



İçinde havanın olduğu yerçekimsiz bir ortamda yangın çıkarsa, alevler dağılır mı ya da yine aynı yerde mi kalır? Bu konuda NASA'nın internette bir deney sayfası var ama tam olarak anlayamadım.
Bahadır Akcan

1997 yılında Mir uzay istasyonunda çıkan yangın, ağırlıksız ortamlarda da yangının ciddi bir tehdit olabileceğini gösteriyor. Bu nedenle NASA, bu ortamlarda ateşin yanması konusunda yapılan temel araştırmalara hız verdi. <http://exploration.grc.nasa.gov/com-bustion/web/faq.htm> adresinde bu araştırmalar konusunda detaylı bilgi alabilirsiniz. Burada önemli gördüğüm birkaç nokta üzerinde durarak sorunuzu cevaplamaya çalışacağım.

Uzay istasyonlarındaki ateş, yeryüzündeki-lerden farklı özelliklere sahip. Bu farklılığa yol açan en önemli etken, yerçekimi ile doğrudan bağlantılı olan havanın kaldırma kuvveti. Öncelikle Arşimet'in adıyla anılan kaldırma kuvvetiyle yerçekimi arasındaki ilişkiyi hatırlayalım. Yeryüzünde hava basıncının yükselerek çıktıkça azaldığını biliyoruz. Bunun tek sorumlusu, yerçekimi nedeniyle havanın sahip olduğu ağırlığı. Atmosferdeki hava, kendi ağırlığı kadar kuvveti daha aşağıdaki havaya uygulayarak bunların sıkışmasına neden olur. Yere yakın yerlerdeki hava, tüm atmosferin yükünü taşıdığından yüksek basınçlı, daha yükseklerdeki hava da atmosferin sadece kendi üzerinde kalan kısmını taşıdığından daha düşük basınçlıdır.

Arşimet'in kaldırma kuvveti de basıncın yükseklikle değişmesinden kaynaklanıyor. Havadaki herhangi bir cisme hava her yönden baskı yaparak değişik yönlerde basıncıyla orantılı kuvvetler uyguluyor. Cismin altındaki basınç, üstündekinden daha yüksek olduğu için de, cismi yukarı doğru kaldıran net bir kuvvet elde ediliyor. Eğer cismin ortalama yoğunluğu havanınkinden düşük ise (balonlarda olduğu gibi), bu durumda kaldırma kuvveti cismin ağırlığından yüksek olduğu için cisim yukarı doğru yükseliyor. Fakat burada "ısınan hava yükselir" diye özetlenen sonucu kullanmamız yeterli (çünkü ısınan havanın yoğunluğu daha düşüktür).

Uzay istasyonlarında yerçekimi olmadığından, aracın içindeki havanın basıncı her yerde aynı ve bu nedenle de herhangi bir kaldırma kuvveti oluşmuyor. Dolayısıyla ısınan havanın "yükselmesi", daha doğru bir şekilde ifade etmek gerekirse, bulunduğu yerden başka bir yere gitmesi söz konusu değil. Bunu "uzayda yukarı diye belirli bir yön yoktur" diyerek de açıklayabiliyoruz ama temel neden kaldırma kuvvetinin yokluğu. Isınan hava sadece bulunduğu yerde genişliyor, o kadar.



Yerde yanan mum.

Şimdi yeryüzünde yanan bir mum düşünelim. Yüksek sıcaklık nedeniyle mumdan buharlaşan hidrokarbonlar alev olarak gördüğümüz gaz içinde yüzlerce farklı tepkime sonucu bölünerek ve oksijenle birleşerek yanmayı gerçekleştiriyorlar. Bu gaz sıcak olduğu için yükseliyor ve yerini kısmen alttan gelen havaya kısmen de mumdan sürekli buharlaşan yeni gazlara bırakıyor; böylece de mumun tipik alev şekli ortaya çıkıyor. Burada iki anahtar sonuç bizim için önemli. Birincisi, mumun alevinin yükseliyor olması, mumdan önemli miktarda ısı uzaklaştırıyor. Yani, bir anlamda mum soğutuluyor; ama bu soğutma mumun sönmesine neden olacak kadar yüksek değil. İkincisi de, yükselen alevin yerini kısmen alttan gelen hava dolduruyor. Havanın içindeki oksijen de yanmanın devam etmesi için gerekli.

Uzay istasyonlarında bu iki olay da söz konusu değil. Öncelikle, sigara ateşi örneğinde olduğu gibi "içten içe yanma" dediğimiz alevsiz yanmayı düşünelim. Yeryüzünde, ısınan havanın yükselmesi, bu tip ateşlerin soğumasını sağlıyor ve bir çok durumda da ateş, alev almadan kendiliğinden söniyor. Buna karşın, uzayda ısınan hava ateşin etrafında kaldığı için, ateşin soğuması engelleniyor. Dolayısıyla bu tip ateşlerin daha uzun süre yandığı ve daha hızlı yayıldığı gözlenmiş. Bu nedenle uzay istasyonlarındaki en büyük tehlikelerden biri bu tip yanmalar.

Şimdi de alevli yanma durumunu düşünelim. Örneğin uzay mekiğinde bir mum yakılrsa ne olur? Alevi oluşturan sıcak gazlar buldukları yerde genişlediği için, alev, fitilli çevreleyen küresel bir şekil oluşturuyor. İlk bakışta yanmanın devamı için gerekli oksijenin bu kürenin iç bölgelerine ulaşamayacağı ve dolayısıyla ateşin bir süre sonra söneceği düşünülebilir. Ama yapılan deneyler yanmanın uzun süre devam ettiğini gösteriyor (deneylerden birinde mum yarım saatten uzun yakılmış).



Uzay istasyonunda yanan mum.
Alevin zayıf ışığı fotoğraflandığı için,
resmin altında kalan mum görünmüyor.

Bu durumda oksijen yanmanın gerçekleştiği bölgeye ulaşıyor ama değişik bir mekanizmayla: Yayınım (difüzyon) olarak adlandırdığımız, moleküllerin rasgele hareketleri sonucu oluşan dağılmaya benzer bir hareketle. Havadaki oksijen yayınımla aleve sızıyor ve karbondioksit, su gibi yanma ürünleri de yine aynı yolla alevden uzaklaşıyor. Yeryüzündeki mumdaysa, oksijen alev bölgesine taşınım (konveksiyon) dediğimiz hareketle, hava akımları yoluyla doğrudan ulaşıyordu. Yayınım, taşınımından daha yavaş işlediği için de uzaydaki ateş daha yavaş yanıyor. Bu nedenle alev daha soğuk. (Fotoğrafta görülen mavi ışık, alevin görece soğukluğunun bir sonucu.)

Ateşin temel ısı kaybetme mekanizması ise ışıma, yani ışık (büyük oranda kızılötesi ışık) yayınlanarak yanma sonucu ortaya çıkan enerji ortamdan uzaklaşıyor. Işıma, yeryüzünde gerçekleşen taşıma yoluyla ısı kaybından daha yavaş işliyor. Kısacası, uzaydaki ateş oksijenle daha yavaş beslendiği için daha yavaş yanıyor ama aynı zamanda daha yavaş ısı kaybediyor. Böylece yanma sürekli devam edebiliyor. Bütün bunlar, vantilatör gibi aletler istasyonda hava akımları yaratıyorsa değişik (astronotların da havalandırmaya ihtiyacı var). Hava akımları, ateşi oksijenle daha çok beslediği için, ateş çok daha şiddetli oluyor. Bu da yangınları daha ciddi bir sorun yapıyor. Astronotların bu durumda ilk işleri bütün vantilatörleri kapatmaktır.

Alevi oluşturan kürenin neden belli bir çapı olduğu ve neden genişlemediğine gelince. Yanmanın gerçekleştiği gaz aslında sürekli genişliyor ve ortama dağılıyor, ama bunlar ışıma yoluyla ısı kaybedip bir süre sonra yeterli kadar soğuyorlar. Bu aşamadan sonra da artık gözle görünür ışık yayınlamıyorlar. Yani, yanma ürünleri sürekli ortama dağılıyor ama alev olarak adlandırdığımız, görünür ışık saçan bölge her zaman aynı yerde kalıyor.