışmaları olan İtalyan matematikçi Michele Emmer ise matematik ve sanat arasındaki dönemsel kopukluğun sebebini, sanatçıların ve sanat tarihçilerinin görsel matematik alanındaki tüm yenilik ve gelişmeleri takip etmekte zorlanmaları ile açıklar (Emmer, 1994). Bu devamlılık, her iki disiplindeki gelişmelerin takip edilmesi, bunların bilinçli olarak eğitim ortamına entegre edilmesi, Maurits Cornes Escher'in matematikçilerle iş birliği örneğinde (Ernst, 2012) olduğu gibi, sanatçıların aktif olarak matematiksel fikirlerle yüzleşmesine fırsat sunacak disiplinlerarası eğitimler ile sağlanabilir. Devamlılığın sağlanabilmesinin bir diğer yolu ise, McManus, Cook ve Hunt (2010)'ın farklı büyüklüklerdeki dikdörtgenlerin estetik seçimlerdeki etkisine yönelik çalışmasında olduğu gibi matematik ve resim dalı etkileşimi bağlamında kompozisyonel geometrinin estetik seçimlerde etkili olup olmadığına yönelik deneysel psikoloji çalışmalarının artırılması ve bu araştırmalarla bu iddiaların desteklenmesi veya çürütülmesi ile olabilir. Kompozisyonların geometrik çözümlenmesini eleştirel bir bakış açısı ile ele alan bu incelemenin hem sanat eğitimi hem de matematik eğitimi araştırmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Barker, N. J. (2000). 'Diverse passion': Mode, interval and affect in Poussin's paintings. *Music in Art*, 25(1-2), s. 5-24. https://www.jstor.org/stable/41818356

Bigalı, Ş. (1999). *Resim sanatı*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Blake, E. M. (1920). Dynamic symmetry—A criticism. *The Art Bulletin*, 3(3), s. 107-127. https://doi.org/10.1080/00043079.1920.11409693

Bouleau, C. (2014). *The painter's secret geometry: A study of composition in art*. Dover Publications.

Carpenter, R. (1921). Dynamic symmetry: A criticism. *American Journal of Archaeology*, 25(1), s. 18-36.

Carrier, D. (1991). Review of Courbet's realism; Realism, writing, disfiguration. On Thomas Eakins and Stephen Crane by M. Fried. *History and Theory*, 30(3), s. 368-381. https://doi.org/10.2307/2505565

Ditner, D. C. (1983). Claude and the ideal landscape tradition in Great Britain. *The Bulletin of the Cleveland Museum of Art*, 70(4), s. 147-163.

Emmer, M. (1994). Art and visual mathematics. *Leonardo*, 27(3), s. 237-240.

Emmer, M. (2005). *The visual mind II*. MIT Press.

Erickson, B. (1986). Art and geometry: Proportioning devices in pictorial composition. *Leonardo*, 19(3), s. 211-215.

Ernst, B. (2012). *The magic mirror of M. C. Escher*. Taschen.

Falbo, C. (2005). The golden ratio—A contrary viewpoint. *The College Mathematics Journal*, 36(2), s. 123-134. https://doi.org/10.1080/07468342.2005.11922119

Fathauer, R. W. (2007). A survey of recent mathematical art exhibitions. *Journal of Mathematics and the Arts*, 1(3), s. 181-190. https://doi.org/10.1080/17513470701689167

Fischler, R. (1981). On the application of the golden ratio in the visual arts. *Leonardo*, 14(1), s. 31-32.

Gamwell, L. (2016). *Mathematics and art: A cultural history*. Princeton University Press.

de Haas, K. H. (1917). The geometric basis of pictorial art. *The Art World*, 1(6), s. 436-440. https://doi.org/10.2307/25587830

Hambidge, J. (1920). *Dynamic symmetry: The Greek vase*. Yale University Press.

Hambidge, J. (1967). *The elements of dynamic symmetry*. Dover Publications.

Herz-Fischler, R. (1983). An examination of claims concerning Seurat and the golden number. *Gazette des beaux-arts*, 101, s. 109-112.

Kemp, M. (1990). *The science of art: Optical themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*. Yale University Press.

Kus, M. ve Cakiroglu, E. (2022). Mathematics in the informal setting of an art studio: Students' visuospatial thinking processes in a studio thinking-based environment. *Educational Studies in Mathematics*, 110(3), s. 545-571. https://doi.org/10.1007/s10649-022-10142-8

Lawrence, C. (2023). A Decade of MoMath: TEN acity, In TEN sity, and Po TEN tial. *The Mathematical Intelligencer*, 1-6. https://doi.org/10.1007/s00283-022-10257-z

Markowsky, G. (1992). Misconceptions about the golden ratio. *The College Mathematics Journal*, 23(1), s. 2-19. https://doi.org/10.1080/07468342.1992.11973428

McManus, I. C., Cook, R. ve Hunt, A. (2010). Beyond the golden section and normative aesthetics: Why do individuals differ so much in their aesthetic preferences for rectangles? *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(2), s. 113-126. https://doi.org/10.1037/a0017316

Ocvirk, O.G., Stinson, R.E., Wigg, P.R., Bone, R.O. ve Cayton, D.L. (2015). *Sanatın temelleri: Teori ve uygulama*. Karakalem Kitabevi Yayınları.

Poore, H. R. (1967). *Pictorial composition: An introduction*. Courier Corporation.

Sertöz. A. S. (2019). *Öklid'in elemanları*. TÜBİTAK.

Taubes, F. (1949). *Pictorial composition and the art of drawing*. Dodd Mead ve Company,

Wilson, J. (2021). Dynamic symmetry: A history and analysis. *Journal of Mathematics and the Arts*, 15(1), s. 19-32. https://doi.org/10.1080/17513472.2020.1805157

Winner, E., Goldstein, T. R. ve Vincent-Lancrin, S. (2013). *Educational research and innovation art for art's sake?* OECD.