

“Gökyüzünden Mektuplar”

Kar Kristalleri

Ocak ayında, genellikle Türkiye’de çok kar yağar. Bu yıl da öyle oluyor. Kar kristallerini gözlemlemek ve daha yakından tanımak için harika bir zaman. Bakalım onları sevecek misiniz?

"Her bir kristal, bir tasarım harikasıydı ve hiçbiri birbirinin aynı değildi. Bir kar kristali eridiği zaman tasarım sonsuza dek yok oluyordu. Bu güzellik, arkasında hiçbir iz bırakmadan gidiyordu." Bu sözler, yaşamının önemli bir bölümünü kar kristallerini incelemeye ve onların fotoğraflarını çekmeye adanmış ABD'li Wilson A. Bentley'e ait. Bentley, gerçekte bir çiftçiydi. Kendini çok iyi yetiştirmiş bir kişiydi ve 1885 yılında mikroskopik büyüklükteki kar kristallerinin ilk fotoğraflarını çekerek bu alanda öncü olmuştu. Bunu, fotoğraf makinesine uydurduğu bir mikroskop yardımıyla yapmıştı. Bentley, yaşamı boyunca 5000'den fazla kar kristali fotoğrafı çekti ve bunların bir kısmını kitabında yayımladı. Bu süre içinde, bir yandan da hiçbir kar kristalinin birbiriyle aynı olmadığını gözlemledi. Her adım bir sonraki adımın habercisidir. İşte, kar kristallerini inceleme konusunda bir sonraki adım da Japonya'daki Hokkaido Üniversitesi'nden bir fizikçiden geldi. Bentley'in kitabından esinlenen Ukichiro Nakaya, 1932'de kar kristalleri üzerinde araştırma yapmaya başladı. Hokkaido'da dağlarda kar kristallerini gözlemledi ve birkaç yıl içinde 3000'den fazla fotoğraf çekti. Başlangıçta kar kristallerinin yapılarına göre sınıflandırmasını yaptı. Daha sonra da, yaklaşık tüm kar kristali çeşitlerini laboratuvarında üretmeyi başaran ilk kişi oldu. Sonuç olarak, kar kristallerinin biçimleri ve atmosfer koşulları arasındaki ilişkileri saptadı. Bulduğu sonuçları, "Nakaya Diyagramı" olarak adlandırılan bir çizimde bir araya getirdi. Yenilenmiş haliyle bugün de kullanılan bu diyagram, kar kristallerinde "yazıl" olan meteorolojik bilgilerin kolay anlaşılabilmesini sağlar. Nakaya da, zaten kar kristallerini "gökyüzünden gelen mektuplar" olarak tanımlardı. Bu iki önemli adımdan sonra, başka bilimadamları da bu konuda çalışmalarını sürdürdüler ve hâlâ da sürdürüyorlar.

Kar Kristallerinin Yapısı

Kristal yapı, moleküllerin özel bir düzenleniş biçimidir. Moleküller, kristal kafes yapı denilen bir biçimde bir araya gelirler. Buzun yapısındaki su molekülleri altıgen bir kafes oluştururlar. Bu nedenle kar kristalleri çoğunlukla altıgen prizma biçiminde olurlar. Bunun nedeni, kimi yüzeylerinin çok yavaş büyümesidir. Altıgen prizmanın, altıgen biçimli iki taban yüzeyi ve dikdörtgen biçimli altı prizma yüzeyi bulunur. Altıgen prizma, hangi yüzeylerinin daha hızlı

Yandaki çizimde bir kar kristalinin altıgen prizma biçimini görüyorsunuz. Fotoğraftaysa büyümenin çok yavaş olduğu Güney Kutbu'ndan alınmış kar kristali örnekleri görüyorsunuz. Bu kristallerin tüm yüzeyleri gelişmiş durumda.



Kar kristallerini gözlemleyerek fotoğraflayan ilk kişi ABD'li Wilson A. Bentley ve çektiği fotoğraflardan biri.

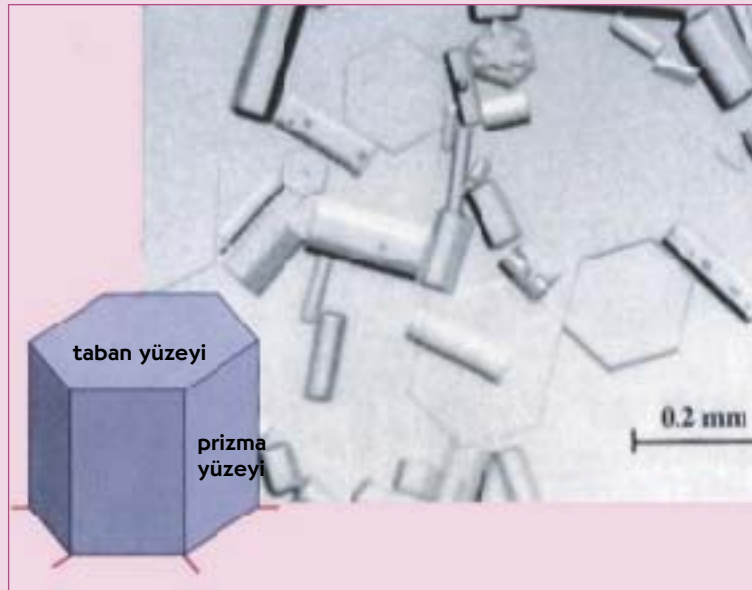


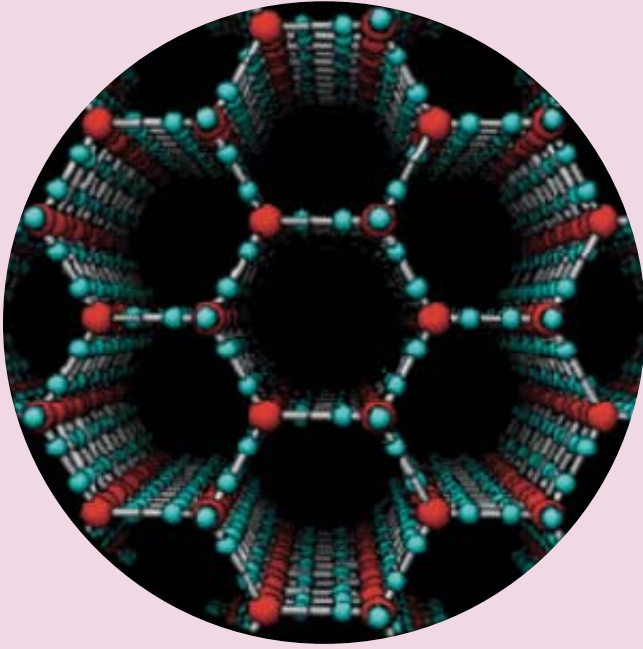
Bentley'den sonra kar kristalleri üzerinde bilimsel araştırmalar yapan Japon fizikçi Ukichiro Nakaya ve çektiği fotoğraflardan biri.



büyüdüğüne bağlı olarak levha ya da sütun biçimli olabilir. Bunlar, farklı iklim koşullarının etkisiyle kimi zaman sıradışı ve karmaşık biçimler de oluşturabilirler.

Laboratuvarında yapılan çalışmalarda kar kristallerinin farklı biçimlerde oluşmasının, ortam sıcaklığına ve neme bağlı olduğu belirlenmiş. Bu da "morfoloji diyagramında" gösterilmiş (morfoloji, biçimbilim anlamına gelir). Bu diyagrama göre, kristal biçiminin temelde sıcaklığa bağlı olarak belirlendiği görülüyor. - 2 °C civarında levha, - 5 °C civarında sütun, - 15 °C civarında yine levha, - 30 °C civarında levha ve sütun biçiminde olurlar. Ayrıca daha düşük nem oranında daha basit biçimler, yüksek nem oranında daha karmaşık





Buz kristallerinin yapısını oluşturan su molekülleri altıgen bir kafes biçimindedir. Oksijen atomları kırmızı, hidrojen atomları mavi renkle gösteriliyor.

biçimler oluşturduklarını görebilirsiniz. Nem çok yüksekken $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında uzun iğneler, $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında büyük kalın levhalar oluşuyor.

Kar Kristalleri Nasıl Oluşur?

Bir kar kristalinin oluşumu, bulutlarda çok küçük bir toz taneciğiyle başlar. Bu toz taneciği, su buharı moleküllerinin kendi üzerinde yoğunlaşmasına ve buz kristaline dönüşmesine olanak sağlar. Su buharı moleküllerinin buz kristallerine dönüşümü, donma noktası olan $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den düşük bir sıcaklıkta gerçekleşir. Buz kristalleri büyüyüp birbirlerine yapıştıklarında da kar tanecikleri oluşur. Kar tanecikleri bulutlarda tutulamayacak kadar ağır olduklarında da yere düşerler. Yere yakın

bölgelerde hava sıcaklığı donma noktasının altındaysa kar, sıcaklık donma noktasının üzerindeyse eriyerek su damlacıklarına dönüşür ve yağmur halinde inerler. Kimi zaman kar ve yağmur karışık olarak düşer; buna da sulusepken adı verilir. Yağış türünü belirleyen bir etken de hava sıcaklığıdır. Kar kristali, dolu taneciğinden de farklıdır. Kar kristali su buharının donmasıyla, dolu da yağmur damlalarının donması sonucunda oluşur. Bu nedenle dolu tanecikleri, kar kristallerinin düzenlenişine sahip değildir.

Bir buz kristali oluşuktan sonra, kristal üzerinde yüzey oluşumu ve dallanmayı sağlayan birtakım fiziksel olaylar gerçekleşir. Bu iki olay arasındaki denge, kristal biçimini belirler. Birincisinde, basit düzgün yüzeylerin oluşumu söz konusuysen, ikinci süreç de dallanmış bir desen oluşumunu sağlar. Her iki olay da yine sıcaklık ve nemden etkilenir. İlk

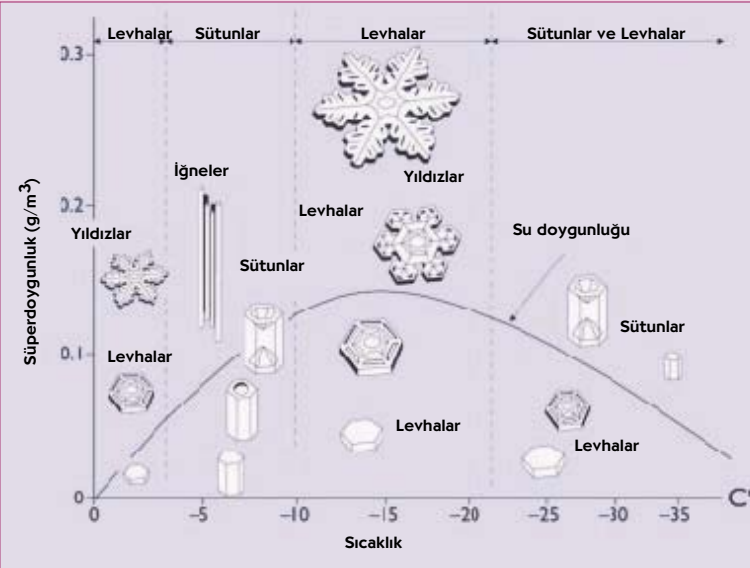


Antarktika'da hava kuru ve soğuktur. Bu nedenle kar kristalleri çok yavaş büyür. Bu yavaş büyüme nedeniyle kristallerin çok pürüzsüz altıgen prizmalar halindedir. Bu nedenle kristallere gelen Güneş ışığı kırılır ya da yansır. Sonuç olarak "hale" adı verilen ışık olayları oluşur.

olarak yüzey oluşumunu inceleyeceğiz. Suyun donarak buza dönüşmesi sonucunda su moleküllerinin bir araya gelerek altıgen biçimli bir kristal kafes oluştuğundan söz etmiştik. Bu buz kafesi altı simetriye sahiptir. Kar kristallerinin simetrisini de zaten bu belirler. Yüzey oluşumu, kimi yüzeylerin diğerlerinden daha yavaş gelişmesine bağlı olarak gerçekleşir. Moleküler boyutta düşünecek olursak, bir buz kristalinin girintili çıkıntılı bölümleri, daha çok sayıda serbest kimyasal bağ içerir. Havadaki su molekülleri, bu girinti ve çıkıntılara tutunmak için hazırdır. Havadaki

Kar Kristalinin Oluşumu





Kar kristallerinin farklı sıcaklık ve nem koşulları altındaki farklı gelişim biçimleri "morfoloji diyagramı"yla gösterilir. Bu diyagramı ilk kez Nakaya hazırlamıştı. Yukarıda onun hazırladığı diyagramın geliştirilmiş ve günümüzde de kullanılan hali veriliyor.

su moleküllerinin tutunduğu bu bölümler daha hızlı büyür. Girintili çıkıntılı olmayan düzgün yüzeylerle, daha az sayıda serbest kimyasal bağ içerirler. Bu düzgün yüzeylere su molekülleri kolaylıkla tutunamaz. Sonuç olarak da, bunlar girintili çıkıntılı yüzeylere göre daha yavaş gelişir. Girintili çıkıntılı bölümlerin tümü geliştikten sonra, bunlar düzgün yüzeyli hale gelirler. Kar kristallerinde yüzey oluşumu, altıgen prizma biçiminde bir gelişime neden olur. Bu olay, daha çok kristaller küçükken gerçekleşir.

Şimdi de kar kristallerinin karmaşık desenlerinin oluşabilmesini sağlayan dallanmaların nasıl gerçekleştiğini inceleyeceğiz. Havadaki su buharı molekülleri, büyümekte olan buz kristalleri üzerinde yoğunlaşma eğilimi gösterir. Su moleküllerinin kristale ulaşabilmeleri, difüzyonla gerçekleşir. (Difüzyon, moleküllerin herhangi bir ortamda homojen -her yerde eşit- olarak dağılma eğilimleridir. İçine boya katılmış sudan, boyanmamış suya bir damla damlattığınızda, boyalı su moleküllerinin difüzyonunu görebilirsiniz.) Havadaki gelişmekte olan düzgün yüzeyli bir buz kristali düşünün. Bu kristalin üzerinde herhangi bir yerde, bir çıkıntı oluşur. Havadaki su buharı

Kar kristalleri, farklı iklim koşullarının etkisiyle kimi zaman sıradışı ve karmaşık biçimler de oluşturabilirler. Üçgen biçimli (solda) ya da oniki kollu (sağda) olabiliyorlar.



Kar Kristali Çeşitleri

Kar kristalleri, hiçbir zaman birbirinin aynı olmaz. Ancak, biçimleri bazı temel gruplara ayırılır.



Yıldız

Kar kristallerinin en yaygın olarak rastlanan tipidir. Birbirine simetrik altı kolu bulunur. Bu kolların da alt kollar olabilir.



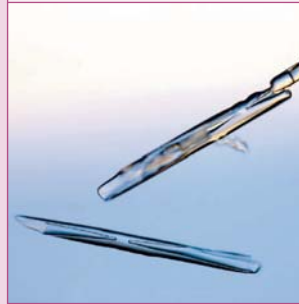
Levha

Kolları, levha benzeri bir yapı gösterir. Yassı ve ince yapılıdır.



Sütun

Bunlar da altıgen prizma biçimindedir. Prizmanın her iki ucundan içe doğru birer boşluk uzanır.



İğne

Sütun biçimli kristaller, çok uzun ve ince olacak biçimde büyüdüklerinde oluşurlar. Kimi zaman içleri boş olabilir.



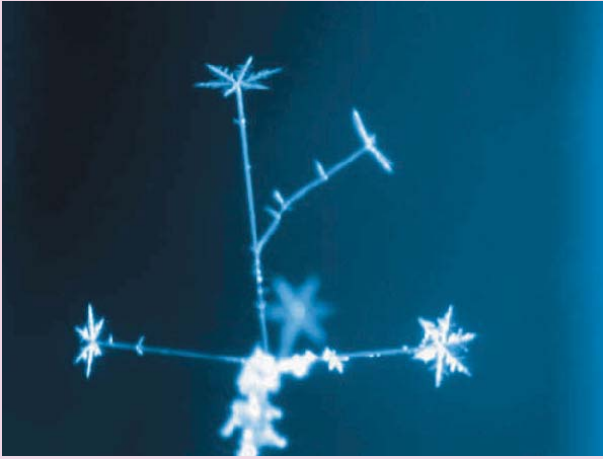
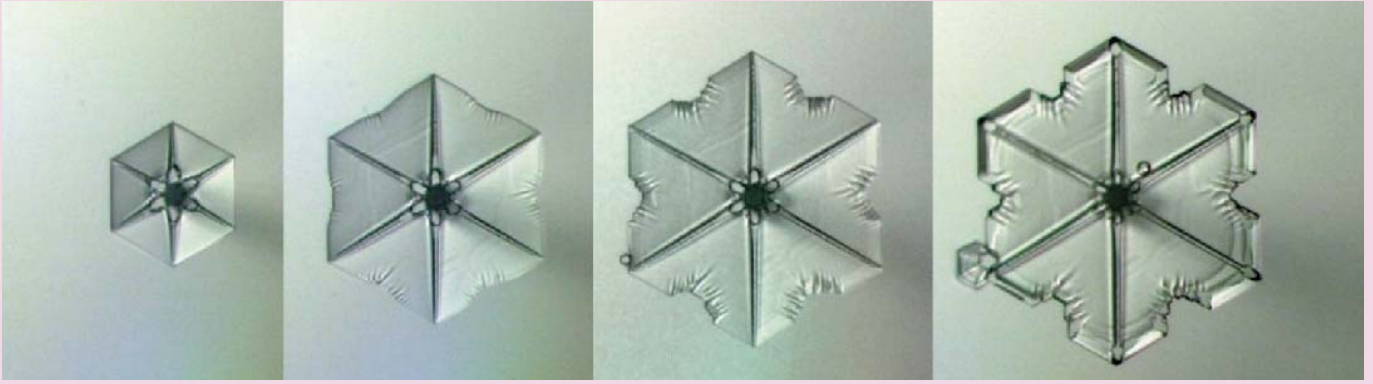
Dallanmış

Bunlar, farklı buz kristallerinin karmakarışık biçimde birbiri içine geçmesiyle oluşurlar. Her kol, yıldız biçimli kristallerin bir kolu gibidir. Ancak, bu kollar birbirine rastgele tutunur ve simetrik değildir.



Başlıklı sütun

Bunlar, sütun olarak büyümeye başlarlar. Ancak kristal, farklı sıcaklıktaki bir bölgeye geçtiğinde büyümesini levha biçiminde sürdürür.



Bilimadamları, laboratuvarında kar kristalleri üretebiliyorlar. Bu amaçla "difüzyon odası" adı verilen özel bir kutu kullanıyorlar. Elde ettikleri kristaller doğadakine benzer biçimlerde oluyor. Ancak tek fark, bu kristalleri elde etmek için elektrik akımından yararlanmaları. Laboratuvarında üretilen bir kar kristalinin büyüme aşamalarını en üstteki fotoğrafta görebilirsiniz.

molekülleri, kristalin diğer kısımlarına göre bu çıkıntıya daha kısa sürede ulaşır. Çıkıntıya su moleküllerinin arka arkaya ulaşmasıyla bu kısım daha önce büyümeye başlar. Daha uzaktaki su buharı moleküllerinin buz kristaline ulaşması, bu nedenle daha uzun zaman gerektirir. Sonuç olarak burada bir dal oluşur. Aynı biçimde her dalın üstünde küçük alt dallar oluşur. Dallanma, daha çok kristaller büyükken gerçekleşir.

Kar Neden Beyazdır?

Maddeler, ışığı geçirme bakımından ışık geçirmez, saydam ve yarısaydam olabilirler. Kar, yarısaydam bir maddedir. Yarısaydam olma durumu, ışık ışınlarının maddenin içinde düz bir yolda ilerlemediği ve maddeyi oluşturan parçacıkların ışığın yönünü değiştirdiğini belirtir. Karın içine giren bir ışık ışınının da yolu bu nedenle değişir. Işık ışını, buzdan çıkarken, girdiğinden farklı bir yoldan çıkar. Bir kar yığınının bir ışının üstten girdiğini düşünün. Buzun içinde yönü hafifçe değişir ve bir başka buz kristaline geçer. İkinci kristalde de aynı şey olur. Üst üste yığılmış kar kristalleri, üstlerine düşen ışınları bu yolla her yöne dağıtırlar. Kar kristallerinden yansıyan ve kristalin içinden geçerken kırılan ışık, tüm renkleri içerir. Bu renklerin bileşimini beyaz ışık olarak algılarız. Bu nedenle karı beyaz olarak görürüz.

Laboratuvarında Kar Kristali Üretenler

Birçok araştırmacı, kar kristallerini laboratuvarında üretme çalışmaları yapıyorlar. Amaçları, doğada kendiliğinden gerçekleşen bu olayı taklit ederek, fiziksel temellerini daha iyi anlamak. Sonuçta ürettikleri kristallerin doğadakilerden

Bir buz kristalinin üzerine çok soğuk hale gelmiş (sıcaklığı sıfırına altına düşmüş) su damlacıkları geldiğinde, bu damlacıklar kristalin üzerinde donar. Damlacıklar, kristale değip dondukça, kristal başlangıçtaki biçimini kaybeder ve bambaşka bir biçim alır. Bunlara kırağı kristali denir.

