




# Mimarlıkta Güzel Kavramının Araştırılmasına Yönelik Bilgisayar Tabanlı Bir Çizgi Analizi Modeli Denemesi: Üç Mimar Sinan Yapısı

A Model for Researching the Concept of Beautiful in  
Architecture: The Three Structures of Mimar Sinan

Mehmet TEKİN<sup>1</sup>  
Erdem KÖYMEN<sup>2</sup>  
Serhat ANIKTAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye.

<sup>2</sup>Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

## öz

Mimarlıkta bilgisayar destekli yazılımların kullanımı her geçen gün artmaktadır. Yapıların tasarım ve üretim süreçlerinde kullanılan yazılımlar mimari eserlerin ortaya çıkarılmalarını teknik ve yapısal anlamda kolaylaştırmaktadır. Fakat üretilmiş mimari eserlerin içerdikleri estetik ve teknik güzellik olgularının nicel olarak değerlendirilmesi ve yorumlanmasında kullanılan yazılımlar oldukça sınırlı sayıdadır. Bu mevcut sınırlı alana yeni bir açılım yapılabilmesi amacıyla mimari eserlerin çizgisel oranlarını görseller üzerinden ölçebilen bilgisayar destekli bir model geliştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında güzellik kavramına ve mimarlıktaki yerine değinilmiş, olgunun araştırılmasında kullanılan bilgisayar destekli yazılımlardan örnekler ortaya koyulmuştur. Sonrasında Mimar Sinan ve çalışmada kullanılan üç eseri hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra kompozisyonda çizgisellik konusuna değinilerek çalışmanın yöntemi olan çizgi analizi modelinin geliştirilmesi ve uygulaması anlatılmıştır. Cami analizlerinden önce model aracılığıyla farklı sanat dallarından eserlerin çizgi analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde eserlerin görsel olarak algılanabilen düzlük, eğrilik, karmaşıklık ve düzen gibi birtakım özelliklerinin çizgi analizi verilerinde de okunabildiği izlenmiştir. Sonraki adımda ise üç Sinan camisinin iç mekân görselleri üzerinden çizgi analizleri yapılmış ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, üç yapının farklı tasarım ve teknik özelliklere sahip olmalarına rağmen benzer açılardan çekilmiş dokuz adet fotoğrafında yatay, düşey ve diyagonal çizgi oranlarının birbirlerine çok yakın olduğu, aynı yakın oranların ortalama çizgi oranlarında da okunabildiği görülmüştür. Çalışmanın mimari sanat eserlerinin nicel değerlendirilmesi alanına farklı bir bakış açısı sağlaması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mimarlıkta güzel, Mimar Sinan, bilgisayar tabanlı model, çizgisel analiz

## ABSTRACT

The use of computer-aided software in architecture is increasing day by day. The software used in the design and production processes of the buildings facilitates the discovery of architectural works technically and structurally. However, the software used to quantitatively evaluate and interpret the aesthetic and technical beauty phenomena contained in the produced architectural works is quite limited. A computer-aided model was developed that can measure the linear proportions of architectural works through visuals in order to make a new expansion in this limited area. In the first stage of the study, the concept of beauty and its place in architecture were mentioned, and examples of computer-aided software used in the research of the phenomenon were presented. Afterward, information is given about Mimar Sinan and his three works used in the study. Then, the development and application of the line analysis model, which is the method of the study, is explained by touching on the subject of linearity in composition. Before the analysis of the mosques, line analyses of the works from different branches of art were made through the model. In these analyses, it was observed that some of the visually perceptible features of the artifacts, such as flatness, curvature, complexity, and order, could also be read in the line analysis data. In the next step, line analyses were made on the interior images of the three Sinan mosques and the results of the analysis were evaluated. When the results are examined, it is seen that the horizontal, vertical, and diagonal line ratios are very close to each other in the nine photographs taken from similar angles, although the three structures have different designs and technical

Geliş Tarihi/Received: 09.09.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 27.03.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 26.09.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Mehmet TEKİN  
E-mail: mimarmehmetekin@gmail.com

Cite this article as: Tekin, M., Köymen, E., & Aniktar, S. (2023). Mimarlıkta güzel kavramının araştırılmasına yönelik bilgisayar tabanlı bir çizgi analizi modeli denemesi: Üç Mimar Sinan yapısı. *Art and Interpretation*, 42(1), 2-16.



features, and the same close ratios can be read in the mean line ratios. It is expected that the study will provide a different perspective to the field of quantitative evaluation of architectural works of art.

**Keywords:** Beautiful in architecture, Mimar Sinan, computer-based model, linear analysis

## Giriş

Güzellik algısı insana doğuştan gelen bir özellik olarak verilmiştir. Aslında bir nesnenin güzel olup olmadığı teorik olarak nicel verilerle ölçülebilen birtakım somut oranlara bağlıdır. Fakat insanoğlu bu oranları matematiksel olarak ölçemese de doğduğu andan itibaren farkında olmadan baktığı nesnelerin güzel olup olmadığına karar verir. İnsanlık, tarih boyunca dünyadaki varlığının ilk zamanlarında farkında olmadığı bu kararın hangi algısal faktörlere ve hangi bilimsel verilere dayandığını araştırmıştır. Bu nedenle güzellik kavramı farklı bilim ve sanat dallarında çalışmalar yapan birçok kişi tarafından üzerine düşünülen ve tanımlanmaya çalışılan bir kavramdır.

Güzellik olgusunu bir "kavram" olarak değerlendirip felsefi bağlamda inceleyen ilk kişi Platon'dur (Ülger, 2013, s. 16). Platon'dan sonra da bu olgu tarih boyunca bu konu üzerine düşünen birçok kişi tarafından iyilik, doğruluk, yararlılık gibi çeşitli soyut kavramlarla ilişkilendirilmiştir ve güzel kavramı bu ilişkilerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Güzel kavramının nicel anlamda değerlendirilmesinde ise somut ölçüm yöntemleri söz konusudur. Bir nesnenin oransal bütünlüğü o nesnenin ahenk, denge ve güzelliğiyle ilişkilidir. Eğer baktığımız nesne oransal açıdan dengeli değilse onu çirkin olarak algılarız. Bu algının hangi somut verilere dayandığının belirlenebilmesi için çok eski tarihlerden günümüze kadar fibonacci sayıları ve altın oran, fraktal geometri gibi çeşitli oransal hesaplama yöntemi kullanılmıştır.

Mimari sanat eserlerindeki estetik ve güzellik kavramı ise teknik ve yapısal bağlamda birçok unsurun belirli bir düzen içerisinde ve doğru şekilde bir araya getirilebilmesiyle ilişkilidir. Mimarlıkta güzellik arayışı insan tarihinde medeniyetlerin başlangıcından itibaren ele alınan bir kavramdır ve bir yapıdaki güzellik sadece etrafımızı saran bir kabuk olmasıyla ilişkilendirilemez (Göğebakan, 2012, s. 79). Yapılarda işlev ve form arasındaki sorgulamalar bahsedilen güzellik arayışının örnekleridir. Mimari eserin tasarımında doğru çözümlenmiş planın sağladığı işlevsellik, çevresine ve yapım amacına uygun şekilde oluşturulmuş form ve yapı kompozisyonunun barındırdığı estetik unsurlar bir araya getirildiğinde o yapı güzel olarak tanımlanabilmektedir.

Çalışma kapsamında görsel kompozisyonları çizgisel bağlamda düşey-yatay ve diyagonal oranlarına göre değerleyen özgün bir model geliştirilmiştir. Model öncelikle farklı sanat dallarına ait eserlerin üzerinde denenmiştir. Arkasından modelin mimari bağlamı analizlerini elde etmek için Mimar Sinan'a ait Şehzadebaşı, Süleymaniye ve Selimiye Camii yapıları asıl araştırma kapsamı olarak belirlenmiştir. Bu kapsam belirlenirken, makalenin 2. bölümünde değinilen özellikleri doğrultusunda bu üç eserin, "kıyaslamalı bir analiz" açısından uygun olduğu düşünülmüştür.

Özetle ifade etmek gerekirse;

- Farklı strüktür özellikleriyle tasarlanmış fakat aynı işleve sahip yapılar olmaları,

- Bir mimarın farklı dönemlerindeki teknik ve estetik bilgi birikimini ve tasarım anlayışını yansıtmaları,
- Camiler hakkında Sinan'a atfedilen, "Çıraklık, kalfalık ve ustalık eserim..." derecelendirme söylemi,
- Çizgisel kompozisyonda zenginlik sağlayan ve düşey-yatay-diyagonal çizgi özellikleri barındıran çok sayıda yapı elemanı içermeleri

gibi sebeplerden dolayı bu üç Sinan yapısı, araştırma kapsamı olarak belirlenmiştir.

## Güzel Kavramının Araştırılmasında Bilgisayar Tabanlı Yaklaşımlar

Bilgisayar destekli programlar sanatı oluşturma ve sergileme işlevlerinin yanı sıra üretimi gerçekleştirilmiş sanatsal ürünü analiz etmek için de kullanılabilir. Sayısız sanat eserinin üretildiği ve incelendiği dijital ortam analizlerinin tamamından bahsetmek elbette mümkün değildir. Fakat bu analizler görsel üzerinden altın oran ölçümleri, fraktal boyut hesaplamaları veya oluşturulmuş algoritmik yazılımlarla yapılan analizler gibi teknikler üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Örneğin Tekkanat (2006), altın oran-sanat ilişkisini ele almış ve dünyada farklı dönemlerde ve farklı yerlerde üretilmiş olan mimari yapıları ve bazı sanatsal eserleri altın orana uygunlukları bakımından incelemiştir.

Genç (2019), dijital ortamda fraktal sanat oluşturma süreçlerine değinmiştir. Ultra Fractar, Fractal Zoomer gibi bilgisayar tabanlı programlar ile oluşturulan sanatsal ürünlerin birtakım matematiksel modellemeler olduğunu, görsellerin sonsuza yakın detaylar içerdiğini ve bu programlar ile oluşturulan dijital eserlerin insanlar tarafından geleneksel yöntemlerle yapılmasının imkânsız olduğunu söylemiştir.

Kanatlar (2012), Sedat Hakkı Eldem'in farklı zamanlarda tasarlanmış olduğu yapıları fraktal boyutlarına göre analiz edip kıyaslamıştır. Bu yöntemle mimarın zamanla gelişen ve değişen tasarım yaklaşımını sorgulamıştır. Bu doğrultuda mimarın belirli kriterler esas alınarak seçilmiş konut yapılarını çalışma kapsamına almıştır. Bu yapıların görünüş çizimlerini geliştirmiş olduğu yazılımla fraktal boyutları bakımından incelemiştir. Piksel ölçme özelliği olan bu yazılımla yapıları farklı sayılarda karelere ayırıp bu karelerin doluboş oranlarını ölçmüştür. Ölçüm sonuçlarını daha sonra gözleme dayalı sezgisel sonuçlar ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonucu modern yapıda tasarlanan konut yapılarının fraktal oranlarının bu yapılara kıyasla daha detaylı olduğu gözlenen yapılara göre daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, teknoloji kullanılarak yapılan sayısal analizlerin insan algılarını destekleyici nitelikte olduğunu ve yararlanılması faydalı olan yöntemler olduğunu göstermiştir. Üçüncü bölümde çalışma kapsamında geliştirilen model ile Eldem'in aynı yapısı analiz edilmiş ve Kanatlar'ın çalışmasına paralellik gösteren verilere erişilmiştir.

Aarabi ve ark. (2001), insan yüzünün güzel kavramına uygunluğunu incelemişlerdir. Yüz güzelliğini otomatik olarak ölçmek için geliştirdikleri algoritmik yazılım görsel üzerinde bir eliptik



şekil kullanarak önce yüz, gözler ve ağız olmak üzere üç temel bölümü tanımlamış ve yerini belirlemiştir. Sonrasında daha önce literatürde kabul görmüş ve yüz üzerinde bulunan ağız, gözler ve burnun birbirleriyle bağlantılı birtakım ölçüleri üzerinden bir oranlama yapmıştır. Bu oranlamalar sayesinde kullanılan 80 adet yüz görseli 3 en güzel ve 0 en az güzel olmak üzere sınıflandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda yüz güzelliğini otomatik olarak doğru şekilde ölçen bir algoritma elde edilmiştir. Algoritmayla fotoğraflar üzerinden oran analizi yapılması ve analiz sonuçlarının güzelliği olgusunun değerlendirilmesinde kullanılmış olması bakımından yöntem, çalışma kapsamında geliştirilen çizgi analizi yöntemine benzer bir nitelik taşıyarak ilham olmuştur.

Meddahi ve Boussora (2021), Cezayir’de bulunan koloni konutlarının dijital cephe çizimleri ve fotoğraf gözlemleri üzerinden estetik bir kıyas analizi yapmışlardır. Çalışma cephelerin biçimsel anlamda düzen ve karmaşıklık özelliklerine odaklanarak nicel bir ölçüm için analitik bir yaklaşım sunmaktadır. Analiz için bölgede bulunan binalardan 15 tanesi seçilmiştir. Binalar bölgenin ana aksı üzerinde bulunan aynı yüksekliğe sahip yapılardır. İlk aşamada cepheler tasarımdaki farklı hiyerarşi seviyelerini ölçmek için L1 (toplam kütle), L2 (ikincil kütle), L3 (elementler) olarak ayrıştırılmıştır. Zaman içerisinde birçok değişikliğe uğramasından dolayı süsleme unsurlarını içeren L4, sınıflandırmaya dahil edilmemiştir. Daha sonra matematiksel analiz yoluyla cephelerin karmaşıklık ve düzen ölçümleri yapılmıştır. Son aşamada yapılan ölçümler sonucunda cepheler düşük, ortalama, yüksek ve çok yüksek olmak üzere estetik değerleri bakımından tanımlanmıştır ve sınıflandırılmıştır. Bahsedilen şekilde yapılan sınıflandırma mimari yapıların nicel karşılaştırmalı analizi bakımından özgün bir yöntem olarak görülmüş ve bu çalışmadaki çizgi analizi yönteminin geliştirilmesi fikrine katkı sağlayan çalışmalardan biri olmuştur.

Uçan (2017), yöntemiyle 20. yüzyılda üretilen Türk ve Avustralya karikatürlerini yapay zekâ kullanarak nicel analize tabi tutmuş ve sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmayı Gillian Rose’un içerik analizi yöntemini kullanarak yapmıştır. Rose (2001), görsel analiz yöntemlerinden iyi göz, içerik analizi, semiyoloji, psikoanaliz, söylem analizi ve bu metotların karışımı olan diğer metotlar olarak bahseder. Bu yöntemlerin içinde içerik analizi diğerlerinden farklı olarak nicel verilere ve bilgisayar tabanlı kodlamalara dayanır. Bu yöntemin kullanıldığı çalışmada aynı dönemin eserleri olmaları ve karikatüristlerinin birbirini takip eden kuşaklara ait çizimlerden etkilenmeleri gibi sebeplerden kaynaklı olarak birbirlerine benzeyen ve fiziksel olarak birbirlerinden ayrıştırılmaları zor olan karikatürler seçilmiştir. Çalışma sayesinde sanat eserlerinin değerlendirilmesinde unsurlar olan benzerlik ve özgünlük kavramının değerlendirilmesi için bilgisayar destekli bir yaklaşım ortaya konulmuştur. İçerik analizi yöntemiyle gerçekleştirilen ve nicel kıyaslanmanın yapıldığı bu çalışmada analiz kapsamında seçilen eserlerin ortak özellikleri olan fakat farklı yaklaşımlarla tasarlanan eserler olması, bu çalışmada çizgisel analiz kıyaslaması için seçilecek mimari eserlerin belirlenmesi aşamasında katkı sağlamıştır.

Bilgisayar tabanlı yazılımlar, tarihi yapıların görsel belgelemeleri için uygulanan fotogrametri işlemlerinde de kullanılmaktadır. Vatan (2005), malzemeleri ve geometrileriyle karmaşık yapıları tanımlayan ve Mimmar Sinan tarafından tasarlanan Eğrikerem’i “Sonlu Elemanlar Yöntemi” olarak adlandırılan bir yöntemle analiz etmiştir. Bilgisayar destekli olarak uygulanan bu analiz yönteminde karmaşık yapılar belirli ölçülere sahip iki ve üç boyutlu küçük parçalarla tanımlanmaktadır. Analiz kapsamında önce Eğrikerem’e ait birtakım görseller fotogrametrik yöntemlerle

elde edilmiştir. Sonrasında elde edilen veriler üzerinde birtakım sayısal düzenleme yapıldıktan sonra bilgisayar tabanlı bir program ile görsellerin analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz yazılımı, yapının görsel verilerinin sayısal olarak tanımlanması, düzenlenmesi ve değiştirilmesinin hızlı ve etkin şekilde yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Çalışmanın sonunda analiz yönteminin geliştirilmeye açık olduğu, mimarlık ve fotogrametri disiplinlerinin bir araya getirilerek üç boyutlu analiz yöntemlerinin geliştirilebileceği söylenmiştir. Vatan (2005)’in çalışması kapsamında gerçekleştirilen nicel analiz yöntemi kompleks bir yapıyı daha küçük bileşenlerinin sayısal oranlarına göre incelemesi bakımından bu çalışmada geliştirilen çizgi analizi yöntemine benzerlik göstermektedir.

Güzel kavramının araştırılması konusunda yapılan bilgisayar tabanlı çalışmalar çok sayıda çeşitlendirilebilir. Bu açıdan dijital ortamda sanat üretimi kadar dijital sanat analizinin de sınırlarının teknolojiyle paralel olarak sürekli genişlediği açıktır.

### Mimar Sinan’ın Üç Eseri: Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camileri

Osmanlı İmparatorluğu’nun güç, ekonomi ve bilimsel açıdan tarihinin zirvesinde bulunduğu dönemlerde, bu gücü yansıtabilecek mimari eserleri tasarlama görevi yaklaşık yarım asır kadar mimar-başı olarak görev yapan Sinan’a verilmiştir. Sinan, bu süre zarfında inşa edilen yaklaşık dört yüz kadar eseri içerisinde üç tanesini ayrı bir yere koyarak tanımlamıştır. Bunlar çiraklık eseri olarak tanımladığı Şehzadebaşı, kalfalık eserim dediği Süleymaniye ve birinci sıraya koyarak ustalık eseri olarak tanımladığı Selimiye’dir.

Şehzade Camii, Mimar Sinan tarafından tasarlanan ilk selatin cami olma özelliği taşımaktadır ve mimarın ilk önemli anıtsal eseri olarak kabul edilir (Biçer Parlak ve ark., 2020, s. 94). Kare ve dengeli bir yerleşime sahiptir. Merkezi kubbesi dört yarım kubbe ile desteklenmiş ve dört büyük taşıyıcı üzerinde bulunan sivri kemerlere oturtulmuştur. Yapının kubbesi pandantif elemanlarla geçilmiş ve mekân üstünde oluşan köşelerde birer küçük kubbe ile üst örtüsü bitirilmiştir. Camide girişler ana akslar üzerindedir. Bu tasarım mekân bütünlüğü algısını güçlendirmiştir (Gül, 2019, s. 164). Bu yapıda kendine has bir piramidal örtü sisteminin ilk örneğini deneyen Sinan, örtünün en önemli destek bileşeni olan payanda elemanlarını revaklı galerilerin içine saklamıştır. Mekânsal bütünlük anlamında kubbenin geldiği seviye, ilk defa Şehzade Camii’nde küçük ölçüde uygulanmıştır. Bundan dolayı Mimar Sinan bu eserini “çiraklık eseri” olarak nitelemiştir (Ökten, 2017, s. 16). Şehzade Camii, Sinan döneminden sonraki büyük camilerin mimarlarına da ayrıca referans olmuştur. Sinan’ın meydana getirdiği büyük ölçekli ilk külliye olması açısından Şehzade Camii planının ve planına bağıntılı diğer yapıların da ayrı önemi vardır (Aslanapa, 1992, s. 13). Şehzade Camii’nin Mimar Sinan’ın mesleki gelişiminde ortaya koyduğu eserler sıralamasında bir sıçrama noktası olduğu görülmektedir. Kütle, plan ve iç mekân öğeleri gibi konularda önceki tasarımlarından farklılaşmış ve tasarımı fark edilir şekilde değişiklik göstermiştir.

Mimar Sinan’ın “kalfalık eseri” şeklinde nitelendirilen Süleymaniye Camii, 1550–1557 yılları arasında yine Kanuni Sultan Süleyman tarafından inşa ettirilmiştir. Bu cami Şehzade Camii’nin daha büyük bir alanda inşa edilmiş daha gelişmiş bir tasarımıdır. Bu yapıda Sinan, Şehzade Camii’nde öğrendiklerini daha geniş bir ölçekte uygulamıştır (Biçer Parlak ve ark., 2020, s. 95). Cami dört taşıyıcı üzerinde konumlandırılan bir ana kubbe, ikişer adet çeyrek kubbe ile genişletilen iki yarım kubbe ve yan bölümlerde bunları destekleyen on adet küçük kubbeden oluşmaktadır. Ölçüsel anlamda Ayasofya’ya yakın bir tasarımı olan cami, kullanılan daha ileri teknoloji sayesinde Ayasofya’dan daha güçlü bir iç mekân

etkisine sahiptir. Camideki yan kubbeler eşit büyüklükte tasarlanmamıştır. Bir büyük bir küçük şeklinde bir tasarım mevcuttur. Bu sayede yapıdaki monotonluk etkisi kırılmıştır ve bu kubbelerin örttüğü yan bölümler uyumlu bir şekilde iç mekânın bir parçası hâline getirilmiştir. Bu sayede geniş ve ferah bir iç mekân elde edilmiştir (Benian, 2011, s. 45). İç mekânı örten ana kubbenin çapı ile simetrik iki adet yarım kubbenin yarıçapları toplanınca, ibadet eden insanları altında toplayacak 51,8 m'lik temiz ve ferah bir açıklık ortaya çıkmaktadır. Ana kubbenin sağ ve sol tarafındaki kemerlerin altında ise 19 adet büyük pencere ve dört küçük dairesel pencereye sahip iki adet büyük duvar bulunmaktadır. Bu sayede tek örtü altındaki bu geniş mekân aydınlatılmıştır. Ayrıca caminin dış duvarına kadar, daha sonra toprak seviyesine kadar kademeli durdurma duvarları vardır. Caminin 4 köşesinde de kare kaidelelerin üzerinde 4 kubbe bulunmaktadır. Kubbe ve taşıyıcı yerleşimi, dikey pencereleri, masif ve şeffaf elemanları ile cami dıştan bakıldığında mükemmel bir dengeye sahiptir (Aktuğlu ve ark., 2009, s. 3). Kubbe, yarım kubbeler, kemerler, demir taşıyıcılar, tuğla ve taşların kompozisyonundan oluşan bir taşıyıcı sistem tek bir örtü altında eşsiz bir mekân oluşturmak için kullanılmıştır. Süleymaniye, taşıyıcı sisteminin tüm bu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda çağının çok başarılı yapı üretim sistemlerinden birine sahiptir (Aktuğlu ve ark., 2009, s. 5). Süleymaniye'de Şehzade Camii'ne kıyasla ana kubbeye eklenen yarım ve diğer küçük kubbelerle temiz açıklıklı iç mekân genişliği ve yüksekliği artırılmıştır. Ana kubbenin sağ ve sol tarafındaki geniş duvarlardaki pencere açıklıkları sayesinde iç mekân daha iyi aydınlatılmıştır.

Selimiye Camii ise Mimar Sinan'ın "ustalık eseri" olarak adlandırıldığı ve 80 yaşında inşa ettiği yapısıdır. Külliyesi ile beraber mimarlık tarihindeki en geniş alanı kaplayan cami 31,30 m çapında ve 43,28 m yükseklikteki ana kubbesi ile dikkat çekmektedir (Biçer Parlak ve ark., 2020, s. 96). Sinan, bu camide iç ve dış strüktür elemanlarını mimari organizasyonun estetik öğeleri hâline getirmiştir (Kısa Ovalı ve ark., 2016, s. 35). Ana kubbe 8 adet ana taşıyıcı kolon üzerine konumlandırılmış ve bu kolonlar 6 m genişliğindeki kemerler ile birbirine bağlanmıştır. İç mekânda 40x60 m genişliğinde bir ibadet alanı ve yaklaşık olarak aynı ölçülerde sahip ortasında şadırvan bulunan ve küçük kubbelerle çevrelenmiş bir avluya sahiptir. 18 sütun ve 16 kubbe ile çevrili bu iç avlu diğer camilerden farklı bir ritim sergilemektedir. Son cemaat yerine bitişik ve daha yüksek olan beş kubbe diğerlerinden kalın olan altı sütun tarafından taşınmaktadır. Bu yapı dizisi sayesinde boyutsal anlamda ana kubbe ile hiyerarşik bir ilişki oluşturulmuştur (Kısa Ovalı ve ark., 2016, s. 36). Caminin ana kubbeye bitişik dört adet minaresi vardır. Selimiye Camii'nin kubbe çapı Süleymaniye Camii'nden büyük olmasına rağmen daha hafiftir. Bunun nedeni Selimiye'nin strüktürel tasarımının daha basit olmasıdır. Bu da Mimar Sinan'ın Süleymaniye'nin inşasından sonra geçen süre içerisinde kubbeyi daha hafif yapı elemanları ile taşıtmayı öğrenmiş olduğunu göstermektedir (Aktuğlu ve ark., 2009). Strüktürel çözümün basitliği Selimiye'nin tasarımında bir başka avantaj daha sağlamıştır. Bu avantaj daha iyi bir aydınlatmadır. Mimar Sinan'ın mimarideki en önemli buluşlarından biri kârgir karkas sistemini geliştirmiş olmasıdır. Bu sistemi Selimiye'de kullanmıştır. Bu keşfe kadar yığma teknikle yapılan duvarlarda kalınlıklar bir metreden fazla olabiliyordu. Fakat bu sistem yükü ana kolonlar ve kemerler ile direkt temele indirebildiğinden duvarlar incelmış ve daha fazla pencere ile daha iyi bir aydınlatma imkânı ortaya çıkmıştır (Berkin & Salbacak, 2013, s. 157). Bununla beraber Süleymaniye'nin tasarımında ana kubbeyi destelemek için çok sayıda tam ve yarım kubbe kullanılmıştır. Bu kubbeler ana kubbenin etrafında başka yan hacimler

oluşturduğundan ana mekâna direkt giren ışığı bir miktar engellemektedir. Fakat Selimiye'de ana kubbe sekiz ana taşıyıcı ve bu taşıyıcıları çevreleyen kemerler ile desteklenmiştir. Kemerlerin arasında kalan ve taşıyıcı özelliği sağlamak zorunda olmayan duvarlar çok sayıda pencere açma imkânı oluşturmuştur. Bu da iç mekânın daha iyi aydınlatılmasını sağlamıştır.

### Kompozisyonda Çizgisellik

Aristo çizgiyi dolu ile boş arasındaki sınır olarak tanımlamıştır. Tüm sanat dallarında yansıtılmak istenen tasarımın en güçlü ifade araçlarından biridir. Yalın ve basit olmasına rağmen usta bir sanatçının elinde kusursuz bir anlatım öğesi hâline gelebilmektedir. İlk çağlardan beri insanlar çizgi öğesini duygularını ifade etme, anılarını ölümsüzleştirme, iletişim kurma gibi birçok amaç için kullanmışlardır. Zaman içerisinde bu kullanımlar sanat ve teknolojinin ifade biçimlerinin gelişmesiyle daha profesyonel hâllerine karşımıza çıkmaya başlamıştır.

Tasarımda çizgi öğesi farklı özellikler içermektedir. Bu özellikler genişlik ve uzunluk gibi ölçü özellikleri, düz, dalgalı ve kırık gibi tip özellikleri, yatay, dikey, diyagonal, oval, çembersel ve dik olmak üzere yön özellikleri, çizginin tanımladığı form bağlamında yer özelliği ve kendisini oluşturan aracın özelliklerini yansıtması bakımından karakter özelliği olarak açıklanabilir.

Mimari yapılarda çizgi algısı oluşturan elemanlar ile tasarımı oluşturan kompozisyona yatay, düşey ve diyagonal etkiler verilmektedir. Örneğin Tadao Ando'nun tasarlamış olduğu "Modern Art Museum'da dış cephe elemanları kompozisyonda düşey bir çizgisellik algısı oluşturmaktadır. David Chipperfield'in "American's Cup Building" binasında ise döşeme elemanları yapıda yatay bir çizgisellik oluşturmıştır. Mario Botto'nun "Museum Jean Tinguely Basel" yapısında yine döşeme ve cephe elemanları eğrisel bir etki oluştururken Juergen Mayer'in "Mensa Karlsruhe" isimli tasarımı taşıyıcı elemanları ile diyagonal bir kompozisyon algısı oluşturmaktadır (Köymen, 2008, s. 89). Bu yatay, düşey ve diyagonal elemanlarla tasarlanmış yapılar da insan algısında yukarıda belirtilenlerle benzer etkiler oluşturmaktadır. Farklı özelliklerde çizgisel kompozisyonlar insan psikolojisi üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Örneğin doğrusal çizgiler sabitlik, kırık çizgiler dinamizm ve heyecan, eğrisel çizgiler sakinlik, kuralsız ve dağınık çizgiler belirsizlik ve istikrarsızlık hisleri uyandırmaktadır (Özek, 2000). Çizgisel kompozisyonun oluşturduğu bu hisler mekânın diğer tasarım faktörleri olan biçim, proporsiyon renk, tefriş vb. bileşenlerin oluşturduğu etkiler ile bir araya geldiğinde mekânsal algılamaya ortaya çıkmaktadır.

Üç boyutlu elemanlardan meydana gelen mimari yapılar kullanıcı ölçeğinden bakıldığında anlık olarak iki boyutlu çizgisel kompozisyonlar olarak görülür. Zihin hareketle birlikte bu kompozisyonların birleşimi sayesinde üç boyutlu objeyi detaylandırır ve daha net bir şekilde algılamaya başlar. Örneğin bir hacmin içinde farklı noktalarda durup baktığımızda her seferinde farklı bir çizgisel kompozisyon gözlemleriz. Mekânda gezindikçe beynimiz fotoğrafını çektiği iki boyutlu görselleri birleştirip analiz ederek ortamdaki derinlik, oran vb. faktörleri algılar. Bu algı mekân tasarımında kullanılan elemanların çizgisel oranlarının değişimiyle çeşitlenir. Çizgisellik mimari eserlerde farklı kullanımlarıyla farklı kompozisyonlar oluşturmaktadır. Bu kompozisyonlar algısal olarak tekrar, armoni, karşıtlık, egemenlik ve denge unsurları oluşturabilir.

### Modelin Geliştirilmesi

Modelin geliştirilmesi için yapılan araştırmalarda Rhinoceros3D/Grasshopper3D ortamına göre kurgulanan FIREFLY eklentisi,

görüntü işleme ve kontür tanıma niteliklerini barındırdığından dolayı dikkati çekmiş ve çalışmada bu eklenti üzerine yoğunlaşmıştır. FIREFLY; Grasshopper ve Arduino mikro denetleyicisi ile web kameraları, cep telefonları, oyun denetleyicileri vb. gibi giriş/çıkış (input/output) cihazları arasındaki boşluğu doldurmaya adanmış bir dizi kapsamlı yazılım aracıdır (Firefly, 2022).

Geliştirilen model dört temel çalışma adımı üzerinde ilerlemektedir (Görsel 1). Öncelikle analiz edilmek istenilen görsel, Grasshopper ortamına "bitmap" görüntü dosyası olarak alınmıştır. Sonrasında bu görsel, FireFly eklentisinin "Brightness saturation" ve "Contrast" komutları ile düzenlenerek, analiz edilebilecek şekle getirilmiştir (Görsel 2a).

İlk ayarlamaları yapılan görsel, FireFly'nin "Contour Vector" komutu ile işlenmiş ve görseldeki detaylar, "çizgi" elemanları olarak tanımlanmıştır. Bu hesaplamalarda öncelikle Firefly'nin "Contour Vector" komutuyla elde edilen çizgilerin "length" değerleri alınmış ve bu değerler kullanıcı kontrolü ile girilen yeni verilerle "Larger then" komutu kullanılarak kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucu belli bir tolerans değerine erişilip toleransın altında kalan çizgiler "Cull pattern" komutu ile hesaplamadan çıkartılmıştır. Örneğin görsel üzerinde 1 mm kadar yer kaplayan ve yakın planda çizgisel nitelikte olduğu hâline geniş ölçekte nokta elemanı gibi algınan çizgiler bu metotla elenmiştir. Bu gibi toleransa dayalı çıkartma işlemleri ile daha doğru değerlemeye gidilmiştir. Sonrasında "y" birim vektörü ile hesaplamaya giren çizgilerin arasındaki açıl değerler "angle between" komutu kullanılarak elde edilmiştir. Bu bölümde elde edilen açılardan eksi bandında kalanlar için mutlak değer hesaplaması ve temel modülasyon kullanılmıştır (Görsel 2b).

Bir sonraki aşamada ise çizgilerin yatay eksenle aralarındaki açılar kullanılarak bir "equality with tolerans" komutu kullanılarak toleranslı aralık hesaplaması yapılmıştır. Buna göre belli açılar arasında kalan çizgiler "düşey," "yatay" ve "diyagonal" olarak tanımlanmıştır. Örneğin yatay düzlem ile arasında 85 derecelik açı bulunan bir çizgi, "düşey" olarak kabul edilirken, düşeyle düzlemle arasında 8 derece olan bir çizgi "yatay" olarak nitelendirilmiştir. Yatay ile arasındaki açının 45 derecelere yaklaşması durumunda ise çizgiye "diagonal" kimliği tanımlanmıştır. Modelde bu tolerans aralıkları parametrik olarak slider'lar kullanılarak işleme alınmış, bu sayede bu üç algının kişiden kişiye değişiklik göstermesi muhtemel farklılıklarının da hesaplanmasının yolu açık bırakılmıştır. Bu aşamada son olarak her üç çizgi tipinin görsel olarak ayırt edilebilmesi için çizgiler yeşil, mavi ve pembe olarak "Color Swatch" komutu ile renklendirilmiştir (Görsel 2c).

Son aşamada ise "düşey," "yatay" ve "diyagonal" olarak tespit edilen çizgilerin sayım aşamasına geçilmiştir. Görselde algılanan üç tip çizgi, bir algoritma kurgulanarak kendi içlerinde sayılmış ve yüzdelik dilim olarak birbirleriyle oranlanmıştır. Bunun yanında çizgi tiplerinin birbirleri ile toplamları arasındaki muhtemel bağıntılarının izlenebilmesi için ayrıca hesaplamalar yapılmıştır. Böylelikle "Düşey+Yatay," "Düşey+Diagonal" ve "Yatay+Diagonal" toplamları ve yüzdelik dilimleri de ortaya çıkmıştır. Bu aşamada temel matematiksel hesaplamalardan olan "Addition," "Multiplication" ve "Round" komutlarından yararlanılmıştır (Görsel 2d).

Görsel 2'de ise model parçalarının Grasshopper3D'de birleştirilmiş son şekli ve Rhinoceros ortamında ürettiği sonuç görülmektedir. Sonraki aşamalarda, geliştirilen model ile çeşitli sanatsal ve mimari nesnelere üzerinden analizler yapılacak ve modelin, çalışmanın asıl odağına sağlayacağı potansiyel katkılar üzerinde durulacaktır.

### Model ile Yapılan Analiz Denemeleri

Öncelikle Görsel 3'te görülen akış şemasında belirtilen amaçlar arasından herhangi bir kıyaslama ya da dayanak unsuru olan bir veri içermeyen görsel analizi amacı kapsamında basit nitelikte çizgisel bir görsel oluşturulmuş ve analiz uygulanmıştır. Kullanılan görsel birbirine eşit uzunlukta ve aynı sayıda düşey, yatay ve diyagonal çizgiler içermektedir. Çizgisel gösterimde düşey çizgiler açık mavi, yatay çizgiler koyu mavi ve diyagonal çizgiler magenta renkleriyle ifade edilmiştir. Analiz sonuçlarında düşey, yatay ve diyagonal çizgisel oranlar sırasıyla %32, %35 ve %33 olarak birbirlerine çok yakın oranda ölçülmüştür (Görsel 4).

Bu bölümde model çalışmanın ana konusu olan üç yapının dışında bazı eserlerin analizlerini yapmak için kullanılmıştır. Eserlerde çıplak gözle algılanabilen ya da birtakım matematiksel verilerle ölçülebilen tasarım unsurlarının model analiziyle sorgulanması amaçlanmıştır.

### Analiz 1

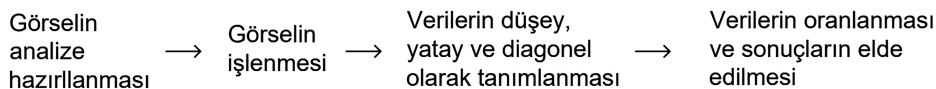
Kanatlar (2012)'in, Sedat Hakkı Eldem'in konut mimarisi üzerine fraktal boyuta dayalı nicel bir analiz yaptığından bahsedilmiştir. Geliştirilen bilgisayar tabanlı bir yazılımla yapılan analizde 1986 yılında çevre dokusuyla uyumlu olması nedeniyle Ağa Han Mimarlık Ödülü alan Zeyrek Sosyal Sigortalar Kompleksi ve çevresindeki yapıların fraktal boyut ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Görsel 5). Bu yöntemle yarışma jürisi tarafından görsel olarak algılanan çevreyle uyum kriteri fraktal boyut analizi ile bilgisayar ortamında sayısal olarak sorgulanmıştır. Analiz sonucunda yapının dört bloğunun fraktal boyutları sırasıyla 1,74 – 1,74 – 1,63 – 1,68, çevre binalardan seçilen iki konutun fraktal boyutları ise 1,72 ve 1,78 olarak ölçülmüştür (Kanatlar, 2012, s. 84). Ölçümler jüri tarafından nitel olarak ifade edilen değerlendirmeyi nicel olarak doğrular niteliktedir.

Kanatlar'ın fraktal analizini gerçekleştirdiği yapı blokları ve konutlar benzer şekilde çalışma kapsamında kullanılan model ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları aşağıdaki gibidir.

Yapılan analiz sonucunda fraktal boyutları birbirine çok yakın olarak ölçülen SSK blokları ve iki konutun düşey, yatay ve diyagonal oranları benzer şekilde birbirine çok yakın olarak ölçülmüştür. Çalışma kapsamında kullanılan model ile yapılan analiz sonuçları incelendiğinde de çizgisel oranlar bağlamında yapıların uyum ve benzerlikleri görülmüştür (Tablo 1).

### Analiz 2

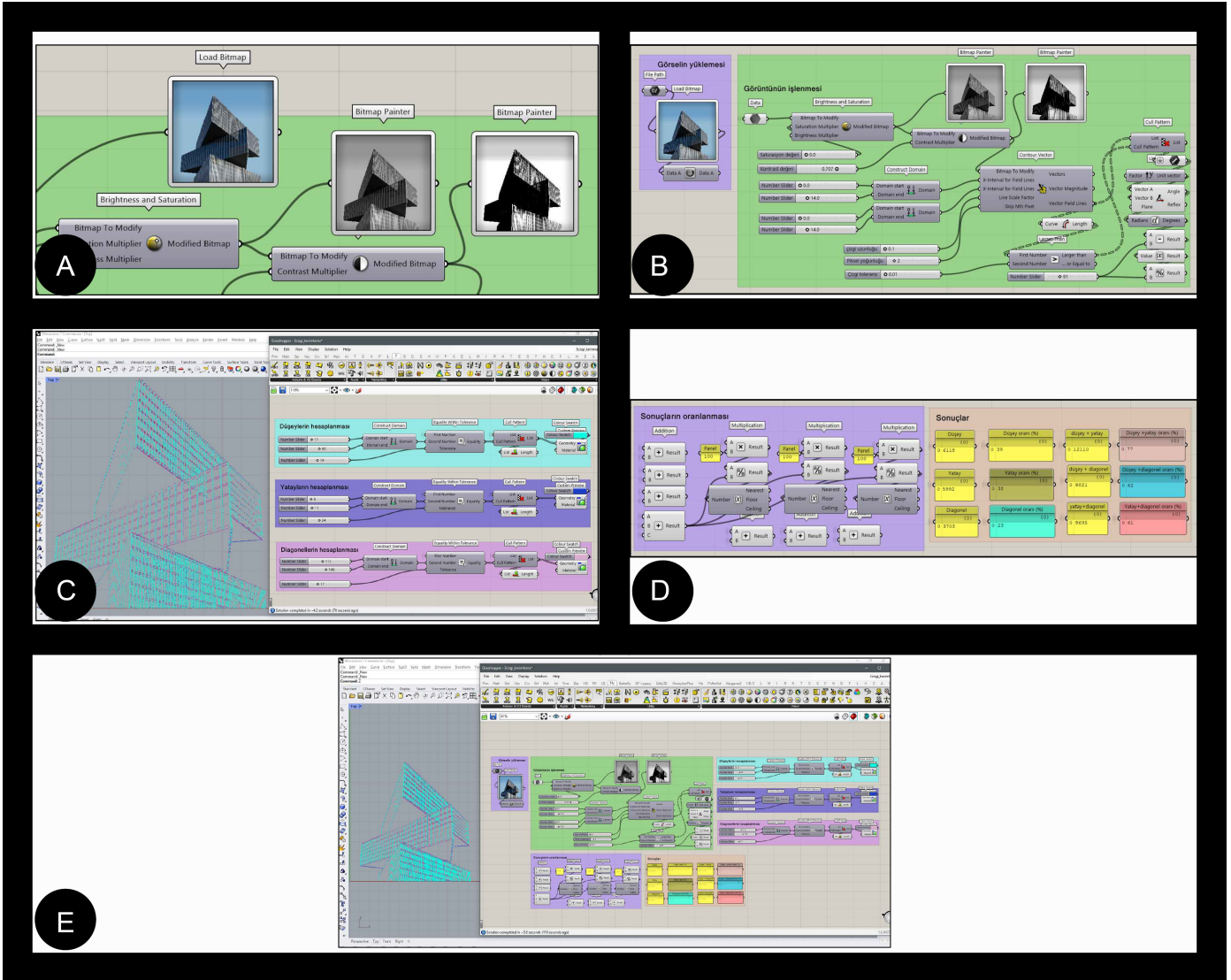
Bu analizde Van Gogh tarafından çizilmiş olan iki resim incelenecektir. Bunlardan birisi diyagonal çizgilerin ağırlıklı olduğu "Yıldızlı Gece" tablosudur. Van Gogh bu eserinde renkleri kullanarak çizgisel bir kompozisyon oluşturmuştur (Özkartal, 2009, s. 65).



### Görsel 1.

Geliştirilen modelin çalışma adımları.





**Görsel 2.**

A. Görselin Analize Hazırlanması B. Görselin İşlenmesi C. Görüntü İşleme Sonucu Elde Edilen Verilerin “Düşey,” “Yatay” ve “Diyagonal” Olarak Tanımlanması D. Görüntü İşleme Sonucu İle Elde Edilen Verilerin Oranlanması ve Sonuçların Elde Edilmesi E. Geliştirilen Modelin Rhino/Grasshopper Ortamındaki Görünümü.

İncelenecek diğer eser ise bir perspektif çizim örneği olan “Arles'deki Yatak Odası” tablosudur. Eserlerin çizgisel oranları Görsel 6'da gösterilmiştir.

Analiz sonucunda diyagonal çizgisel kompozisyonun ağır bastığı Yıldızlı Gece tablosunda %43 diyagonal, %28 yatay ve %28 düşey çizgi oranları izlenirken, nispeten daha doğrusal çizgilerle oluşturulan Arles'deki Yatak Odası tablosunda bu oranlar diyagonal %32, yatay %17 ve düşey %51 olarak ölçülmüştür.

### Mimarlıkta Güzel Kavramının Araştırılmasına Yönelik Bilgisayar Destekli Bir Çizgi Analizi Modeli Denemesi

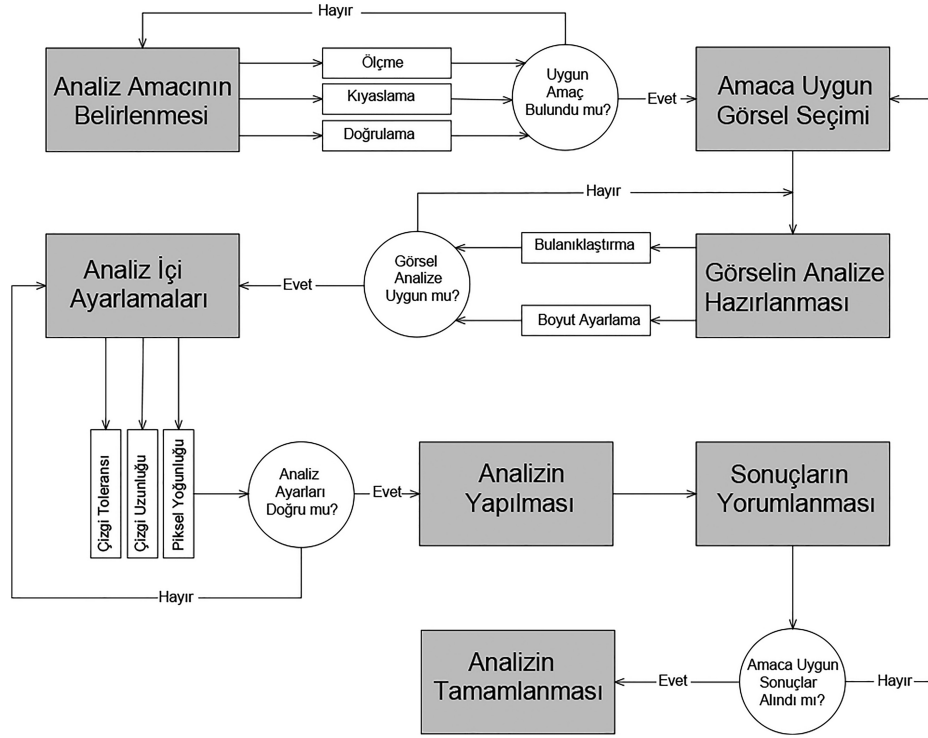
Daha önce de değinildiği gibi mimari yapıların analizleri ağırlıklı olarak nitel değerlendirmeler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Estetik, işlevsellik, oran vb. parametreler genellikle kişilerin algıları üzerinden yaptığı çıkarımlarla yorumlanmakta ve yapıların bu parametrelere ilişkili özellikleri görsel verilerin insan algısıyla değerlendirilmesinin ardından sözel verilerle ortaya konmaktadır. Sayısal analizler ise altın oran veya fraktal boyut analizleri ile sınırlanmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında mimari yapıların

analizleri için farklı bir alternatif arayışına girilmiştir. Bu doğrultuda bilgisayar tabanlı bir yazılım geliştirilmiş ve bu yazılımla yapıların çizgisel kompozisyonlarının oransal analizlerinin yapılabilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen yazılımla yapılan analizler algıya dayalı nitel değerlendirmelerle sayısal analizlerin bir araya geldiği bir niteliktedir. Çünkü mevcut sayısal analizler iki boyutlu çizimler ve görseller üzerinden gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapsamında oluşturulan analizlerde ise yapıların iç mekânlarında insan ölçeğinden çekilen fotoğraflar üzerinden bir analiz söz konusudur. Bu sayede yapıların kâğıt üzerinde görülen iki boyutlu tasarımları yerine insan gözü ile algılanan formlarının matematiksel olarak analiz edilebilmesi amaçlanmıştır.

### Bulgular

Bu bölümde geliştirilen model ile Mimar Sinan'ın çiraklık, kalfalık ve ustalık söylemlerine konu olan Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinin insan ölçeğinden çekilmiş iç mekân fotoğrafları üzerinden birtakım analizler yapılacaktır. Doğru bir kıyaslanmanın yapılabilmesi adına analiz yapılacak fotoğrafların benzer açılardan



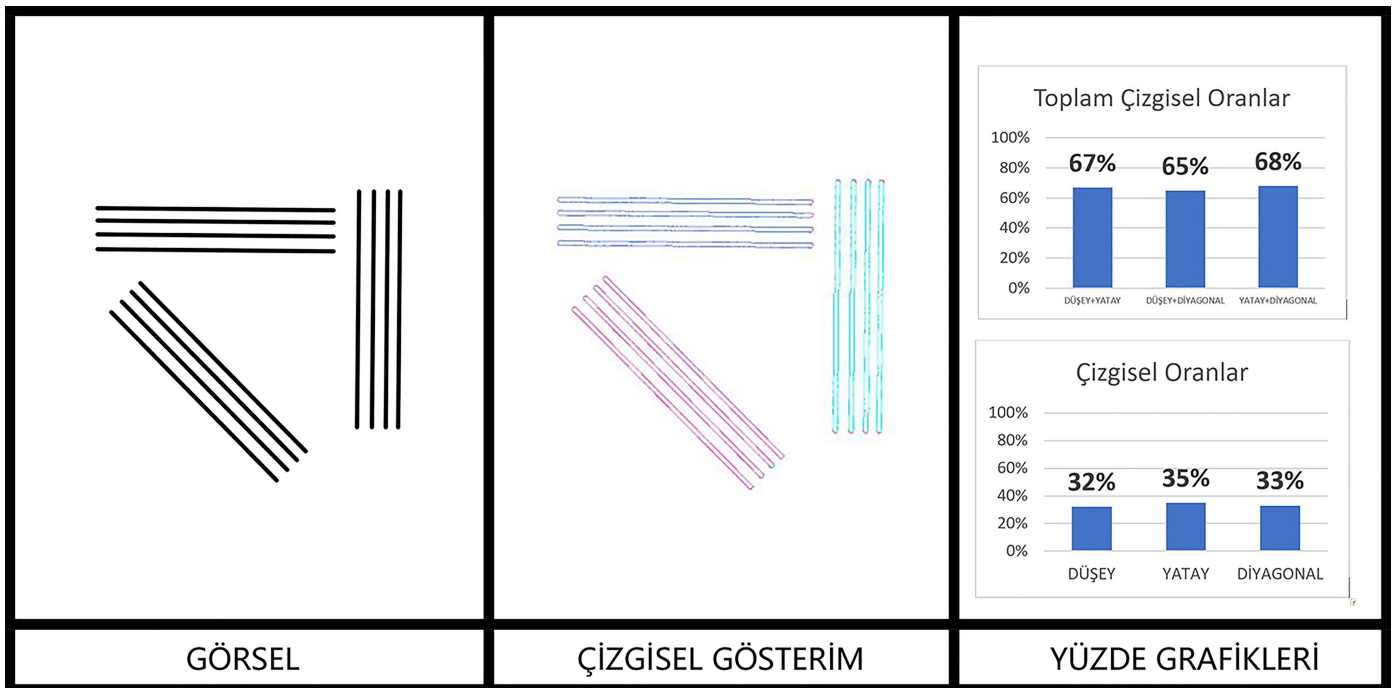


Görsel 3.

Geliştirilen Modelin Akış Şeması.

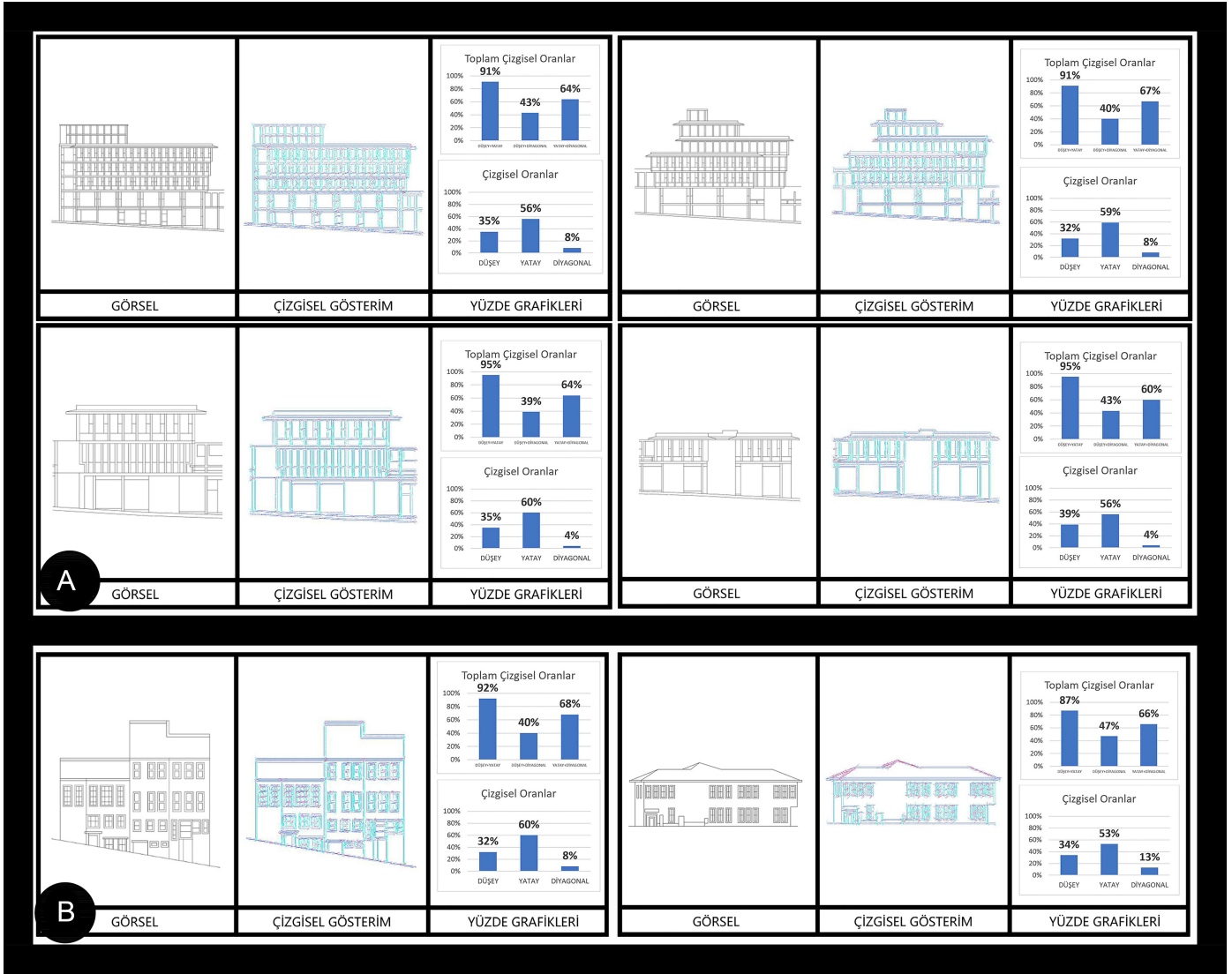
çekilmiş olmalarına dikkat edilmiştir. Verilerin genel tasarım kompozisyonu bağlamında elde edilebilmesi amaçlanmış bu nedenle iç cephelerin geniş açıdan çekilmiş fotoğrafları kullanılmıştır. Yakın çekimli ve dar açılı fotoğrafların oransal anlamda yanlış veriler sağlayacağı düşünüldüğünden bu fotoğraflar analizde

kullanılmamıştır. Kullanılan fotoğraflarda yapının ana strüktür ve tasarım bileşenlerine dahil olmayan ve yapıya sonradan eklenen aydınlatma elemanları, dolap, ayakkabılık, halı gibi tefriş elemanları ve duvarlara işlenen süslemeler bulanıklaştırılarak analiz kapsamından çıkarılmıştır.



Görsel 4.

Analizi Yapılan Çizgisel Görsel ve Sonuçları.



Görsel 5.

A. SSK Yapısı Blokları (Kanatlar, 2012) Analiz Sonuçları B. İki Adet Çevre Konutun (Kanatlar, 2012) Analiz Sonuçları.

Yukarıdaki görsellerde, Mimar Sinan'ın farklı dönemlerde ve farklı strüktür özellikleriyle tasarlamış olduğu üç caminin düşey, yatay ve diagonal analiz sonuçları benzer açılardan çekilmiş eşit sayıda görselleri üzerinden sunulmuştur (Görsel 7–9). Analiz sonucunda yapıların ölçülen çizgisellik oranları ise Tablo 5, 6, 7, 8 ve 9'da gösterilmiştir.

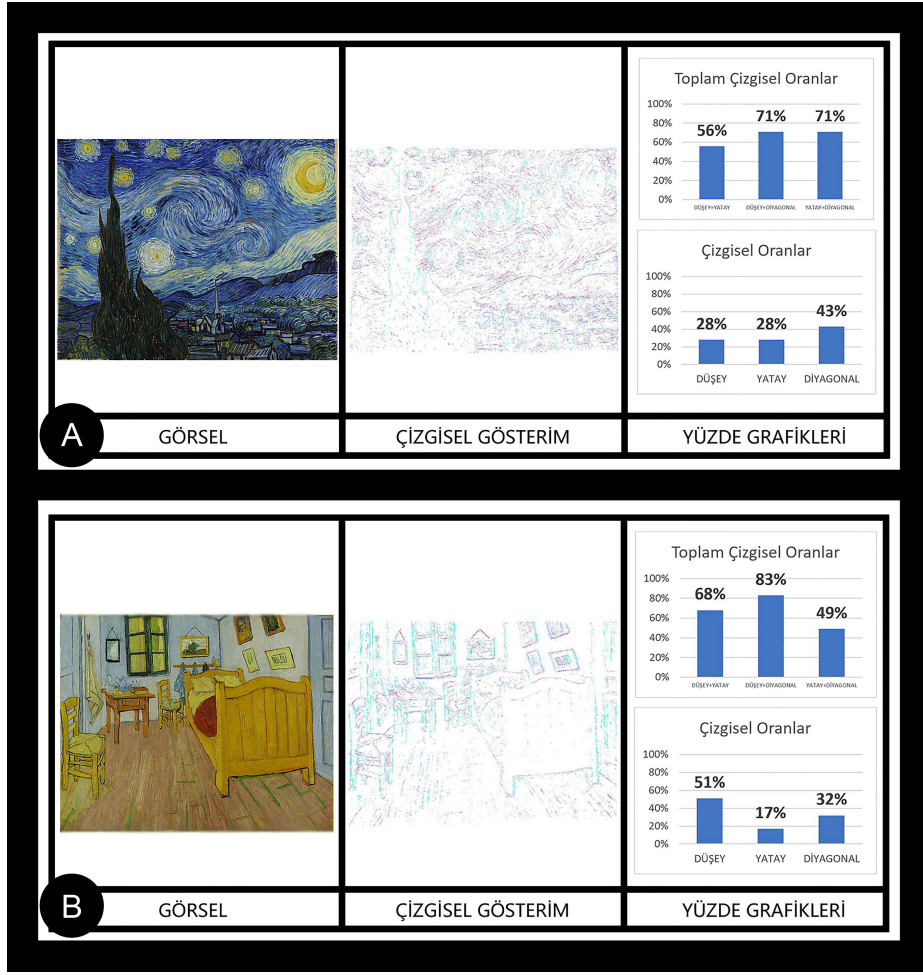
Tablo 1.

Bloklar ve Konutların Fraktal Boyut ve Çizgi Oranları

	Fraktal Boyut	Düşey Oranı (%)	Yatay Oranı (%)	Diyagonal Oranı (%)
1.Blok	1,74	35	56	8
2.Blok	1,74	32	59	8
3.Blok	1,63	35	60	4
4.Blok	1,68	39	56	4
1.Konut	1,72	32	60	8
2.Konut	1,78	34	53	13

Analiz sonuçları yapıların ortalama çizgi oranlarının birbirlerine yakın olduğunu ortaya koymuştur. Şehzade Camii'nde %39 olarak ölçülen ortalama düşey çizgi oranı Süleymaniye Camii'nde %38, Selimiye Camii'nde ise %40 olarak okunmaktadır. Benzer şekilde ortalama yatay çizgi oranlarının sırasıyla %22, %26 ve %25, ortalama diyagonal çizgi oranlarının ise %38, %35 ve %35 olarak birbirlerine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Düşey, yatay ve diyagonal oranlar kendi içlerinde değerlendirildiğinde ise oranlardaki en yüksek farklılık payı %4'lük bir fark ile Şehzade ve Süleymaniye Camilerinin yatay çizgi oranlarında okunmaktadır. Diğer oranlardaki farkın ise bu rakamdan daha az olduğu görülmüştür.

Tablo 6'da gösterilen sonuçlar incelendiğinde yapıların aynı açılardan çekilmiş görsellerinin çizgi oranlarının ortalama çizgi oranlarına benzer şekilde yakın olduğu görülmüştür. Örneğin Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinde mihrap yönünde çekilmiş olan birinci görsellerinin çizgisel oranları incelendiğinde düşey çizgi oranları sırasıyla %40, %39 ve %40 olarak okunmaktadır. Benzer şekilde yatay çizgi oranları sırasıyla %23, %24 ve %23 olarak, diyagonal çizgi oranları ise %37, %37, %37 olarak ölçülmüştür.



**Görsel 6.**

A. Yıldızlı Gece Tablosu Analiz Sonucu (Van Gogh, 1889) B. Arles'deki Yatak Odası Tablosu Analiz Sonucu (Van Gogh, 1888).

Camilerin ana kubbelerini de içeren beşinci görsellerinin analiz sonuçları incelendiğinde ise dikey çizgi oranları %42, %44, %42 olarak, yatay çizgi oranları %20, %21, %23 olarak, diyagonal çizgi oranları ise %38, %35 ve %35 olarak okunmaktadır. Diğer görsellerin analiz sonuçlarında da benzer şekilde birbirine yakın oranları görülmektedir. Dikey, yatay ve diyagonal çizgi oranları görseller bazında incelendiğinde en büyük farklar dokuzuncu görselde Şehzade ve Süleymaniye Camilerinin dikey ve yatay çizgi oranları arasında %8, üçüncü görselde Şehzade ve Selimiye Camilerinin diyagonal çizgi oranları arasında yine %8 olarak belirlenmiştir. Diğer görsellerin analiz sonuçlarındaki oranlar arasında ölçülen fark bu sayıdan azdır.

İç mekân görselleri üzerinden çizgisel analizi yapılan üç yapı strüktür özellikleri bakımından birbirinden farklı tekniklerle

tasarlanmıştır. Şehzade ve Süleymaniye Camilerinde dört adet ana taşıyıcı bulunurken, bu sayı Selimiye'de sekiz adettir. Ana dikey taşıyıcıların boyutsal özelliklerine bağlı olarak diyagonal ve yatay çizgisel özellikler barındıran kemerler, kubbeler, payandalar ve alın

**Tablo 3.**  
Süleymaniye Camii Çizgisellik Oranları

	Görseller Arasında En Düşük (%)	Görseller Arasında En Yüksek (%)	Tüm Görseller Ortalama (%)
Düsey Oranı	35	44	38
Yatay Oranı	21	32	26
Diyagonal Oranı	31	41	35

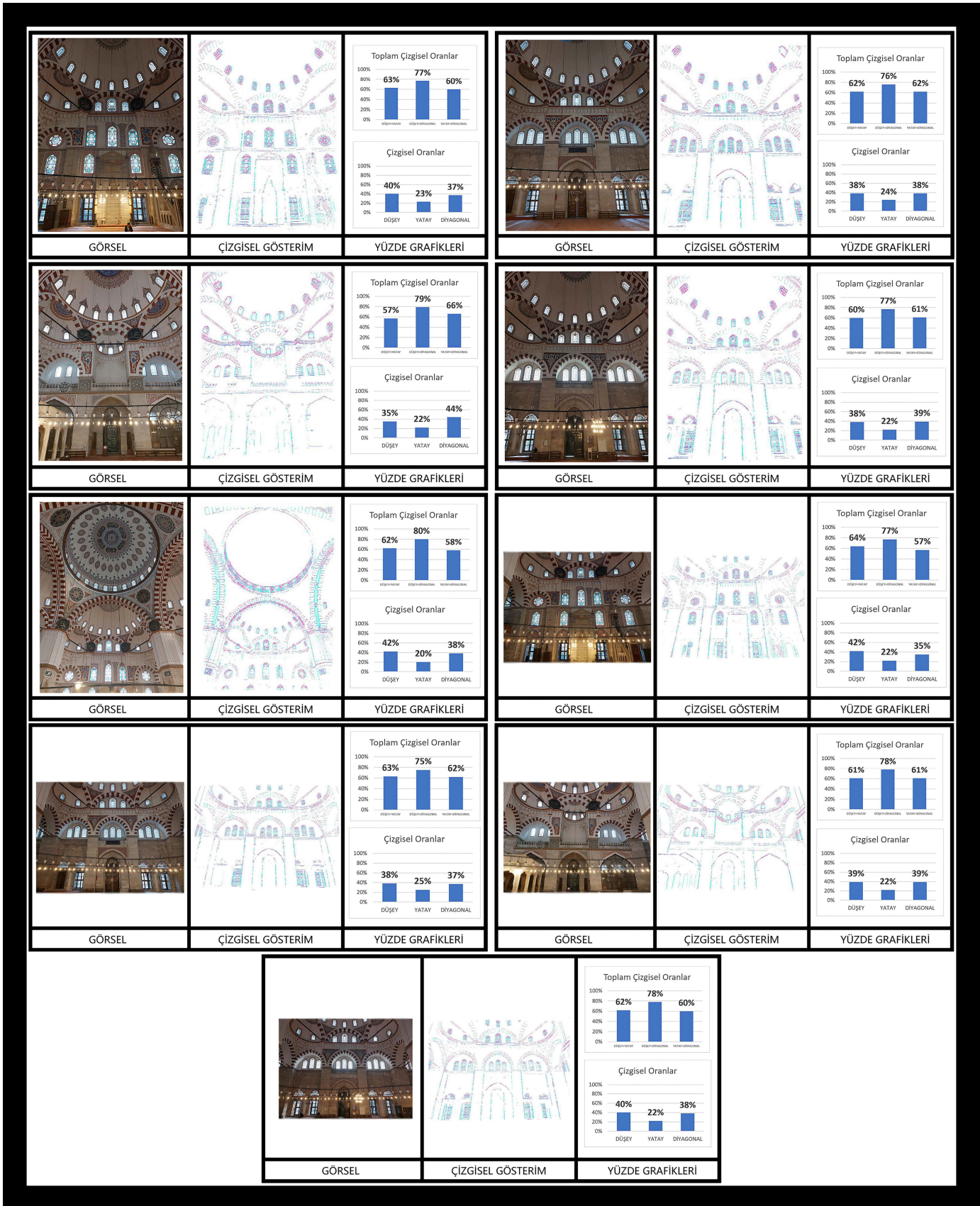
**Tablo 2.**  
Şehzade Camii Çizgisellik Oranları

	Görseller Arasında En Düşük (%)	Görseller Arasında En Yüksek (%)	Tüm görseller Ortalama (%)
Düsey oranı	35	42	39
Yatay oranı	20	25	22
Diyagonal oranı	35	44	38

**Tablo 4.**  
Selimiye Camii Çizgisellik Oranları

	Görseller Arasında En Düşük (%)	Görseller Arasında En Yüksek (%)	Tüm Görseller Ortalama (%)
Düsey Oranı	38	42	40
Yatay Oranı	23	26	25
Diyagonal Oranı	34	37	35

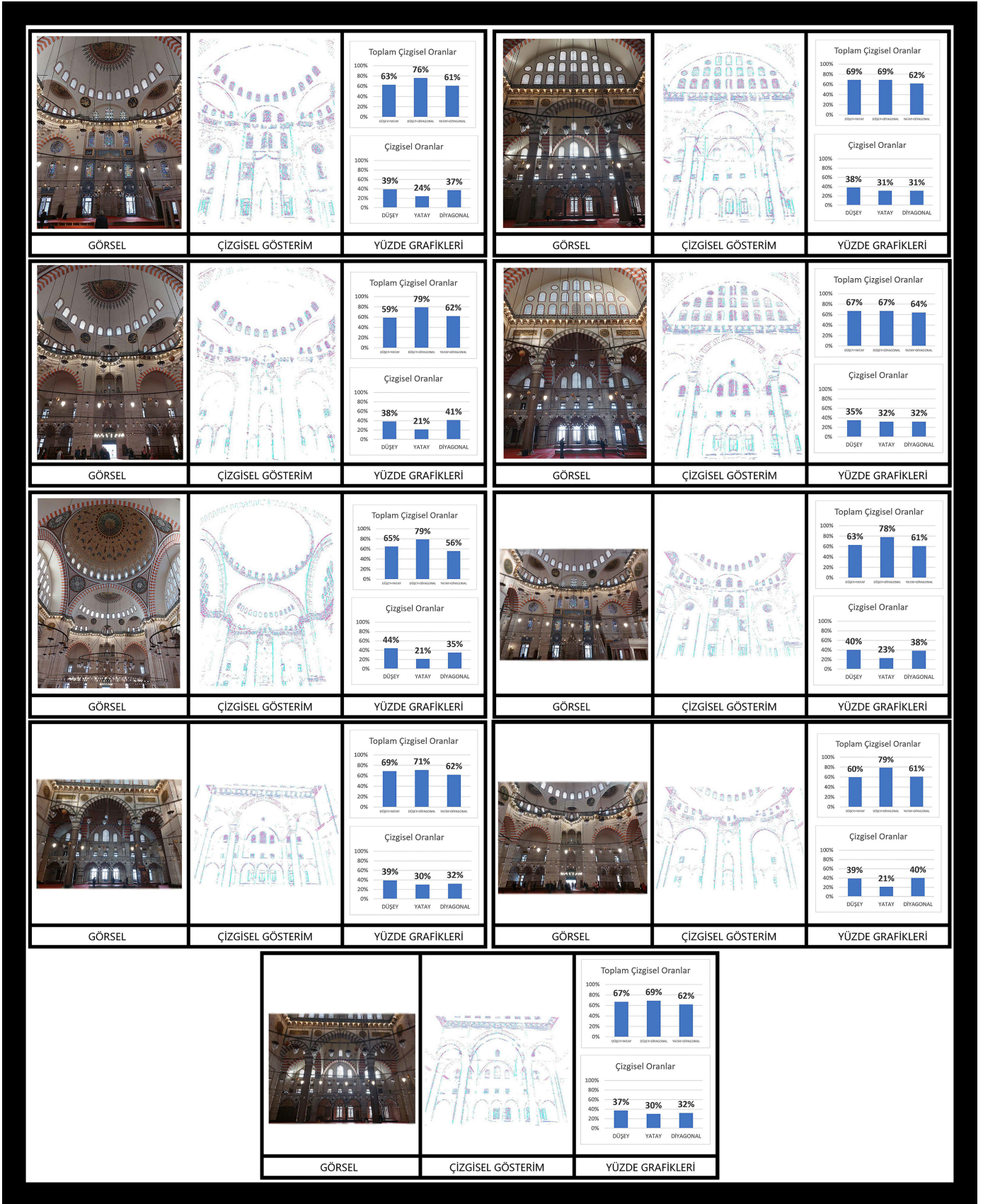




Görsel 7.

Şehzade Camii İç Mekân Görsellerinin Analiz Sonuçları. Şehzade Camii 9 Adet Görsel (Tekin, 2021a) ve Analiz Sonuçları.





Görsel 8.

Süleymaniye Camii İç Mekân Görsellerinin Analiz Sonuçları. Süleymaniye Camii 9 Adet Görsel (Tekin, 2021b) ve Analiz Sonuçları.



Görsel 9.

Selimiye Camii İç Mekân Görsellerinin Analiz Sonuçları. Selimiye Camii 9 Adet Görsel (Tekin, 2021c) ve Analiz Sonuçları.

**Tablo 5.**  
Camilerin Ortalama Çizgisellik Oranları

	Ortalama Düşey Oranı (%)	Ortalama Yatay Oranı (%)	Ortalama Diyagonal Oranı (%)
Şehzade Camii	39	22	38
Süleymaniye Camii	38	26	35
Selimiye Camii	40	25	35

duvarları da boyutsal olarak birbirlerinden farklıdır. Ayrıca yapılarda farklı sayılarda pencere bulunmaktadır. Tüm bu farklı boyutsal özelliklere karşın yapıların çizgisel oranlarındaki benzerlikler dikkat çekicidir. Mimar Sinan'ın strüktürel ve mekânsal tasarımlarında altın oran kullandığı bilinmektedir. Bu Sinan'ın yapılarında benzer oransal ölçüler kullandığı anlamına gelmektedir ve analiz sonucunda okunan çizgisel oranların benzerliği bu çıkarıma paralellik göstermektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Günümüzde bilgisayar destekli dijital yazılımlar neredeyse her meslekî disiplin tarafından kullanılmaktadır. Bu yazılımların kullanılması zamandan ve enerjiden tasarruf sağlamakta, aynı

zamanda elde edilmek istenen verilere gerçeğe en yakın ve hata payını minimuma indirecek şekilde ulaşılmasını sağlamaktadır. Mimarlık disiplini de bu yazılımların kullanıldığı alanlardan biridir. Yapıların iki ve üç boyutlu tasarımlarının yapılabildiği yazılımlar tasarımcılara teknik anlamda pek çok kolaylık sağlarken hesaplamalı tasarım uygulamaları ve artırılmış gerçeklik gibi yazılımsal yöntemler içeren uygulamalar geleneksel yöntemlerle yapılabilmesi zor olan tasarımların ortaya çıkmasını mümkün kılmıştır. Fakat üretimi tamamlanmış tasarımların değerlendirilmesinde kullanılan yazılımların çok sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında yapılan literatür taramasında mimari yapıların değerlendirilmesi için çoğunlukla insan algılamasına dayalı nitel yöntemler kullanıldığı izlenmiştir. Matematiksel somut veriler sağlayan değerlendirme yöntemlerinin ise altın oran ölçümleri ve fraktal boyut hesaplamaları etrafında yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Bu tespitler doğrultusunda literatüre, yapıların değerlendirilmesinde bilgisayar destekli ve matematiksel somut veriler sağlayan bir model kazandırabilme arayışına girilmiştir. Yapı tasarımını oluşturan bileşenler arasından "çizgi" ögesi seçilmiş ve araştırma kompozisyonunda çizgisellik kapsamında yoğunlaşmıştır. Bu doğrultuda görsel verileri işleyerek çizgi kompozisyonuna dönüştüren ve kompozisyondaki düşey, yatay ve diyagonal çizgi sayılarını

**Tablo 6.**  
Camilerin Tüm Görseller Çizgisellik Oranları

		Düşey (%)	Yatay (%)	Diyagonal (%)	Düşey+Yatay (%)	Düşey+Diyagonal (%)	Yatay+Diyagonal (%)
Görsel 1	Şehzade Camii	40	23	37	63	77	60
	Süleymaniye Camii	39	24	37	63	76	61
	Selimiye Camii	40	23	37	63	77	60
Görsel 2	Şehzade Camii	38	24	38	62	76	62
	Süleymaniye Camii	38	31	31	69	69	62
	Selimiye Camii	40	25	35	65	75	60
Görsel 3	Şehzade Camii	35	22	44	57	79	66
	Süleymaniye Camii	38	21	41	59	79	62
	Selimiye Camii	40	24	36	64	76	60
Görsel 4	Şehzade Camii	38	22	39	60	77	61
	Süleymaniye Camii	35	32	32	67	67	64
	Selimiye Camii	41	25	34	66	75	59
Görsel 5	Şehzade Camii	42	20	38	62	80	58
	Süleymaniye Camii	44	21	35	65	79	56
	Selimiye Camii	42	23	35	65	77	58
Görsel 6	Şehzade Camii	42	22	35	64	77	57
	Süleymaniye Camii	40	23	38	63	78	61
	Selimiye Camii	38	26	37	64	75	63
Görsel 7	Şehzade Camii	38	25	37	63	75	62
	Süleymaniye Camii	39	30	32	69	71	62
	Selimiye Camii	38	26	36	64	74	62
Görsel 8	Şehzade Camii	39	22	39	61	78	61
	Süleymaniye Camii	39	21	40	60	79	61
	Selimiye Camii	39	25	35	64	74	60
Görsel 9	Şehzade Camii	40	22	38	62	78	60
	Süleymaniye Camii	37	30	32	67	69	62
	Selimiye Camii	40	26	34	66	74	60



ve oranlarını matematiksel veriler şeklinde elde etmeyi sağlayan bir model geliştirilmiştir. Sonrasında model, birçok farklı sanat eseri üzerinde denenmiştir.

Sonraki adımda modelin mimarlık alanına yapabileceği potansiyel katkının ortaya koyulabilmesi için analiz edilecek mimari yapıların seçimi aşamasına geçilmiştir. Mimari yapılar arasında Mimar Sinan'ın üç adet cami yapısı üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yapılar İstanbul'da bulunan Şehzade ve Süleymaniye Camileri ve Edirne'de bulunan Selimiye Camii'dir.

Geliştirilen bilgisayar destekli çizgi analizi modelinin, yapıların güzellik kavramı bağlamında değerlendirilmesi açısından yeni bir bakış sağladığı düşünülmektedir. Her yapı kompozisyonu nihai tasarımında bir bütün olma özelliği gösterse de kendisini oluşturan daha küçük yapı bileşenleri içermektedir. Bu bileşenlerin çizgisel anlamda sayısal ve oransal veriler olarak elde edilmesi yorumcuya genel tasarım kompozisyonu hakkında nicel veriler sağlayarak yapının değerlendirilmesi noktasında veri yelpazesini genişletmektedir.

Bunların yanında geliştirilen analiz modeli birtakım sınırlılıklar da barındırmaktadır. Yapılardaki güzellik algısı çizgisel unsurların yanı sıra malzeme, renk, doku ve ışık gibi birçok bileşene de bağlıdır ve tek başına çizgi analizi verileri yapıların değerlendirilmesinde yetersiz kalacaktır. Ayrıca insan algısı kendi içinde çok sayıda değişken barındırmakta ve karmaşık değerlendirme unsurları içermektedir. Örneğin çok sayıda düşey ve kısa çizgi yakın aralıklarla yan yana getirildiğinde kalın ve yatay bir çizgi olarak algılanmaktadır. Fakat bu görsel, çalışma kapsamında geliştirilen model ile analiz edildiğinde düşey çizgi verileri ortaya çıkaracaktır. Bu sonuçlar da algısal olarak yanıltıcı özellikte olabilecektir. Bunlara rağmen analiz modeli ile elde edilen sayısal veriler yapıların değerlendirilmesi noktasında fayda sağlayacak fikirler verebilir.

Analiz modelinin insan algısıyla daha uyumlu şekilde çalışacak şekilde geliştirilebilmesi ve daha etkin şekilde kullanılacak yeni dijital açılımların yapılabilmesi adına sunulan öneriler şunlardır:

- Geliştirilen analiz modeli yapıya zekâ yaklaşımları ile geliştirilebilir. Bu sayede algılanan ve ölçülen çizgi oranlarındaki hassasiyet artırılabilir.
- Çizgiselliğe ek olarak malzeme, doku ve renk gibi faktörlerin algılanmasını sağlayan fonksiyonlar da modele eklenebilir. Bu sayede yapılarındaki güzellik kavramının araştırılmasında daha kapsamlı bir bakış açısı yakalanabilir.
- Bahsedilen estetik unsurların yanı sıra plansal işleyiş özelliklerinin de algılanabileceği yazılımsal eklemeler yapılabilir. Bu sayede ölçülen yapısal güzellik verileri işlevsellik özelliklerini de kapsayacak şekilde genişletilebilir.

Değinilen konular göz önünde bulundurulduğunda analiz modelinin birtakım sınırlılıklar barındırmasıyla birlikte yapıların değerlendirilmesinde hesaplamalı tasarım alanına yeni bir açılım sağladığı ve bu alanda bir potansiyel taşıdığı görülmektedir. Ayrıca model farklı görsel sanatlardaki analizlerde de kullanılabilme özelliği taşımaktadır. Bu nedenler doğrultusunda çalışmanın bu alanda yapılacak daha kapsamlı çalışmalara katkı sağlaması ve üretecek yeni fikirlere zemin hazırlayacağı öngörülmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

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

**Author Contributions:** The authors contributed equally to the study.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

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

## Kaynakça

- Aarabi, P., Hughes, D., Mohajer, K., & Emami, M. (2001). The Automatic Measurement of Facial Beauty. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. e-Systems and e-Man for Cybernetics in Cyberspace (Cat. No. 01CH37236) (Vol. 4, pp. 2644–2647). IEEE.
- Aktuğlu, Y. K., Altın, M., Tanac, M., Karaman Yılmaz, Ö., Seğer, M., Bozdağ, Ö., & Kahraman, İ. (2009). Süleymaniye mosque of mimar Sinan in Turkish architectural construction history. In *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*. Cottbus.
- Aslanapa, O. (1992). *Mimar Sinan*. Kültür Bakanlığı Yayınları.
- Benian, E. (2011). Mimar Sinan ve Osmanlı Cami mimarisinin gelişimindeki rolü. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 44, 40–47.
- Berkin, G., & Salbacak, S. (2013). Sinan'ın dehası Selimiye: Akustik ve HOOP kuvvetleri. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 153–161.
- Biçer Parlak, Z. Ö., Hasözhan, M., Aksoy, Z., & Çapuroğlu, H. (2020). A structural and spatial investigation on Mimar Sinan's Mosques. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 91–118.
- Firefly (2022). *Connect Instantly to the Outside World*. <http://www.fireflyexperiments.com/>
- Genç, C. (2019). *Fraktal geometri ile sanatsal pratikler* (Tez No: 574433, Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Göğebakan, Y. (2012). Estetik ve kentsel yapılanma üzerindeki etkisi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 2(4), 73–84.
- Gül, M. (2019). Mimar Sinan'ın bezeme dünyasında Güney etkili Ablağ tekniğine Şehzade Camii üzerinden bir bakış. *Vankulu Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3, 161–178.
- Kanatlar, Z. (2012). *Fraktal boyuta dayalı mimari bir analiz: Sedat Hakki Eldem ve konut mimarisi* (Tez No: 322495, Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Kısa Ovalı, P., Kıran Çakır, H., Atik, D., & Arabulan, S. (2016). Comparison of Hagia Sophia and Selimiye in context of space hierarchy related to privacy. *Artium*, 4(1), 27–42.
- Köymen, E. (2008). *Üç boyutlu animasyon filmlerde mimarlık* (Tez No: 177347, Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Meddahi, K., & Boussora, K. (2021). Aesthetic measures of Algiers' colonial facades. *Nexus Network Journal*, 23(3), 667–688. [CrossRef]
- Ökten, S. (2017). Osmanlı medeniyet yorumunda Mimar Sinan. *Üsküdar Kültür, Sanat ve Medeniyet Dergisi*, 17(1), 109–116.
- Özek, V. (2000). *Temel Tasar Ders Notları*. Trakya Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü.
- Özkartal, M. (2009). Resim sanatında çizgi ve çizgi ritmi üzerine. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1(4), 55–72.
- Payne, A. (2022). Contour Vector. <https://grasshopperdocs.com/components/firefly/contourVector.html>
- Rose, G. (2001). *Visual methodologies: An introduction to the interpretation of visual materials*. Sage Publications.
- Tekin, M. (2021a). *Selimiye camii iç mekân görselleri* (Fotoğraf). Kişisel Görsel Arşivi.
- Tekin, M. (2021b). *Süleymaniye camii iç mekân görselleri* (Fotoğraf). Kişisel Görsel Arşivi.



- Tekin, M. (2021c). *Şehzade camii iç mekân görselleri* (Fotoğraf). Kişisel Görsel Arşivi.
- Tekkanat, N. (2006). *Altın oranın kaynakları ve sanata yansımaları* (Tez No: 206464, Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Uçan, B. (2017). *Karikatürün bilgisayar destekli analizi: Türkiye-Avustralya mukayesesi* (Tez No: 482003, Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Ülger, E. (2013). Platon'un sanat kuramının düşünsel evrimi. *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 15–28.
- Van Gogh, V. (1888). *Bedroom in Arles* (Fotoğraf). Amsterdam: Van Gogh Museum. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Arles%27daki\\_Yatak\\_Odas%C4%B1#/media/Dosya:Vincent\\_van\\_Gogh\\_-\\_De\\_slaapkamer\\_-\\_Google\\_Art\\_Project.jpg](https://tr.wikipedia.org/wiki/Arles%27daki_Yatak_Odas%C4%B1#/media/Dosya:Vincent_van_Gogh_-_De_slaapkamer_-_Google_Art_Project.jpg)
- Van Gogh, V. (1889). *The starry night* (Painting). New York, NY: The Museum of Modern Art. [https://www.moma.org/learn/moma\\_learning/vincent-van-gogh-the-starry-night-1889/](https://www.moma.org/learn/moma_learning/vincent-van-gogh-the-starry-night-1889/)
- Vatan, M. (2005). *Yığma yapıların sonlu elemanlar yöntemine dayalı analiz modelinin oluşturulmasında fotogrametrik verilerin kullanılması* (Tez No: 168500, Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.

# Structured Abstract

The use of computer-aided software in architecture is increasing day by day. The software employed in the design and production processes of structures facilitates the emergence of architectural works in both technical and structural aspects. Building upon this foundation, the study investigates the utilization of software that benefits various fields within the discipline of architecture to evaluate architectural products.

Through a review of the literature, it has been observed that the available software tools for quantitatively assessing and interpreting the aesthetic and technical attributes of produced architectural works are rather limited. The evaluation of architectural structures often relies on qualitative human perception. Although human vision is capable of perceiving and interpreting design components such as aesthetics, functionality, or organization, these aspects are not based on mathematical concrete data and vary from person to person. Analytical methods based on mathematical data, while not providing definitive judgments on their own, do offer objective, concrete information about the properties of structures. However, it has been noted that such quantitative assessments are restricted to software that enables measurements like the golden ratio or fractal dimension analysis.

To address this limitation, a computer-assisted model has been developed in the context of this study, which can measure the linear proportions of architectural structures using visual imagery. The developed model has been employed to perform linear analyses of interior photographs of Mimar Sinan's architectural structures. Instead of utilizing two-dimensional technical drawings such as elevations and sections, the preference has been for photographs taken from angles that provide a human-scale perception. The aim is to develop software that enables the mathematical analysis of spaces perceived by human vision.

To achieve the goal, a computer-based line analysis model has been developed. This model, executed through the Grasshopper3D plugin, allows for the extraction of vertical, horizontal, and diagonal line ratios in terms of both counts and percentages from visual materials. Prior to the primary analysis, the model's functionality was validated by analyzing artworks from diverse artistic disciplines. Subsequently, interior photographs of three Mimar Sinan mosques were analyzed, all of which were captured from equal and comparable angles. The selection of these structures as the focal point of the study can be summarized due to their distinct structural characteristics while serving the same function, reflecting the technical and aesthetic knowledge of the architect across different periods, and containing numerous architectural elements that enrich linear composition, encompassing vertical-horizontal-diagonal line features.

Upon evaluating the mathematical data generated by the employed software, it is evident that the average linear proportions of the three Mimar Sinan structures, as captured from the same angles, are closely aligned. The average vertical line ratios were measured as 39% for Şehzade Mosque, 38% for Süleymaniye Mosque, and 40% for Selimiye Mosque. Similarly, the average horizontal line ratios were 22%, 26%, and 25%, respectively, and the average diagonal line ratios were around 38%, 35%, and 35%.

While every architectural composition presents itself as a cohesive whole in its final design, it is comprised of smaller components. The acquisition of these components' linear data as numerical and proportional values contributes quantitative insights to the evaluator about the overall design composition. However, the model has its limitations, as the perception of beauty in structures depends on various factors beyond linear elements, such as material, color, texture, and light. Moreover, human perception is intricate and multifaceted. Although the close alignment of linear ratios derived from the model analysis indicates a promising potential for quantitative evaluation, the model may yield results that are perceptually misleading. Despite these limitations, the numerical data obtained through the analysis model can offer valuable insights into the evaluation of architectural structures. The computer-assisted line analysis model developed herein is believed to offer a novel perspective on the evaluation of architectural products in the context of aesthetics. With further refinement to address the aforementioned limitations, more effective results in the assessment of architectural products could be achieved.