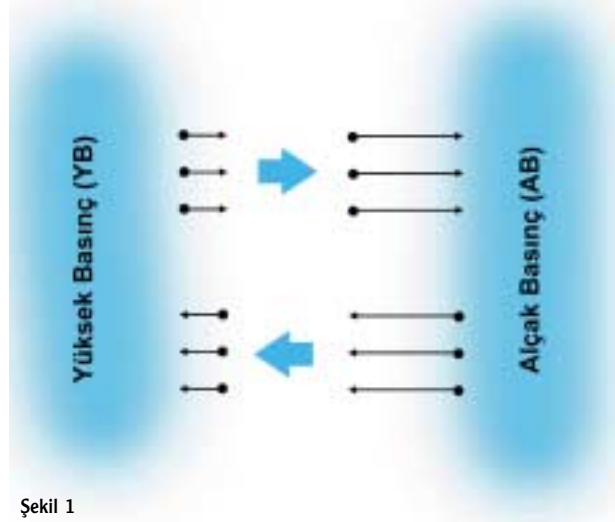




Sobalı evlerde yaşayanlar bilirler... Sobayı yakınca duman bacadan çıkar. Peki ama neden odanın içine dağılmaz? Nedeni akışkanların, yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket etmeleri... Ama asil merak ettiğim; hareket eden havanın basıncının neden düştüğüdür. Açıkarsanız sevinirim. Murat Eren



Şekil 1

Bu olaya "Bernoulli etkisi" adı veriliyor. İsviçreli matematikçi Daniel Bernoulli, akışkanlarda (yani sıvılar ve gazlarda) basınçla hız arasındaki bağlantıyı ifade eden formülü 1738 yılında yayımlamış. Bu bağlantı, çoğunlukla "bir akışkanın hızı artarsa basıncı düşer" şeklinde ifade ediliyor. Bu ifade şeklinde bir hata yok; fakat bütün bağlantıları bir neden-sonuç ilişkisi çerçevesine oturtmaya çalıştığımız için, sanki hızlanma, basınçtaki düşmenin doğrudan nedeniyymiş gibi bir izlenime kapılıyoruz. Bu da etkiyi çok gizemli bir hale sokuyor.

Halbuki neden-sonuç ilişkisini ters yönde algılasak, yani basınç farklarının hız farklılıklarına neden olduğunu düşünürsek, olay oldukça basitleşiyor. Bunun için, bir akışkanın bazı bölgelerinin farklı basınçları olduğunu düşünelim. Bir yüksek basınç (YB) bölgesiyle yanındaki bir alçak basınç (AB) bölgesi arasındaki moleküller üzerine YB'den AB'ye doğru net bir kuvvet uygulanır. Bunun nedeni AB'nin orta bölgesi daha az, YB'ninse daha fazla itmesi.

Eğer orta bölgede YB'den AB'ye doğru bir akım varsa, bir süre geçtikten sonra akımı oluşturan moleküller (1) AB'ye daha yakın olacaklar ve (2) kuvvetin etkisiyle daha hızlı hareket edecekler. Kısacası, akım AB'ye yaklaştıkça daha hızlı hareket edecek.

Buna karşın eğer akım AB'den YB'ye doğruysa, bu defa akım üzerine etkiyen kuvvet hız ters yönde olduğu için hızı azaltmaya çalışacak. Dolayısıyla, bir süre geçtikten sonra akımı

oluşturan moleküller (1) YB'ye daha yakın olacaklar ve (2) kuvvetin etkisiyle daha yavaş hareket edecekler.

Yani, her iki durumda da akımın hızlı olduğu yer AB'ye yakın; yavaş olduğu yer de YB'ye yakın. Bernoulli, formülünü türetirken bu mantığı esas almıştı. Sonra da enerjinin korunumu ilkesini kullanarak basınçla hız arasındaki bağlantıyı oluşturdu.

Fakat, bu yasayı kullanırken bazı noktalarda dikkatli olmak gerekiyor. Öncelikle, basınç farklarının ve akımın yeteri kadar uzun süre aynı şekilde devam etmesi gerekiyor. Yani, belli bir bölgedeki akım hızını ya da yönünü sürekli değiştiriyorsa, ya da basınç hızla değişiyorsa Bernoulli yasası geçerli olmayabilir. Uzunca bir süre aynı koşulların sağlanması önemli bir şart.

İkinci olarak, Bernoulli yasasını kullanabilmek için akım doğrultusu boyunca iki farklı noktayı karşılaştırmak gerekiyor. Türetmede kullandığımız mantık, bir molekülün basınçları farklı bölgelerden geçerken hızlanıp yavaşlamasıyla ilgili. Bu nedenle, sadece bu molekülün izlediği yol üzerinde iki nokta düşünüp, ancak bunlar arasındaki basınç-hız bağlantısından söz edebiliriz. (Gerçi, bu son şart bazı özel akım tiplerinde gevşetilebiliyor, ama bununla numuzla doğrudan bir ilgisi yok.)

Bernoulli etkisi bir çok değişik yerde gözlemlenebiliyor. Şüphesiz, uçak kanatları etkinin en önemli teknolojik uygulaması. Fakat,

burada örnek olarak beni en çok şaşırtan deneyi aktarmak istiyorum. Ortasındaki bir delikten hava üflenen düz bir tavan düşünün. Bu deliğe doğru düz bir tahta parçası yaklaştırılıyor. Tahta tavana iyice yaklaştırılıp arada çok küçük bir boşluk bırakılıyor. Tahtayı bıraktığınızda havada sabit durduğunu görüyorsunuz. (Bu deneyi iki kağıt ve bir pipetle ya da biraz daha genişçe bir boruyla (tükenmez kalemler bu işi görüyor) siz de yapabilirsiniz. Kağıtların düz durmasını sağlamak için kenarlarından katlamak gerekebilir.)

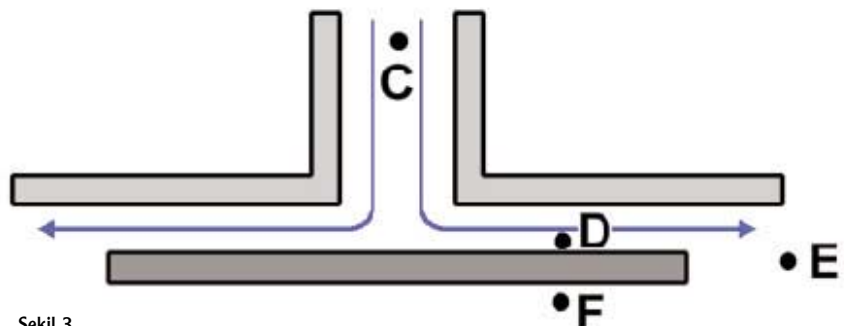
Delikten gelen hava, tahta ile tavan arasındaki küçük açıklıktan geçmek zorunda kaldığı için, bu ara bölgede daha da hızlanıyor. Bu hızlanmanın delik civarında artan basınç nedeniyle olduğunu düşünebilirsiniz. Sonuçta, tahtanın üzerinde hızla akan bir hava tabakası (dolayısıyla alçak basınç) ve altında da durağan hava (yüksek basınç) var. Bu da tahtayı yukarı doğru iten bir kuvvet oluşturuyor ve tahta havada asılı kalıyor. Olayı ilginç yapan şey, delikten çıkan havanın tahtayı aşağıya doğru itmesi. Bu nedenle, basınç farkından oluşan kaldırma kuvvetinin, hem bu itme kuvvetini hem de tahtanın ağırlığını dengelemesi gerekiyor.

Bu deneyi yukarıda verdiğimiz mantık ışığında nasıl açıklayabiliriz? İlk olarak söyleyebileceğimiz şey, kompresördeki (ya da ciğerlerimizdeki) C noktasının basıncının, aralık bölgedeki D noktasınınkinden yüksek olması. Hava C'den D'ye giderken hızlandığı için bu oldukça doğal bir şey. Peki, D noktasındaki basıncın F'dekinden düşük olduğunu nasıl söyleyebiliriz? Bunun da bir yolu var. Hava akımı E noktasında dışarı çıktığında diğer hava moleküllerine çarparak yavaşlar. Bu nedenle D'nin basıncı da E'dekinden düşük olmalı. Son olarak, E ve F dışarıda olduğundan basınçları aynı olacaktır.

Rüzgarlı havalarda bacadan dumanın çekilmesi olayı da aynı şekilde irdelenebilir. Rüzgarın eve çarpan ve bu nedenle yavaşlayan kısmını düşünün. Bu, ev civarındaki (ve içindeki) basıncın normal rüzgarınkinden fazla olduğu anlamına geliyor. Buna karşın baca, boyutları evinkinden küçük olduğu için rüzgarı fazla yavaşlatmıyor. Yani, baca civarındaki basınç rüzgarınkinden daha yakın. Bu nedenle evin içindeki duman daha düşük basınçtaki bacaya doğru çekiliyor.



Şekil 2



Şekil 3