

DOLU TANELERİ

CHARLES ve NANCY KNIGHT

BİR DOLU TANESİNİN İÇ YAPISI ONUN OLUŞUMUNUN ÖYKÜSÜNÜ ANLATIR. DOLU TANESİNİN BİR PARÇASI KESİLMEK VE ÇAPRAZ POLARİZE FİLTRELER ARASINA KONULMAK SURETİYLE BU İÇ YAPI GÖZE GÖRÜLÜR HALE SOKULMUŞTUR.

Bir dolu tanesinin yüzeyinin üstünde ve iç yapısındaki farklılıkların içinde oluşumunun ve düşüşünün hikâyesi yazılıdır. Bilinenin bugünkü durumuna göre onun içi ve dışıyla ilgili bütün serüvenini ortaya çıkarmak imkânsızdır, fakat bu konuda son zamanlarda büyük ilerlemeler elde edilmiştir. İncelemelerin de kendine göre bir cazibesi vardır, aynı zamanda ekonomik açıdan faydaları da; çünkü her yıl dolunun yapmakta olduğu hasar küçümsenecek birşey değildir. Dolu tanelerinin üzerinde araştırmalar yapan Amerikan Atmosferik Araştırma Merkezi Amerikada yılda dolunun ekinlere ve konutlara yaptığı hasarın 300 milyon doları bulunduğunu tahmin etmektedir, ki bu tornadolarinkinden bile fazladır. Bu yüzden bu tehlikenin önüne geçmek aynı zamanda kârlı bir iş de olacaktır.

15 yıl öncesine kadar dolunun incelenmesi konusunda pek sistematik bir çalışma olmamıştı. Çok büyük dolu yağışları hatırlanıyor, bunlara ait bazı raporlara rastlanıyordu, fakat bunlar ilgi gösteren bir gözlemcinin kişisel çabasından ileri gidemiyordu. Arada bir, çok küçüklerinin konik şekilleri üzerine bazı tartışmalar yapıyor, fakat ciddi surette konu ele alınmıyordu.

10-15 yıl önce üç küçük grup —biri İsveçre Kar ve Çıg Araştırma Federal Enstitüsü ikincisi Londradaki Bilim ve Teknoloji Krallık Koleji, üçüncüsü de Güney Afrika Ulusal Fizik Araştırma Laboratuvarı— dolu konusunu bütün ayrıntılarıyla ele almağa karar verdi. Bu üç grup öncü çalışmalarında büyük bir çaba gösterdiler. Bugün birçok başka memleketlerde araştırmaya girişmişlerdir. Sonuçlar do-

lunun nasıl oluştuğu hakkında anlayışımızı genişletirken, bir taraftan da konunun güçlüklerini meydana çıkarmıştır.

Dolu sağnaklarıyla dolu oluşumunun incelenmesinde değişik birçok yaklaşımlar kullanılmıştır. Uçaklarla, bir sağnağın etrafında ve içine girilebilen kısımdaki rüzgâr hızı alanlarının haritaları çıkarılmıştır. Fırtınalar aynı zamanda uzaktan radarlarla incelenmiş ve içinde radarın alabileceği kadar büyük su taneleri veya dolu kapsayan bulut kısımlarının üç boyutlu görüntüleri alınmıştır, buradaki su taneleri ve doluların çaplarının 0,2 mm. den büyük olması gerekiyordu, bu ölçü yağmur damlalarının en alçak sınırı idi. Radar aynı zamanda yağmur damlalarıyla dolu tanelerinin büyüklüğü hakkında da bir dereceye kadar bilgi verebiliyordu. bununla beraber bu sonuçlar pek açık olmuyordu.

Dolu fırtınalarını incelemenin başka bir yolu da dolu tanelerini incelemektir. Eskiden beri bir dolu tanesinin ince ve karışık tabakalarının dolunun geçmesine ait büyük bir bilgi kaynağı sakladığı umulmaktaydı. Bugünün bilginlerinin ümidi ise bir kere dolu tanelerinin oluşumu tam olarak anlaşıldıktan sonra, değişik yerlerde ve zamanlarda dolu tanelerinin toplanmasının kabil olacağı ve bunların incelenerek doluyu meydana getiren fırtına hakkında açık ve aydınlık bir tablo çizilebileceği merkezindedir.

Dolu fırtınalarının büyüdüğü çevre, genellikle konvektif fırtınalara ait bilgilerden ve dolu yağışlı fırtınalarla öteki fırtınalar arasındaki kıyaslayıcı gözlemlerden bilinmektedir. Dolu fırtınalarının küçük

bir yan grubunu meydana getirdiği konvektif fırtınalar havanın sıcaklığındaki düşey tabakalanmaların istikrarlı olmadığı zaman meydana gelmektedir. Eğer hava dünyanın yüzeyindeki tabakada onun doğrudan doğruya üstündekinden çok daha sıcak ise, daha sıcak ise, daha sıcak ve daha az yoğun olan hava mahalli konvektif akımlar halinde yükselecek, daha soğuk ve yoğun olan hava ise onun yerini almak üzere alçalacaktır. Daha soğuk olan havanın alçılması ve daha sıcak olan havanın yükselmesi potansiyel enerjii serbest bırakacaktır. İşte konvektif akımları harekette tutan da bu enerjidir.

Bununla beraber bu süreç havadaki düşey basınç yükselişi dolayısıyla oldukça karışıktır. Havanın yükselen sıcak kısmı basıncın düşük olduğu bir çevreye çıkar, böylece de hava parçası yükselirken genişler. Sonuç konvektif sürecin kendi kendisini sınırlama eğilimi göstermesidir.

Geniş ölçüde soğumak bir konvektif bulutun oluşmasına sebep olur, ki bu da bilinen cumulus bulutudur. Sıcak hava içinde soğuk havadan çok daha fazla su buharı tutabilir ve yer yüzünden yükselen bir sıcak hava akımı oldukça büyük ölçüde su buharını beraberinde getirebilir; burada % 60-70'lik bir relatif nemlilik derecesi olağanüstü bir şey değildir. Bununla beraber hava yükselir ve soğursa tuttuğu su miktarı azalabilir. Bir hava parçasının içinde tuttuğu su miktarının tutabileceği su miktarına olan oranını ifade eden relatif nemlilik bu yüzden % 100'ü bulunca ya kadar çoğalır. Havanın daha fazla yükselmesi artık su buharının damlacıklar halinde yoğunlaşmasına ve bir bulut oluşturmasına sebep olur. Bu süreç ullanma, konveksiyon için önemlidir, çünkü yoğunlaşma büyük ölçüde ısı üretir (yoğunlaşan her gram su başına 550 kalori). Isı daha fazla miktarda soğumayı sınırlar ve daha fazla konveksiyonu teşvik eder, böylece de yükselen akımlar daha büyük düşey hız ve daha büyük yükseklik kazanırlar.

Dolu, konvektif akım bulutları içinde büyür. Daha büyük dolu taneleri yalnız en büyük ve en kuvvetli fırtınalarda meydana gelir. Böyle bir fırtınanın özündeki rüzgârların yüksek yukarıya doğru yönden hızları vardır; bu, dolu tanelerini, fırtınanın doluların büyüdüğü bölgelerinde yukarıda tutar ve onların daha fazla büyümesine müsaade eder. Dolu aslında, ılımlı iklimlere özgü doğal bir olaydır. Kutup bölgelerinde çok nadir rastlanır, çünkü

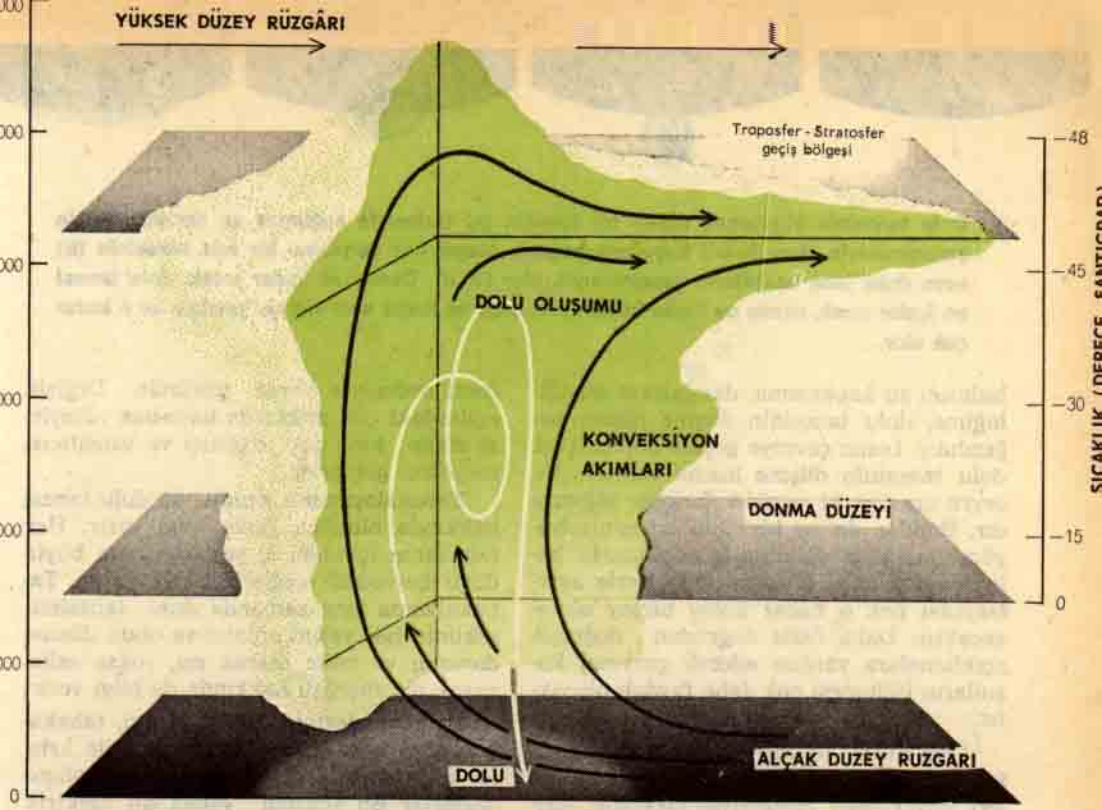
oralarda havanın kuvvetli düşey rüzgâr hızları oluşturmaya yetecek kadar istikrarsız olduğuna çok az rastlanır. Yer yüzü çok soğuktur. Dolu tropikal bölgelerde de nadirdir, çünkü atmosferdeki dondurucu yüzey çok yüksektir. Sıcak bir bulut dolu üretmez.

Açıkça dolunun meydana gelmesi için gerekli koşullar arasında, oldukça geniş düşey bir bölge üzerinde kuvvetli düşey rüzgâr hızları vardır ve bunların sıcaklıkları suyun donma noktasının altında olmalıdır. Bunlar gerekli koşullar olmakla beraber, gene de yeterli değildirler, çünkü bütün bu tür bulutlar dolu yapmaz. Dolu tanelerini incelemenin bir amacı da, onun oluşumu için yeterli olacak koşulların neler olduğunu öğrenmektir.

Böylece dolu taneleri konvektif bulutların üst esintilerinde büyürler. Bir dolu tanesi böyle bir esinti içinde büyürken, daima havaya oranla son hızıyla düşer; bu, rüzgâr direncinin onu ivmesine engel olarak tuttuğu hızdır. Dolu tanelerinin yoğunluğu birbirinden çok farklı olmadığı için, son hız büyüklük ve şeklin bir fonksiyonudur. Eğer yukarı doğru olan çekişin hızı dolu tanesinin son hızına eşit ise, dolu tanesi daha fazla büyüünceye kadar sabit bir yükseklikte kalır ki (böylece son hız artsın) veya yukarı çekiş hızı değişsin.

Dolu tanelerinin büyüdüğü bulut bölgeleri hakkındaki en önemli gerçek, sıcaklığın donma noktasının altında olmasına rağmen, bulutun çoğu kısmının buz değil, sıvı su şeklinde olduğudur. Bazı belirli koşullar altında su donmadan uzun zaman donma noktasının altında kalabilir. Bu durumdaki suya fazlasıyla soğumuş, aşağı derecede soğumuş veya süper soğumuş denir. Bir bulutun içindeki su tamamiyle saf olduğu için, damlaların çoğu -15°C veya daha aşağı derecelerde dir. Süper soğumuş bir damlanın donması, ya belirli bazı toz parçacıkları tarafından başlatılabilir, ya da bir buz parçası ile çarpışması suretiyle. Böyle donmuş bir su damlası veya bir kar kristali dolu tanesinin başlangıcını temsil eder.

Dolu taneleri donmamış olan süper soğumuş damlaları toplayarak büyürler. Tabii onlar arada sırada bu parçalarını da toplarlar, fakat bu büyümelerinin küçük bir mekanizmasıdır. Süper soğumuş bir damla bir buz yüzeyine çarparsa iki şey meydana gelir: damla yüzey üzerinde yayılır ve donar. Eğer çabuk donarsa, tama-



Kümüls bulutları doluların oluştuğu ve büyüdüğü çevreyi meydana getirirler. Genellikle dolu bulutun, sıcaklığın -5 ile -20° arasında olduğu ve yukarı hava akımlarında fazlasıyla soğuk su damlacıklarının bulunduğu kısımlarında oluşur. Düşen dolu taneleri su damlacıkları olarak büyürler. Eğer yukarı hava akımları kuvvetliyse, dolu taneleri yukarıya götürülürken büyürler. Eğer böyle bir dolu tanesi bulutun üstüne (sağda yukarıda) taşınır ve oradan da aşağı düşerse, ikinci bir devir yapmak için tekrar bulutun içine yönlenebilir.

miyle katlaşmadan önce yayılmaya vakti olmaz ve dolu tanesinin üzerinde yuvarlak bir parça buz parçası olarak kalır. Eğer yavaş donarsa, ince bir tabaka halinde yayılacak kadar vakti olur. Bu iki uç arasında muhtemel bütün aşamalar derece derece sıralanır.

Bir dolu tanesiyle çarpışan süper soğumuş damlaların donması ısıyı serbest bırakır. Bir süper soğumuş damla donunca, sıcaklığı 0°C 'ye yükselir. Yalnız damladaki bütün su donduğu takdirde sıcaklığı tekrar sıfırın altına düşer.

Büyüyen bir dolu tanesinin belirli bir noktada husule gelen çarpışmalar arasında geçen ortalama zaman süresi bir damlanın tamamıyla donması için gerekli zamandan küçükse, bu nokta bütün büyüme süreci boyunca 0°C de kalacaktır. Ayrıca dolu tanesinde damlaların donmamış

kısımlarından gelen sıvı su bulunacaktır. Bunun miktarı çarpışma derecesi ile ısı kaybının derecesi arasındaki orana bağlı olacaktır. Bu yüzden ek bir miktar sıvı su kapsayan dolu tanelerine sünger gibi (yaş ve yumuşak) denir. Bunlar yere düştikleri zaman sıçrayarak yerde yayılıp kahırlar. Öte yandan dolu tanesinin yüzeyinin her noktasındaki çarpışmalar arasındaki ortalama zaman süresi, bir damlanın donması için gerekli süreden uzunsa, dolu tanesi 0°C ile çevrenin sıcaklığı arasındaki bir sıcaklıkta katı baz olarak büyür.

Dolu tanesinin sıcaklığı açıkça dolu tanelerinin büyümesinin incelemesinde esas itibarıyla önemli faktörlerden biridir. Aynı zamanda dolu tanesinin sıcaklığının birçok ilişkin faktörlere bağlı olduğu da açıktır. Serbest kalan ısı miktarı büyüme derecesine bağlıdır, ki bu da öte yandan

Dolu tanesinin büyümesi, düşen bir tanenin (a) fazlasıyla soğumuş su damlacıklarıyla çarpışmasıyla olur. Belirli koşullara bağımlı olarak her çarpışma bir buz küresinin (b) veya daha ince başlıkların yapışmasıyla olur (c, d). Damla ne kadar sıcak, dolu tanesi ne kadar sıcak, damla ne kadar büyük, çarpışma ne kadar sert olursa, yayılma da o kadar çok olur.

bulutun su kapsamına, damlaların büyü- lüğüne, dolu tanesinin düşme hızına ba- ğımlıdır. Isının çevreye geçme derecesi ise dolu tanesinin düşme hızına ve dolu ile çevre arasındaki sıcaklık farkına bağımlı- dır. Bundan dolayı bir dolu tanesinin bü- yüme sıcaklığı dolunun iç yapısından be- lirlembile bile, çevresel faktörlerle açık- lanması pek o kadar kolay birşey olma- yacaktır. Daha fazla doğrudan doğruya açıklamalara yardım edecek çevresel ko- şulların bilinmesi çok daha faydalı olacak- tır.

Atmosferik buzun iki şeklinin —dolu taneleri ve kar kristalleri— büyüme süreç- leri birbirinden tamamiyle farklıdır. Kar kristalleri su buharının yayılması, dağıl- ması suretiyle büyürler. Tek tek su mo- lekülleri bir kar kristaliyle çarpışırlar ve kristal kafesine yapışıp kalırlar. Bir dolu tanesi su damlalarıyla çarpışır, fakat on- ların yayılmasından dolayı büyümez, dam- lalardan daha hızlı düştüğü ve izlediği yol- da silindirik bir alandaki damlaları alıp be- raberinde götürerek büyür. Su buharın- dan büyümeyen dolu taneleri, aslında bir buhar kaynağıdır, çünkü onlar çevre- rinden çok daha sıcaktırlar. Dolu tane- leri büyüdükçe buharlaşırlar, buharlaşma önemli bir soğuma mekanizmasıdır. Dolu tanelerinin şekilleri karışık aerodinamik faktörler ve ısı akımı tarafından belirle- nir. Kar tanelerinin şekli ise dağılma ve kristalografi tarafından belirlenir.

Dolu tanelerine yakından bakılırsa, on- ların birbirinden farklı oldukları görülür. Bazıları bembeyaz, ötekileri ise saydam- dır. Bir dolu tanesini ikiye böldüğünüz ve- ya yarısını erittiğiniz zaman, değişik dere- celerde beyazlık ve saydamlık gösteren merkezi tabakalar görülür. Daha yakından bakılırsa, bu çellskilerin buz içerisindeki hava kabarcıklarının değişik miktarından ileri geldiği anlaşılır. Küçük hava kabarcıklarının kapsayan buz, karın beyaz görün-

mesi nedeniyle beyaz görünür. Değişik açılardaki çok miktarda hava-buz yüzeyle- ri etkeni bir ışık dağıtıcı ve yansıtıcısı meydana getirirler.

Tabakalaşmanın kendisi de dolu tanesi hakkında oldukça geniş bilgi verir. Her tabakanın içindeki iç yapı dolunun büyü- düğü çevredeki değişiklikleri saptar. Ta- bakalanma aynı zamanda dolu tanesinin şeklinin hikâyesini anlatır ve onun düşme durumu ve talka atarak mı, yoksa sallanarak mı düştüğü hakkında da bilgi verir.

Dolu tanelerinin ince kesitleri, tabaka- laşmanın hava kabarcık iç yapısıyla kristal iç yapısının incelenen en iyi yolunu sağlarlar Bu yöntem yalnız bir elektrik şerit testeresinden ve çalışacak soğuk bir yerden başka hiç birşeye ihtiyaç göster- mez. Dolu ilk önce testereyle ortadan ke- silir. Kesilen yüzeylerden biri, üzerinde testerenin keserken yaptığı yarıkların kal- maması için eğe ile düzeltilir ve sıcak bir cam lam üzerine basılır. Sıcaktan ince bir tabaka su erir, fakat derhal donar ve ya- rım dolu tanesini lam'a yapıştırır. Bundan sonra testere ile birinciye paralel ikinci bir kesiş yapılır ve böylece lam'ın üzerin- de bir milimetreden daha ince bir tabaka kalır. Yeni kesilen tabaka da birinci de olduğu gibi düzeltilir ve kuvvetlice ovula- rak parlatılır.

Böylece meydana gelen yüzeylerin için- den geçirilen normal ışıkla fotoğrafı alınır. Bu yöntemin faydası ayrıntıları iyice verebilmesidir, yalnız parlak kısımlarla ha- va kabarcıkları arasındaki normal ilişkiyi tersine çevirir. İnce kesitin arkasındaki ışık kaynağı hava kabarcık tabakasının saydam tabakalara oranla daha karanlık görülmesine sebep olmaktadır.

Tabakalaşmanın anlatabileceği en basit öykü dolu tanesinin devamlı bir doğrultu- ya yönelmiş olması ve bundan dolayı da yalnız bir taraflı büyümüş bulunmasıdır. Büyüyen taraf aşağı gelen taraftır, çünkü

dolu tanesi düşerken yolundaki su dam-lalarını alarak büyür. En büyük boyutu iki santimetre ve daha az olan dolu tane-leri arasında meydana gelen en olağan şe-kil konidir, fakat arada sırada 5 santimet-re çapında olan dolu tanelerine de rast-lanmaktadır.

En büyük boyutları yaklaşık olarak iki santimetre olanların şekilleri genellikle ka-baca düzleşmiş kürelerdir. Bu şeklin kö-keni tartışma konusu olmuştur. Bir hipote-ze göre şekil aerodinamik kalıplanma-dan meydana gelmiştir. Dolu tanesinin de-ıamlı bir durumda düştüğü zaman sün-gerimsi olarak büyüdüğü ve fiziksel ola-rak aerodinamik kuvvetler tarafından ka-lıplandığı sanılmaktadır. Dolunun etrafın-daki hava akımı, yatay çevre etrafında en alçak basınçlı, üst ve altta ise en yüksek basınçlı birer kuşak meydana getiren ba-sınç yan kuvvetlerini üretmektedir. Sün-gerimsi dolu tanesinin bu basınçlar karşı-sında düzleştiği sanılmaktadır. Biz ve bir-çokları bu görüşü kabul etmeyiz, çünkü bu gibi dolu tanelerinin büyümesi hiçbir şekilde süngerimsi görünmez. Bu şekilde bir simetrik büyüme meydana getirecek mekanizma, hızlı ve simetrik takla atarak düşmek olacaktır. Bunun meydana gelen şey olduğu kanısındayız, fakat bu hipotez de daha ispat edilmiş değildir. Eğer dolu taneleri takla atarak çabukça düşerlerse, dolu tanelerinin büyümesinde en önemli iki faktör olan son hız ile ısı alış verişinin hesabı son derece güç olur.

Tabakalaşmanın daha başka ilginç bir özelliği de dolu tanelerin genellikle son derece kaba şekiller almasına ait delilleri sağlamasıdır, özellikle tanelerin boyları büyüdükçe. Dolu tanelerinin fazla büyük olması ve bir buz parçasının iç yapısını andırması onları küçük tanelerden eriyip birleşerek meydana gelmiş gibi gösterir, fakat kesilerek incelendiği zaman bunların da devamlı büyümenin bir sonucu ol-duğu ortaya çıkmıştır.

Dolu tanelerinin tabakalaşmasından, on-ların tarihlerindeki belirli bazı olayların meydana çıkarılmasında da faydalanılabil-ir. Örneğin tabakalaşmadaki bir devam-sızlık dolu tanesinin yarı yolda kırılmış olduğunu işaretler. Kırıcı kuvvet sünge-rimsi buzun donmasından gelmiş olabilir. Eğer bir tabaka süngerimsi bir durumda büyür ve sıvı su kaparsa, dolu tanesi de daha soğuk bir havaya inerse, onun için-deki sıvı su donabilir. Zira buz sudan da-ha az yoğundur, donma iç basınçların mey-

dana gelmesine sebep olur ve bunlarda iç çatlamalara ve bazan da kırılmalara se-bep olur.

Bazan dolu tamamıyla büyük buz par-çalarında oluşur. Bu buz parçaları zaman zaman ufak boyunlarla dolu tanesinin esas kısmına bağlanırlar. Bu boyunların rüzgâr tarafından kırılacak kadar hafif olup ol-madığını veya bunun için başka bir tane ile çarpışmaya lüzum olup olmadığını bil-miyoruz. Herhalde havada sert büyümüş buz parçalarının böyle bir kırılışı belki de oldukça geneldir.

Dolu tanesinin her tabakasının iki iç yapısı vardır: Hava kabarcıkları ve kris-tal. Arkadan verilen ışıkla ince bir buz tanesi kesitine bakılırsa, yolda aldığı her-hangi bir yabancı madde dışında, insanın göreceği şey hava kabarcıklarıdır. Teker teker görünemeyen çok miktarda kabarcıklar devamlı bir gölgeyi andırır. Büyük hava kabarcıkları ise ayrı ayrı görülebilir, fakat genellikle kesim işleminden kalma buz talaşlarıyla doludurlar.

Hava kabarcıkları birçok şekilde mey-dana gelmiştir. Büyük radyal kabarcıklar dolunun güç büyümüş büyük parçalarının arasındaki iç çizgilerin birleştiği nokta-larda bulunur ki buralarda buz büyümey ve hava da sıkışmıştır. Hava kabarcıkla-rının daha fazla türdeş yayılmış alanları ya güç soğuk büyüme veya sıcak sünge-rimsi büyüme sırasında meydana gelir, fakat hiçbir zaman bu uçların arasında olmaz. Saydam hava kabarcıksız buza ge-lince, o dolu tanesinin 0°C ye yakın bir sıcaklıkta süngerimsi olmayarak büyüme-si halinde ürer.

Sert, soğuk büyümede, özellikle süper soğumuş bulut damlaları fazlasıyla küçük, her damla dolu tanesi ile temasta çabuk-ça donar ve kendi orijinal küresel şeklini fazla değiştirmez. Bu şekilde büyüme-ten meydana gelen buz parçası, sanki birçok küçük kürelerden meydana geliyor gibi gö-rünür. Bunun içinde küçük kabarcıkla-rın yoğun bir dağılımı şeklinde olan büyük miktarda hava vardır.

Buzun içinde sıvı suyun bulunduğu süngerimsi büyümede sonradan donma (ya atmosferde, ya da dolu taneleri top-landıkları ve stok edildikten sonra) aynı şekilde hava kabarcıkları üretirler ki bu soğutucu da buz küplerinin dondurulma-sının aynıdır. Suda oldukça erir, buzda ise hemen hemen hiç erimez. Kapalı bir yer-de suyun donması, daha donma tamamıyla bitmeden, erimiş havayı hava kabarcığı



Solda normal ışıktaki, sağda polarize ışıktaki çekilen iki fotoğraf dolu tanesinin tabakalanışını göstermektedir. Soldaki koyu tabakalar kuru büyüme bölgeleridir, burada fazlasıyla soğumuş her su damlacığı çarpıp katı olarak donmuştur ve böylece küresel şeklini biraz korumuştur. Bu gibi damlaların birikimi içlerine birçok hava kabarcıklarını almakta ve bunu normal ışıktaki daha karanlık böylece normal görünüşünün tersini göstermektedir.

Aydınlık tabakalar süngerimsi büyüme bölgeleridir, burada çarpışma sırasında her damla yayılmış ve öteki damla gelmeden kısmen donmuştur. Bu bölgelerde daha az hava kabarcıkları vardır. Kristal büyüklüğü ile hava kabarcıklarının birikimi arasındaki sıkı ilişkili ilişki (korrelasyon) büyük dolu tanelerinin evrensel bir özelliğidir, fakat sebebi daha anlaşılamamıştır.

haline sokar. Yavaş donma derecesinde bu hava kabarcıklarının öteki tipten daha fazla büyüyeceği tabiidir. Eğer böyle olmasalar bile, onların karakteristik bir görünüşleri vardır.

İnce bir dolu tanesi kesitindeki kristal iç yapı iki polarize levha ile incelenir, bunlardan biri ışık ile kesitin arasına, ötekisi ise birinci levhanın polarizasyon doğrultusuna 90° lik bir açı teşkil edecek şekilde konur. Birinci levha kesit ile göz veya kamera arasındadır. Arada hiçbir dolu tanesi kesiti yoksa, bu birbirine çapraz duran levhalardan hiç bir ışık geçmez, fakat aralarına bir dolu tanesi giriverince, kesitin her kristali ışığın polarizasyon yüzeyini kristalin vereceği doğrultuya göre çevirir. Böylece kesitteki her değişik doğrultulu kristal başka bir gri tonda gözükür ve kristal dokusu göze görünür bir duruma gelir. Aynı zamanda her kristale ayrı bir renk veren girişim etkileri de meydana gelir. [Böyle bir fotoğrafı bu sayının kapağında görüyorsunuz.] Çapraz polarizasyon levhalarıyla alınan siyah beyaz fotoğraflar da renkliler kadar bilgi verir.

Dolu tanelerindeki kristal doğrultularının ölçülmesi bir dolu tanesinin büyüme koşulları hakkında belirli bazı bilgiler ve-

rir, fakat bu güç ve oldukça pahalı bir şeydir. Bu yüzden bu yöntem o kadar fazla kullanılmamaktadır. Daha faydalı ve daha fazla kullanılan belirleyici bir faktör kristal büyüklüğüdür. Fotoğraflardan görüldüğü gibi kristal büyüklüğü son derece farklıdır. Büyük ve küçük kristallerin merkezi tabakaları hava kabarcıklarından tabakalarla beraber bulunur.

İsviçre araştırma grubunun bulduğu sonuçlara göre kristal büyüklüğü herşeyden önce dolu tanesinin kendi sıcaklığı ve büyüme derecesinden ziyade çevresel sıcaklığın bir fonksiyonudur. İsviçre ekibi bunun olağanüstü süngerimsi büyüme dışında doğru olduğunu bulmuştur, ki bu da dolu tanelerinde nadirdir ve kolayca belirlenebilir. Eğer çevresel sıcaklık -20° , -25°C den aşağıda ise kristaller küçüktür. Daha yüksek sıcaklıklarda kristaller daha büyüktür. (Bir kristale, çapı iki milimetreden büyük olursa büyük denir).

İsviçre sonucu kabul edilince, bir dolu tanesinde ne zaman büyük kristallerle küçükler arasında bir değişme görülürse, dolu, sıcaklığı -20°C ile -25°C arasında olan bir bölgeden geçiyor, çıkıyor veya iniyor, demektir. Bu, dolu tanelerini incelerken iç yapısından etken bir yararlanma sağlayaca-

ölmek için gerçekten gerekli bir kriter çesiddir. Ne yazıkki bu kriterden faydalanırken ortaya iki güçlük çıkmaktadır. İlk önce ince taneli tabakaların birçok küçük kristallerden oluşmadığı varsayılmak zorundadır. Çoğu gözlemciler bu varsayımın doğru olduğu kanısındadırlar, fakat halen bu tamamiyle ispat edilmiş değildir.

İkinci güçlük de dolu tanesinin büyüme yarı çapı aşağı yukarı bir santimetreden büyük olduğu takdirde, küçük kristal büyüklüğü ile kabarcıklı buzun arasında hemen hemen tam bir karşılık ilişkisinin (korrelasyon'un) bulunduğudur.

Eğer kristal büyüklüğü yalnız çevresel sıcaklığa bağımlı ve hava kabarcığı miktarı hem dolunun sıcaklığına, hem de çevresel sıcaklığa bağımlı ise, kristal büyüklüğü ile kabarcık miktarı arasında böyle sıkı bir ilişkinin (korrelasyon'un) bulunmasını gerektirecek hiç bir sebep görülmemektedir. Bu korrelasyon açıklanmaya kadar kristal büyüklüğü için çevresel sıcaklık kriterine pek güvenilemeyecektir.

İşin garip tarafı küçük büyüme yarı çapı olan dolu tanelerinde bu korrelasyon bozulmaktadır. Bu gibi hallerde büyük kristaller ve birçok hava kabarcıkları bulunmaktadır. Dolu tanelerinin süper soğumuş sudan büyümüş olmaları dolu fırtınalarını bastırmanın bir olanağı olacağı düşünülmektedir, bu su damlaları doymamıştır ve uygun maddelerin küçükük parçalarının katılması suretiyle dondurulabilmektedir. Bu maksat için kullanılacak en iyi maddelerden biri gümüş iodyd'tir, bu -5 ve -10°C lerde etkilidir. Onun kristal iç yapısı buzun iç yapısının tamamiyle aynıdır. Gümüş iodyd ince toz halinde kolayca bulutların arasına serpilebilir.

Bu sayede bir fırtınanın süper soğumuş su bütçesine müdahale etmek ve böylece dolu üretimini etkilemek kabildir. Bu suretle önceden kestirilebilen ve yararlı sonuçlar alınıp alınmayacağı tartışma konusudur. Görünüşe göre doluya mani olacak olanalkar mevcuttur, fakat bugünkü bilgi düzeyi ve dolunun pek sık olan bir olay olmaması yüzünden bu hususta tam sözü daha birkaç yıl sonra söyleyebileceğimiz kanısındayız.

Genel olarak konveksiyon akımları ve özel olarak da dolu fırtınaları hakkında ne kadar çok şey öğrenirsek, onlar bize o kadar karışmış görünürler. Bu birçok incelemelerin özellikle dolu tanelerinin iç yapılarının etüdünden meydana çıkmaktadır. Eğer dolu fırtınaları basit ve genel bir plâna uysalardı, dolu tanelerinin iç yapılarının da birkaç genel kalıba uymaları gerekirdi. Bu gibi kalıplara şimdiye kadar rastlanmamıştır. Tam tersine, dolu tanelerinin hemen hemen aklın kabul ettiği her çeşit hikâyeleri vardır. Tanelerden bazıları devamlı bir yükseliş sırasında büyümekte, ötekileri de aynı şekilde devamlı bir düşüş esnasında büyümektedirler. Bazıları ise yükseldikten sonra düşerler, ve daha başkaları da bir çok kez yükselir ve düşerler.

Kar kristalleri üzerindeki çalışmalarıyla büyük bir ün kazanan Japon bilgini Ukichiro Nakaya bir yazısında kar kristallerinden «Gökten gelen hiyeroglifler» diye bahsetmişti. Aynı şey dolu taneleri için de söylenebilir, yalnız bunlar onlardan çok daha karanlık ve karışık hiyerogliflerdir ve şimdiye kadar onları okuyacak ve tercüme edecek kimse çıkmamıştır.

SCIENTIFIC AMERICAN'dan

Dayan! Hayatta hiçbir şey sebatın yerini tutamaz. İstidat kâfi değildir, dünya başarıya erişememiş istidatlı insanlarla doludur. Deha da yetmez. Takdir görmemiş dehaler her yerde söylenen bir tekerlemedir. Eğitim de yalnız başına bir iş görmez, dünyada hayal kırıklığına uğrayan eğitim görmüş milyonlarca insan vardır. Yalnız azim ve sebat herşeyin üstünde ve herşeye hakimdir.

KROC

Bilim organize edilmiş bilgi, bilgiler organize edilmiş hayattır.

IMMANUEL KANT

Hayatta belirli bir tecrübe sahibi olmadan hiç bir insan kitapları anlayamaz, ya da içindekilerin hiç olmazsa bir kısmını görmeden veya yaşamadan derin bir kitabı anlayamaz.

EZRA POUND