

**MİMAR SİNAN CAMİLERİNDE KARE VE ALTİGEN KURGULU
GEOMETRİK DESENLER VE ANALİZ YÖNTEMLERİ
(Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camileri Örneği)***

Serap EKİZLER SÖNMEZ
Doç.Dr. Aziz DOĞANAY*****

Öz

Neredeyse bütün İslam coğrafyasında özellikle de mimarî eserlerde çeşitli örneklerini gördüğümüz geometrik (hendesî) bezeme uygulamaları konusunda çalışmalar yapılmakla birlikte, geometrik kompozisyonların İslam tarihi sürecinde matematiksel açıdan gelişimi ve coğrafi konuma göre değişimi açısından ele alınması yeterli değildir. Bu durum sahip olunan mimari eserlerdeki geometrik bezeme zenginliği ile tezat oluşturmaktadır. Çalışmamızın amacı özellikle desen üretim metotlarına dikkat çekmek ve bundan sonraki geometrik desen içeren bilimsel çalışmalarda bu üretim prensiplerinden hareketle kompozisyon tahlillerinin yapılmasına yol açmak ve klasik Osmanlı eserlerinde uygulanmış altıgen ve kare kurgulu birim hücrelere farklı analizlerle ışık tutmaktır. Makalede klasik dönem Osmanlı eserlerinde de zengin bir çeşitliliğe sahip olan geometrik desen uygulamalarının nerede ve hangi kompozisyonlarla uygulandığı ortaya konulmaya çalışılmış, Osmanlı öncesi ile mukayese edilerek desen uygulamalarının nasıl bir sisteme bağlandığı anlaşılmasına çalışılmış; Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye camilerinde birim hücrelerden hareketle oluşturulmuş bazı desenlerin analizlerine yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Geometrik desen, kristallografi, poligonal, sivastika.

**Geometric Patterns that Have Hexagonal and Square Fictions and Methods of
Analysis in Mimar Sinan Mosques
(Example of Şehzade, Süleymaniye and Selimiye Mosques)**

Abstract

Besides there are so many studies about geometric decoration applications, which exist especially in architectural works in almost all around the Islamic geography; these studies are insufficient about considering the alteration of their geometric compositions according to their geographic diversity and mathematical progress throughout the Islamic history. This situation is in

* Bu makale Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı'nda yürütülen "Mimar Sinan'ın Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerindeki Birim Hücrelerden Üreyen Geometrik Desenlerin Çözümlemeleri" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** M.Ü., S.B.E., İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı, İslam Tarihi ve Sanatları Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi.

*** Marmara Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Türk İslam Sanatları Tarihi Anabilimdalı Öğretim Üyesi.

contradiction with the wealth of geometric decoration on the architectural works that they possess. Aim of this article is to call attention to methods of pattern production and to conduce to make compositional analyses in next scientific studies, which includes geometric pattern, with reference to these production principles. This article, in addition, aims to flash on different analyses on unit cells that have hexagonal and square fictions, which applied in classical Ottoman artworks. In this article, it is presented that the geometric pattern applications, which have rich diversity in also artworks of Ottoman classical period, applied where and in which compositions. It is worked out, by comparing to pre-Ottoman period, how the pattern applications codified. It is included analyses of some interesting patterns, which were composed with reference to the unit cells, through Şehzade, Süleymaniye and Selimiye Mosques.

Keywords: Geometric pattern, crystallography, polygonal, swastika.

1. Giriş

Geometrik desenlerin çok fazla eserde yer almasının yanında barındırdığı sistemlerin öncülerinden ve çağdaşı olan uygulamalardan farklı olması araştırmalar noktasında şu ana kadar niçin bu kadar ihmal edildiğini anlamak gerçekten zordur. Bazı araştırmacılar konunun önemine dikkat çekmişler ve ilk adım denilebilecek bazı çalışmalar ortaya koymuşlardır. 1980 tarihinde basılan Gerd Schneider'e ait çalışmada Anadolu'daki mimari eserlerdeki bazı geometrik desenlerin çizimlerine ve çizim sistemlerine yer verilmiştir¹. Bu çalışmada desenlerin analizlerine bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşmıştır. Selçuk Mülayim tarafından 1982 de "Anadolu Selçuklu Mimarisinde Geometrik Desenler" isimli bir doktora çalışması hazırlanmıştır². O yıllarda Ömür Bakırer de yine doktora tez çalışmasında tuğla malzemenin Anadolu'da kullanımı ile ilgili önemli tespitlere yer vermiş ve tuğla malzeme ile yapılmış eserlerdeki bazı geometrik desenlerin analizlerini yapmıştır. Her iki çalışmada da bazı geometrik desenlerin çözümlemelerine yer verilmiştir. Bu eserler o yıllarda bu alanla ilgili çalışmalara bir kıvılcım olması bakımından çok önemlidirler. Fakat bu eserlerin ardı takip edilmemiş ve maalesef bu konularla ilgili yeterli çalışma yapılmamıştır.

Son zamanlarda Asya üzerinde araştırmalar artmış ise de Türk dünyasının geometrik desenler üzerindeki katkıları hala büyük bir boşluğu oluşturmaktadır. Mesele Orta Asya, Büyük Selçuklu, I. Anadolu Beylikleri Dönemi, Anadolu Selçukluları, II. Anadolu Beylikleri Dönemi ve Osmanlı Devleti dönemleri silsilesi takip edilerek bir çalışma ortaya konmamıştır. Bu sıralamanın takibi ile desen karakterlerinin gelişim ve/veya değişim

¹ Gerd Schneider, *Geometrische Bauornamente der Sedschuken in Kleinasen, LR, Wiesbaden 1980.*

² Selçuk Mülayim, *Anadolu Selçuklu Mimarisinde Geometrik Süslemeler*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara 1982.

serüveninin ancak anlaşılabilceği kanaatindeyiz. Hatta Orta Asya'da İslam'ın kabul edilmesinden önceki devirlere inerek Türk desenlerinin köklerine ışık tutacak çalışmalar yapılmalı ve bu desenlerin sonraki devirlerde görülen tezahürleri bir bütün olarak anlaşılmaya çalışılmalıdır.

Geometri, cebir, mimarî, sanat tarihi, bilim tarihi, felsefe, hattâ fizik-kimya-biyoloji gibi fen bilimleri ve de ilahiyatın çalışma alanları içerisinde olan geometrik desenler ele alınırken sadece somut olarak varlıklarının ortaya konulduğu envanter çalışmaları yapmak gerekli fakat yeterli değildir. Uygulamaları bu çoklu disiplinler çalışma ile bir bütün olarak ele almak gerekir. Ancak o zaman desenlerin ortaya konuluşunda dönemin sanatçı-bilim adamı-zanaatçı üçgeninin nasıl bir bağ ile çalıştığı, desenlerin nasıl üretildiği ve nasıl bir yöntemle zanaatkârın desenleri uyguladığı gibi sorular aydınlığa kavuşabilir.

Karmaşık tasarımlar, ilmi gelişmenin tabii sonucudur. Şüphesiz hendese ilminin amacı geometrik kompozisyonların geliştirilmesini sağlamak değildir. Yapılan çalışmalara göre geometrinin gelişimi süsleme karakterinde de zengin kompozisyonların doğmasına vesile olmuştur.

İslam mimarî tarihinde en muhteşem dinî mimari uygulamaları, klasik dönem Osmanlı eserlerinde ve şüphesiz mühendislerin en seçkini olan Mimar Sinan'ın çalışmalarında görülmektedir. Teknolojik gelişimin ve engin tecrübenin tezahürleri olan klasik dönem eserleri içerisinde Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye camileri önemli yer tutarlar. Bu eserler Mimar Sinan'ın tipoloji ve sanat yenilikleri bakımından en önemli üç büyük abidevi mimarlık eserleridir. Çalışmamızda bu üç camide uygulanmış geometrik desenler üzerinden klasik dönem Osmanlı mimarisinde geometrik desen uygulamalarını anlamaya çalışacağız. Özellikle kare ve altıgen kurgulu desenlerin analizleri, buldukları yerler ve uygulanma biçimleri makalemizin esasını teşkil etmektedir.

2. İslam Sanatındaki Geometrik Desenlerin Tarihsel Süreci

Tarihî süreçte farklı kültür ve medeniyetlerde geometrik desenler hep var olmuştur. İlginç olanı, bazı desenlerin dünyanın hemen her yerinde yaygınlık kazanmış olmasıdır.

Ortaçağda İslam dünyasında Arap harfleri, ma'kûlî denilen geometrik formlu kufî yazı karakterinde yorumlanmış, tuğla malzeme ile üretilmeye çok uygun olan bu yazı bezemesi sonrasında da her dönemde uygulanmıştır. Genellikle merkezinde sivastika (eski Türklerde dört yön işareti) bulunur. Bu yazı karakterinin kökü aslında çok eskilere gider. MÖ. 1000 yıllarında

Azerbaycan'ın Kazah ili Sarıtepe kazılarında rastlanan damgada bu tarz geometrik formlar görülmektedir³ (Resim 1).

İslam sanatındaki geometrik desenlerin köklerini, Diez, Aslanapa, Demiriz, Bakırer ve Mülayim gibi bilim insanları Orta Asya'ya (özellikle Karahanlılar'a) dayandırırken, Necipoğlu'nun görüşü onlardan ayrılır⁴. O ve birçok Batılı araştırmacı geometrik bezemenin kökenini Abbasiler'e dayandırmaktadırlar. Onlar daha çok bu görüşlerini kitap sanatlarından hareketle öne sürerler.

Abbasî dönemi geometrik tezyinatına, 867'de Bağdat'ta hazırlanan Tunus'taki Sîdî Ukbe Camii'ne ait ahşap minber örnek verilebilir. Bu minberin yan yüzeyleri dikdörtgen parçalara ayrılarak her bölümün içinde basit kompozisyonlu geometrik desenler yerleştirilmiştir. Köken hakkında farklı görüşler bulunmakla birlikte bilim insanlarınca ortak olan görüş şudur ki, bu sanat örneklerinin en güzelleri XI. ve XIV. yy.larda Türkistan, Kuzey İran, Azerbaycan ve Türkiye topraklarında üretilmiş olanlardır.

Erken İslam örneklerinde uygulanan motiflerin hiç biri daha sonra görülen girift düzeyde değildir ve yerel gelenekler (Helenistik motifleri), yeni oluşumlardan daha baskın rol oynar. Şam Emeviye Camii'nin batıdaki mermer pencere şebekeleri İslam mimarisinde uygulanmış geometrik desenlerin ilki sayılabilir ve sanat tarihçileri tarafından geleneksel öğeleri barındırdığı düşünülür. Hırbetü'l-Mefcer, Kasrû'l-Hayr el-Garbî'nin incelikli alçı kabartma geometrisi, İslam öncesi dönemde mozaikle uygulanmış olan motiflerin başka bir tekniğe aktarımı gibidir⁵. Mesela Hırbetü'l-Mefcer hamamında zeminde görülen geometrik mozaik uygulama da hem teknik hem de kompozisyon olarak kendinden önceki kültürün izlerini taşır.

Rahatlıkla belirtebiliriz ki, İslam'ın ilk dönemlerinde Suriye, Mısır ve Irak'taki kararsız ve henüz sistemli olmayan geometrik uygulamalar bir bütünlük arz etmeyip, sıçrayıcı bir biçimde görülürken artık Karahanlı eserlerinde kullanılan tuğla malzeme ile de ilintili olarak bilinçli bir uygulamaya dönüşmeye başlayarak o dönemin tezyinatı için ortak bir tanımlama oluşturmuştur.

3. Mozaik Kaplamalar, Kristaller ve Kuasi Kristaller

Bir yüzeyin mozaikle kaplanması demek, aralarında hiç boşluk kalmayacak biçimde yassı taşlarla döşenmesi demektir. Dairenin 360° olduğu bilgisinden istifade edilerek denemeye gerek kalmadan bunu anlamak mümkün olur. Mesela bir düzlemi düzgün beşgenlerle kaplamaya çalışalım: Beşgenin 5 eşit

³ Hacı Necefoğlu, "Selçuklu Mimarisinde Kristallografik Nakışların Yeri", *III. Selçuklu Kültür ve Medeniyeti Semineri Bildirileri*, Konya 1994, s. 85.

⁴ Gülrü Necipoğlu, *The Topkapı Scroll- Geometry And Ornament In Islamic Architecture*, The Getty Center, New York 1995, s. 97-99.

⁵ Oleg Grabar, *İslam Sanatının Oluşumu*, Hürriyet Vakfı Yayınları, İstanbul 1998, s.150.

kenarı ve 5 eşit açısı vardır. Bir açısını bulmak için merkezden itibaren üçgenlere bölme ve böylece bir açısının 108° olduğunu buluruz. $108 \times 3 = 324$ olur. Yani üç adet düzgün beşgen yan yana geldiğinde arada 36 derecelik boşluk oluşur (Resim 2). Oluşan biçim kendini tekrar edemez. Eşkenar üçgende bunu sağlamak yani yüzeyi hiç boşluk bırakmadan kaplamak mümkündür. 60° olan bir üçgenin açısı toplamda 360 dereceye tamamlayabilir. Karede de iç açısı 90 derece olduğundan dört kare yan yana geldiğinde 360 dereceye tamamlanır ve böylelikle hiç boşluğa yer vermeden mozaik kaplama sağlanır (Resim 3). Yani düzgün mozaikler oluşur. Yarı düzgün mozaikler ise düzgün çokgenlerin bir araya gelmesiyle oluşur (Resim 4).

Düzgün çokgenlerin dizilişlerini ifade etmede kullanılan matematiksel mozaikte, tamamen yüzeyi kaplayan aynı türdeki eş sayıdaki çokgen, çokgenin köşelerini belirleyen kafes noktaları adı verilen noktalar etrafında dizilmiştir.

Matematiksel fizikçi (kuantum ve rölativite uzmanı) Roger Penrose⁶ 1970 yılının sonlarında matematiksel bir kaplama desenini buldu. Periyodik kaplaması mümkün olmayıp beşli dönel simetriye sahip kaplama yapabilen karo kümeleri Penrose tarafından keşfedilerek bunlarla yapılan kaplamalara "penrose kaplamaları" denilmiştir⁷. Bu uygulamalara Kuzey Afrika ve İspanya'da Mağribiler, Ortadoğu'da Selçuklu - Osmanlı ve Memlûkler'de mimaride uygulanmış mükemmel tezyinat örneklerinde rastlanmaktadır. Osmanlı Klasik dönem mimari eserlerinde bulunan ahşap kapı ve ahşap pencere kepenklerinde zengin tasarım uygulamaları mevcuttur.

Fen bilimleri ve matematik araştırılırken doğadaki izdüşümlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Amerika'da ressam ve fizik profesörü olan Bülent Atalay, Modern fizikte soyut matematiğin alanına giren ve doğanın yasalarıyla ilgisizmiş gibi görünen bazı konuların zamanla temel fizik yasalarının kaynağı olmasının sırrının açıklanmadığına işaret etmektedir. Matematik gerçekten de, gizlenmiş yasaları ortaya çıkartmakta en güçlü araçtır ve doğa yasalarını tanımlamakta temeli oluşturan önemli bir unsurdur⁸.

X ışını kırınım teknolojisinin kullanımıyla kristallerdeki bazı simetrilerin mevcudiyeti ortaya çıkmıştır. İlginçtir ki iki boyutlu olan kafes tiplerinin hepsini, üç boyutlu kafes tiplerinin de bazılarını 1000 yıl önce henüz kristallografi diye bir bilim dalı yokken, Müslüman sanatçıların ürettikleri tezyinatta görebilmekteyiz⁹.

⁶ Stephen Hawking ile birlikte genel görelilik teorisi üzerine yaptığı çalışmalarla ünlüdür. Penrose, genel görelilik kuramının, evrenin büyük patlama ile başlaması gerektiği görüşünü ispatlamıştır.

⁷ Metin Arık, Mustafa Sancak, *Pentapleks Kaplamalar*, TÜBİTAK, Ankara 2007, s. 24.

⁸ Bülent Atalay, *Matematik ve Mona Lisa*, Albatros, (Çeviri Özge Özgür), Kosta Sarioğlu, İstanbul 2006, s. 297.

⁹ HacıNecefoğlu, "Selçuklu Mimarisinde Kristallografik Nakışların Yeri", *III. Selçuklu Kültür ve Medeniyeti Semineri Bildirileri*, Konya 1994, s. 85.

Hudu Memmedov “Kristallografik motifler” kavramını ilk kez bilim literatürüne kazandırmıştır. Onun öğrencilerinden olan Kimya profesörü Hacali Necefoğlu'nun makalesinde Memmedov, bu motiflerin özelliklerini şu şekilde karakterize etmiştir;

- Şekil elemanları maksimum derecede yoğun yerleşir.
- Şekil sınırı şekil elemanları sınırı ile biter.
- Arka plan yani fon yoktur veya arka plan şekil elemanına çevrilmiştir.
- Şekil elemanı çeşitliliğinden tasarruf edilir.
- Simetri biçim oluşturmak için kullanılmaz, ama motif oluştuğunda sonuç olarak ortaya çıkar¹⁰.

Kristallerin bu oluşum ilkeleri tıpkı geometrik desenlerin oluşum ilkelerine benzer. Çalışmamıza konu olan üçgen, kare, altıgen gibi sade geometrik çokgenlerden yapılmış desenler anorganik bileşiklerin kristal yapılarına denktir.

1982 de Kimyacı Dan Shechtman Alüminyum ya da Manganez gibi eriyik metalleri soğuk bir yüzeye hızla püskürterek kuasi kristalleri elde etmiştir. Shechtman, bunları elektron mikroskobu altında incelediğinde atomların mükemmel bir simetri içinde dizilerek kümeler oluşturduklarını gördü. Bunların hiçbiri diğerini tekrar etmiyordu. Gördüğü bu yapı normalde birbirini tekrar eden düzenli kümelerden oluşan kristal sistemlerinden farklı idi. böylece beşli ve onlu simetrilerinin varlığı kimya alanında ispatlanmıştır.

Mozaik simetrisi, kullanılan ağın (şebekenin) simetrisine ve tekrarlayıcı motifin aynı simetriye sahip olup olmayışına bağlıdır. Olası simetriler kombine edilerek 17 çeşit mozaik desen oluşturulabilir. Bunların hepsi İslam sanatındaki geometrik desenlerde mevcuttur.

4. Geometrik Desen Analizlerinde Kullanılan Metotlar

Dünyada geometrik desenler çözümlenmeye çalışan araştırmacılar ve uygulamacılar üç metot uygulamaktadırlar.

- Nokta birleştirme
- Izgara (Girid) Metodu
- Poligon Tekniği

Bu nokta birleştirme yönteminde, her çizginin bir sonraki çizgi için referans olması ve yardımcı çizgilerin içerisinden esas desenin seçilip çıkarılması esası vardır. Biz de bu çalışmamızda bu yöntemi uyguladık. İkinci metot ise ızgara metodudur. Bunun için altıgen kurgulu desenler için eşkenar üçgenlerden oluşmuş ızgara, kare kurgulular için ise kare ızgara hazırladık. Izgara üzerinde bazı noktaları referans alarak oluşturduğumuz çizgilerle desene ulaştık.

¹⁰ Hudu Memmedov, İmameddin Emiraslanov, Hacali Necefoğlu, Aydın Mürseliyev, *Nahışların Yaddaşı*, Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı, İstanbul 1996, s. 85-86.

Genellikle referans noktalarımız karenin veya üçgenin köşe ve orta noktaları oldu. Böylelikle deseni ızgaraya oturturken bir sistem oluşturmaya ve o sistem üzerinden hareket etmeye çalıştık. Bazen gördük ki daireden hareketle oluşturulmuş desende onlarca çizgi yerine bazen kare ızgarada tek bir çizgi yeterli olmaktadır. Fakat her desen ızgaraya tam oturmamaktadır. Yani ızgarayı her kompozisyon için uygulamak mümkün görünmemektedir. Tek bir tasarım genellikle bu iki yöntemle oluşturulabilir. Poligonal teknikte de bu modellerin çoğu yapılabilir. Bu tekniğin savunucusu tasarımcı Jay Bonner'dir. Yakında çıkacak olan kitabının odak noktası da bu esasa dayanır. Poligonal teknikte iki katmanlı bir uygulama söz konusudur. Alttaki yatan poligonların kenarları üstteki desenin üretilmesine yardım eder. Çokgen kenarının her orta noktasına desen yerleştirilir. Jay Bonner'a göre poligonal teknik karmaşık olan kalıpların üretimi için tek metottur. Mesela 9 ve 11 köşeli yıldız, 11 ve 13 köşeli yıldız ve 9, 10, 11 ve 12 köşeli yıldızlar. XIII. yüzyılda İspanya ve Fas'ta ve XIV. ve XV. yüzyılda İran ve Orta Asya'da ayrıca Anadolu Selçukluları döneminde Anadolu'da üretilmiş son derece karmaşık ikili düzlemde kalıpların oluşturulması sadece poligonal teknikle sağlanır. J. Bonner poligonal teknik için en önemli kanıtın geometrik desenler hakkında birincil kaynaklar arasında olan Topkapı parşömenleri olduğunu belirtmektedir. Kaynakta ikili düzlemde kompleks kompozisyonlar bulunur (Resim 5).

5. Osmanlı Dönemi Geometrik Süsleme Anlayışı

5.1. Genel Değerlendirme

Gerek Anadolu Selçuklu dönemi klasik eserleri olan kervansaraylarda gerekse Osmanlı Klasik dönem mimari eserlerde ana malzeme kesme taş olmuş ve uygulanan süslemeler de taş malzeme ile kimlik bulmuştur.

Anadolu Selçuklularda geometrik desenler taşa uygulanmıştır ve yoğunluklu olarak taçkapıda kendini gösterir. Özellikle kervansarayların taçkapılarında muazzam bir tasarım gücü hissedilir. Yedigün, dokuzgen ve onbirgenler gibi kendiliğinden sonsuza üremeye müsait olmayan desenlerle sonsuza büyüme sağlanmış, üstelik bunlar aynı geometrik kompozisyonda tasarımın unsurları olarak yan yana getirilmiştir. Avanos Saru Han'ın taçkapısında bulunan kompozisyon buna misal olarak verebileceğimiz en kompleks ve anlaşılabilirliği en zor uygulamadır. Desende merkezde bir oniki köşeli yıldız, onun etrafını saran onbir köşeli yıldızlar ve onun da etrafını saran dokuz ve on köşeli yıldızların münavebeli olarak dizildiği ilginç bir kompozisyon vardır.

Osmanlı'da özellikle taş malzemede kullanılan geometrik desenler şebekelerde ve renkli taş ve benzeri malzemelerle yapılan kakma tekniğinde görülür. Şebekeler ise daha çok ve de büyük boyutlarda galeri korkuluklarda kendini gösterir. Erken Osmanlı dönemine ait ilk örnekler Bursa Hüdavendigâr Camii'nin (XIV. yy. üçüncü çeyreği) dış sofasında yer alan basit geometrik

desenli korkulukları ve 1391 tarihli olan İznik Yeşil Camii'nin daha zengin geometrik desenli korkulukları örnek verilebilir. Birkaç yıl sonra yapılmış olan Milas Firuz Bey Camii dış sofa korkuluk şebekeleri de bir hayli zengindir.¹¹

Şerefe korkulukları ve minber korkulukları, şebekelerin sıklıkla uygulandığı diğer yerlerdir. Hemen bütün klasik devir Osmanlı camilerinde minberler çok süslü olup beyaz Marmara mermeriyle yapılmıştır. Bazı kısımlarında hatayî ve rûmîlerle karşılaşılırsa da hâkim desen geometriktir. Birden fazla geometrik kompozisyon bulundurulur. Minberlerin ortasında yıldız sistemli bir şemse bulunur. Selimiye'nin mermer minberinin ortasında bulunan dairevî geometrik kompozisyon tam bir kuasi kristal örneğidir. Korkuluğun geometrik deseni büyük bir desenin şerit halinde kesilerek uygulanmış halidir. Külâh altında genellikle şeritteki geometrik desenin birim hücreleri yer alır.

Süleymaniye Camii'nin şadırvanında bulunan Bursa kemerli pencere açıklıklarındaki pirinçten yapılmış şebekeler de korkuluklarda uygulanmış altıgen kurgulu desenlerle aynıdır. Şadırvanın mermer olan tavan kısmında yedigen kurgusuna dayalı ondört köşeli iki yıldızın bir araya geldiği tekil bir uygulama bulunmaktadır. Yedigen kurgulu geometrik desen kompozisyonuna Osmanlı eserlerinde başka bir hiçbir yerde rastlamadık (Resim 6).

Beşgen temelli ve dolayısıyla ongenleri barındıran geometrik sistemleri, pencere kapakları ve kapı kanatları gibi ahşap uygulamalarında görmektediriz.

Ahşap oymacılığı Anadolu Selçuklu dönemi sanatına Büyük Selçuklu egemenlik alanlarından (Orta Asya, İran, Azerbaycan, Gürcistan, Irak ve Suriye'den) güneyde Eyyübî ve Memlük egemenliğindeki bölgelerden ithal edilmiştir. Fakat tüm İslam dünyasının en güzel örnekleri Anadolu'da üretilmiştir. Anadolu Selçuklu dönemi ve Osmanlı dönemi ahşap bezemesinde künde-kârî ya da çatma olarak tanınan teknikte desenler geometriktir. Bu teknikte dişi ve erkek geçmeler mevcut olup çivi kullanılmadan geometrik kurgu birbirine geçen paçalarla oluşturulur. Künde-kârî tekniği ile yapılmış gibi görülen fakat künde-kârî olmayan teknikler de mevcuttur. Parçalar burada birbirine geçmez. Yani çivili bir uygulamadır¹².

Selçuklu dönemi ve Beylikler dönemi ahşap kapılarında ve pencere kanatlarında enli çıtalar ve büyük parçalar kullanılmıştır. Klasik dönem Osmanlı'da bu yöntem terk edilerek Sinan dönemi camilerinde metrekareye düşen parça sayısı arttırılmıştır. Çıtalar ince, geometrik parçalar küçük tutulduğundan kompozisyonların daha büyük kesitleri alana

¹¹ Yıldız Demiriz, *Osmanlı Mimarisinde Süsleme I Erken Devir (1300-1453)*, Kültür Bakanlığı Yayınları, İstanbul 1979, s. 11.

¹² Doğan Kuban, *Selçuklu Çağında Anadolu Sanatı*, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2002. s. 364.

yerleştirilebilmiştir. Sinan dönemi kapıları için karakteristik olan diğer bir özellik de panoları ayrı ayrı kuşatan tarsi tekniğindeki şerittir¹³.

5.2. Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye Camilerinin Geometrik Süslemeleri ve Bazı Desen Analizleri

Sinan'ın günümüz mimarlarını bile etkileyen yenilikçi bir mimar olmasını sağlayan şey eserlerindeki estetik ve daimi bir biçim arayışıyla farklı mimarî kompozisyonlara imza atmasının yanında belki de en önemlisi onun yapı teknolojisine armağan ettiği yeni çözümlerdir.

Onun eserlerinde her parçanın uygulanması bir sistem halindedir. Zaten bir dönemin klasikleşmesi bir anlamda bu belirtilerle mümkün olur. Eserlerinde süsleme karakteri de sistemleşmiştir. Mesela korkuluk şebekeleri ahşap uygulamalardan farklı karakterdedir ya da minber göbeğinde yer alan kompozisyonlar da kendi içinde aynı sistemden hareketle üretilmiş olup diğer uygulamalardan farklıdır.

Şehzade Camii, XV. yüzyıldan sonra sadeleşme eğilimi gösteren Osmanlı mimarisi ve Sinan'ın diğer camilerinde gördüğümüz yalın süsleme anlayışının dışındadır. Bu camide uygulanmış geometrik kompozisyonlarda on köşeli yıldızlar, ahşap kapılar ve ahşap pencere kepenklerinde yer alan ortasında yer alan dairevi formlu geometrik desen on köşeli yıldızlardan oluşmuş bir ağa sahiptir. Altıgen ve kare kurgulu sistem örnekleri şebekeler ve bazı ahşap pencere kepenklerinin alt panolarında yer alır.

Avluda diziliş sırası mihrap ekseninde simetrik olan pencere alınlıkları geometrik süslemelidir. Kalemşeleri gibi duran uygulamalarda aslında taş oyularak oluşan çukurlara alçı doldurularak desen oluşturulmuştur. Desenlerin bazılarında mermer yıldızın hakkedildiği görülür. Geometrik kompozisyonlar ağırlıklı olarak daireseldir. Dairevi olmakla birlikte onların da çıkış noktaları altıgendir (Resim 7). Resim 8'de desenin altıgenden hareketle nasıl üretildiği görülmektedir. Resim 9'da ise bu altıgen birim hücrelerin bal peteği gibi bir araya gelmesiyle nasıl sonsuza doğru ürediği gösterilmektedir.

Çalışmamızda kullandığımız metotlardan biri olan ızgara, yani şebeke metodu az karmaşıklıkta olan desenler için güçlü bir tasarım metodu sunmaktadır. 4 ve katları kare ızgarada gösterilebilir. Resim 10 da aynı prensibe dayanmaktadır. Şehzade Camii ve Selimiye Camii haremî kuzeyinde, cümle kapısını ortaya alacak şekilde simetrik iki payanda üzerine kalemşi olarak uygulanmış desen aslında örgülü kufî yazının ortasına yerleştirilmiştir. Yani yazının bir parçasıdır. Biz çalışmamızda bu deseni kufî yazıdan bağımsız olarak analiz ettik ve sonsuza akacak şekilde birim hücreleri yan yana getirdik. Örgülü kufîli geometrik desen uygulaması Topkapı parşömenlerinin ilk deseni olup

¹³ Rüstem Bozer, "Süleymaniye'nin Ahşapları", *Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi*, Selçuk Mülayim (ed.), T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara 2007, s. 331.

kare ızgara üzerinde gösterilmiştir¹⁴ (Resim 11). Desene dikkatli bakıldığında köşelerdeki yazının akışı, ileride Selimiye Camii ahşap pencere kepenginde (Resim 16) görülen desenin analizinde ve anlatımında değineceğimiz “dört yön” deseninin olduğu fark edilir. Dört yön, desen tasarımları içerisinde oldukça etkileyici bir tasarımdır.

Sinan’ın camilerinin en önemli özelliklerinden biri de akustiklerinin çok iyi olmasıdır. Sinan akustiği detaylı hesap ve planlama ile ele almıştır. Orta ve büyük hacimli camilerin kubbesinden yansıyacak sesin neden olacağı ekonun da bilincinde olan Sinan, kubbede ses yutucu sıva ile birlikte boşluklu rezonatör kullanmıştır. Böylece duran dalgaları yok etmiştir. Bunun için kubbeye yerleştirilmiş ağızları açık olarak iç hacme açılan küplerden faydalanmıştır. Özellikle duvarları diğer camilere kıyasla daha az hareketli olan Şehzade Camii’nin duvarlarında da bu tip rezonatörler kullanmıştır¹⁵. Şehzade Camii’nde bu tip rezonatörlerin yüzeyi alçı şebeke geometrik desenlidir. Desenlerin karakteri Sinan dönemi taş şebekelerde uygulanmış olan geometrik desenlerle aynıdır.

Kanunî Sultan Süleyman’ın kendi adına inşa ettirdiği Süleymaniye Camii, Osmanlı klasik dönemi yapı tekniğinin ne denli üst düzeyde olduğunu ve dolayısı ile ekonominin imkânlarını belgeler niteliktedir. Ahşap eserlerde ve şebekelerdeki geometrik süsleme anlayışı Şehzade Camii ile aynıdır. Geometrik kompozisyon çeşitliliği ve kompozisyonların giriftliği açısından daha üstündür.

Mermer minberde Şehzade ve Selimiye camilerinden farklı olarak sadece korkuluk şebekesi süslüdür ve o da geometrik desenlidir. Yan aynalar düzdür. Külâh altında kalan tavanlardan biri de geometrik desenlidir.

Caminin haremde pencere önlerinde renkli taşlarla yapılmış geometrik kompozisyonlar bulunur. Bu kompozisyonların bazıları daha basit kare ve üçgenlerden oluştuğu gibi iç içe iki kareden oluşmuş sekiz köşeli yıldızları içeren kompozisyonları da barındırırlar.

Resim 12’de Süleymaniye Camii dış revaklarında bulunan altıgen kurgulu geometrik desene sahip şebeke görülmektedir. Osmanlı klasik dönem mimarisinde özellikle şebekelerde en çok tercih edilen tasarımdır. İç içe iki altıgenden oluşturulmuş düzgün onikigenden hareketle görmeye alışık olduğumuz altı köşeli yıldızdan farklı bir altı köşeli yıldızla ulaşılır. Aslında deseni ilginç kılan şey, tasarımın bütününe bakıldığında sadece düzgün onikigenlerin iç içe geçmesiyle oluşmuş bir kompozisyona sahip olmasıdır. Bir düzgün onikigenin etrafına dizilmiş 6 adet düzgün onikigen ile ortada

¹⁴ Gülru Necipoğlu, *The Topkapı Scroll- Geometry And Ornament In Islamic Architecture*, The Getty Center, New York 1995. s. 288.

¹⁵ Mutbul Kayılı, “Sinan Eserlerinde Akustik”, *VI. Vakıf Haftası Türk Vakıf Medeniyeti Çerçevesinde Mimar Sinan ve Dönemi Sempozyumu 5-8 Aralık 1988*, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul 1989, s. 267.

kendiliğinden altı köşeli yıldız oluşur. Süleymaniye Camii doğu ve batı revakları, Şehzade Camii minare şerefeleri, Selimiye Camii revaklarının üzerindeki havalandırma şebekelerinde yıldızlar yatay eksen üzerinde uygulanmışken, Şehzade Camii hünkâr mahfiline çıkan cephe revakında, Süleymaniye Camii şadırvanında, Selimiye Camii pencere alınlıklarında Selimiye Camii doğu ve batı girişi üzerinde bulunan üçlü pencerelerde ayrıca doğu ve batıdaki payandalar arası revaklarda yıldızlar dikey eksen üzerinde uygulanmıştır. Resim 13 bu desenin analizini göstermektedir.

Selimiye Camii minber şebekesinde ve minare şerefesi korkuluk şebekesinde görülen desen (Resim 14) altıgen kurguludur ve bir önceki analizini verdiğimiz desenle benzer karakterdedir. Ondan farkı desen onikigenlerden değil altı tane dokuzgenden oluşur. Düzgün ilerleyen altıgen ağa sahiptir. Altıgen birim hücresi sınırları kompozisyonda kullanılmıştır ve bunun köşe noktaları dokuzgenlerin merkezlerindedir (Resim 15).

Ahşap kapılar üç camide de beşgenlerden oluşmuş on köşeli yıldızların zengin kompozisyonlarını içerirler Şehzade ve Süleymaniye camilerinde bulunan ahşap pencere kepenklerinde geometrik sistemlerin zenginliğine rağmen Selimiye Camii'nin pencere kepenklerinin sade olduğu görülür. Selimiye Camii'nde Ahşap uygulama olarak karşımıza çıkan Resim 16'daki kompozisyon kare kurguludur. Desenin ahşaba aktarılmış hali ana desende ufak değişiklikler yapılarak oluşturulmuştur. Yeni oluşan desen sonsuza akmamaktadır. Dört doğrultudaki dikdörtgen kısımlar bu akışı engellemektedir. Desenin sonsuza akan hali insanda adeta halisünasyon etkisi oluşturmaktadır. Analizini yaptığımız birim hücreye baktığımızda aslında bütünü pek de çağrıştırmadığına şahit oluyoruz. Bu birim hücrelerin yan yana sıralanmış hali Beyşehir Eşrefoğlu Camii (1299) bey mahfili merdiven korkuluğunda bulunmaktadır.

Merkezde yer alan ve tekrarlanan form eski Türklerde dört yön desenidir ve İslam sanatında çok sevilen bir formdur. Sadece İslam sanatında değil hemen her inanç ve coğrafyada binlerce yıl evvelinden itibaren karşımıza çıkmaktadır. Çalışmamızın başında değindiğimiz üzere ma'kılî yazının da esasını oluşturur. Anadolu'da özellikle birçok medresede ve kümbette uygulandığı gibi Anadolu'ya tasavvuf geleneğinin aktarım bölgesi olan Orta Asya (Horasan)'da da desenin farklı kompozisyonlarına rastlanır. Mesela Hoca Ahmed Yesevî Türbesi'nin yüzeyinde, Konya İnce Minareli Medrese'nin kubbesinde ve Anadolu Selçuklu medrese eyvanlarının çoğunda desenin az bir farkla uygulandığı kompozisyonlar görülür. Sayılamayacak kadar çok bağlantı kurmak mümkündür. Anadolu dışında desenin salt kendinin değişmeden

uygulandığı eserlere belki de en güzel örnek İran İsfahan'da 1437 tarihli Mescid-i Cuma'daki çini desendir¹⁶ (Resim 17).

Sivastikanın başka bir tasarımla uygulandığı ve Selimiye Camii'ne neredeyse hâkim olan desen buraya kadar gördüğümüz desenler içerisinde belki de en ilginç olandır. Camide özellikle pencere alınlıklarında kalemişi olarak uygulanmıştır. Ayrıca bazı pencere şebekelerinde de bulunmaktadır (Resim 18). Desen kare birim hücreye sahip olmakla birlikte birim hücreyi oluştururken çıkış noktamız altıgendir. Zaten desenin bütününde de altı köşeli yıldızlar hâkimdir. Tam birim hücrelerin üretiminde hep öteleme simetrisi olacak şekilde üretim söz konusudur. Aslında desenin dörtte birlik kısmının üretimi ve ayna simetrisinin alınmasıyla birim hücre diye nitelendirdiğimiz parçaya ulaştık. Sonra da öteleme simetrisiyle sonsuza yaydık (Resim 19 ve Resim 20) Desenin bu denli karmaşık yapısının aksine görüntüde sadece üç ayrı parçanın tekrarı söz konusudur; altı köşeli yıldız, papyon ve altıgen.

Desenin ızgara ile üretimi çok daha ilginçtir. Altı köşeli yıldız ve iki yanındaki altıgenden oluşan birim üçgen ızgara iken -ki bunlar da rombusları barındırır- aralarda kalan döngünün yer aldığı kısımlar kare ızgaradır. Bu kare ızgaralar ise rombusların aralarında kalan hafif açılı olan bölümdür. Yani desenin iskeleti bir yatay- bir dikey- bir yatay... şeklindeki rombusların tekrarıdır. Böylelikle arada kalan boşluklar doğal olarak kare olacaktır (Resim 21).

Şehzade Camii ahşap pencere kepenginde ve Selimiye Camii hünkâr mahfili pencere önü yer zemin döşemesinde görülen desen (Resim 22) poligonal teknik ile çözülmüştür. Beşgenlerin orta noktalarına yıldız kolları temas edilerek desen oluşturulur. Bu çözümün, kompozisyonda bizzat yer aldığı uygulamaya en güzel örnek Hindistan'dan verilebilir¹⁷. 1500-1600 yıllarına ait bu panel örneğe göre birinci katmanda çözümünü yaptığımız uygulama mevcuttur. İkinci katman ise desenin poligonal teknikle üretimine dair çizimi mevcuttur. Sekiz köşeli yıldızların köşe bağlantıları sekizgeni oluşturur. Sekiz köşeli yıldızın etrafındaki beş köşeli yıldızlar ise yıldızların uçları beşgenlerin orta noktalarına gelecek şekilde yerleşmiştir (Resim 22).

Şehzade Camii minber tavanında oniki köşeli ilginç bir desen tıpkı Süleymaniye Camii şadırvanının tavanı gibi fark edilmek için muhatabını beklemektedir (Resim 23). Çözümünü yaptığımız uygulamada birim hücre altıgendir ve altıgenlerin merkezlerine yerleştirilen oniki köşeli yıldızların (oniki köşeli yıldızlar da iç içe iki altıgenden oluşmuş onikigenle sağlanır) köşeleri arasında kalan kolların bir iç bükey-bir dış bükey... olacak şekilde tasarlanmış olması deseni ilginç kılmaktadır. Desen üretimi esnasında uygulanan metotta

¹⁶ Michael Barry, Roland & Sabrina Michaud, *Colour and Symbolism In Islamic Architecture*, Thamesand Hudson, London 1996, s. 163.

¹⁷ Giovanni Curatola, *Islam Visual Encyclopedia of Art*, Scala Group, Florence 2009, s.153.

altıgenlerin sivri uçlarının teması sonucu oluşan aradaki üçgen boşluklar (bunlar 3 altıgenin birleşimi ile oluşmuştur) altıgen içindeki desene ait çizgilerin uzatılması ve kesişimi ile doldurulur. Her üçgen içinde oniki köşeli yıldızın kollarındaki içbükey uzantılar bulunur (Resim 24 ve Resim 25). Desenin bütününde aslında en küçük altıgen birim hücre mavi renk ile gösterilen altıgendir (Resim 26). Desen elbette bu altıgen üretimi ile de kolayca üretilebilir. Fakat biraz daha farklı bakış açısı ile yapılmış çözümlere yer vermenin uygun olacağını düşündük.

Çalışmamızda farklı bakış açıları ile az sayıdaki geometrik desenlere ait ortaya koyduğumuz çözümler salt çözüm metotları değildir. Şüphesiz tasarımın bütününe götürecek farklı çözüm yolları geometrinin zenginliğindedir.

6. Sonuç

Mimar Sinan'ın üç büyük eserinden hareketle dönemin geometrik süsleme anlayışını anlamaya ve desenlerin kare ve altıgen birim hücrelerinden yola çıkılarak oluşunlarını ortaya koymaya çalıştık. Türkiye'de alanında ilk olan çalışmamızda analizleri yaparken bir kaynağa bağımlı olmadık. Desenler genelde benzer karakterde olup üretimde işleyiş olarak da benzer mantık kurgusuna sahiptir. Fakat bazı desenler daha özel bir kurguya sahiptirler.

Gördük ki "Sinan eserlerinde süslemeye az yer vermiştir" genel kanısının aksine eserlerinde bir hayli fazla çeşitte süslemeye yer vermiştir. Fakat Sinan, süslemelerin sayıca çokluğuna rağmen hiçbir zaman süslemenin ön planda olmadığı bir tasarım anlayışı ile camilerini inşa etmiştir. Geometrik desenlerdeki muazzam zenginlik caminin mimari tasarım zenginliğinin önüne geçmez. Büyük mükemmel sistemler detaya inildikçe daha küçük boyutlarda fakat yine başka mükemmel sistemleri barındırırlar.

Yaptığımız çalışma, özellikle Türkiye'de yok denilebilecek kadar az çalışmanın yapıldığı alana bir girizgâh ve dikkat çekme mahiyetindedir. Umarız giriş bölümünde zikrettiğimiz meseleler çerçevesinde bu çalışmaların devamı gelecektir.

7. Kaynaklar

ABAS, S. J.; SALMAN A. S., 2007, "*Symmetries of Islamic Geometrical Patterns*", World Scientific, Singapore.

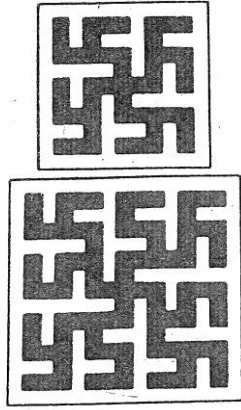
ARIK, M.; SANCAK, M., 2007, "*Pentapleks Kaplamalar*", TÜBİTAK, İstanbul.

ATALAY, B., 2006, "*Matematik ve Mona Lisa*", (Çeviri Özge Özgür, Kosta Sarıoğlu), Albatros, İstanbul.

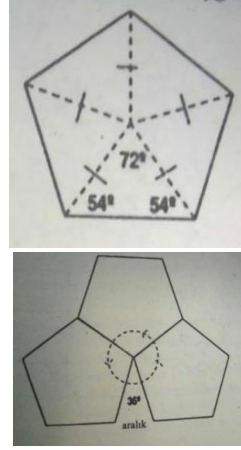
BAKİRE, Ö., 1981, "*Selçuklu Öncesi ve Selçuklu Dönemi Anadolu Mimarisinde Tuğla Kullanımı*", ODTÜ Yayınları, c. I, Ankara.

- BARRY, M. R.; MICHAUD, S., 1996, *Colour and Symbolism In Islamic Architecture*, Thames and Hudson, London.
- BOZER, R., 2007, "Süleymaniye'nin Ahşapları", Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi, (ed. Selçuk Mülayim), T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.
- BURCKHARDT, T., 1976, "İslam Sanatı", Turan Koç (çev.), Klasik Yayınları, İstanbul.
- CASTERA, J. M., 1999, "Arabesques Decorative Art in Morocco", ACR, Paris.
- DEMİRİZ, Y., 2004, "İslam Sanatında Geometrik Süsleme", Yorum Sanat, İstanbul 2004.
- DEMİRİZ, Y., 1979, "Osmanlı Mimarisinde Süsleme I Erken Devir (1300-1453)", Kültür Bakanlığı Yayınları, İstanbul.
- DOĞANAY, A., 2011, "Osmanlı Tezyinatı Klasik Devir İstanbul Hanedan Türbeleri 1522-1604", Klasik Yayınları, İstanbul.
- FİELD, R., 2004, "Geometric Patterns from Islamic Art & Architecture", Tarquin Publications, England.
- KAYILI, M., 1989, "Sinan Eserlerinde Akustik", VI. Vakıf Haftası Türk Vakıf Medeniyeti Çerçevesinde Mimar Sinan ve Dönemi Sempozyumu 5-8 Aralık 1988, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul.
- KUBAN, D., 2008, "Selçuklu Çağında Anadolu Sanatı" YKY, İstanbul.
- MAJEWSKI, M., 2011, "Islamic Geometric Ornaments in İstanbul", Poland.
- MEMMEDOV, H.; EMİRASLANOV, İ.; NECEFOĞLU H.; MÜRSELİYEV A., 1996, "Nahşların Yaddaşı", Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı, İstanbul.
- MÜLAYİM, S., 1982, "Anadolu Selçuklu Mimarisinde Geometrik Süslemeler", Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- NECEFOĞLU, H., 1994, "Selçuklu Mimarisinde Kristallografik Nakışların Yeri", III. Selçuklu Kültür ve Medeniyeti Semineri Bildirileri, Konya.
- NECİPOĞLU, G., 1995, "The Topkapı Scroll-Geometry and Ornament in Islamic Architecture", Santa Monica.
- ŞEN, H., 2013, "İslam Sanatında Geometrik Desenler", Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi, Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Enstitüsü, Konya.
- WELLS, D., 1998, "Geometrinin Gizli Dünyası", Selçuk Alsan (çev.), Sarmal Yayınevi, İstanbul.

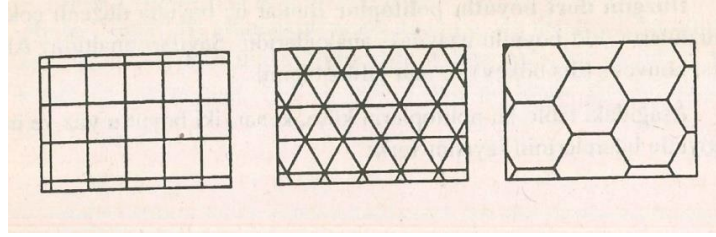
EKLER



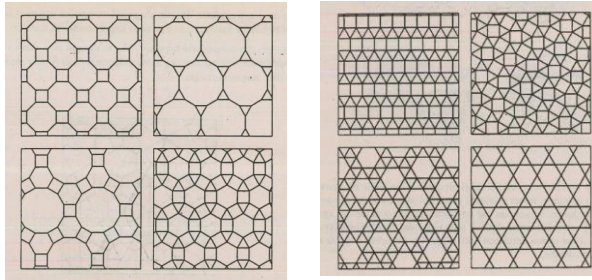
Resim 1. Kil üzerine nakış; MÖ. II. ve I. Binyıllar.



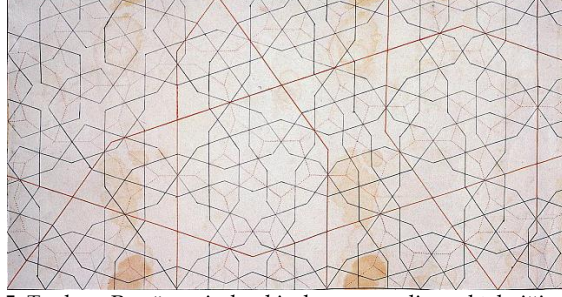
Resim 2. Beşgen ve beşgenlerin biraraya gelişi.



Resim 3. Kare üçgen ve altıgenlerden oluşmuş desenler.



Resim 4. Düzgün mozaikler.



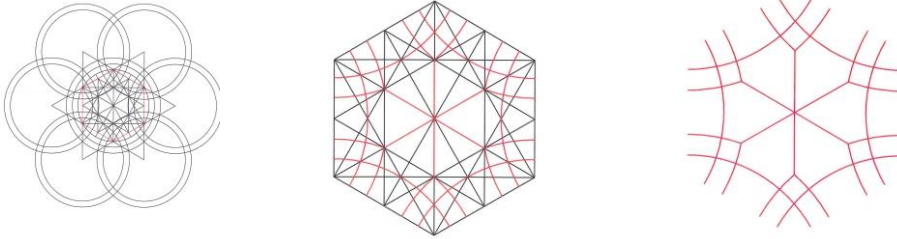
Resim 5. Topkapı Parsömeninden bir desen ve poligonal tekniğin varlığı.



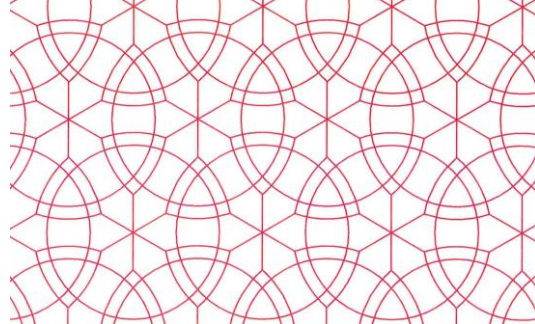
Resim 6. Süleymaniye Camii şadırvan tavanı.



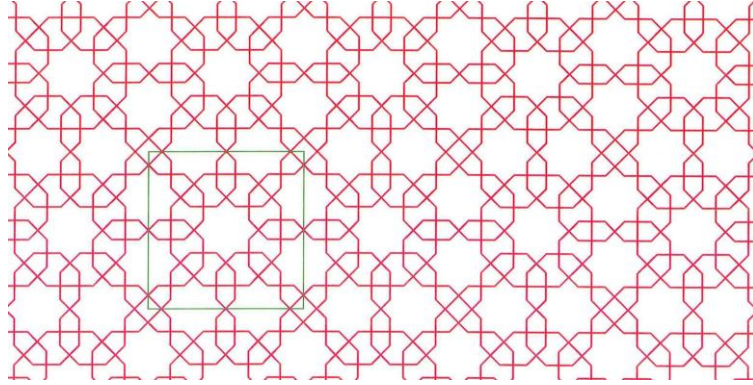
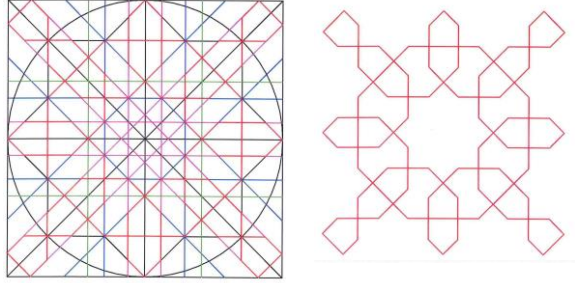
Resim 7. Şehzade Camii avlu pencere alınlığı.



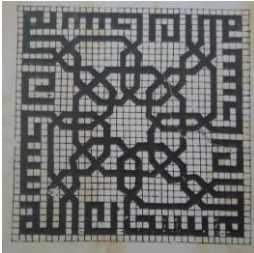
Resim 8. Şehzade camii pencere alınlığı üretim aşamaları.



Resim 9. Şehzade Camii pencere alınlığında birim hücrelerin birleşmiş hali.



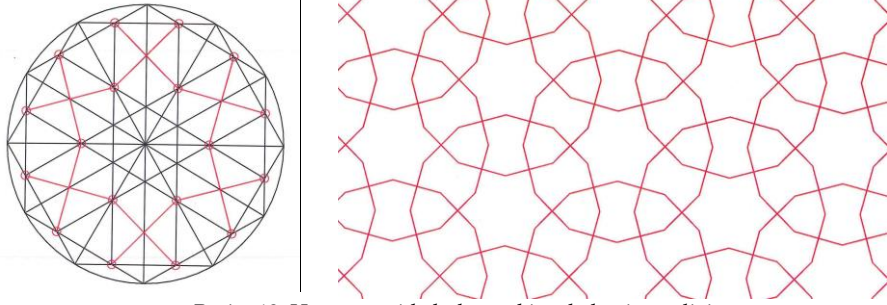
Resim 10. Şehzade ve Selimiye Camilerindeki makılı yazıdaki geometrik desen analizi.



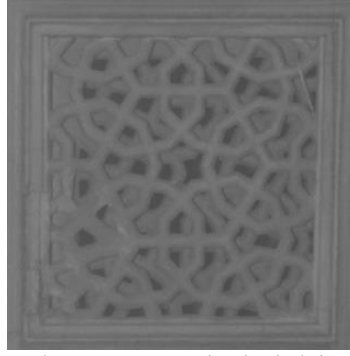
Resim 11. Topkapı Parşömenlerinin ilk deseni.



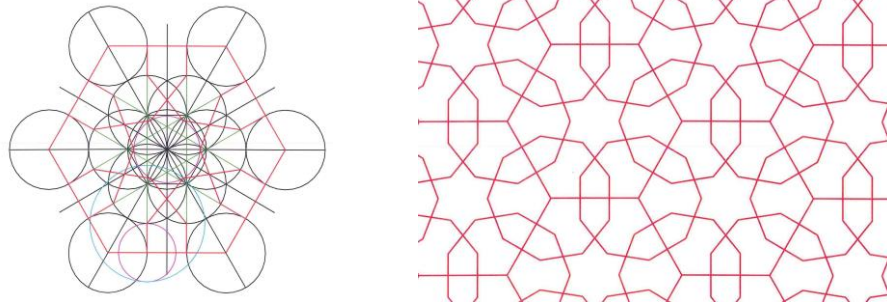
Resim 12. Süleymaniye Camii Şebekesi.



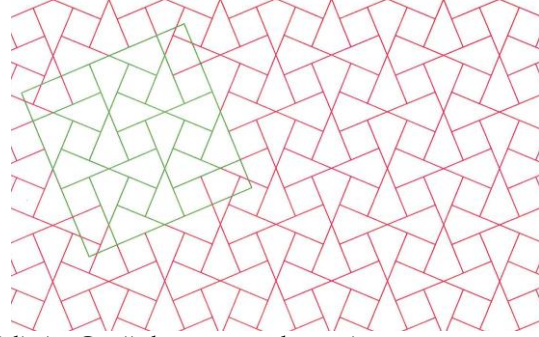
Resim 13. Her üç camide bulunan bir şebekenin analizi.



Resim 14. Selimiye Camii minber korkuluk şebekesi.



Resim 15. Selimiye Camii minberi korkuluk şebekesi analizi.



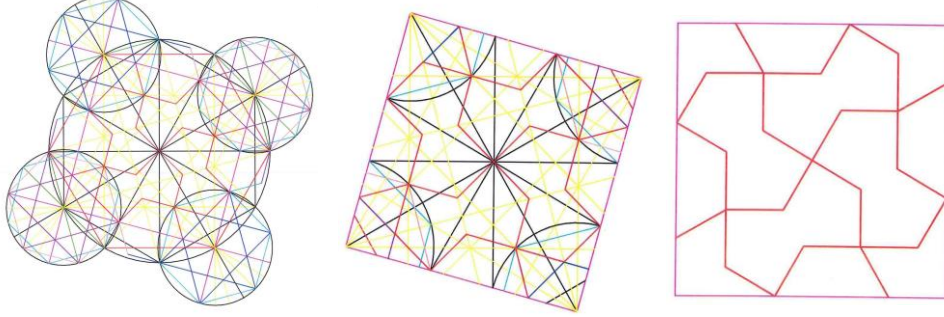
Resim 16. Selimiye Camii ahşap pencere kepengi.



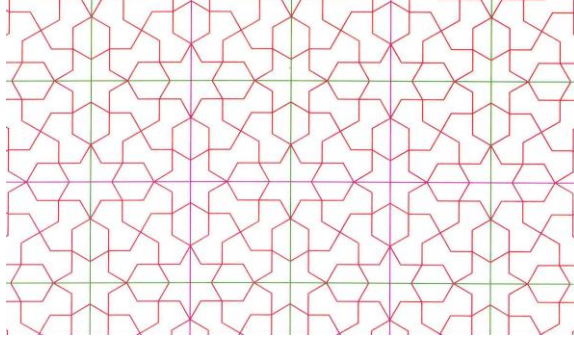
Resim 17. İsfahan Mescid-i Cuma-1437.



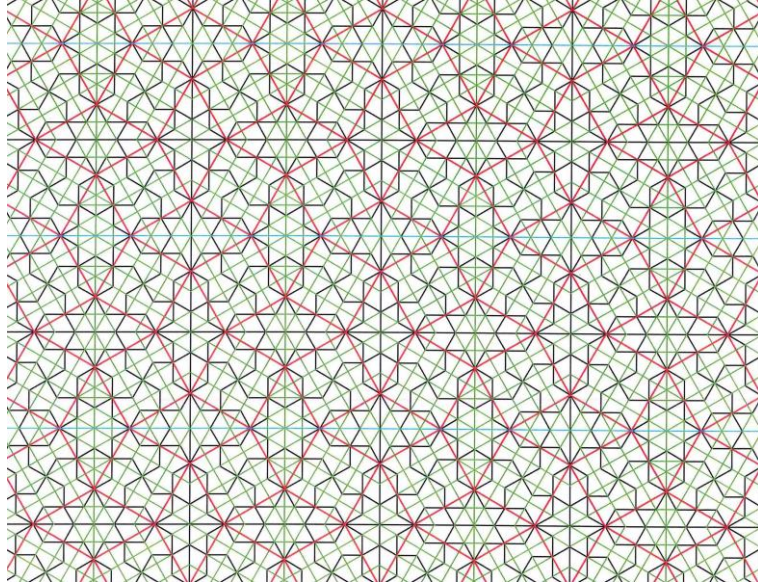
Resim 18. Selimiye Camii taç kapı üzerindeki pencere şebekeleri.



Resim 19. Selimiye Camii şebeke ve pencere alınlığı desen birim hücresi.



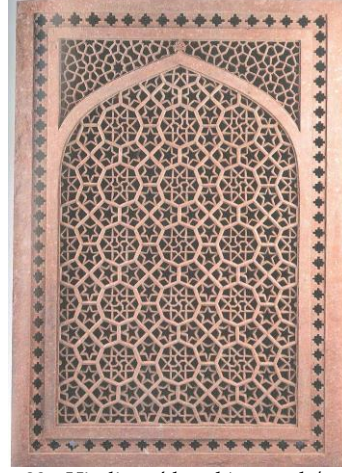
Resim 20. Birim hücrelerin önce ayna simetrisi sonra da oluşan desenin öteleme simetrisi ile bir araya gelişi.



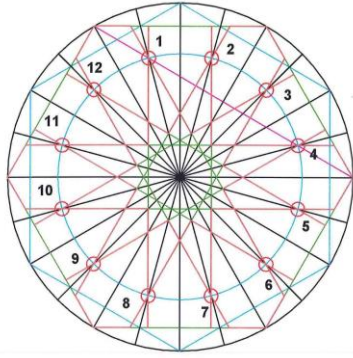
Resim 21. Desenin ızgara üzerinde ve rombuslarla gösterimi.



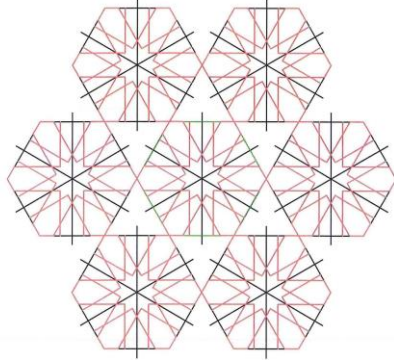
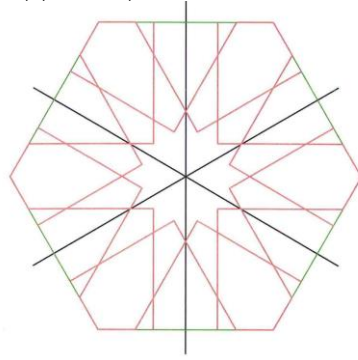
Resim 22. Selimiye Camii hünkâr mahfili zemin döşeme.



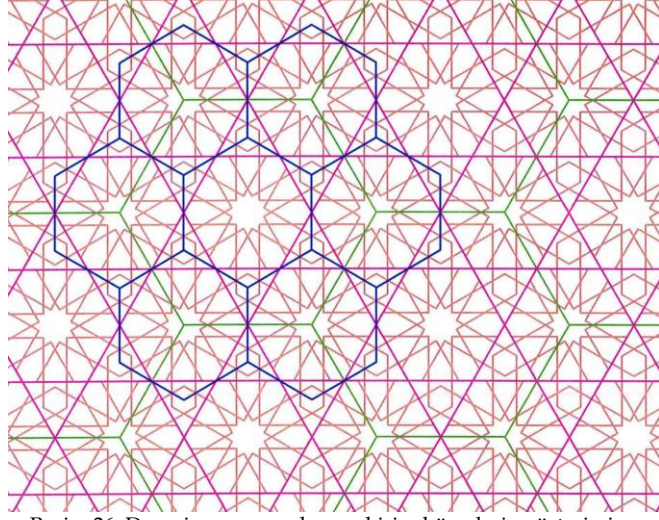
Resim 23. Hindistan'dan bir örnek/ 1500-1600 (Metropolitan Museum of Art/ New York) (Curatola).



Resim 24. Şehzade Camii minber tavanındaki 12 köşeli yıldızın üretimi.



Resim 25. Altıgenlerin bir araya gelişi ve aradaki üçgen boşlukların doldurulması.



Resim 26. Desenin sonsuza akışı ve birim hücrelerin gösterimi.