

Ortaçağ Anadolu Sanatı Araştırmalarında Disiplinlerarası Çalışmalar: Geometrik Örüntünün Gelişen Teknolojilerle Yolculuğu

Mine ÖZKAR *

Aslıhan ERKMEN **

Öz

Ortaçağ Anadolu Sanatı üzerine bugüne kadar yapılan akademik yayınlar ve yürütülen projeler dönemin sanatsal ve mimari üretimine yönelik bütüncül bir yaklaşımı ortaya koyması açısından değerli ve önemlidir. Son yıllarda sanat ve mimarlık tarihi dışında restorasyon, tasarım, bilişim, mimarlık gibi alanlardan gelen araştırmacılar gerek tarihsel, gerek dijital teknolojilere dayalı yöntemlerle konuya ilgi gösterdikçe alanın çalışma evreni genişlemektedir. Ne var ki bu "gelişme" beraberinde kimi sorunları getirmekte veya hali hazırda alanın uzmanlarının gündeminde yer alan meselelere bir kere daha parmak basmaktadır.

Ortaçağ Anadolu'sunda sanat ve mimari üzerine yapılan araştırmaların erken örnekleri arasında yer alan monografik yayınlar ile envanter / katalog oluşturmaya yönelik çalışmalar, disiplinlerarası araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır. Sanat tarihi ve dilbilim alanında çalışan uzmanların birincil kaynakları değerlendirmeleri, Ortaçağ İslam düşüncesinin Anadolu Türk Sanatı'na etkilerinin sanat tarihçi ve felsefecilerin işbirliği ile irdelenmesi, sanat ve mimarlık tarihçileri, restoratörler ve mimarların restorasyon projelerini hazırlamaları ancak bu erken çalışmaların ortaya koydukları bulguların izinden gitmekle mümkün olmuştur. Teknolojik gelişmelerin hızlanmasıyla birlikte bilgisayar destekli yöntemlerin alanın hizmetine sunulması da sıklıkla görülmeye başlamıştır. Anılan coğrafyaya özgü geometrik örüntülerin tasarlama ve üretim süreçlerinin bilgisayar destekli çözümlenmeleri hem sosyal bilimler hem fen bilimleri uzmanlarınca aynı konunun farklı bakış açıları ve metotlarla ele alınmasını sağlamıştır.

Bu metinde, on üçüncü yüzyılda, Anadolu'da kadın baniler tarafından veya onlar için yaptırılan din dışı yapıların geometrik örüntülerinin algı, tasarım ve üretim süreçlerini ele alan disiplinlerarası bir çalışmanın sonuçları, bilişim ve mimarlık ara kesitinde bir sanat tarihçi ve mimarın elde ettikleri veriler ışığında yorumlanmaktadır. Çalışma sırasında karşılaşılan belge ve görsel yetersizliği, birincil kaynakların çevirilerinin azlığı ve/veya yokluğu, terminolojide dikkati çeken kavram karmaşası gibi sorunlar gündeme getirilerek, çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Disiplinlerarası çalışmalar, mimari tasarımda bilişim, geometrik örüntü, desen bilgisi, desen çözümlenme

* İstanbul Teknik Üniversitesi ozkar@itu.edu.tr,

** İstanbul Teknik Üniversitesi, erkmena@itu.edu.tr,

Interdisciplinary Studies in Medieval Anatolian Art Research: The Technological Journey of the Geometric Pattern

Mine ÖZKAR *

Aslıhan ERKMEN **

ABSTRACT

Academic publications and projects on Medieval Anatolian Art are invaluable due to their holistic approach to the artistic and architectural production of the era. In recent years researchers from areas such as restoration, design, informatics, architecture expanded the field using both historical and technological methods. This “progress”, however, brings some new problems, if not, emphasizes the issues that are already in the agenda of the experts of the area.

The monographic publications and inventory / cataloguing studies in the early literature of Medieval Anatolian Art and Architecture constitute the base for interdisciplinary studies. The evaluation of primary sources; the assessment of the interaction between the Medieval Islamic philosophy and architecture; the restoration projects could only be possible by tracing the findings of early research. Furthermore, upon rapid improvement of information technologies, computational methods have become frequently used in service of the area. This too has enabled the topic to be studied by scholars from various disciplines using many new techniques as well as bringing different angles in the computer-aided analysis of the design and production process of the unique geometric patterns in the aforementioned geography.

This paper assesses the results of an interdisciplinary research that encompasses the perception, design and production processes of geometric patterns on secular buildings for and of female patrons in thirteenth century Anatolia. The results are interpreted through the data acquired in the process by an art historian and an architect who collaborate at the intersection of architecture and informatics. The focus is to draw attention and to offer solutions to the lack of records, visuals, and primary references, whether original or translated to modern languages as well as the complications with regards to terminology.

Keywords: Interdisciplinary studies, architectural design computing, geometric pattern, design knowledge, design analysis of patterns

* Istanbul Technical University ozkar@itu.edu.tr,

** Istanbul Technical University, erkmena@itu.edu.tr,

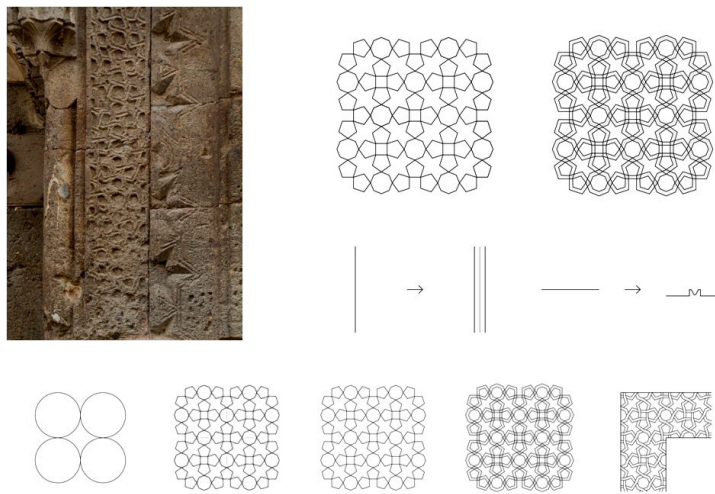
Ortaçağ Anadolu Sanatı alanındaki çalışmalar dönemin iki büyük hakim gücünün estetik üretimleri üzerinde yoğunlaşır: Bizans ve Selçuklu. Sanat ve mimarlık tarihinin çeşitli alanlarında bu iki gücün etkileşiminin izlerini görmek mümkündür. Bugüne kadar yapılan kazı, yayın, proje, vb. akademik çalışmalar iki kültürün görsel dağarcığını bütüncül bir biçimde ortaya koyar (Aslanapa, 1972; Ögel, 1994, 2002; Kuban, 2000; Müller-Wiener, 2002; Mango, 2006; Özbek ve Aslan, 2008; Peker, 2009; Belting, 2011; McClary, 2016).

Anılan dönemde Selçuklu mimarisinin önemli bir unsuru olan geometrik desenler söz konusu disiplinlerarası çalışmaların inceleme konularının başında gelir (Critchlow, 1976; Bakırer, 1981; Mülayim, 1982; Öney, 1992; Demiriz, 2003). Son yıllarda sanat ve mimarlık tarihi dışında başta restorasyon olmak üzere tasarım, bilişim, mimarlık, matematik alanlarından araştırmacılar konuya kendi disiplinlerine özgü yöntemlerle yaklaşarak, yeni çalışma alanları açtılar (Kaplan ve Salesin, 2004; Arık ve Sancak, 2007; Lu ve Steinhardt, 2007; Makovicky, 2007; Al Ajluni, 2008; Bodner, 2008; Sarhangi, 2008). Böylece Ortaçağ Anadolu'sunun kültürel zenginliklerinin araştırılması, anlaşılması ve sürdürülmesinde bilişim ve tasarım teknolojileri de değerlendirilmeye başlandı (Özkar ve Lefford, 2006; Çolakoğlu, Yazar ve Uysal, 2008; Özkar, 2014).

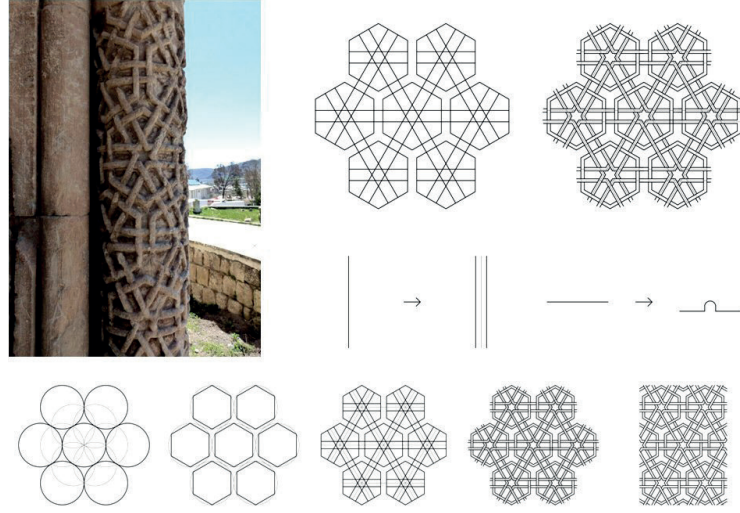
Mimarlar, tasarımda bilişim uzmanları ve bir sanat tarihçisi barındıran bir araştırma ekibiyle yürütülen çalışmamızda Anadolu sanat ve mimarisinde izleri görülen akılcı ve yaratıcı düşünsel disiplin ele alınmış; güncel etkisi olacak bir tasarım yaklaşımını ortaya çıkarma, desenlerin çözümlenmesi ve türetilmesi için bilişim teknolojilerini kullanan bir öneri modeli sunma amacı hareket edilmiştir.

Çalışmada Anadolu'daki Selçuklu devri imar faaliyeti içinde en çok eser verilen 12. yüzyıl sonu ile 13. yüzyılın ilk yarısı arasındaki döneme ait yapılardan Amasya, Tokat, Tercan (Erzincan), Kayseri, Konya, Kütahya ve Sivas'ta bulunan, kadınların baniliğindeki türbe, darüşşifa, medrese, kervansaray ve hanların dış cephelerindeki geometrik yüzey bezemeleri incelendi (Durukan, 1998, Durukan, 2001; Ögel, 2002).

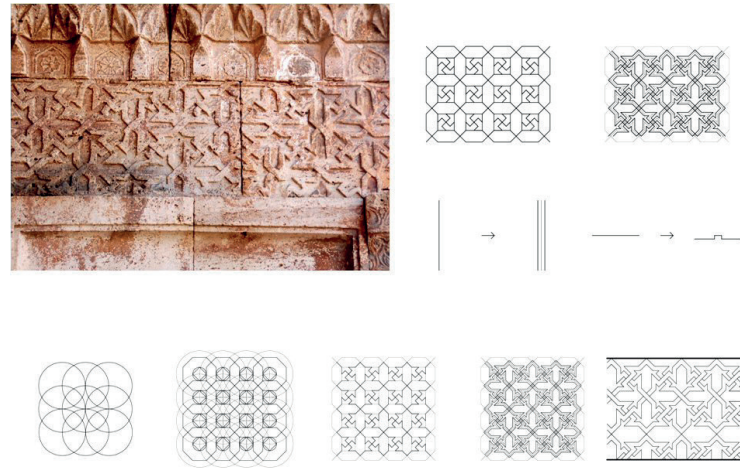
İlk aşamada, saha araştırmaları ile örneklemedeki desenlerin görselleri derlendi. Çalışmanın esasını ise bu verilerin değerlendirilmesi ve işlenmesi oluşturdu. Alan çalışmalarıyla belgelenen 96 desenin biçimsel kurguları ve malzemeye uygulanışlarına dair sınırlı bilgiler, sanat ve mimarlık tarihi bilgisi ışığında çizim ve modelleme yoluyla görsel kurallara aktarıldı (Görsel 1-3).



Görsel 1: Kayseri Kölük Camii portalinden bordür (Fotoğraf: S. Özgan. Çizimler: B. Hamzaoğlu)

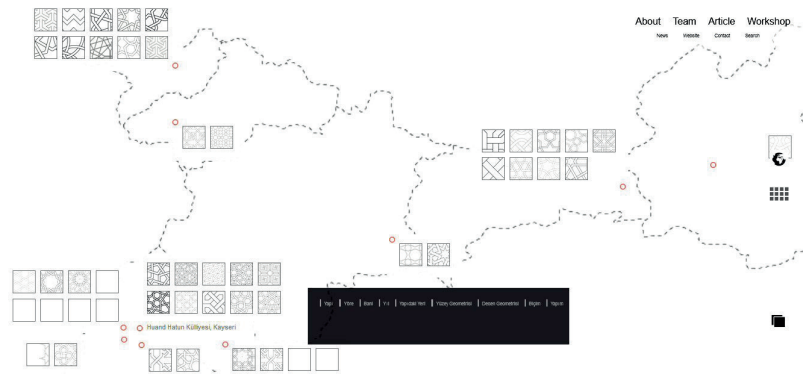


Görsel 2: Tercan Mama Hatun Türbesi portalinden sütunce (Fotoğraf: M. Özkar. Çizimler: B. Hamzaoğlu)

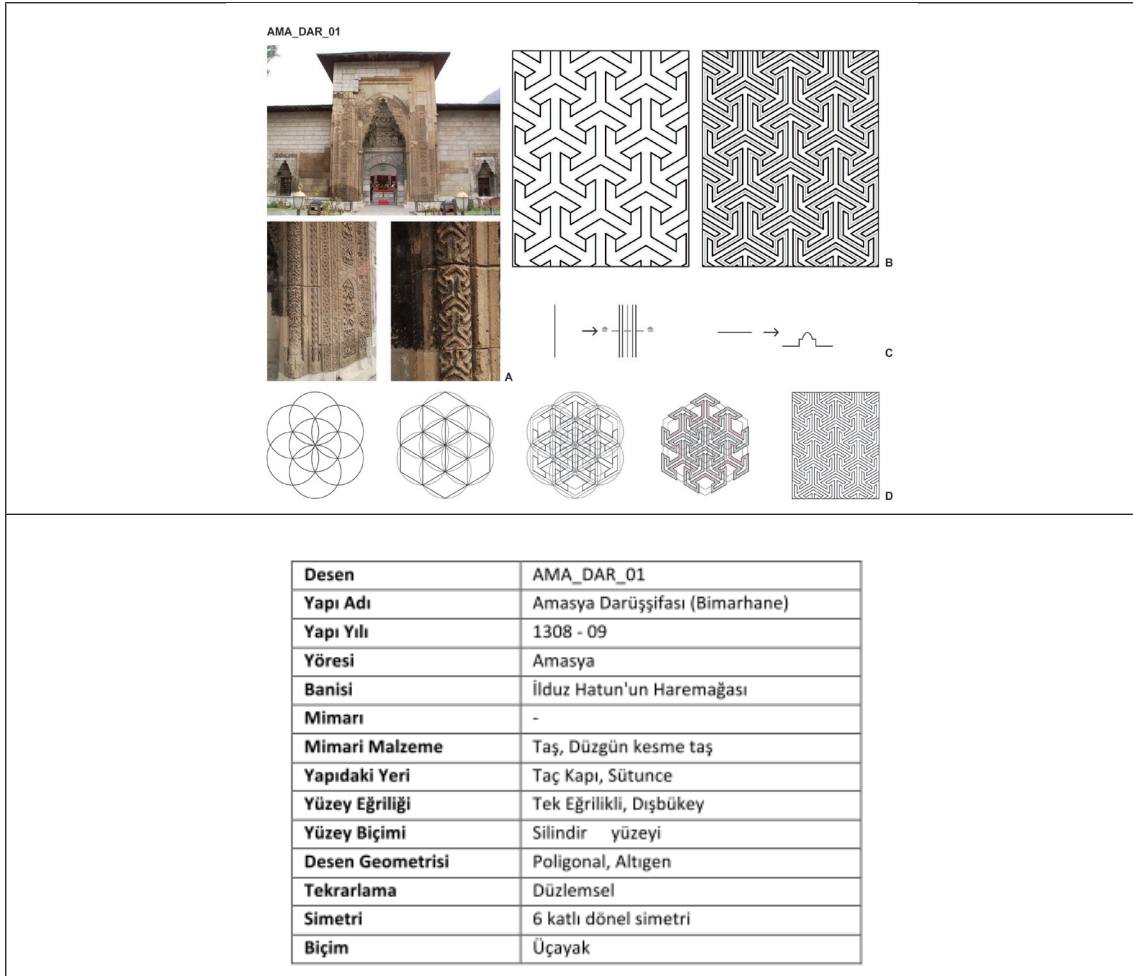


Görsel 3: Tokat Mahperi Hatun Kervansarayı portalinden pano (Fotoğraf: A. Erkmen. Çizimler: B. Hamzaoğlu)

Ayrıca desen çözümlenmeleri sınıflandırıldı, nitelikli bir veri tabanı olarak düzenlendi ve paylaşılmak üzere bir web sitesi oluşturuldu (Görsel 4). Söz konusu web sitesi sürekli yayına geçtiğinde üzerinden proje kapsamında incelenen yapılara erişmek, bu yapılardaki desenleri görmek ve çözümlenmeleri ile ilgili ayrıntılı bilgi edinmek mümkün olacak (Görsel 5).



Görsel 4: Web sitesinde ana sayfa görünümü (B. Yıldız-B. Akgün)



Görsel 5: Amasya Darüüşşifası portalinden 1 numaralı desene ait veri tabanındaki bilgiler

Diğer yandan desen çözümlerinde sınıflandırma yapılırken desenler arasındaki benzerlik ve çeşitlilikler görsel kurallarla tespit edildi. Yapım kurallarında değerlendirmek üzere, desen geometrisinin malzeme ve üretim teknikleriyle olan ilişkisi tarihsel kaynaklara referansla ve bilgisayar teknolojileri (CNC: Computerized Numerical Control) ile irdelenerek, özgün desen türetme ve fiziksel olarak o deseni uygulama çalışmaları yapıldı (Görsel 6).



Görsel 6: Amasya Darüüşşifası portalinden 1 numaralı desene ait CNC deneme üretimi (ahşap) Üst sıra üç aşamalı denemeyi, alt sıra sonuç örneğini gösteriyor. (Hamzaoğlu ve Özkar 2018)

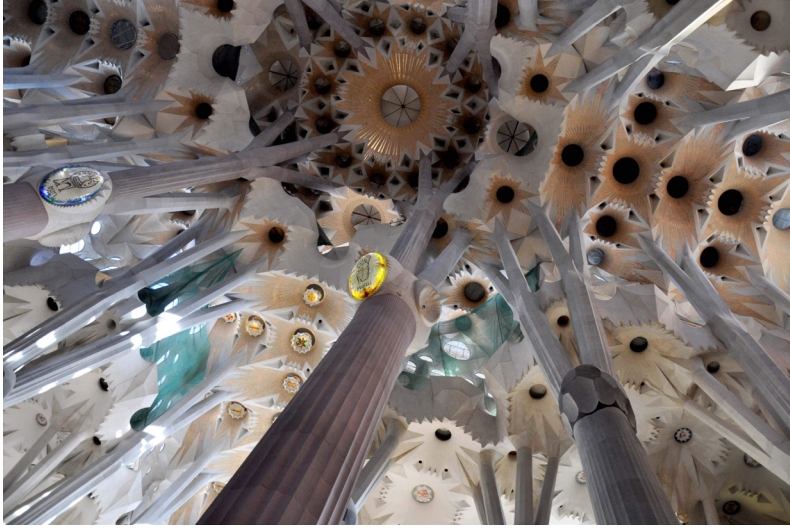
Çalışmanın bir hedefi geometrik örüntülerin tasarım ve yapım tekniklerini sayısal modellere aktarmak idi. Alan çalışmaları sonrasında, biçem bilgisi ile beraber yapım bilgisinin de kaydediliyor olduğu görüldü ve bunun sayısal disiplinlerle birlikte nesiller, sektörler, alanlar arasında aktarımının -özellikle koruma, restorasyon gibi uygulamalara- da katkısı olabileceği gözlemlendi. Her ne kadar alan çalışmaları geometrik desenlere odaklanmış ve bu bağlamda genel sanat-mimarlık tarihi alan çalışmalarına göre sınırlı kalmış olsa da, elde edilen bilginin farklı disiplinlerde değerlendirilmesinin mümkün olduğu böylece saptandı.

CNC ile yapılan denemeler, belgelere göre kategorize edilen desenler üretilirken, yapının kendisinden gelen yapıma, tasarıma, malzemeye ilişkin bilgi ile üretim üzerinden yeni kategoriler oluşturulabileceğini gösterdi. Dolayısıyla sayısallaştırılan iki boyutlu desenler üç boyutlu üretilere dönüşürken belge dışı yeni veri de elde edilebilir oldu. Başka bir deyişle, belgeye dayalı araştırmanın sayısal teknolojilerle değerlendirilen hesap yaklaşımının desteği ile yeni çözümleme teknikleri, yeni bir terminoloji ve bakış farklılıkları doğurabileceği anlaşıldı.

Araştırmanın ilerleyen aşamalarında bu girift desenlerin az sayıda aletle oluşturulmasının incelenmesine, dönemin zanaat bilgisinin günümüzde nasıl değerlendirilebileceği sorusu eklendi. Yapılardaki örüntülerin özgün kompozisyonunu anlamaya daha yakın eski görselleri, alan çalışmalarında elde edilen (2014-2015 yıllarına ait) güncel durumları ve bilişim alanının sunduğu teknolojik olanaklarla (Rhinoceros, vb. ilişkisel/parametrik modelleme programlarıyla) desenler incelendi. Desenin yeniden türetilmesi aşamaları sonucunda kaybolan zanaatlerin yeniden gündeme getirilebileceği ve bilgi sürekliliğine katkı sağlanabileceği öngörüldü.

Bilgisayar teknolojileri uzun süredir sanat tarihi alanına destek vermektedir. Türk halılarının görüntü veritabanı kullanarak saklanması ve sorgulanması üzerine yapılan çalışmalar aracılığıyla halı motiflerinin veri tabanı oluşturulabilmekte ve bilgisayarın motifleri tanınması sağlanabilmektedir (Günay, 1998). Halılarda her ilmek kesikli bir yapı sergilerken, taş mimarideki örüntü geometrisi sürekli olduğundan daha karmaşıktır. Bu nedenle "görsel hesaplama" adı verilen ve gözün gördüğü parça bütün ilişkilerini daha tanımlı ifadelendirebilen bir yöntem kullanılması gerekmiştir. Bu çalışmalarda hesaplanabilirliği kodlayacak bir yazılım uzmanı kadar, verinin içeriğini açıklayacak ve kodu yönlendirecek bir sanat tarihçisine de ihtiyaç olmuştur. Bu durumda terminoloji ve envanter / belgeleme de önem taşıyan unsurlar haline gelmiştir. Doğru belgelenmiş yapıların desenlerinin doğru terminolojik kavramlarla ve sayısal teknikle kaydedilmesi hem araştırmacı için hem de bilgisayara aktarımı için gereklidir.

Benzer bir şekilde, bilişim alanında çalışan bir mimarın tasarıma dair soruları, incelemeyi öngörülemez ama geliştiren yönere de götürebilmektedir. Nitekim tasarımcı gözünden ve tasarım bilgisiyle şekilsel çözümler yapılabilir; envanter yaparken tasarımcının yorumu katılabilir ve geliştirilebilir bir envanter oluşturulabilir. Böylece sayısal tasarımla uğraşan mimarın bilgisi ile indirgemeci olmadan terminolojideki uyumsuzlukları aşmak için görsel belgelemeye başvurulabilir. Bütün bunlar araştırmacıyı yeni veri üretimine yöneltebileceği gibi, sistematik dokümantasyonun varlığı, görsel / sayısallaşmış bilgi ile bir nebze aşılabilen tutarlı bir terminoloji ve tasarım bilgisinin aktarımı yeniden üretim aşamasında süreci hızlandırabilir. Bu bağlamda kayda değer bir öncül Barselona (İspanya)'daki La Sagrada Familia Katedrali'nin günümüzde devam eden inşasında kullanılan teknolojik yöntemlerdir. Antonio Gaudí'nin tamamlanmamış başyapıtının (Görsel 7) inşaatı için üç boyutlu yazıcılarda mimari parçaların üretimleri projenin hızla ilerlemesine olanak verirken, teknoloji ile buluşan mimarlık tarihi, inşaat, restorasyon, sanat tarihi alanlarına yeni veriler sağlamaktadır (Burry, Burry ve Fauli, 2001).



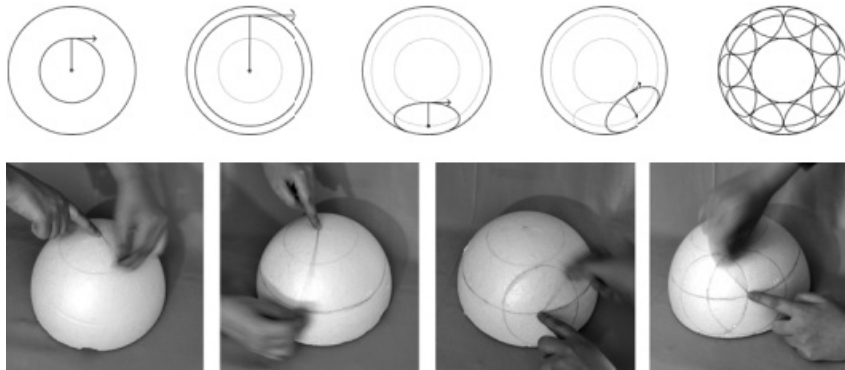
Görsel 7: La Sagrada Familia iç mekanında sütunlar (Fotoğraf: B. Hamzaoğlu)

DEĞERLENDİRME

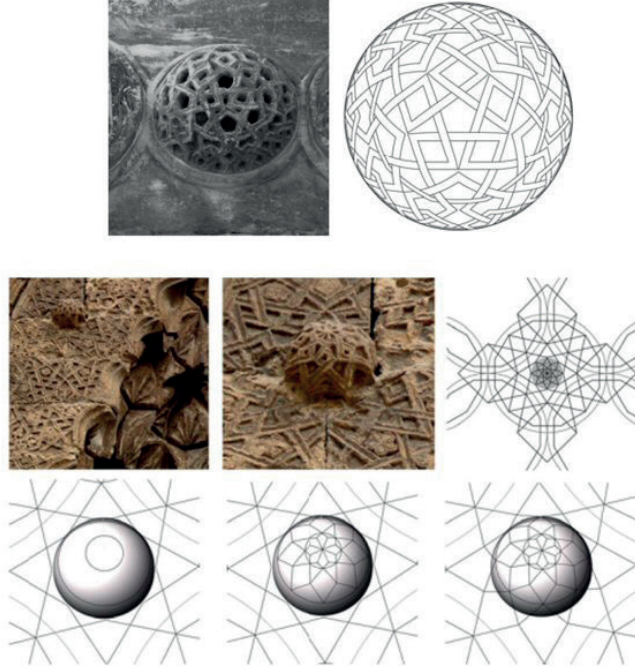
Sanat ve mimarlık tarihi günümüzde pek çok farklı disiplinle ilişki içinde, ortak çalışmalar yürütmektedir. Bütünleşik incelemelere olanak sağlayan bu işbirlikleri aracılığıyla, yeni sorulara somut cevaplar almak mümkün olmaktadır. Hesaplamalı bilimlerde tasarım, malzeme ve yapım bilgisi gibi alanların verileri ile zenginleşen çalışma evrenine sanat tarihini de dahil ederek tüm bileşenlerin ilişki içinde olduğu bütüncül bir model sunmaktadır.

Çalışmamızda Anadolu sanat, mimarlık ve tasarım kültürünün önemli bir parçası olan Selçuklu geometrik desenlerine bu yaklaşımla bakılmış; desenlerde izleri görülen akılcı ve yaratıcı düşünsel disiplin örnekleri kaydedilmiştir. Son ürünü ortaya çıkaran bütünleşik süreçlerin güncel kullanımlara da olanak verecek şekilde tasarım bilgisi olarak tespitini ve kaydını sağlayan bir model geliştirilmiş; seçilmiş geometrik tasarımlar için, var olan örnek taş uygulamalarında ortak biçime sahip desenleri farklılaştıran kurallar tanımlanarak, Görsel 1-3 detayında gösterilen hesaplamalı tasarım ve üretime yönelik bir süreç temsili önerilmiştir.

Çalışma kapsamında ayrıca, farklı türden eğri yüzeylere desen uygulamanın yöntemleri ve değişkenleri ile bunların desenin lokal ve global varyasyonları üzerindeki etkileri de açığa çıkmıştır (Görsel 8-9). Bununla beraber, desen çözümlerinde kullanılan yöntemlerin yapım uygulamalarında kullanılan geometrik bilgi ile ilişkisi incelenmiştir.

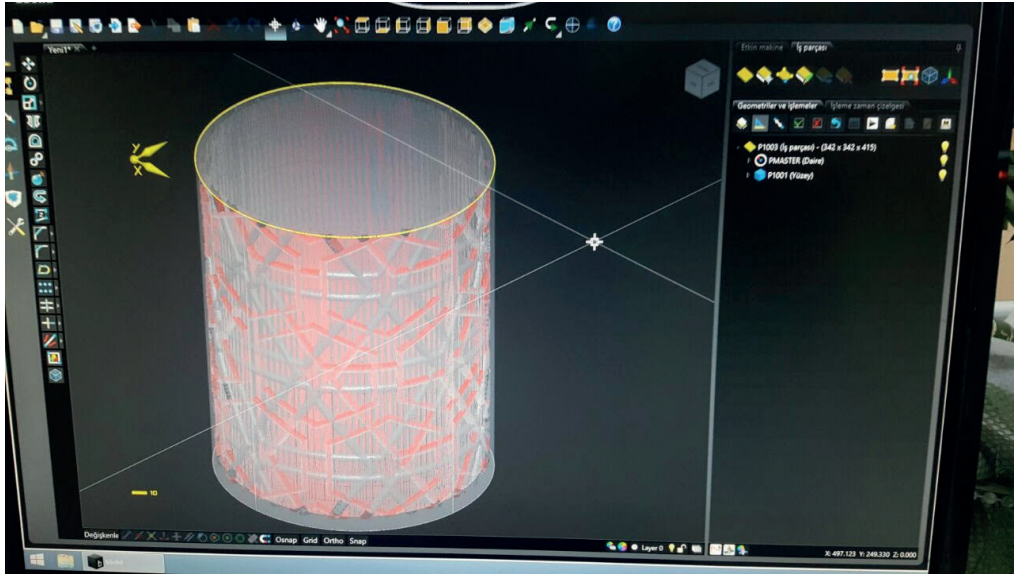


Görsel 8: İp kullanarak küre üzerine çember çizimi (Hamzaoğlu ve Özkar, 2016: 335)



Görsel 9: Kabara üzerindeki iki boyutlu fotoğraftan, üç boyutlu çizim ile desenin bilgisayarda oluşturulması (Fotoğraflar: E. Baştuğ. Çizim: B. Hamzaoğlu)

Tüm bu incelemelere dayanarak geometrik desenlerin tasarım hesaplamasında salt biçimleri değil, bu biçimlerin gerçek malzemede cisimleşmesinde etkili olan yapma eyleminin bilgisini de kapsayan yaklaşımların yapım gramerleri kuramı içinde gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir. Çalışma kapsamı dışında kalarak her desen için yeterince örneklendirilemeyen ve çeşitlendirilemeyen yapım kuralları ile Selçuklu mimarisi taş desenlerinin yapım gramerlerinin oluşturulmasının daha kapsamlı bir çalışmada ele alınması gelecek için hedef olabilir (Görsel 10-11).



Görsel 10: Mama Hatun Türbesi'nden bir desene ait CNC deneme üretimine ait programlama aşamaları (Model: B. Hamzaoğlu)



Görsel 11: Mama Hatun Türbesi'nden bir desenin CNC ile silindir taş üzerine uygulaması (Görsel: C. Tolunay)

Çalışma ileriye dönük disiplinlerarası araştırmalara zemin oluşturmuştur. Örneğin veri tabanında hazırlanmış görüntülerin dijital ortamda işlenmesiyle, desenlerde gözle ilk anda görülemeyen bir veya birden fazla olası düzenin ortaya çıkarılması bir araştırma konusu olabilir.

Zengin bir çözümlenebilir literatürü varlığına rağmen, Anadolu'daki örnekler yeterince ve diğer örneklerle bir arada ele alınmamaktadır. Bu eksiklerin giderilmesi için, örneklemin değerlendirilmesinde biçim gramerlerinin tümleşik bir yorumla ele alınması önerilmektedir. Bu bağlamda tasarım ve uygulama bilgisi biçim üretiminin etkenleri olarak görülmelidir.

Çalışma kapsamındaki envanter, desenlerin özgün ve güncel durumları arasındaki farklılıkları gösteren, tasarım geometrinin kaydını tutan değerli bir veri kaynağıdır. Desenlerin tekrarı, yeni desen üretimi, tasarım eğitimi ve yazılım geliştirme gibi pek çok farklı alanda değerlendirilebilecek bu modelin potansiyeli dikkat çekicidir. Sanat ve mimarlık tarihine farklı disiplinlerden yaklaşımların akademik ölçekte katkıları büyük olacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışma, TÜBİTAK tarafından, 114K283 numaralı “Anadolu Selçuklu Mimarisinde İki Boyutlu Geometrik Desenlerin Tasarım Süreçlerinin Bilgisayar Destekli Çözümlemesi” başlıklı proje ile desteklenmiştir. Proje bursiyerleri Begüm Hamzaoğlu, Sibel Özgan, Bahar Akgün, Baran Yıldız ve Ezgi Baştuğ’a ve uygulamadaki yardımları için mimar Cansu Tolunay’a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA:

- Al Ajlouni, R. A. “The Use of Digital Pattern Recognition Techniques for Virtual Reconstruction of Eroded and Visually Complicated Archaeological Geometric Patterns”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37/B5, 2008, 193-198.
- Arik, M. ve Sancak, M. “Turkish-Islamic Art and Penrose Tilings”, *Balkan Physics Letters*, 15, 2007, 1-12.
- Aslanapa, O. *Türk Sanatı: Başlangıcından Büyük Selçukluların Sonuna Kadar*, c.1, Milli Eğitim Bakanlığı Kültür Yayınları, Ankara, 1972.
- Bakırer, Ö. *Selçuklu Öncesi ve Selçuklu Dönemi Anadolu Mimarisinde Tuğla Kullanımı*, Ankara, ODTÜ, 1981.
- Belting, H. *Florence and Baghdad: Renaissance Art and Arab Science*, Cambridge, MA, Belknap Press of Harvard University Press, 2011.
- Bodner, B. L. “Hankin’s ‘Polygons in Contact’ Grid Method for Recreating a Decagonal Star Polygon Design”, *Bridges*, 2008, 21-28.
- Burly, M., Burly, J. ve Fauli, J. “Sagrada Família Rosassa: Global Computer- aided Dialogue between Designer and Craftsperson (Overcoming Differences in Age, Time and Distance)”, *Twenty First Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture*, 2001, 76-85.
- Çolakoğlu, B., Yazar, T., Uysal, S. “Educational Experiment on Generative: PatGen Islamic Star Pattern Generator”, *Architecture in Computro [26th eCAADe Conference Proceedings]*, Antwerpen-Belgium, 2008, 685-692.
- Critchlow, K. *Islamic Patterns: An Analytical and Cosmological Approach*, London, Thames and Hudson, 1976.
- Demiriz, Y. *İslam Sanatında Geometrik Süsleme, Yorum Sanat*, İstanbul, 2003.
- Durukan, A. “Anadolu Selçuklu Sanatında Kadın Baniler”, *Vakıflar Dergisi XXVII*, 1998, 15-36.
- Durukan, A. “Anadolu Selçuklu Dönemi Kaynakları Çerçevesinde Baniler”, *Sanat Tarihi Defterleri*, 5, 2001, 43-132.
- Günay, B. *Türk Halılarının Görüntü Veritabanı Kullanılarak Saklanması ve Sorgulanması*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul, 1998.
- Hamzaoğlu, B., Özkar, M. “Geometric Patterns as Material Things: The Making of Seljuk Patterns on Curved Surfaces”, *Bridges: Mathematics, Music, Art, Architecture, Education, Culture, Jyvaskylla, Finland*, 2016, 331-336.
- Hamzaoğlu, B., Özkar, M. “Zanaatın Sayısallaştırılması: Selçuklu Dönemi Oyma Taş Desenlerin Sayısal Üretim Araçları ile Yapımı (Digitizing Craft: Making of Carved Stone Patterns from Seljuk-era using Digital Fabrication Tools)”, Ö. Karakul, A. Dalkıran (eds.), *CRAFTARCH’18 International Art Craft Space Congress, Revitalizing Art Craft Space Relations: Proceedings Book*. Eğitim Yayınevi, 2018, 44-51.
- Kaplan, C. S., Salesin, D. H. “Islamic Star Patterns in Absolute Geometry”, *ACM Transactions on Graphics*, 23/ 2, 2004, 97-119.
- Kuban, D. *İstanbul Bir Kent Tarihi: Byzantion, Konstantinopolis*, İstanbul, (çev: Z. Rona), Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul, 2000.

- Lu P., Steinhardt, P. J. "Decagonal and Quasi-Crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture (with supporting online material)", *Science*, 315/5815, 2007, 1106-1110.
- Makovicky, E. "Comment on "Decagonal and Quasi-Crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture", *Science*, 318/5855, 2007, 1383.
- Mango, C. *Bizans Mimarisi, Kişisel Yayınları*, İstanbul, 2006.
- McClary, R. *Rum Seljuq Architecture, 1170-1220: The Patronage of Sultans. Edinburgh Studies in Islamic Art*, 2016.
- Mülayim, S. "Selçuklu Süslemeciliğinde Tematik Sınıflama", *DTCF Atatürk'ün 100. Doğum Yılına Armağan Dergisi*, 1982, 495-508.
- Müller-Wiener, W. *İstanbul'un Tarihsel Topografyası*, (çev: Ü. Sayın) Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2002.
- Ögel, S. *Anadolu'nun Selçuklu Çehresi*, Akbank Yayınları, İstanbul, 1994.
- Ögel, S. "Anadolu Selçuklu Mimarisinde Taş Süsleme", *Selçuklu Çağında Anadolu Sanatı*, (yay. D. Kuban), İstanbul, 2002, 311-328.
- Öney, G. 1992. *Anadolu Selçuklu Mimari Süslemesi ve El Sanatları*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Özbek, Y., Aslan, C. *Kayseri Taşınmaz Kültür Varlıkları Envanteri*, 3 cilt, Kayseri, Kayseri Belediyesi, 2008.
- Özkar, M., Lefford, N. "Modal Relationships as Stylistic Features: Examples from Seljuk and Celtic Patterns", *JASIST*, 57/11, 2006, 1551-1560.
- Özkar, M. "Repeating Circles, Changing Stars: Learning from the Medieval Art of Visual Computation", *Digital Da Vinci: Computers in the Arts and Sciences*, (Ed: N. Lee), Springer. 2014, 49-64.
- Peker, A. U. "Anadolu Selçuklu Tarihinde Anlam Araştırmaları", *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 7, 13, 2009, 67-80.
- Sarhangi, R. "Illustrating Abu al-Wafā' Būzjānī: Flat Images, Spherical Constructions, *Iranian Studies*, 41/4, 2008, 511-523.

