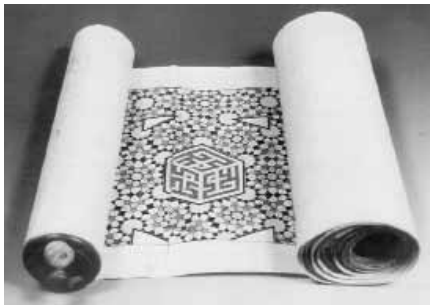


Penrose'un ok ve uçurtma karolarını kullanarak oluşturulan bazı motifler



Topkapı Sarayı'ndaki koleksiyondan Timur şablon kataloğu parşömeni

12. Yüzyıldan 21. Yüzyıla Ulaşan Bir Bilmece: Kuazikristal Mozaikler

O smanlı ve Selçuklu saraylarını, camilerini ziyaret eden herkes duvarları, kapıları, tavanları süsleyen o geometrik desenlere, mozaiklere takılmıştır. Bu desenlere şöyle bir bakıp sadece estetik bir tat alıp geçmiş olabilirsiniz. Ancak günümüz mimarları, matematikçileri, fizikçileri ve kimyacıları bu desenleri uzun uzun seyreliyor, Türkiye'den Afganistan'a kadar uzanan coğrafyada yüzlercesini inceleyip nasıl yapıldıklarını anlamaya çalışıyor.

Bu süslemelerin 21. yüzyıl bilimsel araştırmalarına konu olmasının nedeni, motiflerin bazılarının nerdeyse kuazikristal bazılarının ise mükemmel kuazikristal yapı sergileyecek şekilde döşenmiş olması. Bunu yapabilmek için bir sanatçıdan çok bir matematikçi gibi düşünmek, bazı karmaşık modern matematik kurallarına vakıf olmak gerektiği belirtiliyor. Bilim insanlarının kuazikristal yapıların yüzyıllar önceki başarılı uygulamasına ışık tutar ümidiyle kullandığı kaynaklardan biri de bu desenlerin 114'ünün çiziminin de yer aldığı Topkapı parşömenidir.

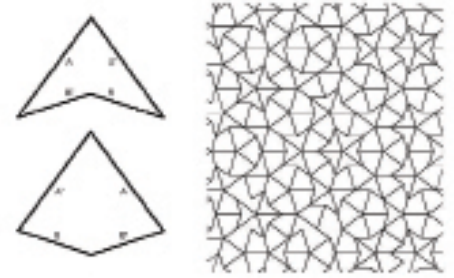
Kuazikristallerin kristallerden farkı

Doğada da kuazikristal yapıların olduğu ilk defa 1980'lerde Dan Shechtman tarafından fark edildi. Bazı metal alaşımların atom dizilişinin kuazikristal yapı gösterdiğini bulan Shechtman, bu çalışmasıyla 2011 Kimya Nobel Ödülü'ne layık görüldü. Metal atomlarının dizilişi genelde bir kristalde olduğu gibi kendini tekrar eden yapıdadır: Şeklin bir kısmını atomların dizildiği düzlem üzerinde sağa sola ya da yukarı aşağı doğru kaydırırsak (ötelerssek) şeklin tamamen aynı eşiyile çakıştığını görürüz. Diğer bir deyişle, kristaller öteleme simetrisine sahiptir. Şekli belli bir nokta etrafında, belli bir açıyla döndürünce de döndürülen şekil başlangıçtaki şeklin üstüne oturur. Yani kristaller aynı zamanda dönele simetriye de sahiptir. Bu simetri ikili, üçlü, dörtlü veya altılı olabilir. Yapı üçlü dönele simetriye sahipse 120 ($360/3$) derece döndürdüğümüzde aynı şekli elde ederiz. Şeklin simetrik eşini elde etmek için dörtlü dönele si-

metriye sahip bir yapıyı 90 ($360/4$) derece, altılı dönele simetriye sahip bir yapıyı 60 ($360/6$) derece döndürürüz. Kuazikristal yapılarda ise durum biraz farklı. Bu yapılar genelde bir dönele simetrisine sahip olsa da öteleme simetrisine sahip değil. Yani desenin kopyasını kendi üzerinde nasıl ötelerseniz öteleyin desenin eşini bulamıyor, düzenli ama periyodik olmayan bir yapıyla karşılaşıyorsunuz.

Penrose Karoları

Kuazikristaller fizikçiler ve kimyacılar tarafından doğada bulunmadan 10 yıl kadar önce, matematikçi Roger Penrose tarafından öngörülmüştü. Penrose beşli dönele simetriye sahip (pentapleks) karolarla bir düzlemi kaplayan, ama kendini tekrarlamayan kaplamalar yapmayı başarmıştı. O günden beri de "kristaller düzenli ve kendini tekrarlayan bir yapı sergilediğine göre, beşli dönele simetriye sahip olamazlar" düşüncesi hâkimdi. Shechtman'a Nobel Ödülü'nü getiren, doğada beşli dönele simetrisine sahip kuazikristal yapılar bularak bu görüşün aksini kanıtlamasıydı.



Penrose'un ikili karo kümelerinden birini oluşturan ok ve uçurtma

Açıklama Bulamayınca...

Ancak Shechtman'dan ve Penrose'dan çok daha önce mimaride kullanılan kuazikristaller sarayları, camileri, medrese ve türbeleri süslüyordu. Bu geometrik süslemelerle kuazikristaller arasındaki benzerliği ilk fark eden 1992 yılında Danimarkalı kristalograf Emil Makovicky oldu. Ancak Müslüman matematikçilerin ve mimarların o dönem bu desenleri nasıl ortaya çıkardığına dair bilimsel ve tatmin edici bir açıklama bulunamadığı için, tesadüf eseri kuazikristallere benzedikleri yaklaşımı kabul gördü. Bu durum 2000'li yıllarda yavaş yavaş değişmeye başladı. Bu değişimin gerçekleşmesinde en etkili çalışmalardan biri Harvard Üniversitesi'nden fizikçi Peter Lu ve Princeton Üniversitesi'nden meslektaş Paul Steinhardt'ın 2007 yılında *Science* dergisinde yayımladığı çalışmaydı.



Darb-ı İmam Türbesi

Darb-ı İmam Türbesi

Lu ve Steinhardt'ın Özbekistan'da başlayan kuazikristal mozaikler arama macerası İran'da son bulmuştu. Karakoyunlular tarafından İsfahanda 1453'te inşa edilen Darb-ı İmam isimli türbede onlu dönel simetriye sahip, Penrose karolarının özelliklerini gösteren, neredeyse kuazikristal motiflere rastlamışlardı. Sadece bir iki karonun yer değiştirmesiyle mükemmel bir kuazikristal yapı elde edilebiliyordu. İkili, türbedeki kuazikristal motifleri iki farklı altıgen, bir eşkenar dörtgen, bir ongen, bir de papyona benzeyen şekil kullanarak üretmeyi başarmıştı. Giriş karoları denen bu beş şekil ile düzenli ve kendini tekrarlamayan kaplamalar yapılabiliyordu. Lu ve Steinhardt'ın yüzyıllar öncekini aydınlatmak için kullandığı açıklama, zamanın mimarlarının ve matematikçilerinin de benzer bir yöntemle çalıştığı ve belli geometriye sahip şekilleri değişik şekillerde bir araya getirdiği yönünde.



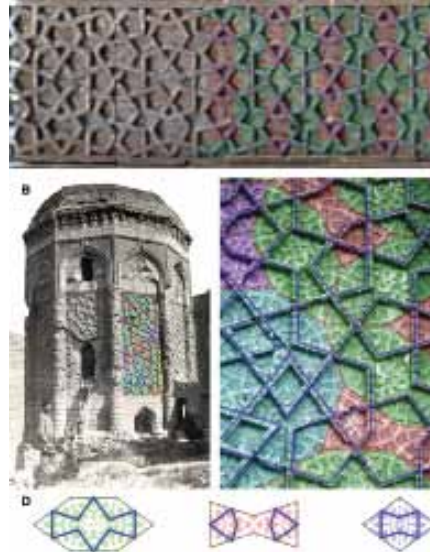
Beş girih karosu. Papyona benzeyen şekil Penrose'un ok ve uçurtmasından oluşuyor.

Rima Ajlouni'nin çalışması

Tekras Teknik Üniversitesi'nden mimar Rima Ajlouni, İslam mimarisinde üç mükemmel kuazikristale rastladığını ve *Acta Crystallographica* adındaki uluslararası kristalografi dergisinde yayımlanması beklenen makalesinde bu kuazikristallerin nasıl sadece cetvel ve pergel yardımıyla çizilebileceğini açıklayacağını belirtiyor. Makalenin konusunu üç motif oluşturuyormuş. Bunlardan biri Selçuklu mimarisinde çokça kullanılan dairesel bir desenmiş. İkincisi Faş'taki Attarin Medresesi'nde, diğeri ise İran Maraghadaki Gunbad-ı Kabud Türbesindeymiş. Kısa bir araştırma sonucu tam olarak hangi Selçuklu deseninden bahsedildiğini ben anlayamadım. Bunun için Ajlouni'nin makalesinin yayımlanmasını bekliyorum. Ancak diğer iki desenin geometrisini açıkça gösteren videoları sizlerle paylaşayım.

<http://discovermagazine.com/video/science-videos/gunbad-i-kabud>

<http://discovermagazine.com/video/science-videos/darb-i-imam>



Gunbad-ı Kabud Türbesi

Bu arada aklıma takılan bir husus oldu. Peter Lu ve Paul Steinhardt, Ajlouni'nin mükemmel kuazikristal tanımlamasına karşı çıkacaklar gibi görünüyor. Çünkü Lu ve Steinhardt'ın giriş karolarını tanıttığı ilk makaleden bir süre sonra yayımladıkları başka bir makaleye göre Gunbad-ı Kabud kuazikristal değil. Gerekçe ise şöyle: Bu desen kendini her iki panoda bir tekrarlıyor.

Ayrıca Penrose karolarıyla da haritalanamıyor. Okumalarımın anladığım kadarıyla bilim insanları hangi motiflerin kuazikristal olduğu konusunda fikir birliğine varmış değil. Ayrıca bu motiflerin nasıl ortaya çıktığı konusu da aydınlığa kavuşmuş değil. Şekillere bakınca benim bir süre sonra başım dönmeye başlıyor. Ama başı dönmeyen ve konu hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak isteyenleriniz için bir kitap tavsiyesinde bulunalım. Fizik profesörü Metin Arık ve inşaat mühendisi Mustafa Sancak tarafından yazılmış *Pentapleks Kaplamalar* isimli kitap. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları arasında yayımlanan kitabın ilk kısımlarında Penrose karoları anlatılıyor. Kitap yazarların üzerinde çalıştığı Osmanlı ve Selçuklu süsleme sanatı örnekleriyle devam ediyor.



Attarin Medresesi

Kaynaklar

<http://physicsworld.com/cws/article/news/48493>

<http://math.ucr.edu/home/baez/week281.html>

Lu, P. J., Steinhardt, P. J., "Decagonal and Quasi-crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture" *Science*, Cilt 315, s. 1106-1110, 2007.

Arık, M., Sancak, M., *Pentapleks Kaplamalar*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Eylül 2007.