

ORTA ASYA'DA TASARIM TARİHİNİN GELİŞİMİNE EBU'L VEFA EL-BÛZCÂNÎ'NİN ETKİSİ

Sobirov Tolib Ro'ziyevich,
Prof., Türkistan Yeni İnovasyon Üniversitesi, Özbekistan
<https://doi.org/10.53885/edinres.2024.03.1.005>

Taner AŞCI, İhsan Toktaş
Doç. Dr. İhsan TOKTAŞ, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

Özet: Düşünmenin tarihi ile aynı boyuta sahip tasarım kavramı insanın üretkenliğini temsil eder. Bu süreçte ihtiyaç ve beklentilerin yanı sıra toplumdan siyasete, teknolojiden kültüre birçok öge tasarımı etkileyebilmektedir. Bununla birlikte tarihsel boyutu incelendiğinde teknikte görülen gelişmeler tasarım süreçlerinde kırılma noktası oluşturmuştur. Bu noktada tasarımcı için estetiğin ve ahengin anahtarı olarak ön plana çıkan en önemli disiplin 10. yy da "hendese" bilimidir. Hendese, alanı, maddeyi ve uzayı anlamada etkisi günümüzde de devam eden ve bundan sonrada devam edecek olan pratik ve anlaşılabilir bir bilim dalıdır. Çalışmada, hendese biliminin Orta Asya'da ortaya çıkışı ve tasarım tarihine etkisi doküman araştırması yöntemi ile incelenmiştir. Bu noktada, hendese ilminin önderi olarak kabul edilen Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin (940-998) geometrik nesnelere olan yaklaşımı ve pratik çizim yöntemleri örneklerle açıklanmıştır. Ayrıca geometrik nesnelere sonsuza çoğalabilmesi özelliği kullanılarak geometrik desenlerin elde edilmesi konusunda örnekler de yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hendese, Tasarım, Geometrik desen, Ebu'l Vefa el-Bûzcânî

THE EFFECT OF ABU'L WAFU EL-BUZJANI ON THE DEVELOPMENT OF DESIGN HISTORY IN CENTRAL ASIA

Sobirov Tolib, Turkestan
Prof. New Innovation University, Uzbekistan

Dr. Taner AŞCI, İhsan Toktaş
Assoc. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

Abstract: The concept of design, which has the same dimension as the history of thinking, represents human productivity. In this process, in addition to needs and expectations, many elements from society to politics, technology to culture can affect the design. However, when the historical dimension is examined, the developments in technology have created a breaking point in the design processes. At this point, the most important discipline that stands out as the key to aesthetics and harmony for the designer is the science of "Hendese" in the 10th century. Hendese is a practical and understandable branch of science that continues to have an impact on understanding field, matter and space today and will continue to do so in the future. In the study, the emergence of Hendese science in Central Asia and its impact on design history were examined by document research method. At this point, the approach to geometric objects and practical drawing methods of Ebu'l Vefa el-Bûzcânî (940-998), who is considered the leader of the science of Hendese, are explained with examples. Additionally, examples of obtaining geometric patterns using the ability of geometric objects to multiply infinitely are also included.

Keywords: Hendese, Design, Geometric pattern, Abu'l Wafa el-Buzjani

ABUL VAFO AL-BUZJONIYNING MARKAZIY OSIYODA DIZAYN TARIXINING RIVOJLANISHIGA TA'SIRI

Sobirov Tolib Ro'ziyevich,
Prof. Turkiston yangi innovatsiyalar universiteti,

Dr. Taner AŞCI, Doç. Dr. İhsan Toktaş,
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

Annotasiya: Muhandislik grafika amaliy va tushunarli fan sohasi bo'lib, u bugungi kunda soha,

materiya va fazoni tushunishga ta'sir qilishda davom etadi va kelajakda ham shunday qiladi. Tadqiqotda O'rta Osiyoda muhandislik fanining paydo bo'lishi va uning loyihalash tarixiga ta'siri hujjat tadqiqi usuli yordamida o'rganildi. Bu yerda muhandislik fanining yetakchisi hisoblangan Abul Vafa al-Buzjoniyning (940-998) geometrik jismlarga yondashuvi va amaliy chizish usullari misollar bilan tushuntiriladi. Bundan tashqari, geometrik jismlarning cheksiz ko'payish qobiliyatidan foydalangan holda geometrik naqshlarni chizish misollari ham kiritilgan.

Giriş. Hayatın her alanında işlevsel ve yenilikçi anlamı ile var olan tasarım kelimesi, renkler, formlar, işlevler, desenler, şekiller vb. üzerine odaklanırken, diğer yandan insanoğlunun sınırsız hayal gücünü kullanarak toplumları derinden etkileyebilmiştir. Kullanılan enstrümanlar incelendiğinde doğayı, evreni ve nesnelere arasındaki kuvvetli ilişkiyi merkeze alan tasarımda özellikle şekillere yüklenen anlam ön plandadır. Estetik ve ahengin tamamlayıcı unsur olarak bir tasarımda var olmasını sağlayan da nesnelere arasındaki bu kusursuz ilişkidir. Tasarımda kullanılan formlarda tercih edilen her bir unsurun bir diğeri ile kusursuz uyumunun sağlanması tasarımın ve tasarımcının da başarısını ortaya koymaktadır. Bu noktada tasarımcı için estetiğin ve ahengin anahtarı olarak ön plana çıkan en önemli disiplin 10.yy da “hendese” adıyla kullanılan geometri bilimidir.

Hendese (Geometri), şekilleri tanımlama, çözümlenme ve yeniden üretme noktasında oldukça pratik yöntemler sunan analitik bir bilim dalıdır. Tasarımda da sıklıkla kullanılan üçgen ve çokgenler, daire, kare, dikdörtgen, yay vb. geometrik şekillerin çözümlenmesi, birbirleri ile uyumlu olarak bir araya getirilmesi, belirli kurallarla sonsuza kadar çoğaltılabilmesi, izdüşüm ve perspektiflerinin alınabilmesi, hacimli nesnelere dönüştürebilmesi gibi uygulama yöntemlerinin trigonometri desteği ile belirli prensiplere bağlanması, geometrinin temelini oluşturmaktadır. Tarihte hendese adıyla anılan ve geçmişten günümüze kadar uzanan mimari eserler ile tasarımların ortaya konulmasında kullanılan geometri, Orta Asya toplumlarında yetişen ve alana önemli katkılar sunan bilim insanlarının ellerinde yücelmiş ve evrenleşmiştir. Bu alana katkı sağlayan önemli bilim insanlarından biri de Muhammed Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'dir. Geometrik nesnelere trigonometri ile analiz ederek tanımlayan Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin teorileri 21.yy matematik ve mimarisinde hâlihazırda geçerliliğini korumaktadır.

Bu çalışmada, tasarımın ana bileşeni sayılabilecek temel geometrik nesnelere tanımlanmasında kullanılan geleneksel hendese tekniğinin, tasarım faaliyetlerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu noktada “Hendese tekniğinin geleneksel tasarım faaliyetlerine etkisi var mıdır?” sorusu araştırma sorusu olarak belirlenmiş, Hendese tekniği ve geleneksel tasarım süreçleri eş zamanlı olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular sonuç ve tartışma bölümünde alan yazın ile karşılaştırılarak incelenmektedir.

Hendese Tekniği ve Ebu'l Vefa el-Bûzcânî Etkisi

Evren ve dünyadaki nizamı anlamak İslam medeniyetlerinde oldukça merak uyandırmıştır. Bu amaçla astronomi, tıp, matematik, mimari ve geometri gibi ilim alanlarında gösterilen insanüstü gayret ve araştırmalar modern bilimlerin de temelini oluşturmuştur. Bilim'de altın çağını VIII-XIV. Yüzyıllar arasında yaşayan İslam medeniyetlerinde üretilen bilimsel eserlerin, günümüz popüler bilimlerinin çıkış noktası olduğunu görmek şaşırtıcı değildir. İslam toplumlarında gördüğü ilgi ve talep vesilesiyle yoğun araştırmalara konu olarak hızla gelişen ve günümüz matematik ve astronomisine de ışık tutan bilim dallarından biri de hendese'dir. Nesne ve şekillerin biçimsel ve boyutsal özelliklerini inceleyen hendese oldukça eski bir arka plana sahip antik bir bilim dalıdır. Bu durum hendese bilimini kadim ve kalıcı kılmaktadır.

Hendese tekniği oldukça eski medeniyetlere dayanmaktadır. M.Ö. 460-455 tarihlerinde Mısır'ı ziyaret eden Herodotus'un, Nil nehrinin taşması ve geri çekilmesi olayında etkilenen alanların ölçülmesi işleminde hendese kullanıldığını ifade etmesiyle hendese ilmi ortaya çıkmıştır. Hendese ilminin çıkış noktasının, insanın mekân ve çevresindeki nesnelere büyüklüklerini ölçme düşüncesi ile başladığı bilinmektedir. Eski Yunan'da bu bilim dalına verilen isim geo (yer) ile metron (ölçme) sözcüklerinin birleşimidir ve yer ölçme sanatı (misâha) anlamına gelmektedir. İslam coğrafyasındaki bilim insanları, III. - IX. yüzyıllarda, önce Euklides'in Elemanlar'ıyla (Stoicheia) tanışınca, bu bilim dalına cûmatriyâ adını vermişlerdir. Fakat, süreç içerisinde Arkhimedes ve İskenderiyeli Heron ile Hind geometrisine ait Surya Siddhanta'nın Euklides'in Elemanlarından oldukça farklı içeriği ve Apollonius'un koni kesitlerinin yüksek düzeydeki nazarî (teorik) hendesesine karşılaşıncaya, Pehlevice ölçme anlamına gelen endâzeh kelimesini kullanmaya başlamışlardır. Arapça telaffuz kurallarını uygulanmasıyla, endâzeh kelimesi hendese biçimine dönüşmüş ve cûmatriyâ yerine kullanılmaya başlanmıştır. Osmanlı Devletinde ise,

Cafer Efendi, Risâle-i mimâriyye adlı eserinde (Hicri 1023 /Miladi 1614), Türkçe’de hendesenin, ölçmek ve oranlamak anlamlarına geldiğini, bu dönemde oranlama yerine tahmin sözcüğünün kullanıldığını ve tahmin sözcüğünün geliştirilmesi ile hendese sözcüğünün yerini aldığını belirtmektedir. Hendese terim olarak, “doğru parçası, yüzey ve cisim gibi sürekli nicelikleri (megethos) konu alan” bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Bu bilim dalında hendesî şekillerin uzaydaki konumları ve birbirleriyle olan ilişkilerinin yanında uzayın hendesî özellikleri de özel bir öneme sahiptir (Fazlıoğlu, 2012).

Evreni ve dünyayı anlama noktasında İslam medeniyetlerinin sahip olduğu merak ve gayret hendese ile seviye atlamış ve pratiğe dönüşmüştür. Matematik ve Astronomi ile yoğun ilişki içinde gelişen Hendese tekniğinin önemini Katib Çelebi Mizanü’l-Hakk fi İhtiyari’l-Ahakk (En doğruyu seçmek için Hak terazisi) isimli kitabının ilk bölümünde aşağıdaki şekilde ifade etmiştir (Bilkan, 2005);

«Hendese bilen müfti ile hendese bilmeyen müftinin fetvasıdır: Bir kimse, boyu ve eni ve derinliği dört zira (dirsekten orta parmak ucuna kadar olan ve 75-90 cm. arasında değişen ölçü) bir kuyu kazmak için birini sekiz akçaya tuttu. O da boyu ve eni ve derinliği iki zira olan bir kuyu kazdı ve karşılığında dört akça istedi. Fetva ettirdiler, hendese bilmez müfti dört akça hakkıdır, dedi. Hendese bilen müfti hakkı bir akça diye fetva verdi, doğrusu da budur. Çünkü iki zira kuyu dört zira kuyunun sekizde biridir, ücretin de sekizde bir olması gerektir.»¹

Hendese ilminde nesnelere hacimlerinin ve yüzey özelliklerinin de matematiksel izahı söz konusu olduğundan hendese hakkında bilgi sahibi olan kimselerin olaylara bakış açısında da farklılıklar olabileceği hususu Katip Çelebi tarafından ayrıca şu şekilde ifade edilmiştir.

«Hendese bilen kadı ile hendese bilmeyen kadının hükmüdür: Bir kimse boyu ve eni yüz zira olmak üzere bir tarlayı başkasına satıp teslim edeceği zaman boyu ve eni elliser zira iki tarla verdi. Aralarında uyuşmazlık çıkıp bir kadıya vardılar ki hendese bilmezdi. Hakkı budur diye hükmeyletti. Sonra bir hendese bilen kadı bulup dinlettiler, yarım hakkıdır dedi. Doğrusu da budur. Bunların aslını bilmek isteyen riyaziyat (matematik) görmeye heves eyleye.»

Ebu’l Vefa el-Bûzcânî (940-998), gözlemsel astronomiye önemli katkıları olan Ortaçağ’ın önde gelen gökbilimcilerinden ve matematikçilerinden biridir. Trigonometrideki başarıları daha kesin astronomik hesaplamaların yolunu açmıştır. Ebu’l Vefa el-Bûzcânî’nin, Nişâpûr bölgesinin Bûzcân şehrinde doğduğu bilinmektedir. Bu bölge İran’ın Horasan eyaletinde bulunan küçük Torbat-i Jam kasabasının yakınındaki ıssız bir arazidir. Eğitimli ve köklü bir aileden gelen Ebu’l Vefa el-Bûzcânî amcasının yanında aritmetik eğitimi aldığı belirtilmektedir. Ebu’l Vefa el-Bûzcânî büyük siyasi çalkantıların olduğu bir çağda yetişmiş ve 20 yaşındayken Abbasi halifeliğinin başkenti Bağdat’a taşınmıştır. Burada kısa süre içinde Bâb al-Tibn gözlemevinde gözlemler ve araştırmalar yapmış, Bûyid sarayında önde gelen bir astronom ve matematikçi olarak ön plana çıkmıştır. 975’i takip eden on yıl onun astronomide en aktif yılları olmuştur. Gözlemlerinin çoğunu bu dönemde yaptığı ifade edilmektedir. Ünlü gökbilimci ve bilim adamı Ebu Reyhan Muhammed bin Ahmed el-Biruni, Bağdat’ta bulunan Ebu’l Vefa el-Bûzcânî ile yazışmalarını anlatmaktadır. Ayrıca Bîrûnî çeşitli eserlerinde Ebu’l Vefa el-Bûzcânî’nin ölçülerine çok sayıda atıfta bulunmaktadır (Hashemipour, 2007).

Ebu’l Vefa el-Bûzcânî, geometri, trigonometri, uygulamalı geometri, astronomi ve matematiğin gelişimine büyük katkı yaptığı ve bu yüzden ona «Hesap» ve «Mühendis» verdikleri bilinmektedir. Ebu’l Vefa el-Bûzcânî’nin «Zanaatkarların geometrik desenlerden neye ihtiyacı olduğunu anlatan kitap» adlı çalışması özellikle dikkat çekici eserlerinden biridir. Bu çalışmasında Ebu’l Vefa el-Bûzcânî, geometrik çizim ve desenler üzerine yaptığı kendi araştırmalarının yanı sıra, yazarları bilinmeyen geometrik çizim üzerine olan araştırmaları bir araya toplayarak bir koleksiyon haline getirmiştir. Şu anda, bu koleksiyonun Farsça bir kopyası Paris’teki Fransa Ulusal Kütüphanesinde bulunmaktadır. Ebu’l Vefa el-Bûzcânî’nin bu çalışmasında pergel yardımıyla yapılan geometrik çizimlere özel önem verilmiştir. Ebu’l Vefa el-Bûzcânî, kitaplarında yaklaşık 200 geometrik desen çözümü yazmıştır. Bu çalışmalarında, geometrik desenleri yapmanın bazı kolay yollarını açıklamıştır. Ebu’l Vefa el-Bûzcânî, geometrik desenlerin icrasında pergelin özel bir rolü olduğunu ve pergeli kullanarak, çeşitli desenler ve zor kombinasyonlar yapılacağını göstermiştir. (Bulatov, 1988).

Bilim çevrelerinde Hint rakamları yaygın olarak kullanılmakta, ancak günlük yaşamda sayısal gösterim kullanılmadan parmakla hesaplama tekniği tercih edilmekteydi. Çok eski zamanlardan beri parmak aritmetiği, başparmağı işaretçi olarak ve aynı elin diğer parmaklarının 4×3 eklemlerini 1’den 12’ye kadar olan sayıları belirtmek için kullanmıştı; diğer elin parmakları ise 13’ten 60’a kadar olan

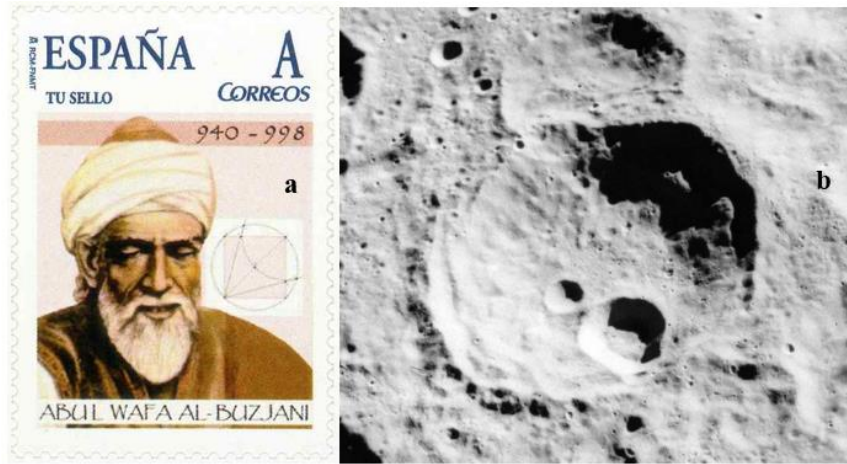
sayıları göstermek için kullanılıyordu. Tüccarlar ve k tipler için, Ebu'l Vefa el-Bûzcânî, günlük yaşamda hangi aritmetik becerilerin gerekli olduğuna dair bir kitap yazmıştır. Kitapta yer alan tüm sayılar kelime olarak not edilmiş, karmaŐık hesaplamalar bile sözlü olarak anlatılmıŐtır (Strict, 2014). Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tarafından Iraklı Müslümanların Mekke'ye ulaŐabilmelerini kolaylaŐtırmak amacıyla ortaçağ küresel trigonometrisi kullanarak kible y n  tayin metodu geliştirilmiştir. Ayrıca karasal koordinat sisteminde Mekke'nin yönünün ve mesafesinin belirlenmesi saĐlanmıŐtır (Kennedy, 1984).

Bakkal'ın (2019) Morelon'dan (2006) aktardığına göre, Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin iki farklı rasathanede çalıŐmalarını yürüttüğü, bu rasathanelerden birinin Bağdat'ta Őerefüddevle olduğu, diğerinin ise kendi özel rasathanesi olduğu ve kendi rasathanesinde büyük boyutlu aletler yaparak dakik gözlemlerde bulunduğu belirtilmektedir (Bakkal, 2019).

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tarafından kaleme alınmıŐ, birçok kopyası bulunan ez-Z c 'Ő-Ő m l adlı eseri, K tiplere ve vergi memurlarına yardımcı olmak üzere 961'de B veyh ler'den Adudüddevle adına kaleme aldığı Kitâb fimâ yahtâcü ileyhi'l-k tt b ve'l-'umm l min 'ilmi'l-his b adlı eseri, Astronomi, Trigonometri ve Ay'ın hareketi teorisiyle ilgili bölümleri bulunan el-Mecis t  (Kit b 'l-K mil) adlı eseri, kare uyumunu inceleyen Risâle fi terk bi 'adedi'l-vef  fi'l-murabba' t adlı eserleri bulunmaktadır. Bunun yanında Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin, Eb  Ali el-Hub b 'nin üçgenlerin yüzeyini hesaplamak için kendisinden istediği formülle ilgili cevabından ibaret olan Cev b  Ebi'l-Vefâ' Mu ammed b. Mu ammed el-Bûzcânî 'amm  se' eleh 'l-fa  h Eb  'Al  el-Őasan b. el-Ő aris  fi mes hati'l-m selles  adlı esere de sahiptir (Aydın, 1994).

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî uygulamalı geometri hakkındaki ünlü kitabında Pisagor Teoremine (Arap yazarları tarafından Gelinin Sandalyesi teoremi olarak da bilinir) dayanmayan kareleri bölme ve yeniden birleŐtirme yöntemlerini açıklamaktadır. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî, esnaflarla da çalıŐarak onların sorularına  z mler üretmiŐtir. Geometriye yönelik yaklaŐımın sadece 4. yüzyılda (MS 10. yüzyıl) Bağdat'la sınırlı olmadığını, İslam dünyasının her yerinde yaygın olduğunu gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Ebu'l-Vefa el-Bûzcânî'nin açıkladığı örnekler, sanatk rlar ile geometriciler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Ebu'l-Vefa el-Bûzcânî tarafından açıklanan örnekler, teorik ve uygulamalı geometri arasında bağlantı kuran, özellikle zanaatkârlar için yararlı olan açıklayıcı kanıtlar sağlar. Ayrıca sayılar teorisi ile geometri arasındaki bağlantılar konusunda da oldukça bilgili olduğu görülmektedir (Assarzadegan, Kritsonis, 2008).

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin Hendese (Geometri) alanında bıraktığı eserler sınırları aŐarak birçok medeniyette bilim sanat ve tasarımın geliŐmesine katkı saĐlamıŐtır. Halen dünyanın birçok ülkesinde Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ya atfedilen ve hatırasını yaŐatan unsurları görmek mümkündür. İspanya'da üretilen bir pul tasarımı ile (Resim 1/a) Abul Wafa Al-Buzjani adı yaŐatılmıŐtır. İbn-i Sina, Harezmi ve Biruniye atfedildiği gibi ay yüzeyindeki 55 km.  ap ve 2,8 km. derinliğe sahip bir kratere (Resim 1/b) Ebu'l Vefa el-Bûzcânî (Abul Wafa) ismi verilmiştir.



Resim 1. Abul Wafa adına İspanya'da yapılan pul tasarımı (a) (MacTutor, 2023) ve Ay yüzeyinde Abul Wafa adı verilen kraterin görüntüsü (b) (Wikipedia, 2023).

Hendese ve Tasarım İliŐkisi

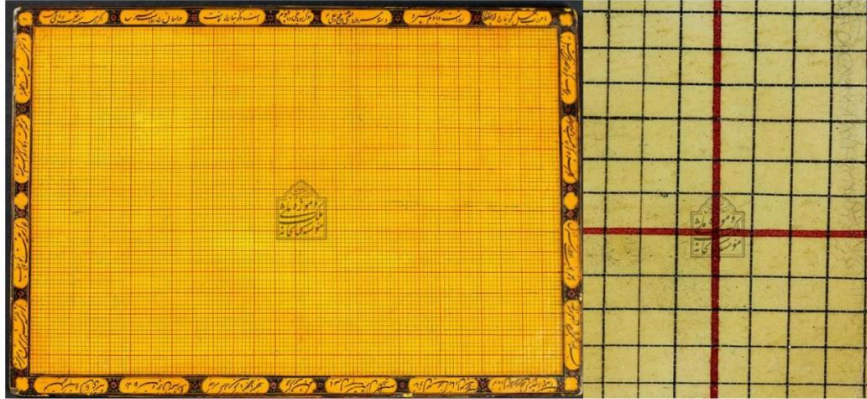
Tasarımda birimlerin belli bir kural ve ritim d hilinde çoğalması, farklı biçimlerin bir kural çerçevesinde uyumlulaŐmasıyla estetik açıdan göz alıcı bütünleri oluŐturması, renklerin estetiği

desteklemesi beklenirken, bütün oluşturma sürecinde düzgün geometrik şekillerin ağırlıklı olarak kullanıldığı göze çarpmaktadır. Endüstriyel boyuttan mimariye kadar birçok alanda çağdaş, modern, endüstriyel, minimalist tasarım yaklaşımlarının temel geometrik düzenli nesnelere barındırdığı görülmektedir. Tasarımcı için temelde alanı verimli ve estetik kullanma kaygısı düzenli geometrik nesnelere hâkimiyetini desteklemektedir.

Geçmişte “arazi ölçümü” amacıyla ortaya çıkan ayrıca matematiğin uzaysal ilişkiler ile ilgilenen alanı olan ve geometri olarak adlandırılan bilim dalı, M.Ö. 3.yy’da Öklid’in Elementler adlı çalışmasıyla temel kurallar üzerine oturmuştur. Yakın coğrafyalarda ses getiren bu çalışma farklı medeniyetlerde de karşılık bulmuştur. 10.yy’da Ebu’l Vefa el-Bûzcânî’nin konuya olan ilgisi Öklid’in teorilerini farklı şekillerde kanıtlama ve yeni teoriler üretme noktasında yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu dönemde Bağdat merkez olacak şekilde orta doğuda Hendese olarak anılan geometri bilimi sayesinde tarihte iz bırakan mimari tasarımlar ile süsleme tekniklerinin ortaya çıkması mümkün olmuştur.

Bağdat’ta genel olarak kabul gören Arap harflerinin geometrik oranlama sistemine göre kodlanmasının, bu şehirde matematik bilimlerinin popülerleşmesiyle de ilgili olduğu değerlendirilmektedir. 10. ve 11. yüzyıllar boyunca Bağdat’ta ki profesyonel matematikçiler, matematiğin günlük ihtiyaçlara uygulanmasına yönelik basitleştirilmiş pratik kılavuzlar aracılığıyla kendi alanlarındaki teorik gelişmeleri yaymışlardır. Burada geometrinin tasarıma uygulanmasını kolaylaştıran şey de matematik bilimlerinin popülerleşmesidir. 959-960 yıllarında memleketi Nişabur’dan Bağdat’a göç eden matematikçi ve astronom Ebu’l Vefa el-Bûzcânî (940-998), bu sistematik popülerleştirme sürecine katılan bilim adamlarından biriydi (Necipoglu, 1995).

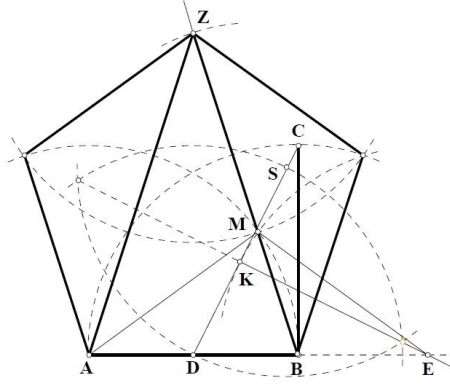
Mühendislerin binaların planlarını duvar ustaları tarafından inşa edilmek üzere zemine aktarmadan önce bir tablet üzerine (Resim 2) çizdiklerine dair çok sayıda kanıt bulunmaktadır. Bazı kültürlerde bu tahta veya tablete «Zij» adı verilmiştir. Geçmişte detaylı yapı planları öncesinde mimarların, bilimsel çizim ve tasarım kurslarına katıldığı, ustalarının nezaretinde yoğun çalışmalar yaparak mühendis oldukları bilinmektedir. Timurlu mimarlardan kaynaklarda mühendis olarak anılan Şirazi’nin eserlerinin tasarımlarında geometri ve özel yöntemler kullandığı görülmektedir (Ebrahimi ve Tooranpoor, 2022).



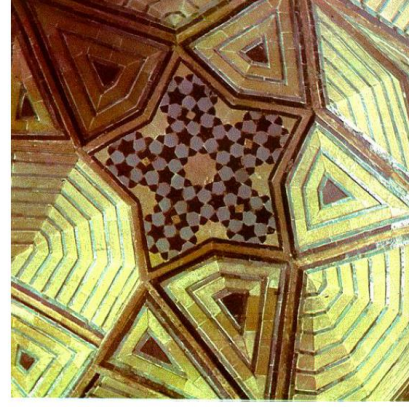
Resim 2. Tasarımlarda hendese (geometri) ilkelerinin uygulanması için kullanılan ızgaralara bölünmüş tablet örneği. (Ebrahimi ve Tooranpoor, 2022)

Ebu’l Vefa el-Bûzcânî tarafından yazılan “Kitâb fîmâ yahtâcü ileyhi’s-şâni’ min a’ mâli’l-hendese” (Book on those Geometric Constructions Needed by Craftsmen - Zanaatkârların İhtiyaç Duyduğu Geometrik Yapılar Hakkında Kitap) adlı çalışmada uygulanan “paslı pergel” (Rusty compass) metodu ile estetik açıdan kusursuz bir düzgün beşgen çizebilmenin metodu pratik olarak ifade edilmiştir. Buna göre AB doğru parçasına eşit ve B noktasından dik olacak şekilde bir BC doğru parçası çizilir. Ardından oluşan C noktasından AB doğru parçasının tam ortasına bir ışın gönderilir. Burada oluşan D noktası merkez olacak şekilde pergel ile AB ölçüsü kadar açılan pergel ile bir yay çizilir ve DC doğrusunu kestiği nokta S noktası olarak işaretlenir. Oluşan DS doğru parçasının tam ortasından dik bir doğru çıkarılarak AB doğru parçası ile E noktasında buluşacak şekilde uzatılır. AB kadar açılan pergel ile A noktası merkez olacak şekilde bir yay, ardından B noktası merkez olacak şekilde başka bir yay çizilir. Aynı yarıçap ölçüsüne sahip pergel E noktası merkez olacak şekilde K noktasından geçen bir yay çizilir. Çizilen bu yayın A noktası merkez alınarak çizilen yay ile kesiştiği nokta M noktası olarak belirlenir. B noktasından

bir doğru M noktasından geçecek şekilde çıkarılır ve M noktasından AB ölçüsü kadar uzatılır. Erişilen nokta da Z noktası olarak belirlenir. Z noktasından A noktasına bir doğru çıkarılarak AZB altın üçgeni oluşturulur. Pergel AB ölçüsü kadar açılarak Z noktası merkez olacak şekilde altın üçgenin içine doğru bir yay çizilir. A ve B noktaları merkez alınarak çizilen yaylar ile kesiştiği noktalar düzgün beşgenin diğer kesişme noktaları olacaktır (Resim 3/a). Her ne kadar Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin geometrik süslemelerden bahsetmediği belirtilse de (Hogendijk, 2012), bu yöntemle iç mekân tasarımında düzgün beşgen ve yıldız formlarına sahip desenlerin tasarlanması (Resim 3/b) mümkün olmaktadır (Sarhangi, 2007).



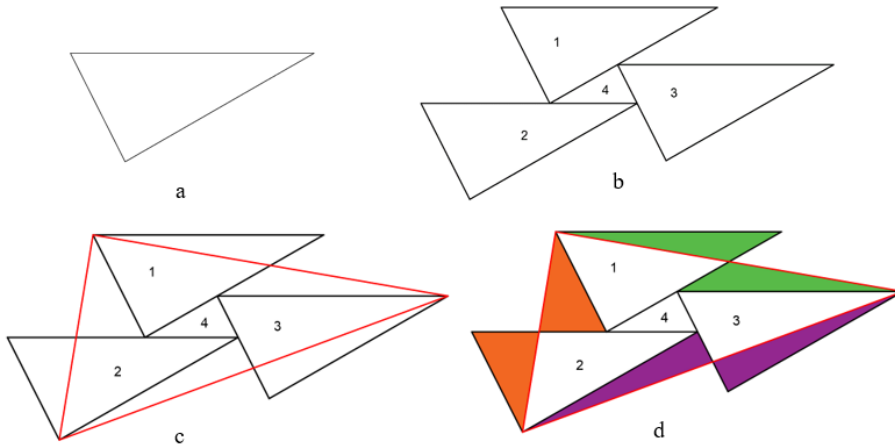
(a)



(b)

Resim 3. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tarafından uygulanan düzgün beşgen çizme metodu (a) ve bu metot ile elde edilen iç mekân tasarımı (b) unsurları (Sarhangi, 2007).

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin geometrik şekillerin birbirleri ile olan ilişkilerini ifade etmede kendine özgü yöntemler geliştirdiği görülmektedir. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ye göre üç özdeş üçgen ve şekil olarak onlara benzeyen daha küçük bir üçgen çizildiğinde, dördü de tek bir büyük üçgen haline gelebilmektedir (Nielsen, 2010). Bu teoriyi kanıtlamak üzere bir üçgen model olarak alınır. (Resim 4/a) ve bu üçgen modeli kullanılarak özdeş üç adet üçgenin bir kenarları birbirlerine paralel olacak ve bir köşesinden birbirleri ile temas edecek şekilde yerleştirilmesi sağlanır (Resim 4/b) ve bu şekilde 4 adet üçgenin elde edilmesi sağlanır.

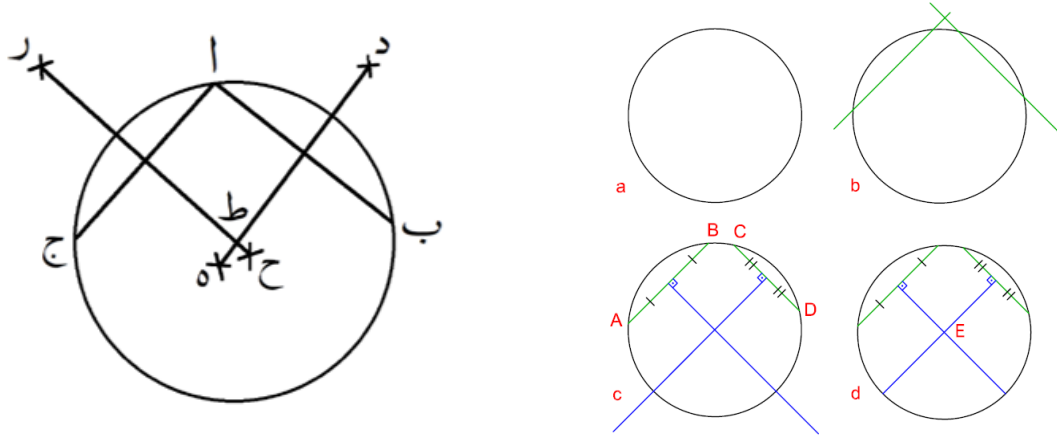


Resim 4. Özdeş üçgenlerle büyük bir üçgen üretme metodu

Özdeş üçgenlerin her bir farklı köşesini birleştirecek şekilde çizilen bir üçgen (Resim 4/c) ile bir büyük üçgen elde edilir. Özdeş üçgenlerin büyük üçgenin dışında kalan parçalarının ana üçgenin eksik bölümlerini kusursuzca kapladığı görülmektedir (Resim 4/d).

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî geometrik nesnelerin özelliklerine bağlı olarak referans noktalarının belirlenmesi amacıyla farklı yöntemler geliştirmiştir. Bu yöntemlerden biri de merkezi bilinmeyen bir dairenin merkezini tespit etme yöntemidir. Bu yöntemde merkezi bilinmeyen bir daireyi (Resim 5/a) rastgele kesen iki doğru (Resim 5/b) daireyi kestikleri noktadan sınırlandırılır ve AB ve CD doğru

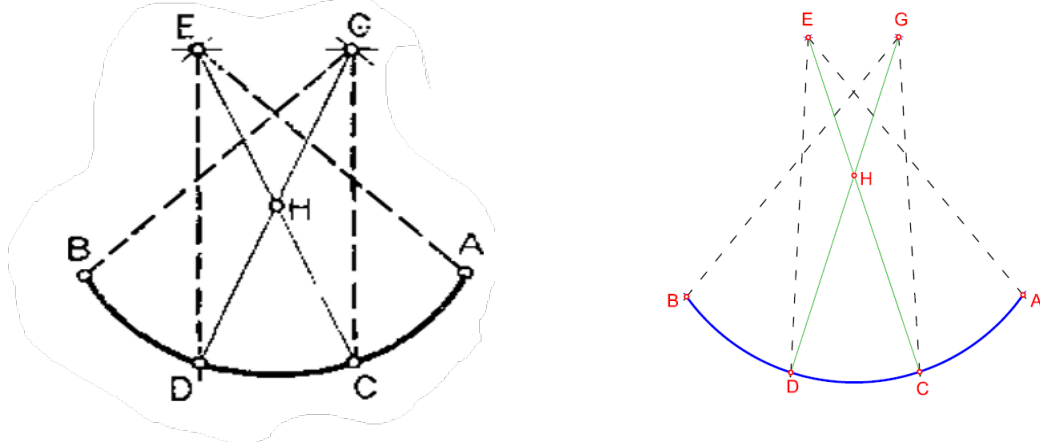
parçaları oluşturulur. Bu her iki doğru parçasının tam ortasından dik bir şekilde ve birbirleri kesecek şekilde ışınlar çıkarılır (Resim 5/c).



Resim 5. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin yöntemi ile merkezi bilinmeyen bir dairenin merkezini bulma

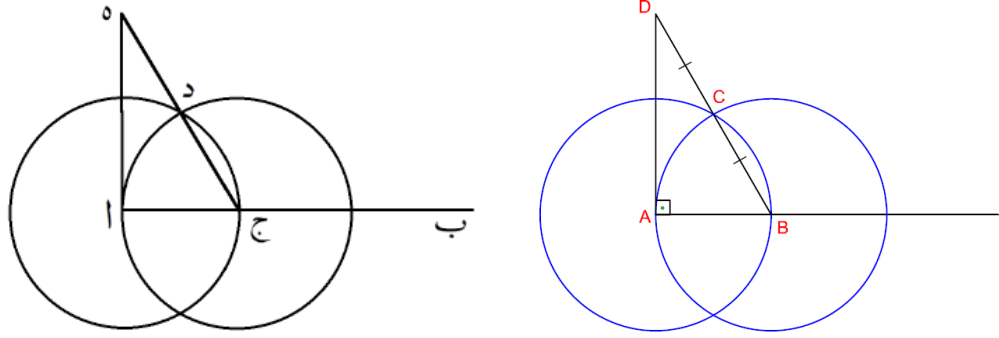
Birbirlerini kesen bu ışınların kesişim noktası olan E noktası dairenin merkezini verecektir (Resim 5/d). Bu yöntemle herhangi bir birime ya da bütüne müdahale etme şansı ortaya çıkabilmektedir. Tasarım süreçlerinde dairesel formların bilinmeyen merkezleri tespit ederek birime ya da bütüne yerinde müdahale edilmesi sağlanabilmektedir.

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ye göre yayın merkezini bulurken kendi pergel yöntemi doğru sonuç vermektedir. Buna göre AB yayı üç eşit parçaya bölünür ve C ve D noktaları belirlenir. E noktası, A ve D noktalarından keyfi yarıçaplı yayların kesiştiği yerde bulunur. Benzer şekilde G noktası C ve B noktalarından aynı yarıçapta çizilen yaylar vasıtasıyla bulunur. E noktası C noktasına, G noktası D noktasına bağlıdır ve bunların kesişimiyle oluşan dairenin merkezi H noktası olarak tanımlanır (Bulatov, 1988).



Resim 6. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin yöntemi ile merkezi bilinmeyen bir yayın merkezini bulma (Bulatov, 1988)

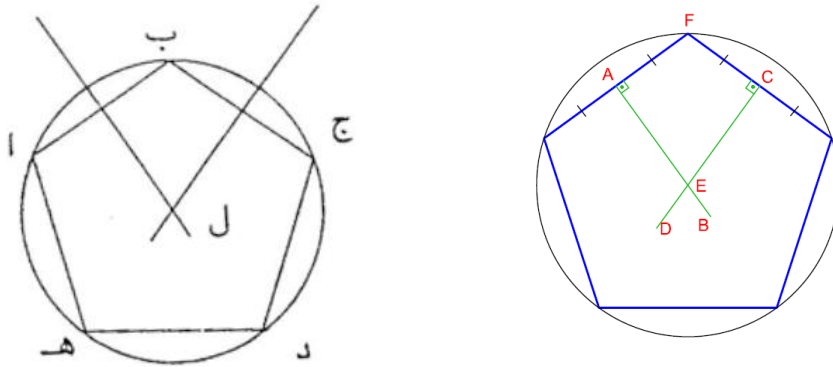
Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tarafından kaleme hazırlanan "Kitâb fimâ yahtâcü ileyhi's-sâni' min a'mâli'l-hendese" (Zanaatkârların İhtiyaç Duyduğu Geometrik Yapılar Hakkında Kitap) adlı kitapta bir doğru parçasının bitim noktasından dik bir doğrunun nasıl çıkarılacağı tanımlanmıştır. Buna göre doğrunun bitim noktası olan A noktası bir dairenin merkezi olarak alınır. Dairenin doğruyu kestiği diğer nokta ise aynı yarıçaptaki diğer bir dairenin merkezi olarak belirlenir ve B ile işaretlenir. Dairelerin birbirlerini kestikleri nokta C noktası olarak belirlenir ve BC doğru parçası çizilir. BC doğru parçası BC boyuna eşit olacak şekilde CD kadar daha uzatılır. Burada BC ve CD'nin birbirine eşit olduğu unutulmamalıdır. A noktasından D noktasına uzatılacak bir doğru parçası AB doğru parçasına dik olacaktır (Resim 7).



Resim 7. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin yöntemi ile bir doğru parçasının bilinen bitim noktasına dik çizgi çizme

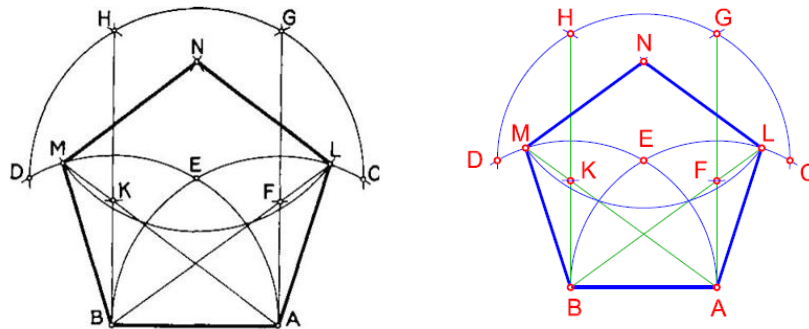
Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin çalışmalarında, temel geometrik nesnelere sahip oldukları özelliklerden faydalanarak yeni ve tümleşik geometrik nesnelere üretilebileceğini görmek mümkündür. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ye göre düzgün bir beşgenin etrafına bir daire çizmenin pratik yollarından biri beşgenin merkezini bulmaktır.

Düzgün beşgenin merkezi kenarortayların beşgen içinde kesiştikleri nokta olarak belirlenebilmektedir. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ye göre beşgenin iki kenarının ortasından dik bir şekilde AB ve CD doğru parçaları çıkarıldığında her iki doğru parçasının kesiştiği nokta beşgenin merkezi olarak bulunur. Bu merkez aynı zamanda beşgen etrafına çizilecek dairenin de merkezidir. E noktası merkez olacak şekilde EF kadar açılan pergelle düzgün beşgenin tüm köşelerine temas eden bir daire çizmek mümkündür (Resim 8).



Resim 8. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin düzgün beşgen'in etrafına daire çizme metodu

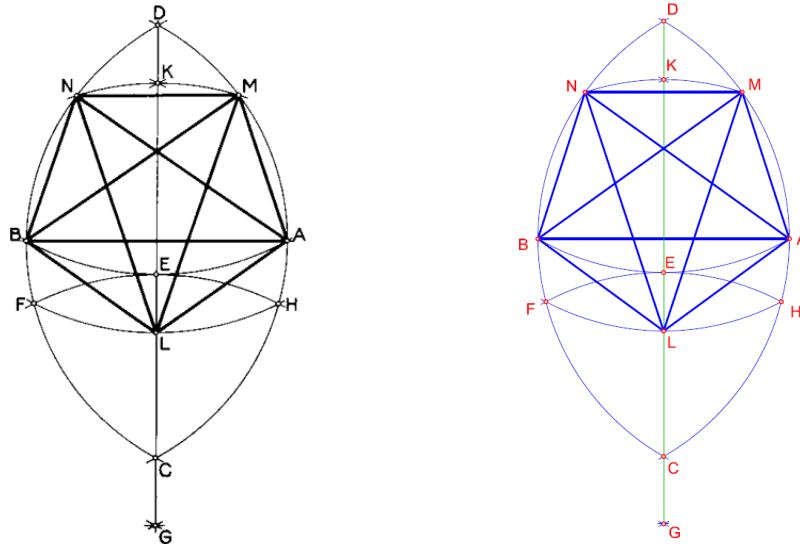
Benzer şekilde karakterize edilen bir yöntemde sabit pergelle açıklığı kullanılarak verilen bir kenar ölçüsü ile düzgün bir beşgen çizmek hedeflenmiştir. Bu yöntemde AB kenarı yarıçap olacak şekilde açılan pergelle A ve B noktaları merkez olacak şekilde iki yay çizilir. Bu yayların kesişim noktası E noktasını verir (Resim 9).



Resim 9. Sabit pergelle açıklığı ile düzgün beşgen oluşturma metodu

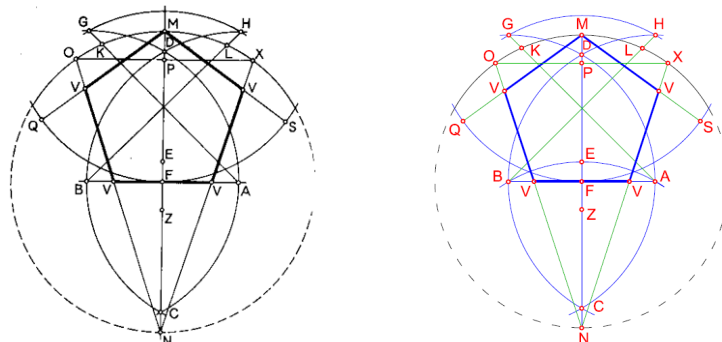
Ardından E noktası merkez olacak şekilde çizilen yayın önceki yayları (mavi) kestiği noktalar D ve C noktası olarak işaretlenir. D ve C noktaları merkez olacak şekilde iki yay daha çizilir ve E noktası merkezli yay ile kestiği noktalarda H ve G noktaları elde edilir. Bu her iki noktadan çıkan doğrularla AG ve BH doğru parçaları elde edilir. G merkez olacak şekilde çizilen yayın AG doğru parçasını kestiği noktada F ve H noktası merkez olacak şekilde çizilen yayın ise BH doğru parçasını kestiği noktada K noktaları elde edilir. A noktasından K noktasına doğru uzatılan doğrunun B merkezli yayı, B noktasından ise F noktasına doğru uzatılan doğrunun A merkezli yayı kestiği noktalarda sırasıyla M ve L noktaları elde edilir. M ve L merkezli iki yay çizilir ve yayların E noktası üzerindeki kesişme noktası N olarak işaretlenir. M ve L noktalarından N noktasına doğru uzatılacak doğrularla düzgün beşgen çizimi tamamlanır.

Diğer bir metotta ise yine bir kenar uzunluğu verilen beşgen yine sabit pergel açıklığı kullanılarak ancak farklı bir yöntemle elde edilir. Buna göre AB kenarı sabit ölçü olarak belirlenir ve AB ölçüsü yarıçap olacak şekilde A ve B merkezli iki yay çizilir. Bu yayların kesişim noktaları D ve C olarak işaretlenir. Aynı ölçü ile D merkezli bir yay çizilerek E noktası ve ardından E merkezli bir yay çizilerek G noktası elde edilir. G merkezli bir yay ile E noktasına teğet geçen FH yayı elde edilir. Ardından F ve H noktalarını merkeze alan iki yayın kesişim noktası K olarak işaretlenir. K merkezli bir yay ile ise L noktası elde edilir. L merkezli bir yay ile N ve M noktaları belirlenir. NMALB düzgün beşgeni için referans noktaları tespit edilmiş olur (Resim 10).



Resim 10. Bir kenar uzunluğu ve sabit pergel açıklığı ile beşgen çizimi

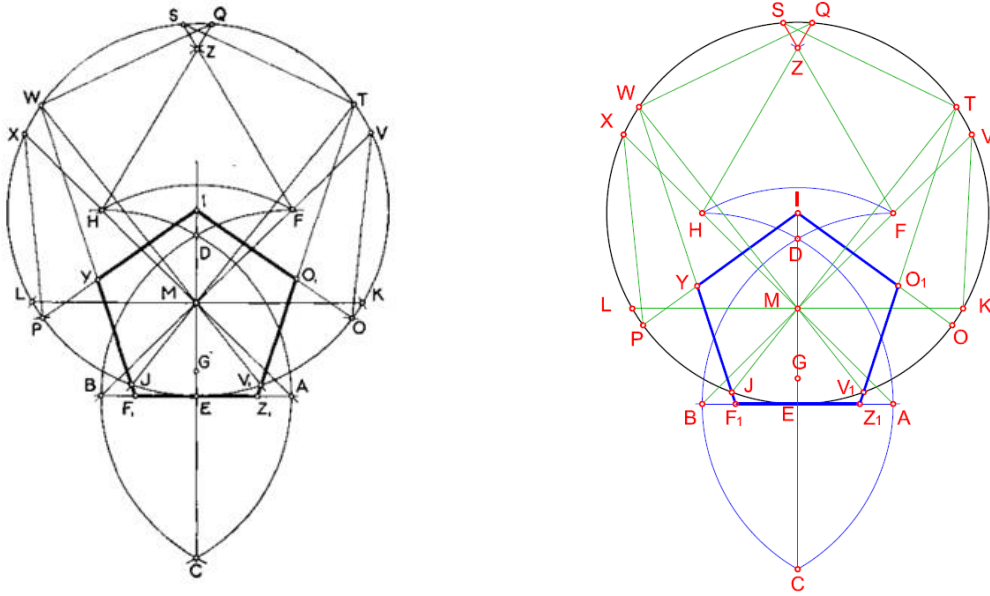
Geometrik desenlerde sıkça kullanılan beşgen için Ebu'l Vefa el-Bizcani tarafından birçok alternatif çizim metodu geliştirilmiştir. Bu metodlardan biri de verilen bir doğru parçasının ölçüsü ile bir kenarı bu doğru parçası üzerinde olan ve sabit pergel açıklığı kullanılarak üretilen beşgen modelidir. Bu alternatif modelde doğru parçasının uzunluğu kullanılan tüm yayların yarıçapını oluşturmaktadır. Buna göre AB olarak belirlenen doğru parçasından yola çıkarak A merkezli ve B den geçen bir yay ve B merkezli A'dan geçen bir yay çizilir (Resim 11). Bu yayların kesişim noktalarında C ve D noktaları elde edilir.



Resim 11. Ölçüsü verilen bir doğru parçası ve sabit pergel açıklığı ile beşgen

C noktası merkezli olarak çizilen yay ile E noktası elde edilir. G ve H noktaları E noktası merkez alınıarak çizilen yay ile oluşturulur. AB doğru parçasının merkezi olan F noktası merkez alınarak çizilen dairenin F'yi dik olarak kesen ışının kestiği noktalar M ve N noktaları olarak işaretlenir. A ve B merkezli olarak çizilen yayların kesişim noktası P olarak belirlenir ve P merkezli bir yay ile Z noktası tespit edilir. Z noktası merkezli bir daire ile Q ve S noktaları ortaya çıkar. Bu her iki noktadan M noktasına ışınlar gönderilir. Z noktası merkezli olarak çizilen dairenin MQ ve MS doğru parçalarını teğet geçtiği ve AB doğru parçasını kestiği noktalar V olarak belirlenir. V noktaları aynı zamanda düzgün beşgenin köşelerini oluşturmaktadır. N noktasından V noktalarına gönderilen ışınlar F merkezli daireyi kestiği noktalar sırasıyla O ve X olarak tespit edilir. O ve X bir doğru parçası ile birleştirilerek NOX üçgeni oluşturulur. Burada M noktası ile V noktaları düzgün beşgeni oluşturmaktadır.

Ölçüsü verilen bir doğru parçası ile düzgün beşgen çizimi için bir başka yol daha bulunmaktadır. Bu yolda da sabit pergel açıklığı kullanılmaktadır (Resim 12).

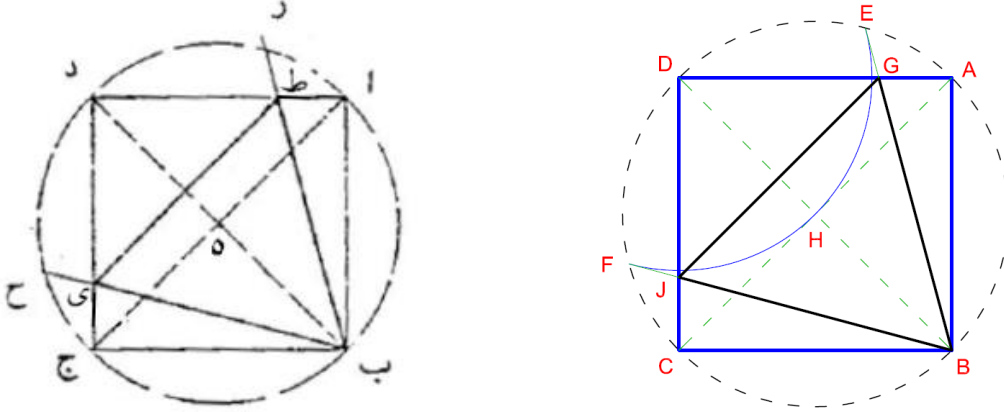


Resim 12. Ölçüsü verilen bir doğru parçası ve sabit pergel açıklığı ile beşgen çizimi II

Bu yöntemde yine bir AB doğru parçası ile yola çıkılmaktadır. Bu durumda yine A ve B noktaları merkez alınarak çizilen yaylar aracılığıyla C ve D noktaları, her ikisinin birleştiren ışının AB doğru parçasını kestiği nokta ile de E noktası belirlenir. E noktasından dik olacak şekilde AB mesafesine eşit uzaklıkta bir nokta I noktası belirlenir ve I merkezi ile bir daire yapılır. Bu aşamadan sonra çizimde sabit pergel açıklığı için, kullanılacak tüm yayların boyutların AB ye eşit olduğu göz önüne alınmalıdır. Ardından C noktası merkezli bir yay ile G noktası belirlenir ve buradan çizilen dairesel yay HF yayını tanımlar. Bu iki noktadan çizilen yayların kesişim noktası olarak Z noktası belirlenir. FZ ve HZ ışınları kullanılarak SQ belirlenir. I noktasından geçen E merkezli dairenin I merkezli daire ile kesiştiği noktalarda K ve L noktaları oluşturulur. S merkezli bir daire çizimi ile I merkezli daireyi kestiği noktalarda X ve T noktaları, Q merkezli bir daire ile I merkezli daireyi kestiği noktalarda ise W ve V noktaları elde edilir. ST ve QW bu iki noktayla tanımlanır. C noktasından W ve T noktalarına ışınlar gönderilir. Bu ışınların AB doğru parçasını kestiği noktalar F1 ve Z1 olarak belirlenir. D noktası merkez olarak bir daire çizilir ve CD ışınını kestiği nokta R noktası olarak belirlenir. R noktası merkezli bir çember çizilerek E merkezli çemberi kestiği noktalar P ve O noktaları olarak işaretlenir. IP ve IO ışınları oluşturulur ve CW ve CT ışınlarının kestiği noktalar Y ve O1 olarak belirlenir. Bu iki nokta aynı zamanda beşgenin köşelerini oluşturmaktadır. CW ve CT ışınlarının I merkezli daireyi kestiği noktalar J ve V1 olarak belirlenir. WV1 ve TJ doğruları M noktasını oluşturmak için kesişir, ardından KL ışını belirlenir. I, Y, F1, Z1, O1 noktalarının birleştirilmesiyle bir düzgün beşgen oluşturulur.

Düzenli geometrik nesnelerin İslami geometrik desenlerin oluşturulması noktasında yoğunlukla kullanılan birimler olduğu görülmektedir. Düzenli geometrik nesneler, 9 ve 10.yy'larda yaygınlaşmaya

başlayan hendese ilmi ile birlikte belirli kurallar ile bir araya getirilerek bir ritmi ve düzeni takip eden ve sonsuza kadar çoğalabilen desenlerin oluşturulmasına da imkân vermektedir. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin çizim metotları ile özellikle zanaatkârlar için pratikleşen geometri bilgisi desen ve süslemelerde kendini göstermektedir. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ye göre bir karenin içinde eşkenar üçgen oluşturmak, özel bir hesaplama gerektirmeksizin, birkaç işlemle mümkündür (Resim 13).

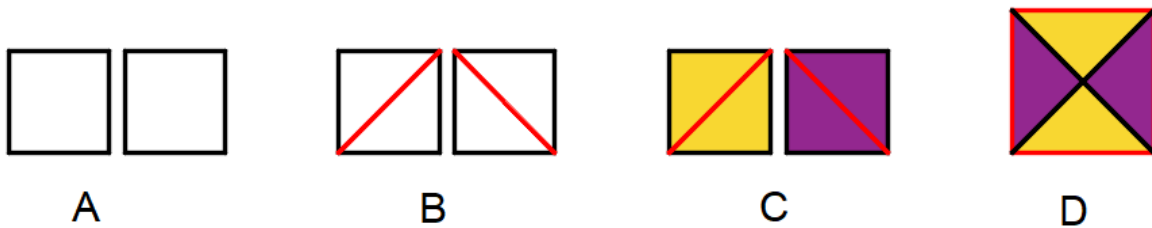


Resim 13. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin kare içinde eşkenar üçgen oluşturma metodu

Buna göre ABCD karesinin köşegenlerinin AC ve BD doğrultusunda çizilmesiyle kesişim noktası olan H noktası elde edilir. Karenin etrafına H merkezli ve HA yarıçaplı bir daire çizilir. Bir pergeli yardımıyla D merkez olacak şekilde DH yarıçapında çizilen bir yay E ve F noktalarından karenin etrafındaki daireyi keser. B noktasından E ve F noktalarına gönderilen BE ve BF doğru parçalarının kareyi kestiği J ve G noktaları birleştiğinde GBJ eşkenar üçgeni elde edilmiş olur.

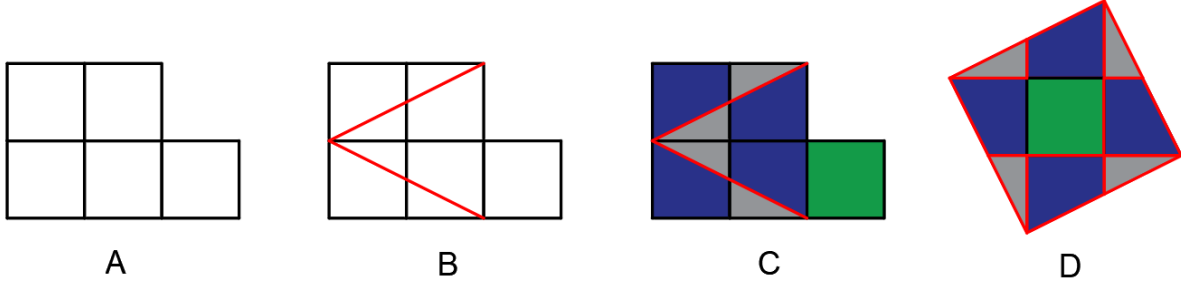
Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin, “Zanaatkârın Geometrik Yapılardan Nelere İhtiyaç Duyduğuna Dair Kitap” başlıklı eserinde, geometriciler ve zanaatkârlar arasında katıldığı sohbeti anlatmaktadır. Bu karşılaşmalardan birinde bir geometri uzmanının, alanı üç küçük kareye eşit olan bir kare oluşturmak için geometrik bir kanıt gösterdiğini ancak zanaatkârlar sonuçtan memnun kalmadığını belirtmektedir. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî, zanaatkârların sadece geometrik kanıtlara değil, dekoratif tasarımlar olarak tatmin edici yapılara da ihtiyaç duyduklarını anlamıştır. Zanaatkârların kesilebilen ve desenler halinde düzenlenebilen fiziksel karolar üzerinden düşündüklerini görmüştür. Bu nedenle Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin metninin temel amacı geometrik olarak doğru ve görsel olarak tatmin edici tasarımlar sunmaktır. Metin ilk önce iki kareden ve beş kareden ardından dokuz kareden nasıl kare oluşturulacağını göstermektedir ve ardından desenin nasıl radyal olarak genişletilerek dekoratif bir geometrik tasarıma dönüştürülebileceğini resmedilmektedir (Harding, 2001).

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'ye göre iki kare (Resim 14/A) köşegenlerinden bölünerek 4 farklı üçgen elde edilir (Resim 14/B-C) ve bu üçgenler bir araya getirilerek yeni ve büyük bir kare elde edilir (Resim 14/D).



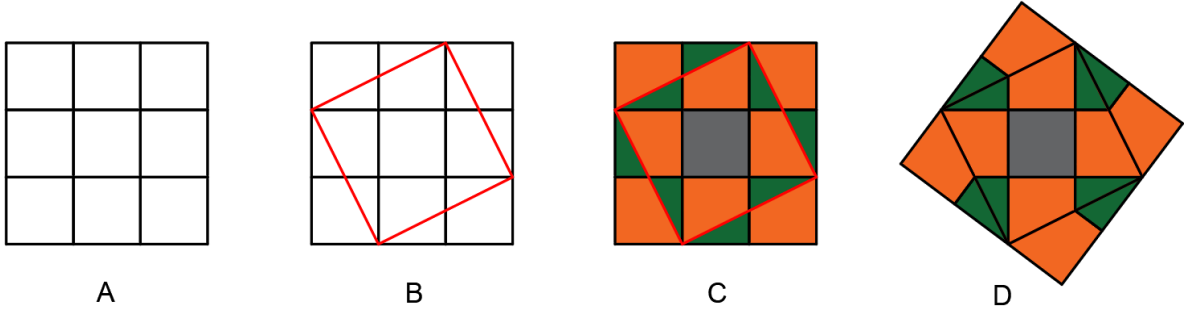
Resim 14. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tarafından önerilen 2 kareden bir büyük kare yapma metodu

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tek sayıdan oluşan 5 eşit kareyi (Resim 15/A) parçalara bölerek (Resim 15/B-C) ve elde edilen parçaları birbirleri ile uyumlu olarak yerleştirmek suretiyle bir büyük kare (Resim 15/D) elde etmeyi önermiştir.

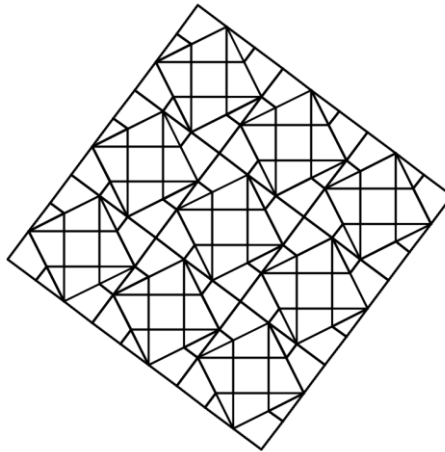


Resim 15. Beş kare kullanılarak bir büyük kare elde etme

Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin önerdiği bir başka yöntemde dokuz adet eşit ölçülü kare (Resim 16/A) kullanılarak sarmal yapıya sahip bir kare elde edilmektedir. Bu yöntemde kareler farklı şekillerde parçalara bölünerek (Resim 16/B-C) bu parçalar farklı yöntemlerle bir araya getirilebilmekte ve sarmal yapıya sahip, kare şeklinde bir birim tasarımı yapılabilir (Resim 16/D). Elde edilen sarmal birim belli yönlerde sonsuza kadar çoğalabilme özelliği ile desen tasarımında kullanılabilir, bu durum zanaatkarlar için büyük kolaylık sağlayabilmektedir (Resim 17).



Resim 16. Dokuz kare kullanılarak bir büyük kare elde etme



Resim 17. Ebu'l Vefa el-Bûzcânî'nin önerdiği yöntemle elde edilen birimlerin desen tasarımına dönüşümü

Sonuç ve Öneriler

Batı medeniyetlerinde geometri, İslam medeniyetlerinde ise hendese olarak anılan ve temelinde

çizgi, yay, daire ve düzenli biçimlerin yer aldığı bilim alanında matematik, trigonometri, orantı ve ölçü kullanılarak kurallı yapıların elde edilmesi mümkündür. Hendese tekniği her ne kadar 10.yy'da Ebu'l Vefa el-Bûzcânî tarafından bilinir kılınmış olsa da, doğasında bulunan kurallar bütünü günümüzde de kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarından biri de tasarım faaliyetleridir. Matematik ve trigonometri ile iç içe olan hendese tekniği düzenli nesnelere ve nesneyi oluşturan birimlerin birbirleri ile olan ilişkilerini kullanarak farklı formların elde edilebilmesine imkân vermektedir. Bu durum en çok İslami geometrik desen tasarımlarında hissedilmektedir.

Desen tasarımları İslam coğrafyasında 9. ve 10. yy'larda zirveye ulaşmıştır. Desen tasarımlarında görülen zenginliğin, hendese tekniğinin popülerleşmesi ile doğrudan bağlantısı olduğu görülmektedir. Özellikle düzenli geometrik modellerin sıklıkla kullanıldığı desen tasarımlarında hendese tekniğinin önerdiği yaklaşımlarla estetik açıdan güçlü ve özgün desenlerin ortaya konulması matematiksel kurallara ilişkilidir. Bu kuralların uygulanmasıyla bir medeniyeti temsil eden tasarımlara imza atılması mümkün görülmektedir.

Hendese tekniği özünde birçok medeniyetin deneyimlerini içeren ve tasarımda anahtar vazifesi gören niteliğe sahiptir. Hendese tekniğinin günümüzde de popüleritesini sürdürmesi ve gelecek nesillere de aktarılabilmesi amacıyla;

Hendese dersi ortaöğretim seviyesinden başlayarak özgün eğitim sürecine dâhil edilmelidir.

Endüstriyel Tasarım alanı da dâhil olmak üzere tasarım eğitimi veren kurumlarda hendese ilminin öğretilmesi sağlanmalıdır.

Hendese alanı için kaynak materyal çalışması yapmak ve 10. yy'dan bu yana yapılan çalışmaların derlenmesini sağlamak tasarım alanı için geçerli bir altyapının oluşmasına zemin hazırlayabilir.

Hendese bir bilim alanı olarak günümüzde tasarımcı ve zanaatkârların işlerinin pratikleşmesine ve iş kalitesinin yükselmesine olanak sağlayabilir.

Hendese tekniği yüzyıllar boyunca deneyimlenmiş bilgileri bünyesinde barındıran bir bilim alanı olması vesilesiyle güncelliğini daima koruyacak potansiyele sahiptir. Hendese tekniği disiplinler arası bir model olarak tasarım alanında oldukça pratik çözümlerin üretilebilmesine vesile olabilir.

KAYNAKLAR

Assarzagagan N., Kritsonis V., A., (2008). Dividing and Composing the Squares. The Lamar University Electronic Journal of Student Research, Iran.

Aydın, C., (1996). Ebü'l-Vefâ El-Bûzcânî – Trigonometri ilminin kurucusu, İslam Ansiklopedisi, C:10 S. 348-349

Bakkal, A., (2019) İslam tarihinde rasathaneler. Bilimname XXXIX, 2019/3, 105-141, doi: <http://dx.doi.org/10.28949/bilimname.598262>.

Bilkan, A., F., (2005). "Osmanlı Araştırmaları XXVI, Editörler: İnalçık, H., Erünsal, İ., Lowry H., Emecen, F., Kreiser, K., Enderun Yayınevi, İstanbul.

Bulatov, M.C., (1988). Геометрическая Гармонизация В Архитектуре Средней Азии (Orta asya mimarisinde Geometrik uyum), S.322, Moskova, Rusya.

Ebrahimi, A., N., Tooranpoor, M., (2022) Geometry and Mathematics in Timurid Architecture: Abu'l-Wafa and Shirazi. Nexus Network Journal <https://doi.org/10.1007/s00004-022-00612-0>

Fazlıoğlu, İ., (2012). Tahrîru Usûli'l-Hendese Ve'l-Hisâb, Eukleides'in Elemanlar Kitabının Tahrîri, Müellifi: Nasîruddin Tûsî, Enderun Yayınevi, İstanbul.

Haddad, M., Doğanay, A. (2017). Kitâb fîmâ yehtâcü ileyhi's-sânî,, min a'mâli'l-hendese" adlı eserin âidiyet meselesi üzerine. Türk İslâm Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi, Cilt: 12, Sayı: 23, İstanbul.

Harding, P., E., (2001). Geometry and Geometers of Later Islamic Architecture. History of Art pp 1-25. <http://www.hardingfineart.com/images/islamic>.

Hashemipour, B. (2007). Bûzjânî: Abū al-Wafā' Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yaḥyā al-Bûzjānī. In: Hockey, T., et al. The Biographical Encyclopedia of Astronomers. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30400-7_223

Hogendijk J. P. (2012). Mathematics and Geometric Ornamentation in the Medieval Islamic World, Newsletter of European Mathematical Society, ISSN 1027-488X, 37-43.

Kennedy, E., S., (1984). Applied Abu'l-Wafa's mathematics in the tenth century: calculates the

distance Baghdad-Mecca, *Historia Mathematica* 193-206 ,Lebanon.

MacTutor, https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Miller/stamps_extra/ Personally designed stamps. University of St. Andrews. Erişim: 14.11.2023.

Necipoğlu, G. (1995). *The Topkapı Scroll: Geometry and Ornament in Islamic Architecture*, Santa Monica, CA: The Getty Center for the History and the Humanities.

Nielsen, J., L. (2010). *The Heart is a Dust Board: Abu'l Wafa Al-Buzjani, Dissection, Construction, and the Dialog Between Art and Mathematics in Medieval Islamic Culture*. [Online] available at <http://historyofmathematics.org/wp-content/uploads/2013/09/2010-Nielsen.pdf> Erişim: 09.01.2024

Özdural, A., (2000). *Mathematics and Arts: Connections between Theory and Practice in the Medieval Islamic World*, *Historia Mathematica*, 27, Academic Press.

Sarhangi, R. (2007). *Geometric Constructions and their Arts in Historical Perspective*. Bridges Mathematical Art Exhibit, San Sebastian

Strict, H., K., (2014). *Abu'l-Wafa Al-Buzjani (940 – 998)*, Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft Heidelberg, <https://www.spektrum.de/wissen/abul-wafa-940-998/1219535>

Wikipedia, Abul wafa al Buzjani, Abul Wafa crater AS16-M-3001 ASU - Abul Wáfa (crater) - Wikipedia. Erişim 13.11.2023

Sobirov T.R., Q.Amonov. IX-XV asrlar Markaziy Osiyo allomalirining geometrik yasashlarning zamonaviy ta'limda qo'llash. Педагогик маҳорат журналі. 2021 й 2-сон, 225-227 б.