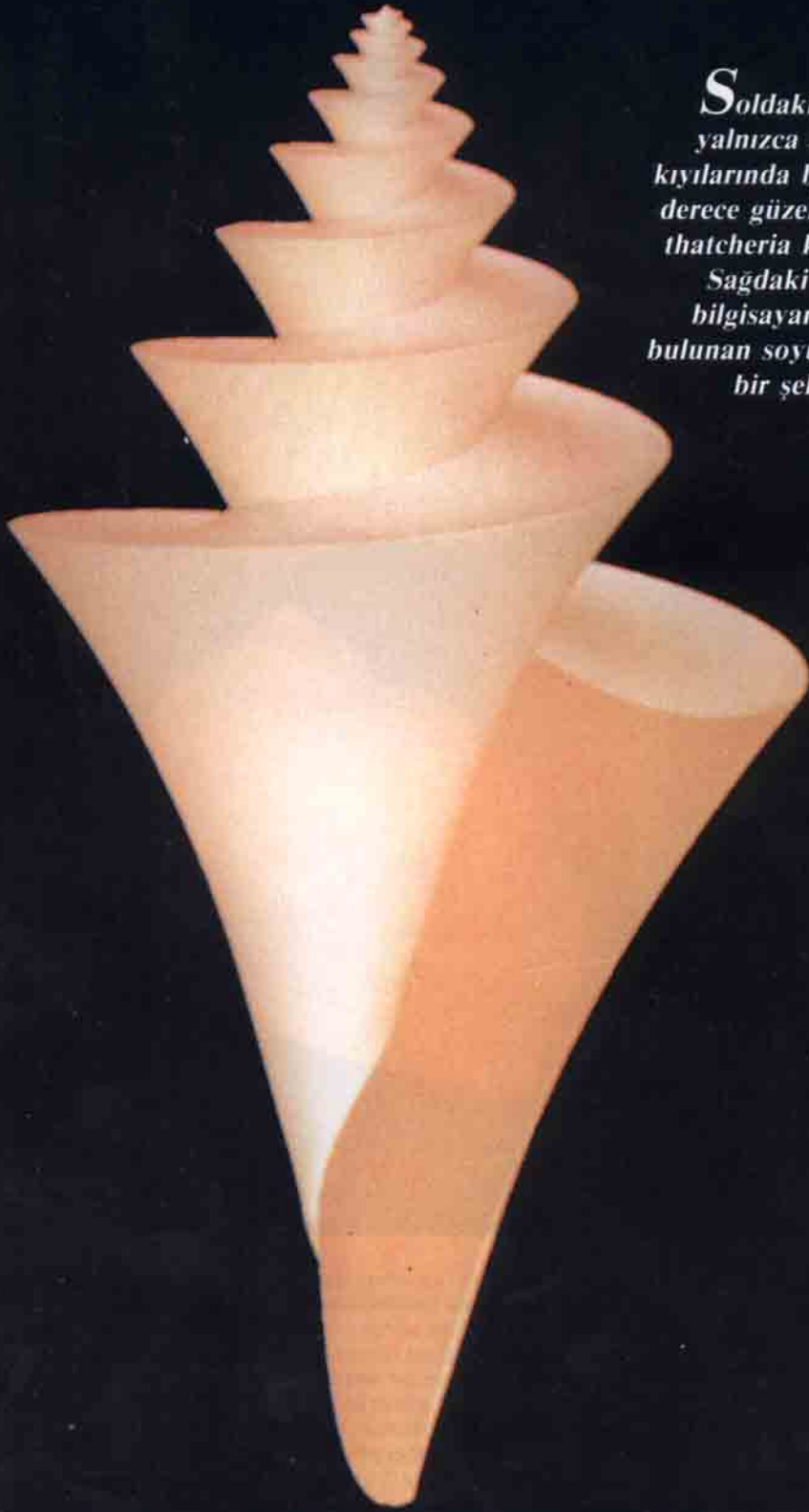




# Kabuk Oyunu

Bin bilgisayar uzmanı, kabukları yalnızca matematiksel denklemler



**S**oldaki kabuk,  
yalnızca Japonya  
kıyılarında bulunan son  
derece güzel gerçek bir  
thatcheria kabuğudur.  
Sağdaki ise, bir  
bilgisayarın içinde  
bulunan soyut geometrik  
bir şekildir.

yardımiyla oluşturarak, doğaya bir ayna tutuyor.



**K**abuklar, aslında, üç boyutlu spiraller olarak düşünülebilirler. Eğer bir eksene aşağı doğru sarılırlarsa, soldaki ve alt sıranın ortasındaki model kabuklara benzer bir şekil alırlar. Merkezi bir nokta etrafında bükülürlerse, diğer üç kabuğa benzerler.

**B**ir kelebeğin kanatlarındaki renk ve desen simetrisinden, bir mercanın labirent benzeri kıvrımlarına kadar doğada rastladığımız herşeyde, bazen bir ressam, bazen bir heykeltıraş, bazen büyük bir sanatçı gücünü görürüz. Hatta doğada bazen birinci sınıf bir matematikçi gücünü de. Yaşayan varlıkların desen ve şekilleri, matematikteki en soyut kavramlar-

dan bazılarına karşılık gelmektedir. Örneğin, gariban bir yumaşakça, hiçbir cebir dersi görmeden,  $r = a.e^t$  denkleminin eğrisini çizebilmektedir. Filozof ve matematikçi Rene Descartes, kabuklardaki eğrilere ilişkin olarak, bu formülü 354 yıl önce keşfetmiştir. Teknik deyimiyle, logaritmik spiral olarak bilinen eğriyi oluşturmak için, Descartes'ın denklemi, kalemimizi



merkezi bir nokta etrafında derece derece yönlendirmekte ve ulaştığı açıya bağlı bir çarpan oranında merkezden öteye itmektedir.

Ancak, araştırmacılar grafik bilgisayarlarını kullanarak, Descartes'ın bu sezgisel buluşunu canlandırabilmektedirler. Bu sayfalarda gördüğünüz kabuklar bu tür basit denklemler yardımıyla oluşturulmuşlardır. Alberta'daki



**B**ir kabuktaki spiral kaç kez sarılırsa sarılırsın, dış kenarı daima aynı şekli korur. Araştırmacılar, değişik eğriler çizerek farklı türler elde ederler.

**B**iyologlar gerçek yumuşakçalar (her bir çiftin sol tarafındakiler) üzerindeki desenlerin nasıl oluştuğunu bilmemektedirler. Fakat, kimyasal maddelerin varsayımsal etkileşimlerine bağlı olarak elde edilen matematiksel modeller (sağ taraftakiler) gizemli bir doğrulukla gerçekleriyle uyumaktadır.

Calgary Üniversitesi bilgisayar uzmanlarından Przemyslaw Pruzinkiewicz bir kabuğun çiziminin, karmaşıklığına bağlı olarak bir ya da iki saat zaman aldığını söylemektedir.

Pruzinkiewicz'in ekibi, Descartes'ın formülünden yola çıkmış, ancak buna üçüncü bir boyutu da eklemişlerdir. Çizilen spiral, radyal olarak büyürken, bir yandan da aynı hızla bir eksen oluşturmaktadır. Bu ise, etrafında kabuğun inşa edileceği bir yüzey spirali meydana getirmektedir.

Eğer gerçek bir kabuğun yüzeyi üzerinde, kıvrımlar boyunca hareket ederseniz, eğrinin hiçbir zaman değişmediğini, yalnızca boyutlarının büyüdüğünü görürsünüz. Bunu göstermek için, araştırmacılar gerçek kabukların pro-





**G**erçek kabuklar, çoğunlukla damarlı bir görüntüye sahiptir ve araştırmacılar, denklemlerinde ufak değişiklikler yaparak, bilgisayar üzerinde aynı etkiyi elde edebilirler. Kenarı dalgali hale getirmek, kabuğun üzerindeki spiral yönünde hareket eden oluklar (yivler) oluşturmaktadır. Kenarın yarı çapını periyodik olarak değiştirmek ise, kabuğun uzunluğu boyunca hareket eden damarları eklemektedir.

**B**ir kez daha, bu gerçek dalgali volute (soldaki) matematik yardımıyla, gerek desen ve gerekse şekil yönünden taklit edilmiştir. Ancak, yine de bazı farklılıklar vardır. Örneğin, kenarın alt kısmı bilgisayarda elde edilememektedir. Araştırmacılar, şimdi kusursuz bir kabuğa ulaşabilmek için bunun gibi aksaklıkları gidermeye çalışmaktadırlar.



filinde gördükleri eğriyi bilgisayar üzerinde elle çizmeye çalıştılar. Prusinkiewicz, "Bilgisayarda, araba tasarımında kullanılan malzemeleri kullandık" demektedir. Bilgisayar, söz konusu eğrinin çok küçük bir modelini kendi yüzey spiralinin tepesine yerleştirip, onu aşağı doğru hareket ettirmiştir. Bilgisayar her adımda eğriyi büyütmüş ve bu iş bittiğinde binlerce eğri bir yüzey üzerinde pürüzsüz hale getirilerek, kabuğunkine çok benzer bir görüntü elde edilmiştir.

Özel bir tür üretebilmek için, araştırmacıların yalnızca doğru bir eğri ve doğru bir büyüme hızı seçmeleri yeterli olmuştur. Aynı zamanda, eğri ile rasgele oynayarak ya da kabuğun yarı çapını devirsel olarak değiştirerek, sivri çıkıntılar gibi, gerçekçi ayrıntıları eklemişlerdir.

Araştırmacılar kabuğu biçimlendirirken, aynı zamanda, bir de onu boyadılar. Kullandıkları denklemler, Tübingen (Almanya) Max Planck Gelişimsel Biyoloji Enstitüsü'nden, Hans Meinhardt'ın bulunduğu bir renk dağılım modeline dayanmaktaydı. Aslında, ister bir yumuşakça, ister bir leopar olsun, bir hayvanda bulunan hücrelerin, kendilerinden milyonlarca defa büyük olan desenleri nasıl oluşturdukları araştırmacıları daima şaşırtmıştır. Meinhardt'ın geliştirdiği sistemde, hücreler yavaş yavaş dağılan bir öncü madde üretmektedir. Hücreler, ayrıca, bu öncü maddeyi gerçekte renklenme olayını yönlendiren ve hızlandırıcı olarak adlandırılan, ikinci bir kimyasal maddeye dönüştürmektedirler. Eğer kabuğun bir noktasında yeterli miktarda hızlandırıcı varsa, bu nokta renklenmektedir. Hızlandırıcı, ayrıca, komşu hücreleri de harekete geçirerek, öncü maddeyi hızlandırıcıya dönüştürme yeteneğine sahiptir. Eğer serbest bırakılırsa, bir molekül hızlandırıcı büyümeye başlar ve kabuğu tümüyle boyar. Fakat, hızlandırıcıların üretimi öncü maddeyi tükettiğinden, hızlandırıcı üretimi sonunda sınırlandırılmaktadır. Meinhardt, üretimi yöneten denklemlerdeki sayıları, kimyasal maddelerin yayılma hızını değiştirerek, gerçek yumuşakça desenlerini taklit etmeyi başarmıştır.

# ULTRAVİYOLE IŞINLARI VE KIRILMAYI ÖNLEYEN CAM FİLMİ

Cam filmi (window film), cama içten takılan ve kendinden yapışkanlı bir çeşit polyester maddeden (sert mylor) imal edilen filmlere denilmektedir.

Başta ABD olmak üzere, birçok sanayileşmiş ülkede yaklaşık yirmi yıldır etkin bir şekilde kullanılmakta olan cam filmlerinin ilk üretildikleri zaman, esas işlevi güneş ışınlarını yansıtmak suretiyle aşırı ısınmayı önlemektir. Günümüzde ise, daha başka işlevleri de olabileceği anlaşılmıştır. Bunlar arasında ısı yalıtımı, dış mimarî ve estetik, cam kırılmasını önleme, elektro manyetik parazitleri azaltma (Electromagnetic Interference veya EMI) ve telsiz frekans karışımını önleme (Radio Frequency Interference veya RFI) gibi işlevlerini sayabiliriz. Güneş kontrol, ısı yalıtım ve emniyet filmi isimleriyle satılan cam filmleri (sert mylor polyester tabakalarından oluşmaktadır ki, bu çeşit polyesterin çok dayanıklı olduğu bilinmektedir). ABD'deki Du Pont firması tarafından üretilmektedir. Kullanım amaçlarına göre cam filmlerini üç ana grupta toplayabiliriz;

**1- Güneş kontrol filmleri:** Esas fonksiyonu, güneşten doğan aşırı sıcaklık ve parlaklığın azaltılması ve güneş ışınlarının sebep olduğu solmaları önlemesidir. Bu filmler güneş ışınlarını yansıtırlar. Özellikle ultraviyole ışınlarının % 99'unu içeri almayarak kanserojen etkisinden insan sağlığını ve solmalardan eşyaları korurlar.

Güneş kontrol filmleri özellikle büyük ticarî yapılarda sık sık ortaya çıkan ve şikâyetlere yol açan ısıtma/soğutma dengesizliklerinde kolay bir çözüm teşkil etmektedir.

**2- Isı yalıtım filmleri:** Esas işlevi, kış aylarında pencere ve cam yoluyla olan ısı kaybını engel-



lemek veya azaltmaktır. Bu filmde güneş ışınlarını yansıtmaya ve ultraviyole'den koruma fonksiyonlarının yanı sıra, ısı kaybını azaltma işlevine ağırlık verilmiştir.

Isı yalıtım filmlerinin ısı kaybını önleme yetenekleri çoğu durumlarda ikinci bir cam tabakasınıninkine (ısıcam) eşittir. Yapılan hesaplar sonucu anlaşılmıştır ki, bu filmler % 40 civarında ısınma enerjisi tasarrufu sağlamaktadır.

**3- Emniyet filmleri:** Diğer filmlerde olan ısı ve ışık kontrol görevlerine ek olarak emniyet filmlerinin farklı bir özelliği, cam kırılmasına ve kırılma sonrası parçalanmalara karşı mukavemet sağlamasıdır. Bu filmler standart bir cama lamine cam dayanıklılığı vermelerinin yanı sıra, kırılma esnasında cam patlamalarını da önlerler.

Can ve mal emniyetinin sağlanması gereken yerlerde son derece yararlı olabilmektedirler. Özellikle terörist eylemlerin sıklığı günümüzde iş yerleri ve konutlara karşı yapılacak saldırılarda güvenli artırıcı bir ürün olarak tavsiye edilmektedir.

**Building Operating Management**  
Şubat 1988'den çev.: Hidayet ATASOY

Bütün bunlar, kabuğun büyüyen kenarındaki ince bir şerit boyunca olmaktadır. Denklemi bulabilmek için, bilgisayar sözcüğü kenarı binlerce parçaya bölmekte, her bir parçada ne kadar hızlandırıcı ve ne kadar öncü madde bulunduğunu ölçerek bunların komşu hücrelere ne ölçüde etki ettiği konusunda bir karar varmaktadır. Bilgisayar, belli bir parça içinde hızlandırıcıların belli bir limite ulaştığını gö-

rürse, o parçayı boyamaktadır. Daha sonra, diğer bir kısmına geçerek, boyama işlemine yeniden başlamaktadır. Pruzinkiewicz, denklemde gördüğü bazı kusurları, örneğin, kabuğun ağzındaki aşağı doğru uzantıları ya da helezoni kabuk üzerindeki sivri çıkıntıları oluşturma konusunda yetersiz kalma gibi bazı kusurları düzeltirken, "Bilgisayarın zamanının çoğunu desen almaktadır" demektedir.

Prusinkiewicz'in en büyük özlemi, her hangi bir organizmayı matematiksel olarak yaratmanın yolunu bulmaktır. Kendisi "Desenlerin, doğada nasıl oluşturulduğu konusunda genel bir teori üzerinde çalışıyorum" demektedir. Belki önümüzdeki bir kaç on yıl içinde, matematiksel bir insanın erişkinliğe ulaşmasını bir bilgisayar ekranında izleyebileceğiz.

**Discover Mayıs 1992'den çev.:**  
Prof.Dr. Öner ÇAKAR