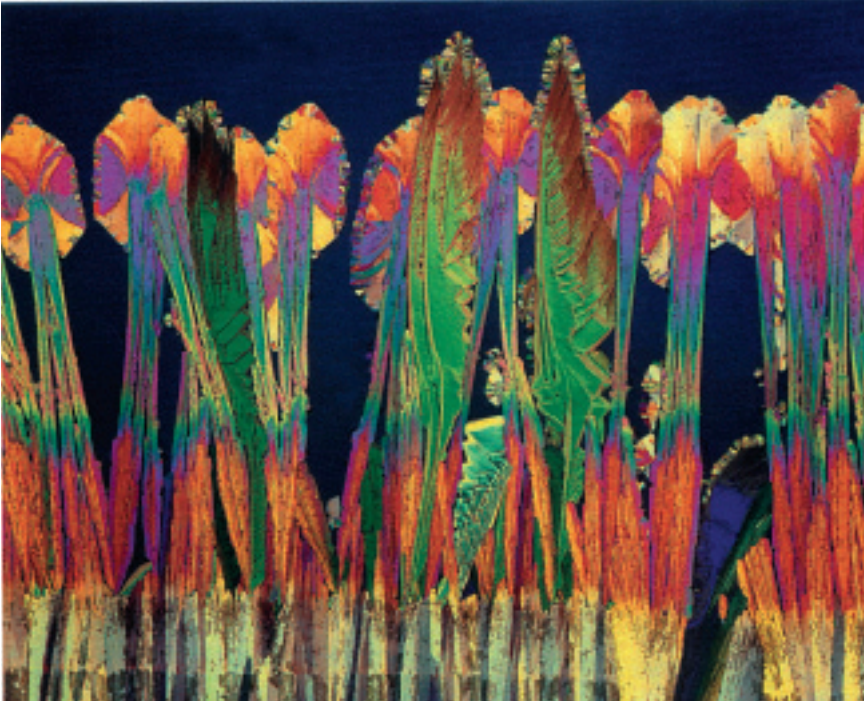


Maddenin Yapısı Hakkında Ufkumuzu Genişleten Araç X-Işını Kristal Mikroskobu



BİLGİSAYARINIZ bozulduğunda bunun nedeni çoğunlukla bilgisayarın içindeki entegre devreleri bağlayan ince metal kabloların yıpranmış olmasıdır. Ancak yine de bu konuda kesin bir şey söyleyebilmek kimi zaman güçtür.

Şimdilerde bu ve benzer sorunlarımızın çözümünde bize çok yardımcı olacak ve elektron mikroskobundan sonra maddelerin yapısal tanımlamasında kullanılacak en önemli ağıt, laboratuvarların başkışelerinde yerini almaya hazırlanıyor. ABD'deki Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı'nda geliştirilen üç boyutlu X-ışını kristal mikroskobu, bilim adamlarınca polikristal maddeleri çözümleme yolculuğumuzda bize ışık tutacak devrimci bir buluş ola-

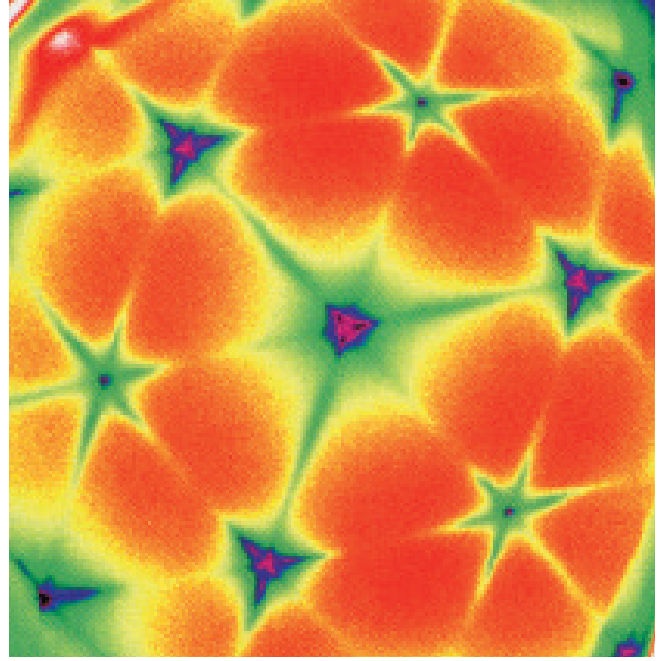
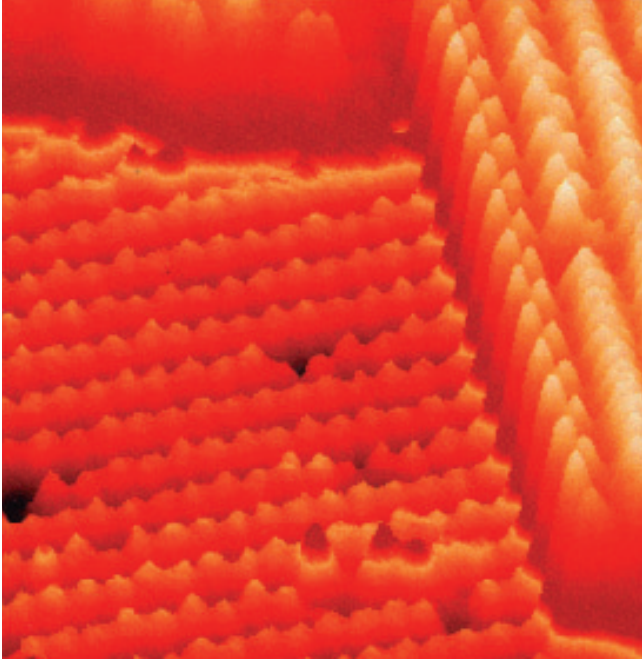
rak nitelendiriliyor. Mikroskop yardımıyla bir polikristalin içine girerek, maddenin özgün kristal bloklarının görüntülenmesi, araştırmacıların maddenin taneciklerine uygulanan basıncın ve zorlamanın etkilerini görebilmelerini sağlıyor. Aramıza yeni katılan bu mikroskop, araştırmacılara daha önce sahip olmadıkları büyüklü bir yetkinlik sağlıyor. Araştırmacılar, X-ışını kristal mikroskobu sayesinde birçok maddenin üç bo-



Kim sevdiği bir çiçeğin yapraklarının, yazı yazarken kullandığı kurşun kalem ya da vücut sıvılarının yapısını merak etmez? Şu güzel çiçeğin yapraklarının hücreleri neye benziyor, kalem gövdesi nasıl oluyor da dağılmadan durabiliyor, acaba vücudumda dolaşıp duran bu sıvı nasıl bir şey?... Bu soruları böylece çoğaltmak olası. İnsan yüzyıllar önce, gözle göremeyeceği büyüklükteki şeyleri ya da kimi madde ve canlıların iç yapılarını görebilmek, meraklarını giderebilmek için birtakım aletler icat etmeye başladı. En basit biçimiyle büyüteç olarak bildiğimiz bu aletler de diğer tüm ilkel aletler gibi zaman içinde değişiklikler geçirdi ve gelişti. Günümüzde bunların çok gelişmiş örneklerini kullanabiliyoruz. Ancak, ne mutlu ki araştırmacılarımız sürekli daha iyinin peşindedir. Gelişen teknolojiyle birlikte, minik dünyaların enginliğine ulaşmak için kullanılan aletler, yerlerini daha gelişmiş akrabalarına bırakıyorlar.

yutlu kristal yapısını ilk kez görebildiler.

Bu yeni mikroskobun eski teknoloji üzerinde çok önemli ilerletici bir etki sağlayacağı kesin. Her şeyden önce araştırmacılar, yine eskiden olduğu gibi yalnızca yalıtılmış tek kristaller ya da birçok polikristalin ortalama özelliklerini gözönüne alarak çalışabiliyorlar. Ayrıca bu yeni teknoloji, araştırmacılara maddenin taneciklerinin herhangi bir andaki durumunu gösteren güncel görüntüler de sağlayabiliyor. Halen kullanılmakta olan elektron mikroskobu gibi öteki analitik yöntemler, iki boyutlu örnekler için yüksek çözünürlük sağlarken, mikronun onda biri ölçeğindeki örneklerin üç boyutlu görüntülerini veremez. Bu durumdan yakınan araştırmacılar, yeni

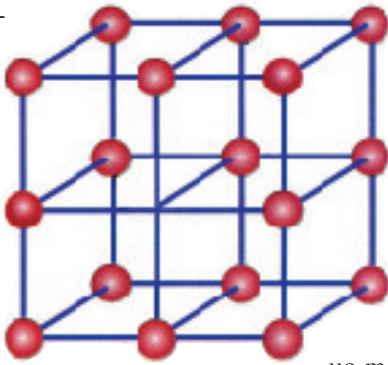


oyuncakları sayesinde bu zorluğun da üstesinden gelebilecekler.

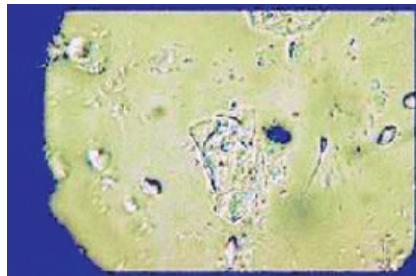
X-ışını kristal mikroskopunun mucitlerinden olan ve Oak Ridge Laboratuvarı Metal ve Seramik Bölümü'nden Gene Ice, heyecanını gizleyemeyerek şunları söylüyor: "Bu bize birçok maddenin üç boyutlu kristal yapısını görme olanağı veriyor. Bu sayede maddelerin evrimsel süreçlerini yakından izleyebiliyoruz. Ancak tüm bunları her bir atom için endişelenmemize yol açacak kadar geniş ve maddeyi tek biçimli kabul edecek kadar dar bir ölçekte gerçekleştiriyoruz." X-ışını kristal mikroskopunun üstün performansı, üç önemli yeniliğe bağlı.

Bunlardan ilki, X-ışınlarını mikrondan daha küçük boyuttaki noktalara odaklamayı sağlayan yeni ayna teknolojisi. Farklı tekniklere dayanılarak elde edilen ince filmde üretilen Kirkpatrick beyaz X-ışını aynaları, Argonne Ulusal Laboratuvarı'ndaki İleri Foton Kaynağı'ndan sağlanan çok güçlü X-ışını demetini odaklayabilir. "Beyaz" X-ışını demeti, taneciklerin üzerine odaklandığında karmaşık kırınım modelleri oluşturarak onları aydınlatıyor.

İkinci yenilikse, kristalin yönünü belirlemede kullanılan Laue kırınım tekniğidir. Gerçekte kesinlik isteyen ölçümlere ulaşmada pek sık kullanılmayan bu yöntemle, bundan sonra yeni mikroskopumuz sayesinde yüksek basınç altındaki taneciklerin yönleri ve uğradıkları zorlamalar da saptanabilecek. Araştırmacılar, Laue beyaz ışın demeti yöntemi kullanarak, örnek olarak kullanılan maddenin yönünü değiştirmeden taneciklerin evrelerini, dokularını ve özelliklerini tanımlayabiliyorlar. X-ışını aynaları, her durumda Laue modeli ile karşılaştırılarak belirli taneciklerin kesin özelliklerini belirleme anlamı taşıyan beyaz ışın ve tekrenkli ışın arasında değiş tokuşa olanak tanıyor. Bu da tanecikler arasındaki hareket konusunda önemli bilgiler elde edebileceğimiz anlamı taşıyor.

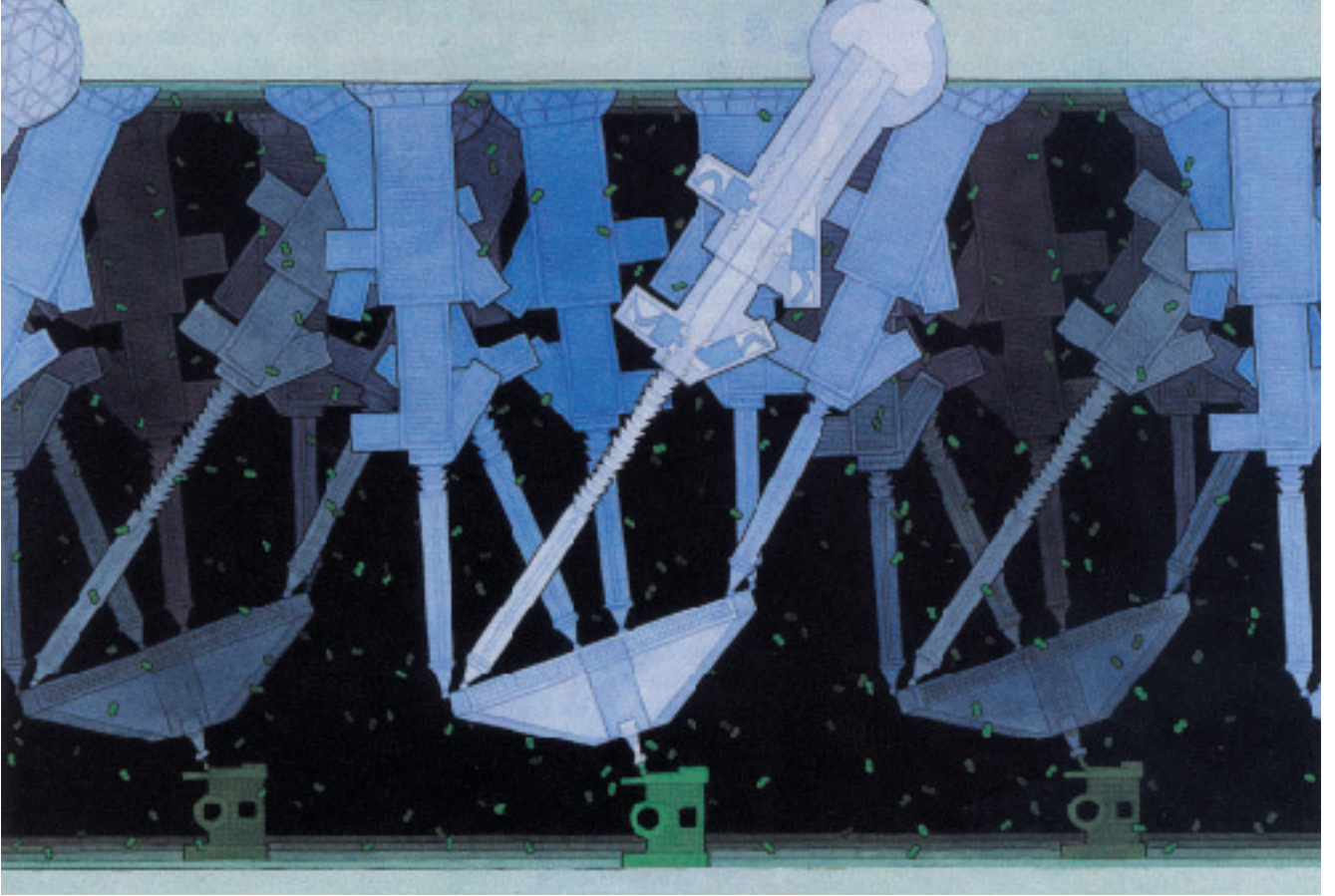


Bu da tanecikler arasındaki hareket konusunda önemli bilgiler elde edebileceğimiz anlamı taşıyor.



Son olarak üçüncü yenilikte de Laue kırınımı tekniğiyle elde edilen bilgi sayesinde karmaşıklık çözülebiliyor. Araştırma grubu, üst üste gelen Laue modellerini, eşzamanlı olarak aydınlanan taneciklerden ayırmaya yarayan kendiliğinden endeksleme yazılım programı geliştirdi. Bu yazılım programı, tek tek her bir taneciğin konumunu ve yönünü belirlemeye ek olarak, her taneciğin içindeki düzensizliği ortaya çıkaran X-ışını modellerini de analiz ediyor. Bu beceri görüldüğünden çok daha fazla şey ifade ediyor; çünkü, artık eskiden olduğu gibi ortalamalar alınarak çalışmak yerine her bir tanecikte neler olduğu kesin olarak bilinebiliyor. Sistem, üzerine güç uygulanmış ya da biçim değişikliğine uğrayan polikristal bir maddenin içindeki her taneciğin yönünü, üzerine uygulanan basıncı ve maruz kaldığı zorlamayı gösterebilir.

Araştırma grubunun başkanı olan Ice bu becerikli aygıtı yalnızca bir araştırma projesi olmaktan çıkarıp, araştırmacıların sürekli olarak kullanabileceği bir araç haline getirmeye çalıştıklarını söylüyor. Grubun amacı, taneciklerin yapısına; tanecik gelişimi, kırılma ya da şekil bozukluğuna uğrama gibi çok küçük boyutlarda gerçekleşen etkilerin, evrimsel süreçlerine bağlı olarak yıpranan maddeleri bu alet yardımıyla izleyebilmek. X-ışını kristal mikroskobu, birbirine bağlı tanecikleri görüntüle-



X-ışını kristal mikroskobu ile maddenin giderek daha ayrıntılı biçiminin gözlenmesi, ileride proteinleri atomları uç uca ekleyerek "inşa edecek" nanomakinelerin yapımına olanak sağlayacak.

yerek önemini kanıtlamış oldu. Basınç değişikliğinin yol açtığı ısı yayımları ve birbirine geçmiş devre bağlarının zayıflaması durumlarının saptanıp izlenmesinde de yeni aletimize çok iş düşüyor. X-ışını kristal mikroskobunun bir başka kullanımını da süper iletken maddelerin tanecekleriyle ilgili çalışmalar oluşturuyor. Oak Ridge'de yapılan diğer bir çalışma olan yüksek performanslı süper iletken uzun kablo yapımı yönteminde (RABIT), yüksek sıcak-

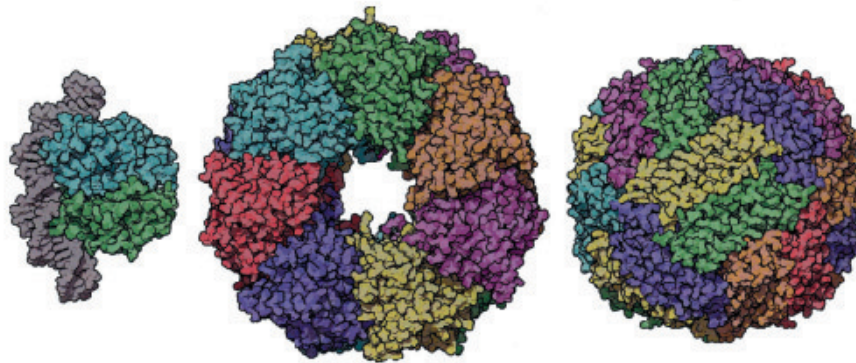
lık altında süper iletken taneciklerin dizilimine etki eden güçlerin çözümlenmesinde de X-ışını kristal mikroskobu kullanılıyor. Tipik bir yüksek enerjili lazer füzyonu deneyini, araştırmacının istediği çözünürlükte gösterebilecek kadar yaklaşıtıran (büyüten) mikroskoplar, hassas olduklarından çok çabuk bozulabiliyorlar. X-ışını mikroskobu bu soruna da parmak bastı. Nova lazeriyle yapılan deneylerde 2 mm'lik bir delik (aralık), altın kablunun çözünürlük

şeridini görüntülemek için 2023 kuvars kristali ve geri ışık olarak tek renkli sayılan 4,43 keV X-ışını hattı kullanılır.

Yapılan bütün testlerde mikroskobun sağladığı çözünürlük, parlaklık ve sıra dizini çok umut verici. Gelecekte daha yüksek enerji ve parlaklıkta yapılacak testlerin sonucuna göre, mikroskobun potansiyel kullanım alanları da belirlenecek. Bunlara ek olarak, mezo ölçekli taneciklerin bu şekilde çalışılması, göktaşlarının yıkıcı etkilerinden, zehirli ve radyoaktif ağır metallerin taşınımının ivmelenmesine kadar birçok uygulama alanının da kapılarını aralıyor.

Tüm bu uygulamalar buz dağının yalnızca görünen kısmını oluşturuyor. Araştırmacılar, hemen hemen bütün polikristal maddelerin bu yeni mikroskobun kullanılacağı çalışmalardan payını alacağı görüşünde.

Elif Yılmaz



Şimdiye değin güçlü senkrotronların ürettiği X-ışınlarıyla görüntülenen molekül yapıları. X-ışını kristal mikroskobunun daha ayrıntılı görüntüler sağlaması bekleniyor.

<http://www.materials.co.uk/mwldweb/>
<http://www.onl.gov/>
<http://www.lasers.llnl.gov/>