

Sağlam Yapıların Üç Sırrı

Üçgen, Kemer, Kubbe...

Çevrenizdeki yapılara bir bakın. Bu yapıların tavanlarına, kapılarına pencerelerine... En çok hangi geometrik şekil kullanılmış? Kare mi, dikdörtgen mi, üçgen mi? Yapılarda sıklıkla dikdörtgen şeklinin kullanıldığını görürüz. Ancak, dikdörtgen tek başına sağlam ve kararlı bir yapı değildir. Çubuklardan yapılmış bir dikdörtgeni ele alalım. Bunun üzerine bastırın. Dikdörtgeniniz bozularak, bir paralelkenar haline dönüşebilir ya da iyice ezilebilir. Peki, dikdörtgen şeklindeki bir yapı nasıl sağlamlaştırılır? Yapıları tasarlayan mühendisler bunun için kolay bir yol bulmuşlar. Dikdörtgenin içine koyulan çaprazlama bir destekle iki üçgen oluşturarak ya da köşelerine küçük üçgenler yerleştirerek ona sağlamlık kazandırmışlar. Üçgen nasıl olur da yapılara sağlamlık kazandırabilir? Bunu anlayabilmek için üçgen ve diğer çokgenleri birbiriyle karşılaştıralım. Örneğin, bir üçgenle, kareden hangisi daha sağlam? İsterseniz bunun yanıtını deneyerek öğrenebilirsiniz. Bunun için 7 tane pipet ve 14 tane ataç gerekiyor. Pipetlerin üçüyle bir üçgen, kalan dördüyle de bir kare oluşturun. Bunu yaparken pipetleri, iç içe geçirilmiş iki ataçla birbirine tutturun. Üçgeni ve kareyi elde ettikten sonra her ikisini de dik tutarak birer köşelerinden bastırın. Bunu yaptığınızda hangisinin şekli değişecek? Elbette kareninki! Hatta biraz fazla bastırdığınızda kare yalnızca eğilip bükülmekle kalmayıp tümüyle bozulur. Ancak üçgene bastırdığınızda bunlar olmaz. Aynı denemeyi kare dışında beşgen, altıgen gibi çokgenlerle de yapabilirsiniz. Üçgen dışındaki tüm çokgenlerde aynı durumun oluştuğunu göreceksiniz. Çünkü diğer çokgenlerin üzerine baskı uyguladığınızda iç açılarının ölçüsünü değiştirebiliyorsunuz. Ancak aynı durum üç-

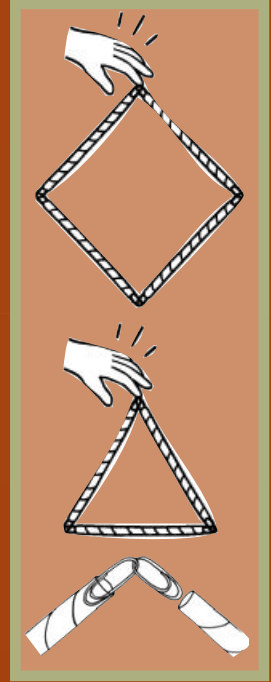


Yapılarda üçgen şeklinin nasıl kullanıldığını bir örnek (üstte). Üçgenle karenin sağlamlığını pipetlerden yaptığınız modellere bakarak karşılaştırabilirsiniz (sağda).

gen için geçerli değil. Üçgene ne kadar baskı uygularsanız uygulayın, iç açılarının ölçüsünü değiştiremezsiniz. Bu da üçgenin sağlam ve kararlı bir yapı oluşturmalarının nedenlerinden biridir.

Geometrik şekillerin nasıl olup da yapılara sağlamlık verdiğini anlamak

için biraz da bazı kuvvetleri ele alalım. Bunun için bir arkadaşınızla eş olun. Aranızda bir adım mesafe olacak şekilde karşılıklı olarak durun ve el ele tutuşun. Aynı anda her ikiniz de birbirinizi kendinize doğru çekmeye çalışın. Burada hissettiğiniz şey çekme kuvvetidir. Bu, bir paket lastiğini iki tarafından çekmeye benzer. Şimdi de tam tersini deneyin ve arkadaşınızla aranıza biraz daha mesafe koyarak ellerinizi birbirine dayayın. Ardından aynı





İtme ve çekme kuvvetlerinin etkilerini basit oyunlarla anlayabilirsiniz.

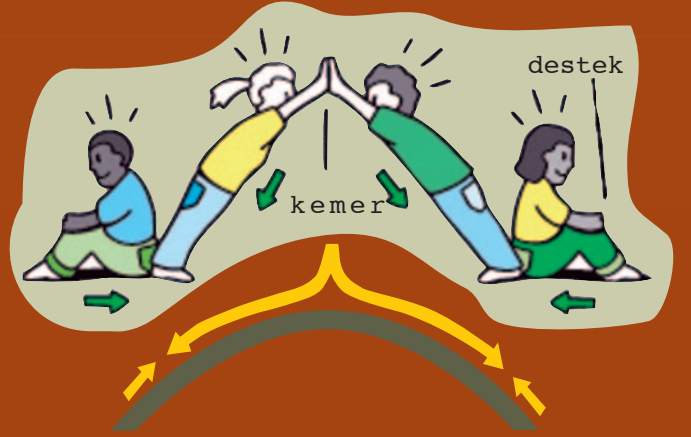


anda birbirinizi itin. Bunu yaparken hissettiğiniz şey de itme kuvvetidir. Bu da, bir süngere tepeden bastırarak oluşturduğunuz kuvvete benzer. İşte, yapılar da bu türden farklı kuvvetlerin etkisi altındadır. Ancak bu kuvvetlerin dağılımı, şekilden şekle değişir. Örneğin, üçgenin tepe noktasından bastırdığınızda oluşan itme kuvveti iki kenar boyunca aşağı iner. Ayrıca bu kenarlardan yukarı ve tabanı oluşturan kenarın iki ucundan dışa doğru bir kuvvet daha oluşur. Bu da çekme kuvvetidir. İşte, karşılıklı olarak oluşan bu kuvvetler birbirini durdurur ve kararlı bir yapı oluşur. Tıpkı kemerlerde olduğu gibi... Kemerlerde de benzer bir kuvvetler dengesi söz konusudur. Örneğin, kemer



köprüler, üzerlerindeki yükü rahatlıkla kaldırabilecek kadar güçlüdür. Bir kemer köprüünün üzerine yük bindiğinde kuvvet, kemerin eğimi boyunca aşağı doğru iner. Kemerin eğimine uygun şekilde yerden yukarı doğru etki eden diğer bir kuvvet de bu yükün etkisini dengeler. Böylece kemer, sağlam bir şekilde ayakta kalır. Bir kemeri daha da güçlü yapmak istiyorsanız dış kısımlarına destek koyabilirsiniz. Yapılarda bu desteklere "payanda" adı verilir.

İnsanlar, Romalılar zamanından beri kemer köprüler yapmışlar. Romalılar, işlenmesi zor da olsa bu köprüleri yaparken çok sağlam bir malzeme olan taşı kullanmışlar. Ayrıca, taşlardan yaptıkları kemerlerin dış kısımlarını başka taşlarla destekleyerek daha da fazla yük taşıyabilir hale getirmişler. Peki, bu köprülerin sağlamlık dışında başka ne yararları olabilir? Irmak üzerine kurulan bir köprü düşünün. Bu köprüde kemer kullanılmazsa, üzerindeki ağırlığı taşıyabilmesi için çok sayıda köprü ayağı yapılması gerekir. Bu da ırmak akışını etkileyebilir. Oysa kemerli köprü yapıldığında, hem daha az sayıda köprü ayağı



yeterli olur, hem de ırmağın akışı bozulmaz. Üstelik kemer, köprüünün çok uzun yapılmasına da olanak sağlar.

Kemerlerden bir başka yapıya geçelim. Bunun için çok sayıda kemerin aynı merkez çevresinde 360°'lik bir açı oluşturacak şekilde durmasıyla yeni bir yapı oluştuğunu düşünün. Çok daha sağlam olan bu yapıya "kubbe" denir. Kubbeyi bir yandan da

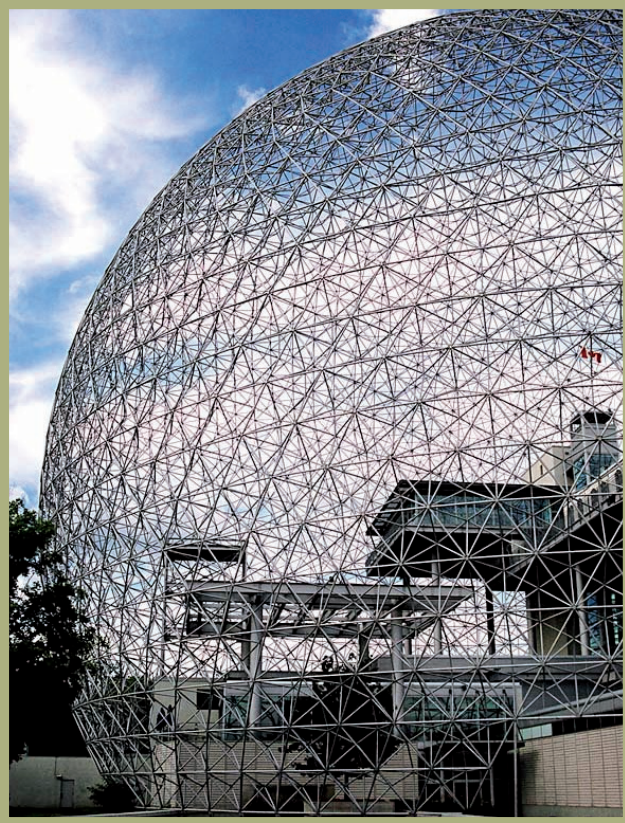
Gazete Kâğıdından Sandalye

Önümüzde önemli bir hedef var: Gazete kâğıtlarından bir sandalye yapıp üzerine oturmak. Ancak sandalyenizin üzerine oturduğunuzda eğilip bükülmeden sağlam durması gerekiyor. Sandalyeyi yapmak için gerekli malzeme bolca gazete kâğıdı ve yapışkan bant. Sandalyenizin üzerine oturduğunuzda eğilip bükülüyorsa yeterince sağlam olmamış demektir. Bu şekilde deneyip sağlam olmadığını belirlerseniz, sandalyenizi sağlamlaştıracak çözümler üretmeniz gerekiyor. Size bir de ipucu! Üçgenlerden yararlanın!



“üçboyutlu” bir kemere benzetebiliriz. Aslında kubbeli yapılar çevremizde çokça var. Hatırlatalım; kubbe, cami, hamam benzeri yapıların üst kısımlarında bulunan ve yarım küre şeklinde görünen bölüm. Kubbenin nasıl bir yapı olduğunu anlamak için büyükçe bir top alın ve beş arkadaş biraz aralıklı durarak bir çember oluşturun. Çemberi bozmadan herkesin iki eli de topa değecek şekilde durun. Bunun için biraz öne doğru uzanmanız ve birbirinizi dengelemeniz gerekecek. Hepiniz aynı anda bu konumu aldığınızda basit bir kubbe oluşturmuş olacaksınız. Ayasofya Camii de eski dönemlerden kalma kubbeli yapılardan biri. Ancak kubbeli yapılar, günümüzde de yapılıyor. Çevrenizdeki yapıları inceleyip hangilerinde kubbe bulunduğunu bulabilirsiniz.

Peki, insanlar eski çağlarda yapıları nasıl yapıyorlardı? Eski eserleri düşündüğümüzde bu soru-



Jeodezik Kubbe mi, Oyun Evi mi?

Kendinize şöyle zevkinize uygun bir oyun evi yapabilirsiniz. Bunun için temel olarak gazete kâğıdı, yapışkan bant ve tel zımba kullanmanız yeterli. Üstelik oyun evinizin büyüklüğünü istediğiniz gibi ayarlayabilirsiniz. Yapacağınız ilk iş, gazete kâğıtlarından çok sayıda rulo hazırlamak. Rulo hazırlamak için üç kat gazete kâğıdını üst üste koyup köşesinden başlayarak içi boş tüpler oluşturun ve bantlayın. Bu rulolar üçgenlerden oluşan bir jeodezik kubbe yapmak üzere birbirine tutturun. Oyun evinizde oynarken oluşturduğunuz yapının sağlamlığını incelemeyi unutmayın.



ya hemen bir yanıt verebiliriz. Onlar, yapıları dik-dörtgen şeklinde ve sütunların üzerinde durabilecek şekilde büyük yapıyorlardı. Sütunlar sayesinde de bu büyük yapıların çatılarının çökmesini engellemişlerdi. İnsanlar, bunun ardından yapılarda değişik şekiller kullandılar. Bu şekillerden biri kemer, biri de kubbe oldu. Ancak çok uzun yıllar sonra günümüze daha yakın dönemlerde kubbelerde de değişik uygulamalar yapılmaya başlandı. Ankara’da bulunan Atakule’nin kubbesini ele alalım. Dikkat ederseniz, Atakule’nin kubbesinde çok sayıda küçük üçgen var. İşte, üçgenlerle oluşturulan bu tip kubbelere de “jeodezik kubbe” denir. Jeodezik kubbeyi ilk bulan kişi Buckminster Fuller adlı bir mimar ve tasarımcı. Fuller’ın bulunduğu bu kubbe şeklinin, geleneksel kubbelerden daha sağlam olduğu saptanmış. Bunun nedeni, jeodezik kubbelerin çok yüzlü ve üçgenlerden oluşan bir yapıda olması. Yazımızın başında sözünü ettiğimiz üçgenlerden bugünkü jeodezik kubbelere kadar geldik. Ancak yapılarda kullanılan şekiller yalnızca bunlarla sınırlı değil. Başka birçok şekil, yapıları sağlamlaştırmada kullanıyor ve belli ki daha da kullanılmaya devam edilecek.



Zuhal Özer

Kaynaklar

http://www.yesmag.bc.ca/focus/structures/structure_science.html
www.teachersdomain.org/6-8/sci/phys/mfw/lp_shapes/
www.bardaglea.org.uk/bridges/technical/technical-shapes.html
www.pbs.org/.../educator/act_geodesic_ho.html