Aerojel: Isıyı Yalıtan Mucizevi Malzeme

İnsan bazen küçücük bir ayrıntının içinde ne büyük hikmetler saklı olduğunu fark edemez. Oysa biraz dikkatle baktığında, sıradan sandığı şeylerin bile ne kadar şaşırtıcı özelliklere sahip olduğunu görür. Bilim ilerledikçe, kâinattaki düzenin ve yaratılıştaki inceliklerin daha iyi anlaşılmasına vesile olan yeni bilgiler ortaya çıkar. Aerojel de bu dikkat çekici örneklerden biridir.

Modern bilimin geliştirdiği en hafif ve en iyi ısı yalıtımı sağlayan malzemelerden biri olan aerojel, olağanüstü yapısıyla insanı hayrete düşürür. Özellikle silika esaslı aerojellerin hacminin yüzde 99,8'e varan kısmı hava ile doludur. Bu nedenle aerojel, **"donmuş duman"** olarak da adlandırılır. Hafifliği, gözenekli yapısı ve ısıyı yalıtma özelliğiyle bilim dünyasının dikkatini çeker.

Birbirinden ayrılamayacak kadar küçük parçacıklar nasıl bir araya gelerek böylesine farklı özelliklere sahip bir yapı oluşturabilir?

Bu kadar hafif bir madde, ısıya karşı nasıl güçlü bir engel meydana getirebilir?

Gelin bilimsel bilgiler ışığında aerojeli birlikte tanıyalım.

Aerojelin Yapısı ve Özellikleri
Aerojel, olağanüstü özellikleri sayesinde uzay teknolojilerinden günlük yaşama kadar pek çok alanda yenilikçi uygulamaların geliştirilmesinde kullanılır.

Aerojel, bir jelden türetilen sentetik, gözenekli ve ultra hafif bir malzeme sınıfıdır. Aerojellerin en dikkat çekici özellikleri, son derece düşük yoğunlukları ve çok düşük ısıl iletkenlikleridir.

[Görseller: Solda ısı yalıtımı, sağda yük taşıma kapasitesi]

Aerojeller çeşitli kimyasal bileşiklerden üretilebilse de en yaygın türleri silika esaslı olanlardır. Silika aerojeller, yaklaşık %99'a varan optik geçirgenlikleri ve 1,05 civarındaki düşük kırılma indisleriyle öne çıkar.

Aerojel büyük ısı yalıtımı özelliğine (solda) ve yüksek yük taşıma kapasitesine sahiptir (sağda).

Aerojellerin yapısı, nanometre ölçeğindeki gözeneklerden oluşur. Bu gözenekli yapı, ortalama 2–5 nm boyutundaki parçacıkların kümeler halinde bir araya gelmesiyle meydana gelen dallanmış mikro bir yapıya sahiptir. Böylece üç boyutlu, son derece gözenekli bir ağ yapısı ortaya çıkar. Bu yapı, aerojellerin düşük yoğunluklarına rağmen belirli ölçüde yük taşıyabilmelerini sağlar.

Bununla birlikte, özellikle silika esaslı aerojeller kırılgan yapılarıyla bilinir. Aerojellerin hacimce %50 ila %99,98 arasında gözenekliliğe sahip olması mümkündür. Uygulamada ise çoğu aerojelin gözenekliliği %90 ile %99,8 arasında değişir.

Aerojeller fiziksel olarak jellere benzemez; sert ve kuru, katı malzemelerdir. İsmini jellerden türetilmiş olmalarına borçludurlar. Dokunulduğunda kırılgan bir straforu andırabilirler. Bazı polimer esaslı aerojeller ise sert köpüklere benzer bir his verir. Gözenek yapısı ve malzemenin mekanik özellikleri, aerojelin kırılganlığını ve dayanıklılığını etkiler. Bu nedenle üretim sürecinde gözeneklerin boyutunun ve yapısının dikkatle kontrol edilmesi gerekir.

Isı Yalıtımı ve Diğer Üstün Özellikleri

Aerojeller, ısı transferinin üç temel mekanizmasından ikisini, yani iletim ve taşınımı (konveksiyonu), önemli ölçüde sınırlar. Bunun başlıca nedeni, yapılarının büyük bölümünün gazla dolu gözeneklerden oluşması ve bu gözeneklerin gaz hareketini kısıtlamasıdır. Bu sayede, en gelişmiş fiber-glas yalıtım malzemesinden 39 kat daha fazla yalıtım kabiliyetine sahiptirler. Silika aerojel özellikle iyi bir yalıtkandır, çünkü silika da ısıyı kötü ileten bir maddedir.

Aerojellerin buharlaşmaya karşı hassas olduğu, yani nemi emdiklerinde büzülme ve bozulma eğilimi gösterdikleri bilinmektedir. Ancak kimyasal işlemlerle hidrofobik hale getirilerek bu bozulmanın da önüne geçilebilir.

Üretimi ve Kullanım Alanları

Aerojel, silika esaslı sıvı bir jelin yüksek ısı ve basınç altında, önceden belirlenmiş kritik bir noktaya kadar kurutulmasıyla elde edilir. NASA’nın Jet Propulsion Laboratuvarları’nda üretilen aerojeller, neredeyse havanın yoğunluğuna yaklaşmıştır. Guinness Rekorlar Kitabı’na dünyanın en hafif katı maddesi olarak girmiştir. Aerojelin özgül ağırlığı 0.00011’dir (havanınki 0.0004).

Uzay teknolojisinde, özellikle uzayda dolaşan toz zerrelerini yakalamak için kullanılan Spacedust Gemisi’ne aerojel paneller eklenmiştir. Bu paneller sayesinde, yüksek hızda hareket eden toz zerreleri hiçbir hasara uğramadan dünyaya getirilebilmektedir. Ayrıca, aerojellerin kinetik enerjiyi emen yapısı, gelecekte güvenlik ve yalıtım alanlarında da önemli bir rol oynayacağının sinyallerini vermektedir. Örneğin, otomobillerde kazaların etkisini azaltıcı, elektronik cihazlarda ise hassas bileşenleri koruyucu olarak kullanılmaları mümkündür.

Aerojelin doğaya zarar vermeyen yapısı da büyük bir avantajdır. Parçalanan bir aerojel parçasından geriye yalnızca doğada bolca bulunan %100 doğal bir malzeme, yani kum kalır.

Sonuç ve Yaratılışın Delilleri

Aerojel, insan aklının, bilimsel araştırmaların ve teknolojik gelişmelerin ortaya koyduğu etkileyici bir malzemedir. Son derece hafif yapısı ve üstün yalıtım özellikleriyle dikkat çeken bu malzeme, maddenin sahip olduğu olağanüstü özellikleri gözler önüne serer. Bilimsel araştırmalar, doğadaki yapıların ve maddelerin işleyişini anlamamıza yardımcı olurken bu özellikler üzerinde düşünmek, evrendeki düzeni ve yaratılışın hikmetini kavramamıza da katkı sağlar. Bu açıdan aerojel gibi sıra dışı malzemeler, Allah'ın sonsuz ilmi, kudreti ve yaratışındaki hikmet üzerine düşünmek için bir vesiledir.

Kur'an-ı Kerim'de de evrenin yaratılışı ve bu yaratılış üzerinde düşünmenin önemi şöyle ifade edilir:

"Göklerin ve yerin mülkü Allah'ındır. Allah, her şeye güç yetirendir. Şüphesiz göklerin ve yerin yaratılışında, gece ile gündüzün ardı ardına gelişinde temiz akıl sahipleri için gerçekten ayetler vardır. Onlar, ayakta iken, otururken, yan yatarken Allah'ı zikrederler ve göklerin ve yerin yaratılışı konusunda düşünürler. (Ve derler ki:) 'Rabbimiz, Sen bunu boşuna yaratmadın. Sen pek yücesin, bizi ateşin azabından koru.'" (Al-i İmran Suresi, 189-191)

Kaynakça

- Aerogel. (2023, 22 Ocak). What Is Aerogel. https://www.aerogel.org/?p=3
- Aegerter, M. A., Leventis, N., & Koebel, M. M. (Eds.). (2011). Aerogels Handbook. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7589-8
- Alemán, J. V., Chadwick, A. V., He, J., Hess, M., Horie, K., Jones, R. G., Kratochvíl, P., Meisel, I., Mita, I., Moad, G., Penczek, S., & Stepto, R. F. T. (2007). Definitions of terms relating to the structure and processing of sols, gels, networks, and inorganic-organic hybrid materials (IUPAC Recommendations 2007). Pure and Applied Chemistry, 79(10), 1801–1829. https://doi.org/10.1351/pac200779101801 old.iupac.org
- NASA JPL. (2002, 7 Mayıs). Guinness Records Names JPL's Aerogel World's Lightest Solid. https://www.jpl.nasa.gov/news/guinness-records-names-jpls-aerogel-worlds-lightest-solid/
- "Silica Aerogel: Synthesis and Applications". (2010). Journal of Nanomaterials, 2010(1), 409310. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2010/409310

---

https://www.harunyahya.info/makaleler/aerojel-isiyi-yalitan-mucizevi-malzeme