

Deniz Kenarı Eğlencesi

Kumdan Kaleler



Bir yaz daha bitiyor. Yeni bir okul dönemine hazırlanmak için güzelce dinlendiniz. Kiminiz tatil için deniz kenarını seçti. Elbette kova ve küreklerini de alarak... Balıklar gibi özgürce yüzüp, meraklı kâşifler gibi kumların derinliklerinde hazineler ararken, belki de mühendis olup kumdan eşsiz kaleler yaptınız. Kumdan kaleler deniz kenarının en güzel eğlencelerinden biri değil mi? Kumla suyun birlikteliği ve sizin yaratıcılığınızla biçimlenen kalelerin fiziğiye bilimadamlarının ilgisini çeken ciddi bir konu. Kumdan kaleler, düzgün bir geometrisi olmayan milyarlarca kum taneciğinin suyla karışıp birleşebilme özelliğinden yararlanılarak yapılır. Bir kumdan kalenin sağlamlığı bu taneciklerin birbirine tutunmasına bağlıdır. Kum tanecikleri ıslatıldığında ne olur? Ya da bir sarsıntıya nasıl tepki verirler? Eyvah, okullar daha açılmadı, bize bu ciddi konulardan, hele fizikten söz etmeyin diyeceksiniz! Ama, şunu düşünün. Sizin de başınıza gelmiştir. Kovanızı, küreğinizi alıp kumların başına oturur, başlarsınız kalenin duvarlarını örmeye; ta ki, duvarlar çöküp, emekleriniz boşa gidinceye kadar. O zaman, daha sağlam kumdan kaleler yapmak için bilimadamlarına kulak verip, işin püf noktalarını öğrenmek iyi olmaz mı? İnanın, bundan sonra kumdan kaleleriniz farklı olacak!

Herkes bilir; kumdan kale yapmak için, ya denizin yakınında suyun kumu ıslattığı yerde çalışılır ya da çalışılan yere kova kova su taşınır. Kumdan kale yapmak için su gerekir. Ama çok fazla değil! Kumları birbirine yapıştıracak kadar. Yani, aşırı sulu çamur işe yaramaz. "Bunu üç yaşındaki

çocuk bile anlar" diyeceksiniz. Ama, durun! Nemlenen kum tanecikleri neden birbirine yapışır, bir biçim alır? Bu sorulara ancak fizik yanıt verebilir. Nemli kum tanecikleri birbirine yapışır; çünkü, su küçük kum tanecikleri arasında köprüler kurarak, tanecikler arasındaki boşlukları



doldurur. Fen bilgisi dersinde hacim konusunu işlerken şu deneyi yapmışsınızdır belki. Biz daha basitini yapalım. Bir bardağı yarisına kadar suyla dolduralım. Aynı büyüklükte bir başka bardağın da yarisına kadar kum koyalım. Sonra suyu, kumun üzerine ekleyelim. Su eklenince, bardak ağzına kadar dolar mı? Kimileri bu soruyu evet diye yanıtlayabilir. Yarım, yarım daha bir eder. Dikkatli biri kuma su eklenirken çıkan hava kabarcıklarını farkedip biraz daha düşünebilir! Gerçekten de su kum karışımı bir bardak etmez. Neden? Çünkü, yarım bardak kumun taneleri arasındaki boşluklarda hava vardır. Kumun içine su karıştığında, su havanın yerini alır. Hava kabarcıklarla dışarı çıkar ve karışım belki ancak bardağın üçte ikisini doldurur.



Kumdan Kalelerden Depremlere

Hâlâ "basit" diyeceksiniz, "bizim fen bilgimiz iyidir zaten". Bilimadamları da sizin gibi ıslak kumla ilgili birçok sorunun yanıtını bulmuşlar; ama akıllarına takılan kimi sorular da var. Örneğin, depremler... "Depremlerin deniz kenarındaki kumlarla ne ilgisi var" diyeceksiniz. Şimdi, burayı dikkatle okuyun. Çok ilginç! Deprem sırasında, yeraltındaki ıslak toprak kimi zaman sıvılara benzer biçimde akıcı hale gelir. Bir kumdan kalenin duvarlarını düşünün. Kalıp halinde duruyor, değil mi? Ama kum sıvı gibi akıcı hale geldiğinde, bataklık kumuna benzer biçimde nesneleri içine çekebilir. Bu, 1989'daki San Francisco depreminde yaşanır. Sarsıntı, yat limanı yakınındaki toprağın sıvı akışkanlığı kazanmasına neden olur ve binalar üçüncü kata kadar yere batar. Bu ani çöküş inanılmazdır. Bilimadamları bunu şöyle açıklar: Depremde oluşan şok dalgaları, yzey altındaki ıslak toprağı, içindeki suyun kaçmasına olanak vermeyecek bir hızla sıkıştırır. Suyun basıncı arttıkça, suyun yük taşıma kapasitesi artar; kumunkiye azalır. Bu ani sıkışma, tonlarca kaya ve toprak altında bile olsa, kum tanecikleri arasındaki basıncı azaltır ve tanecikler akışkan bir sıvı gibi davranır. Buna, kumun sıvılaşması denir. Bilimadamları, bu olayın nasıl ve ne zaman gerçekleştiğini merak ederler. Konuyu araştırmak için yeraltındaki laboratuvarlarda çalışmak zor olacaktır. Çünkü



kumun kendi ağırlığı, tanecikler üzerinde baskı yaratır. Yerçekiminin etkisinden kurtulmak için deneylerin uzayda yapılmasına karar verilir. NASA ve Colorado-Boulder Üniversitesi işbirliğiyle üç uzay mekiğinde yalnızca bu araştırmanın yapılacağı bir proje başlatılır. Atlantis ve Endeavour uzay mekiklerinde kuru kum örnekleri üzerinde iki başarılı deney yapılır. Bu yılın sonunda üçüncü mekik uzaya fırlatılacak. Bu mekikteyse, suya doymuş kum örneği üzerinde çalışılacak. Bu şekilde deprem sırasında oluşan kumun sıvılaşması olayı tekrarlanacak. Deneyden çıkacak sonuçlar önemli. Bilimadamları, sonuçların mühendislere bina yapımı için güvenli yeri seçmelerinde yardımcı olacağını söylüyor. Belki de bu araştırma, mühendislerin binaların temeli için, kumun sıvılaşmasını engelleyecek tasarımlar yapmalarını sağlayacak.

Kumdan Kaleler Nasıl Ayakta Durur?

Nereden nereye? Bilim böyle bir şeydir. Kimi zaman bir kum tanesini incelerken birden kendinizi yerbilim, tarım ya da ilaç endüstrisi içinde bulursunuz. Biz deniz kenarına geri dönelim. Kovanın içine nemli kumu dolduralım. Ters çevirip boşaltarak ilk duvarımızı yapmaya başlayalım. Neden kum böyle kalıp halinde durur? Neden parçalanıp, yıkılmaz? Kumun içine eklenen suyun kum tanecikleri arasında köprüler oluşturduğunu söylemiştik. Bu su köprüleri, taneciklerin birbirinden ayrılmasını engeller. Çünkü yüzey gerilimi vardır. Yüzey gerilimi, su moleküllerini birbirine sıkı sıkı tutunması sonucunda oluşur. Yaptığınız duvar kalıp halinde durur, ama yine de sağlam değildir. Kuma su eklemeye devam ederseniz, subaloncuklarından oluşan köprüler birleşir ve suyun yüzeyi çukurlaşır. Bu durumda kılcallık denen olay gerçekleşir. Peki, kılcallık nedir? Ne çok bilimsel terim girdi bu kumdan kalelerin

içine, değil mi? Çapı küçük olan bir cam boruyu suyun içine daldırırsanız, su borunun içinde yükselir. Basit bir deney yaparak kılcallığı siz de keşfedebilirsiniz. Bir bardağa yarısına kadar su doldurun. Bir peçeteyi suyun içine daldırın ve o anı dikkatle gözleyin. Suyun hızla peçetede yükseldiğini göreceksiniz. Tamam, ama kum tanelerinde kılcallık ne işe yarar? Kılcallık, kum taneciklerini sıkı sıkı bir arada tutar. Kuma daha da su eklerseniz, suyun yüzeyi çukur olmaktan çıkar ve tümsek haline gelir. Bu aşamada kılcallık olayı kaybolur. Suyun kum taneciklerini bir arada tutan gücü kalmaz ve duvarınız çöker.

1997 yılında yapılan bir araştırmada kum tanecikleri arasındaki su köprülerinin çukur yüzeyleri incelenir. Bunun için kum taneciklerinin büyüklüğünde plastik küreler hazırlanır. Kürelerin üzerine doğal ve sentetik bir yağ karışımı damlatılır. Kum ve suda olduğu gibi, ama bu kez yağ köprüleri oluşur ve yağın yüzeyi çukurlaşır. Amaç, çukurun kürelerle yaptığı açığı ölçmektir. Yağın miktarı yavaş yavaş artırıldığında açının dikleştiği, kürelerin tek başlarına değil, küme olarak davrandıkları ortaya çıkar. Bu da kumdan kale yapanlara kuleler, pencereler, köprüler yapabilme olanağı sağlar. Ama bu deney yapay plastik kürelerle yapılmıştır. Oysa kumun biçimi düzensizdir. Yağ ve kumla yapılan deneylerde yağın sudan farklı biçimde davrandığı görülür. Yağ, kimi zaman taneciklerin üzerinde bir tabaka olarak kalır, kimi zaman çatlakların arasında gizlenir. Su, bazı durumlarda kumda olduğu gibi tanecikler arasına boncuk boncuk dizilir. Bazen de dokunduğu maddeye yayılır. Deniz havlusunun vücudunuzdaki suyu nasıl emdiğini düşünün. Peki, neden su kum tanecikleri arasında boncuk boncuk dizilir? Fizik yasalarına göre su, kum tanecikleri arasında boncuk boncuk dizilmeyi tercih eder; çünkü bunun için az enerji harcar. Şimdi de enerji için içine girdi. Ne çok şey varmış, bu kum tanecikleri ve suyun içinde!

Yeter artık diyeceksiniz. Bu kadar fizik yeter. Depremler mi, yüzey gerilimi, kılcallık mı, enerji mi. Yeter! Biz eskiden de kumdan kaleler yaparken mutlu oluyorduk. Tamam, şimdi de şunu öğrendiniz. Kum taneleri arasına giren su da mutlu oluyor siz kumdan kaleler yaparken! Yani fizik yasaları bakımından...

Tuğba Can

Kaynaklar

Castles Made of Sand Castles <http://whyfiles.org/shorties/sandcastle.html>
The Physics of Sandcastles http://science.nasa.gov/headlines/y2002/11jul_mgm.htm
Seaside: Castles of Sand <http://www.newscientist.com/lastword/answers/728seaside.jsp?tp=seaside>