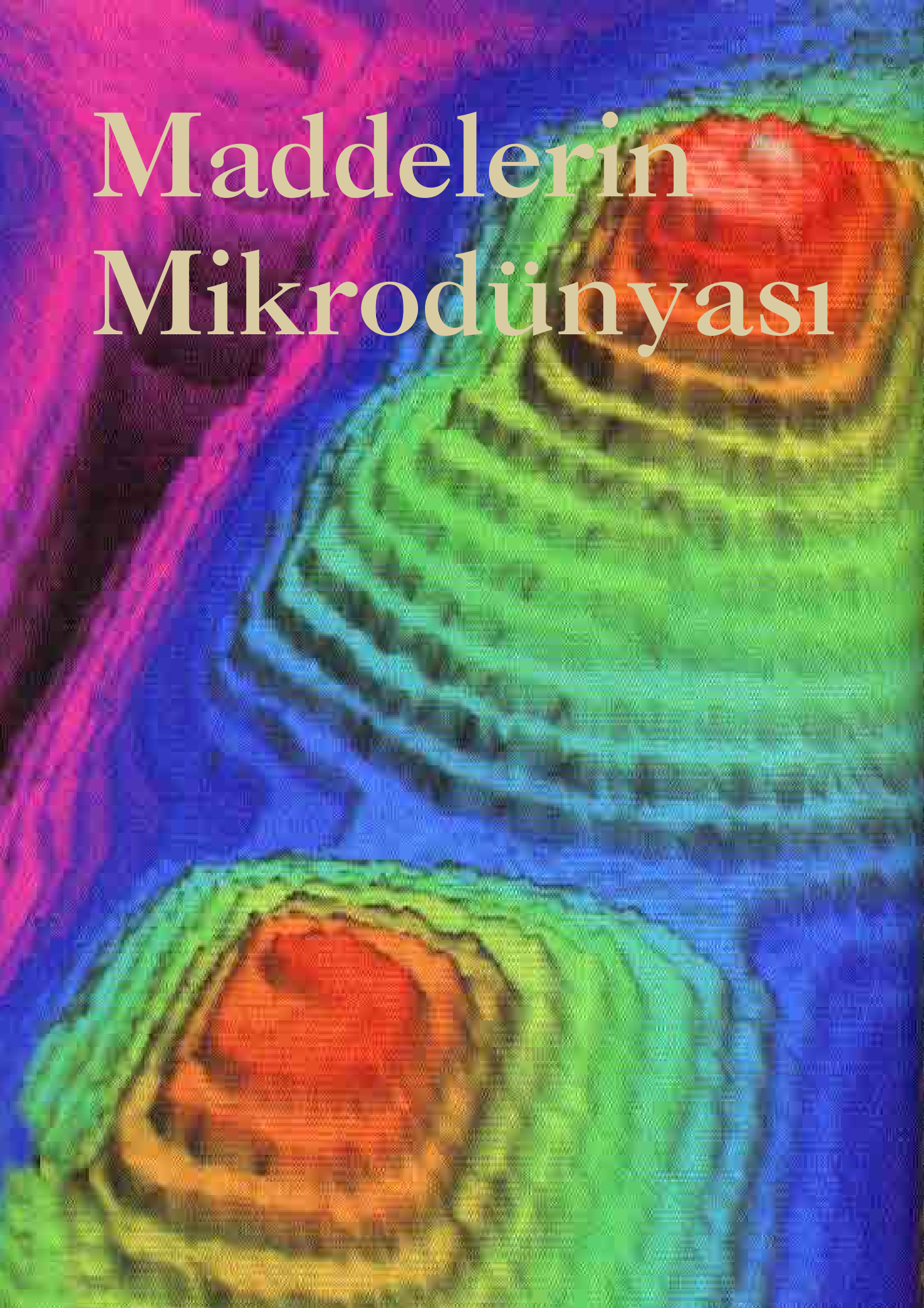
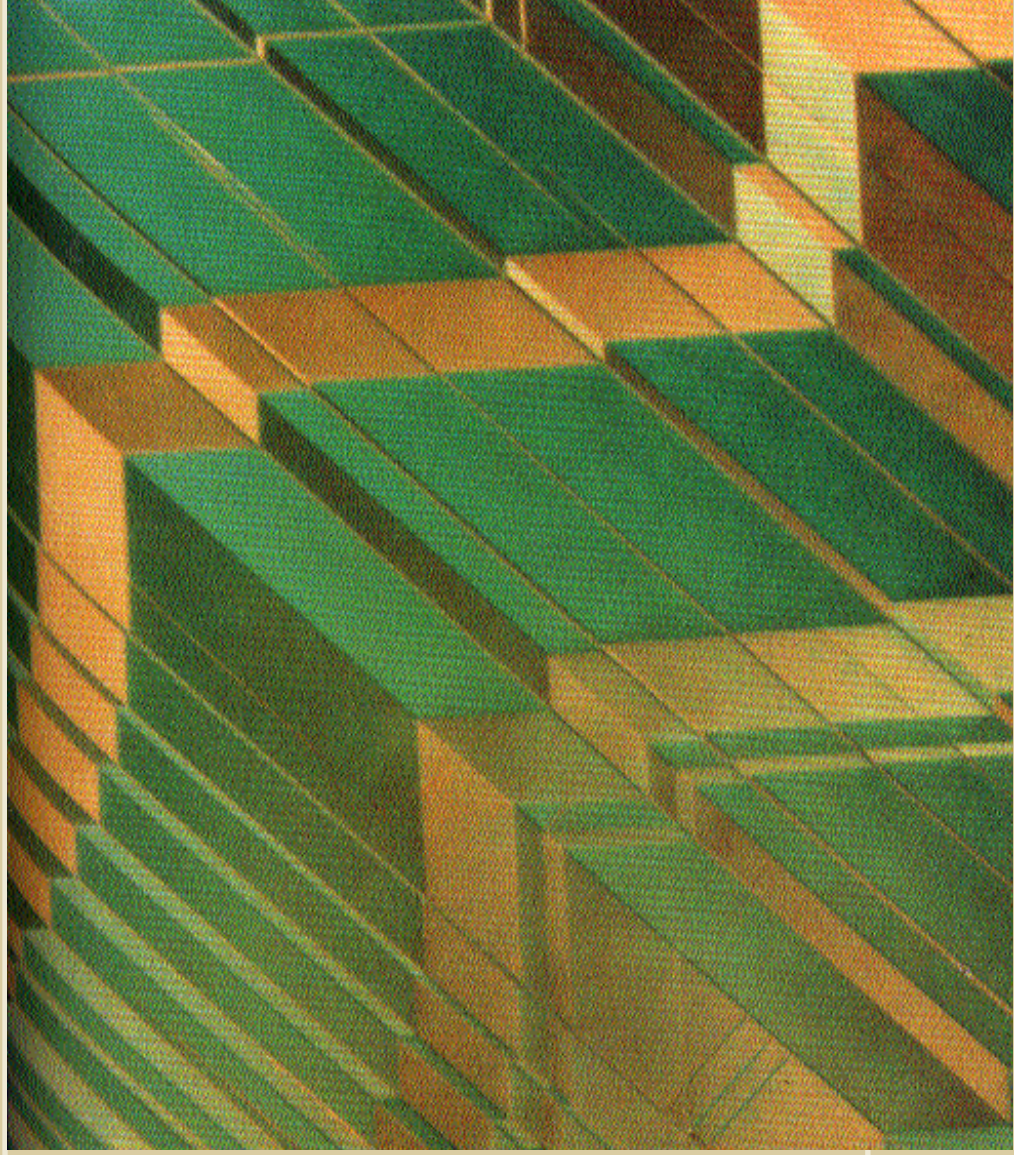


Maddelerin Mikrodünyası



Malzeme bilimleri ve yoğun madde üzerine yapılan çalışmaların gündelik yaşamdaki uygulamaları neredeyse yaşamımızın bir parçası haline geldi. Bilim adamları, artık malzemelerin moleküler bağlarıyla oynayabiliyor, maddenin kristal yapısını neredeyse tümüyle değiştirebiliyorlar. Bunlar da yepyeni uygulama alanları ve teknolojilere kapı açıyor. Örneğin, daha ince ve sağlam plastik malzemeler tasarlamak, çeliğin yerine kullanılabilen ve çelikten çok daha hafif olan polimerler üretmek, standart ve görece kullanışsız yarı-iletkenler yerine yüksek kapasiteli transistörler inşa etmek, hatta bir toz zerreciğinden bile daha küçük lazerler üretmek, yalnızca bir çocuk oyuncağı. Fizikçiler, şimdilerde, atom ve moleküllerle oynayarak, kusursuz ve hassas katı maddeler oluşturmaya yoğunlaşmış durumdadır. Bunun sonucunda yeni kuşak "süperalaşım" elde etmeyi umuyorlar. Plazma spreji adı verilen bazı teknikler yardımıyla, traş bıçaklarından yapay kalça

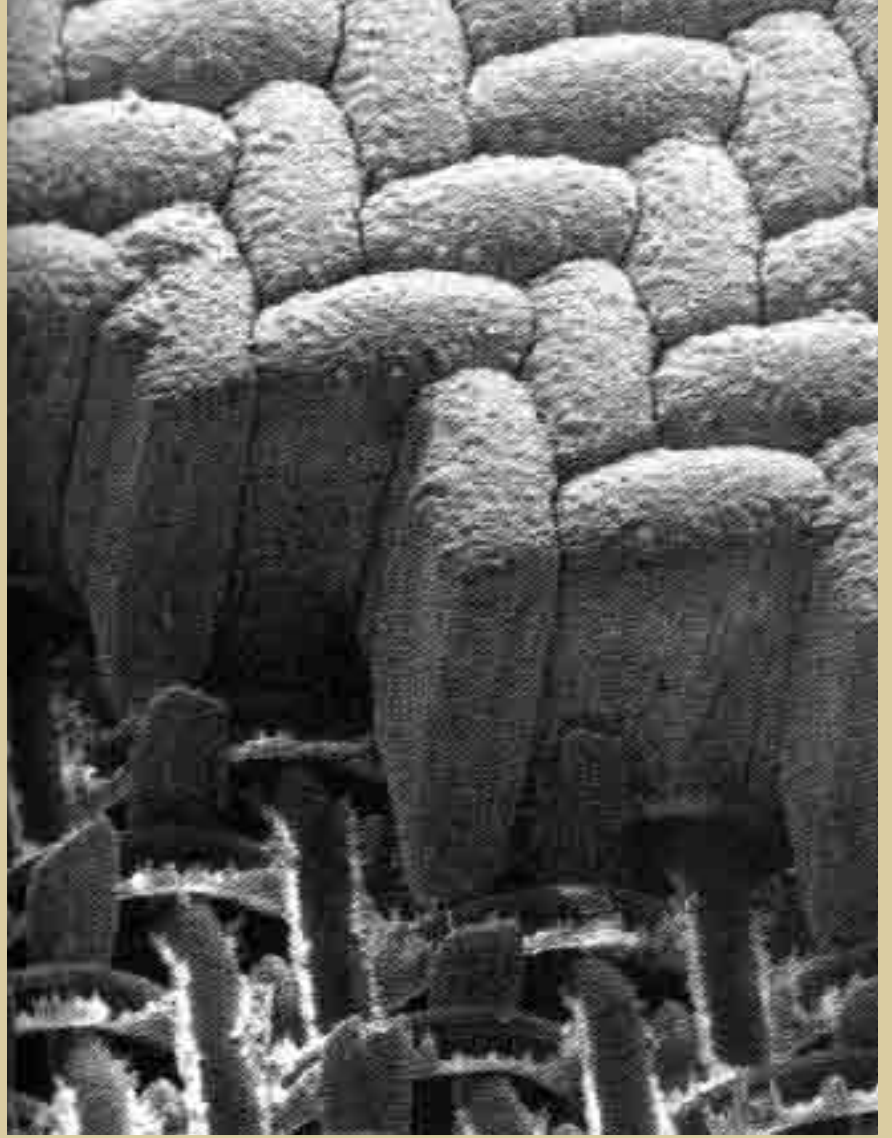
eklemlerine, askeri silahlardan uçakların dış yüzeylerine kadar, çok değişik alanlarda kullanılacak yeni kaplama malzemeleri tasarlanabiliyor. Benzer yöntemlerle, hassas bir şekilde kontrol edilebilen kusursuz malzemeler üretmek de mümkün görünüyor. Çünkü, son yıllardaki en önemli buluşlardan biri olan taramalı tünelleme mikroskopları ve bunların yeni kuşak benzerleri sayesinde, herhangi bir malzeme yüzeyindeki atomları tek tek hareket ettirmek hiç de zor değil. Bu çalışmaların bir diğer ayağıysa çok minik yapılar üretmek. Artık mikroteknoloji yerini yavaş yavaş nanoteknolojiye bırakıyor. Bu sayede de insan saçının yarısından bile daha ince küçük dişliler ya da başka mekanik aygıtlar ve görünemeyecek denli küçük kristaller üretilebiliyor. Örneğin, özel teknikler yardımıyla silindir şeklinde sıralanmış karbon atomlarının oluşturduğu nanotüpler yapılarak çok minik kablolar olarak kullanılabilir. Yoğun madde fiziğinin diğer önemli uygulamalarından biri, hiç kuşkusuz, dizüstü bilgisayarlarda ve düz ekranlı görüntüleyicilerde kullanılan sıvı kristaller. Sıvı kristaller, hem sıvı hem de kristal özellikleri birlikte taşıdıklarından bu ismi almışlar. Bu kristallerin en ilginç yanlarından birisi, tüm fiziksel özelliklerini değiştirmenin çok kolay olması. Böyle bir etkiyi başka malzemelerde, örneğin, süperiletkenlerde, polimerlerde ya da miktatıslarda gözlemek için, bu malzemelerin moleküler düzeyde düzensiz yapıdan düzenli yapıya geçmelerini, diğer bir deyişle bir faz geçişini sağlamak gerekir. Zaten son yıllardaki en büyük araştırma konularından birisi de bu tür geçişleri diğer malzemeler için de sağlayabilmek. İşler yolunda giderse, yepyeni teknolojiler gündeme gelecek ve bu da belki yaşamımızı tümüyle değiştirecek.



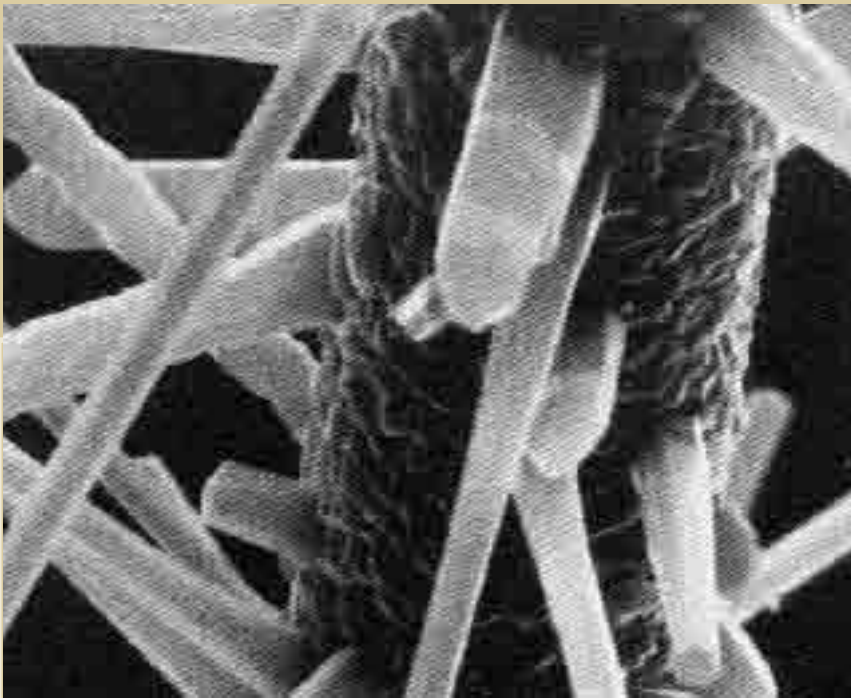
Bazı malzemeler her zaman beklenen özelliklere sahip olmazlar. Bir süperiletken seramik malzeme olan lantan-alüminatta bulunan atomik boşluklar buna bir örnektir. Bu malzeme aslında süperiletken filmler için mükemmel bir hammadde. Ancak, böyle kusursuz kristaller oluşturmak oldukça zor. Genellikle şekilde görüldüğü gibi merdiven benzeri kusurlar oluşuyor. Malzeme bilimcilerin en önemli uğraşlarından biri de bu tür kusurları giderecek yeni yollar bulmak.



Fizikçiler, 1955 yılında ilk sentetik elması üretmeyi başardılar. Bu işlem sırasında, elmasın doğal oluşumu için gerekli çok büyük basınç ve sıcaklık koşulları oluşturulmaya çalışıldı. Bunun için, karbon üzerine santimetre kareye milyarlarca kilogram ağırlık düşecek bir basınç ve 1370 °C'lik sıcaklık uyguladılar. Sonuç ise şekilde görüldüğü gibi 1 karatlık sentetik bir elmas.

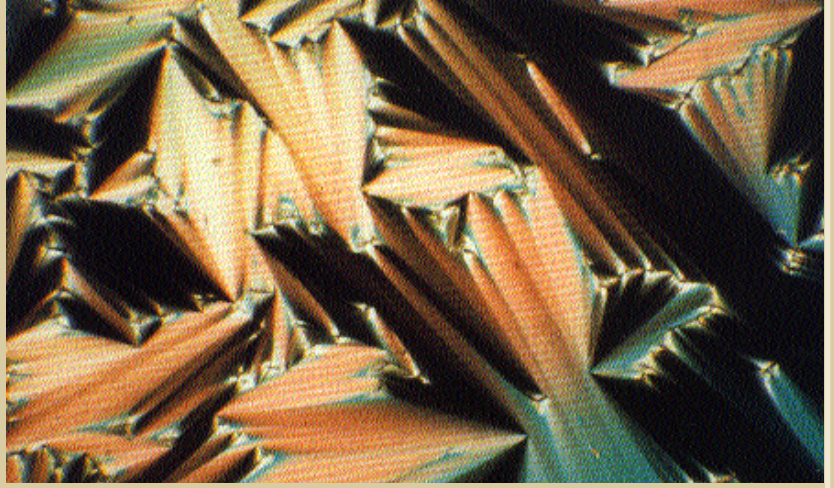


20. yüzyılda fizikçiler, molekülleri ve atomları mikroskopik ölçeklerde yeniden düzenlemek için değişik yöntemler aradılar. Bunlar arasında en başarılı olan yöntemde, bir yüzey üzerine yerleştirilen ince bir bileşik buğusu katmanı kullanılıyor. Şekilde, bu yöntemle elde edilmiş bir tülbent üzerindeki sezyum-iyodin kristalleri görülüyor. Bu malzemeler X-ışını görüntüleyicilerinde kullanılıyor.

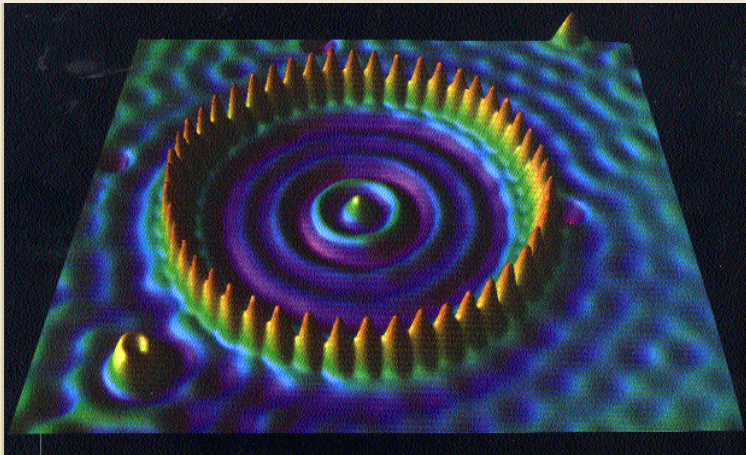


Malzeme bilimcilerin en önemli başarılarından biri, metallerin çoğu özelliklerini taşıyan, ancak metal olmayan malzemeler üretmeleri oldu. Bunlar, çok daha hafifler ve çok yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Şekildeki taramalı elektron mikroskobu görüntüsünde, 1300 C dereceye kadar ısıtılıp azot gazına maruz bırakılmış kalın bir silikon lifi görülüyor. Bu çalışmalar aslında, daha dayanıklı seramik kompozit malzemeler üretmek için yapılan girişimlerin ilk adımları.

Sıvı kristaller, hesap makinelerinde, dijital saatlerde ve bilgisayar ekranlarında yaygın olarak kullanılan malzemeler. Şekilde, sıvı kristal oluşturacak biçimde düzenlenmiş moleküller grubu görülüyor. Bu malzemeler, çünkü bir katı kristal yapıya çok benzerlik gösterdikleri için kristal, molekülleri kendi etraflarında rahatça hareket edebildiği için de sıvıdırlar. Gösterdikleri kristal özellik sayesinde, moleküllerin dizilişine bağlı olarak üzerine gelen ışığı geçirir, bükler ya da geçmesini engellerler.

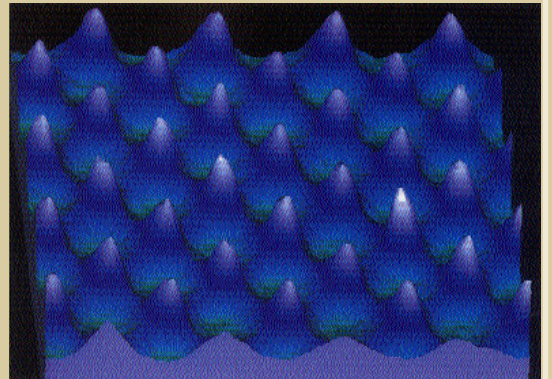


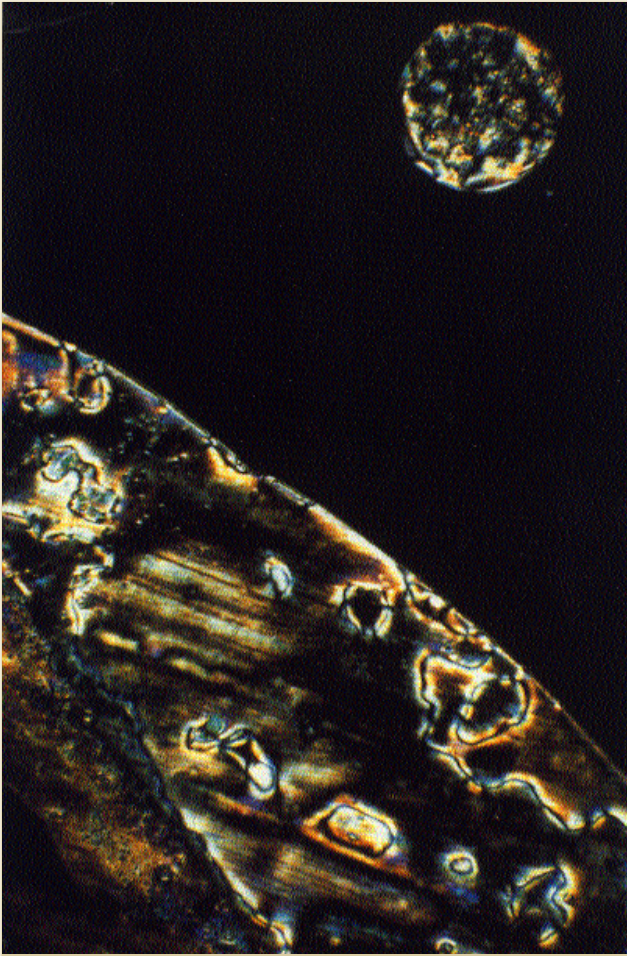
Fizikçiler, minik elektrik alanları uygulayarak sıvı kristallerin moleküler dizilişlerini değiştirebiliyorlar. Böylece, ışık kaynağına bağlı olarak sıvı kristaller saydam ya da ışık geçirmez olabiliyorlar. Sonuçta ortaya çıkan ışık desenindeki siyah benekler ekranda sayıları ve harfleri gösteriyor.



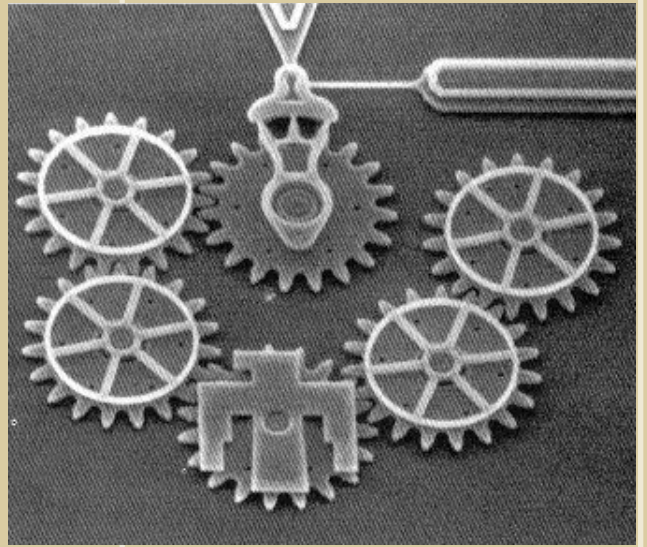
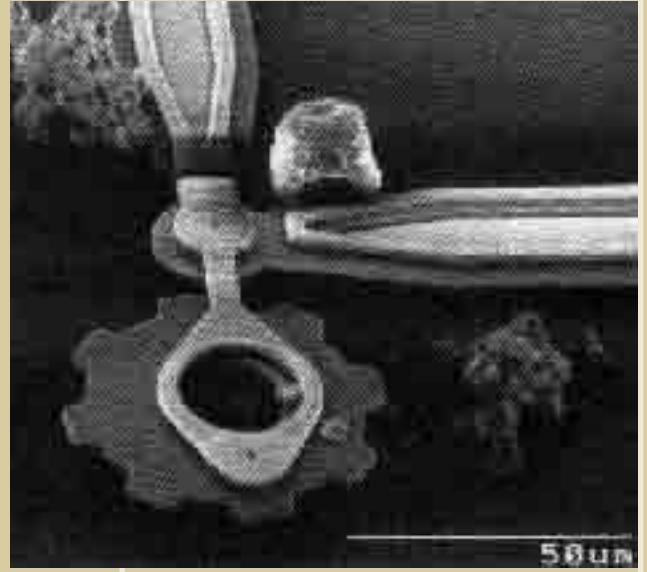
Şekilde, bir bakır kristalinin, yüzeyindeki 48 adet atomuyla tek tek oynanarak oluşturulmuş bir çember görülüyor. Çoğu metalde olduğu gibi, bakır kristalinin elektronları da dış atomlar arasında serbestçe hareket edebilirler. Bu hareketleri sırasında, elektronlar kristalin içine nüfuz etmezler. Bunun yerine, aynı bir pencere camından akan su tabakaları gibi yüzey boyunca hareket ederler. Bir engelle, örneğin demir atomlarının oluşturduğu bir çemberle, karşılaştıklarındaysa kısmen geri yansır. Demir atomları içinde kısırlanmış dalgalar girişime uğrayarak çember şekilli daire oluşturular, dışarıda kalanlarsa şekildeki gibi gamze benzeri yapılar gösterir.

Parçacıklar dalga benzeri özelliklere sahiptirler ve bu dalgalar atom ölçeğinde yapılar üretmekte kullanılabilir. Şekilde, Bir silikon kristali üzerine tek tek yerleştirilmiş krom atomları görülüyor. Krom atomları arasındaki boşlukları kontrol etmek için, silikon tabakası boyunca uygulanan bir lazer ışığı dalgası kullanılıyor. Şekildeki, piyano teli, ya da org borusu şeklindeki durağan dalgalar, değişik enerji düzeylerinde bulunuyorlar. Şekildeki her atom arasındaki boşluk bir metrenin 213 milyarda biri kadar.



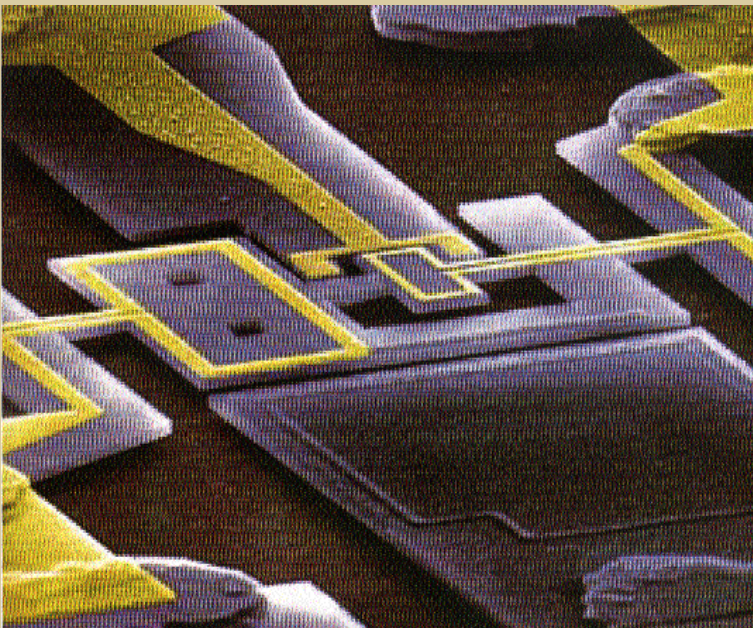


Şekilde, nematik olarak adlandırılan sıvı kristal formlarından biri görülüyor. Bu özel sıvı kristal formunda, kristal moleküllerinin uzun eksenleri birbirlerine ya paralel ya da paralele çok yakın bir diziliş gösterirler. Şekilde, bir nematik sıvı kristalin oluşumu sırasındaki başlangıç evresi görülüyor. Bu sıvı kristaller kol saatlerinde, hesap makinelerinde ve düz ekranlı panolarda kullanılıyor.



Mikro aygıtların boyutları artık bir metrenin milyarda biri (nanometre) ölçeklerine ulaştı. Dolayısıyla, bu tür yapıları üretmek için kullanılan teknolojiye "nanoteknoloji" adı veriliyor. Bilim adamları, özel bir bileşik katmanı üzerine çok hassas odaklama teknikleri kullanarak, yansıyan ışık desenlerinden minik şekiller oluşturabiliyorlar. Işık çarptığı yerde bileşiğin kimyasal özelliklerini değiştirir. Ardından katmanın ışığa maruz kalan bölgeleri ortaya çıkarmak için bir çözücüde banyo edilir. Foto-litografi adı verilen bu yöntem çok minik aygıtların parçalarını üretmekte kullanılıyor. Üstteki şekilde sağında bir polen zerreciği, sol üst ve sağ yanında kan hücreleri bulunan bir mikromakine görülüyor. Şekildeki ölçek çubuğu 1 metrenin elli milyonda biri uzunluğunda, yani bir saç telinden çok daha ince.

Altta görülen dişliler sistemiyse, bir otomobilin krank milindeki dişlilerden 100 kez daha hızlı dönebiliyor. Mikromakineler artık kan damarlarında ve diğer tıbbi süreçlerde yaygın olarak kullanılıyor.



Şekilde görülen aygıt, tek bir silikon kristali üzerine inşa edilmiş, küçük elektrik yüklerini sezebilen bir algılayıcı. Bu algılayıcının elektrodları altınla kaplanmış.

İlhami Buğdaycı

Kaynak: Suplec, C., Physics in 20th Century, New York, 1999