

# “SAÇ YOLDURAN” SİNEMA FİZİĞİ - 1

Sinemaya kelimenin tam anlamıyla eğlence için giden teknoloji hastaları için kuşkusuz en zevkli kısım, film bittikten sonra, tüm ayrıntıları birer birer tahlil edebilecekleri, eleştirebilecekleri ve tartışabilecekleri zaman başlar. Ama, sözde en akli başında sahnelerin bile fizik yasalarını açık biçimde yok sayması, film bittikten sonra insanın midesinin ağzına gelmesi için yeterli. Sinema filmi endüstrisi kendini kötü fiziğin şeytanlarına karşı korumak konusunda, bir türlü sınıfı geçiyor. Bu yazı, acınacak haldeki bu konuyu düzeltmek umudu taşıyan bir kamu hizmeti olarak sıradan fiziğe hâlâ inananlar tarafından hazırlanmış bulunuyor. Çocukların zihinlerinin ve vektörleri öğrenme konusundaki yeteneklerinin tehlikede olmasının yarattığı ürküntüyle, tüylerimizi diken diken ediyor.

## Film Fiziği Değerlendirme Sistemi

Bu misyoner ruhlu grup, fizik terbiyesi adına, hız ve yönlü hız arasındaki farkı bildikleri bir dünyada büyümlerini sağlayarak dünyanın her yerindeki çocukları korumak adına, filmleri aşırı kötü fizikleri açısından sınıflandırma sorumluluğunu üzerine alıyor. Sistem şu şekilde:

### İF: İyi Fizik

**NİF:** Neredeyse İyi Fizik (kusurları, komik olmak için yeterli)

**NİF-13:** 13 yaşından küçük çocuklar filmdeki fiziğin doğru olduğuna inanabilirler, anne-baba gözetiminde izlenmesi önerilir.

### Ö: Ögürtü

**XF:** Bilinmeyen bir evrenden fizik

**DD:** Değerlendirme dışı. Açık seçik bir biçimde parodi, fantezi, çizgi film olan ya da bir çizgi romandan uyarlanmış bir film değerlendirilemez, ama yine de tartışmaya değer bazı ilginç fizik bölümleri olabilir.

## Genel Kötü Film Fizikleri

Bazı onur kırıcı film fizikleri, bizim teker teker örnek vererek sınırlandırmamız gereksiz kılacak kadar sıradan. Sözlü klişelerin edebiyata yaptığını, görsel klişeler haline gelmiş bu örnekler de sinema için yapıyorlar. Casablanca gibi gerçekten iyi filmler, heyecan uyandırmak için sözlü klişelere gereksinim duymaz. İyi senaryo, karakter geliştirme ve parlak diyaloglar gibi daha az glitzy tekniklere başvururlar. Gereksiz tekrarlardan kaçınmak için, genel kötü fizik maddelerini şu şekilde listeledik:

## Alev Alev Yanan Arabalar

Filmlerdeki arabaların, herhangi bir şeyle çarpışır çarpışmaz nasıl alevler içinde patladığını hiç farkettiniz mi? Bunlar arasında bizim favorimiz, yüksek bir yerden düşen bir otomobilin yere çarpmadan hemen önce patladığı sahneler. Bu sahneler, adeta otomobilin benzin deposu birdenbire korkuya kapılıyor ve Dünya'ya çarpmanın düşüncesiyle infilak ediyormuş izlenimi veriyor. Bereket versin ki, fizik yasaları bu kadar işbirlikçi değil.

Benzin, havadaki benzin buharı oranının % 0,8 - 6 arasında olduğu, çok dar bir yanabilirlik aralığına sahip. Bir başka deyişle, buhar-hava karışımı tamamına bu belirtilen oranda olmadıkça, patlamak şöyle dursun, gazın yanması bile olanaksız. Burada söz ettiğimiz şeyin “buhar” olduğunun, mutlaka dikkate alınması gerekli. Çünkü sıvı benzin yanabilmek için, öncelikle buhar haline dönüşmelidir. Gerçi benzin kolaylıkla buharlaştığı için, bu pek de ciddi bir problem sayılmaz.

Bir otomobilin patlayabilmesi için, benzinin buharlaşabilmesi ve havayla tam olarak doğru oranda karışabilmesi gerekli. Bu da ancak, çarpışma sırasında benzin deposunun felaket bir biçimde parçalanması ve katıksız bir benzin dumanının çok geniş

bir alana yayılmasıyla gerçekleşebilir. Bunun ardında, doğru orandaki benzin-hava karışımı kendine bir ateşleme kaynağı bulmalıdır. Arabaların benzin depoları, hayli fazla bir etki kuvvetine dayanacak biçimde yapılırlar ve genellikle arabanın iskeletinin kirişlerinin arasında yer alan oldukça korunaklı bir alana yerleştirilirler. Otomobilin motorundaki bildik ateşleme kaynaklarıysa, genellikle aracın diğer ucunda yer alır.

Filmlerde resmedilene göre, benzin depoları kolayca kırılabilir bir yapıdadır. Benzinse, buharlaşma ve karışma süreçlerinin mili saniyeler ölçeğinde bir zaman dilimi içinde gerçekleşmesini sağlayacak kadar uçuşu bir sıvı. Bunların biraraya gelmesi de, genellikle, kendine kolaylıkla bir ateşleme kaynağı bulan patlayıcı bir karışımla sonuçlanır. Neyse ki tüm bu süreçler, filmlerdeki gibi böylesine kolay değil. Aksi taktirde insanlar arabalarının benzin depolarını doldururken, düzenli olarak kendi kendilerini patlatıyor olabilirlerdi.

Yanmakta olan araç kaza yapmış bir araba bile olsa, patlama olasılığı çok düşüktür. Bir benzin deposu ancak, patlayıcı bir karışım içeriyorsa ve alevlerin girmesi için bir açıklığı varsa patlayabilir. Daha da akla yakını, yangının depodaki benzin buharlaştıracak ve en sonunda aşırı basınç nedeniyle patlamasına neden olacak biçimde benzin deposunun dış yüzüne çarpmasının gerektiğidir. Bu durumda bile, eğer buhar depodan yeterince hızlı kaçabilirse, benzin deposu patlamayacaktır. Çoğu yangın motor bölümünde başlar ve depo yere benzin sızdırmadığı sürece, arka tarafta benzin deposunun bulunduğu alana yayılmaz. Böyle bir durumda da patlamının oluşabilmesi için, yine bir dizi olayın tam doğru şekilde gerçekleşmesi gerekir.

Gerçekten çok nadiren rastlanıyor olsalar da, patlayan arabalar emniyet kemeri takmamak için

geçerli bir mazerettir. Omurgasında bir yaralanma olan bir kişiyi kaza yapmış bir araçtan dışarıya doğru çekerek gereksiz bir biçimde tehlikeye atmak, kaza yerlerindeki seyircilerin özel ilgi alanına girer. Yaygın Hollywood tasvirleri, bu tür zararlı yanlış anlamaları körükleme konusunda da oldukça etkili.

#### Mac 10 Problemi

Dakikada 600 kez ateş edebilen Uzi gibi 9 mm.lik makineli tüfekler filmlerde oldukça popülerse de, gerçek aksiyon kahramanlarının 45 kalibrelik Mac 10'ları tercih ettiğini herkes bilir. Bunlar daha büyük mermileri dakikada 1000 kez ateşleyebilir, bir başka deyişle bir dakikada bu sayıda mermi saçabilir. Otuz mermilik bir şarjörleri (mermileri saklayan uzun siyah şey) vardır ve tüm ölçütlere göre ölümcül silahlardır.

Filmler, iyi adamlarla kötü adamların dakikalarca ateş ettikleri sahnelerle doludur. Cephanenin yeniden doldurulması ya da bitmesi hiç kimse için pek ilgi çekici olmasa da, konunun ağırlığına el koymaktan kendimizi alıkoyamıyoruz.

İlk olarak bir Mac 10'daki otuz mermilik bir şarjörün, sürekli bir ateşin yalnızca 1,8. saniyesinde tükeneceğini belirtmemize izin verin! Eğer nişancımız toplam olarak yaklaşık 3 dakika boyunca durmaksızın ateş etmeye devam ederse, Mac 10'u çevreye her bir parçası kabaca 15 gram olan 3000 kurşun yığını saçacaktır. Bu yığın 45 kilogram gelir ve 3000 fişeklik şarjörlerin ya da yere saçılan onca boş şarjörün ağırlığını açıklamaz.

Dikkat çekmek istediğimiz ikinci noktaysa, mermilerin, silahın parçaları üzerinde çok yüksek baskı yaratan yüksek basınçlar oluşturan bazı çok sıcak gazlar tarafından ateşlenebilir olduğu. Ateşli bir silah, ancak yüksek sıcaklıktaki gazların yanmasının, silahın soğumak için yeterli zamanı olmaksızın defalarca ardarda gerçekleşmesi koşuluyla, yüksek basınç ve streslere dayanabilir. Bu sıcaklık döngüsünü 3000 kez ardarda çalıştırmak, Mac10 gibi hafif bir makineli tüfeği (3000 kez ateş etmeye dayanabildiğini varsaysak bile), kıpkırmızı sıcak bir hurda metal yığınına dönüştürebilir.

Daha yavaş ateşleme hızındaki 9 mm. makineli tüfekler ağırlık problemlerini azaltabilirse de, gerçek aksiyon kahramanları her bir elinde birer tane taşıdıkları Mac10'ları kullanıyor gibi görünüyor. Soğutma sistemlerini bir kenara bırakın, kahramanların tekerlekli el arabalarıyla cephaneyi taşıyan arka-



daşlarının nerede olduğunu sormaktan bile kendimizi alıkoyamıyoruz.

#### Pencere Sorunları

Pencere (windows) sorunlarıyla kastettiğimiz Bill Gates'in içinde bulunduğu sıkıntılar olduğunu sanıyorsanız yanılıyorsunuz. Gönderme yapmak istediğimiz şey, filmlerdeki pencerelerin basit fizik yasalarına uymayı reddediyor oluşu. Görünen o ki, Hollywood'daki hiç kimsenin şimdiye kadar bir parça kırılmış camı yerden kaldırmışlığı ve bunun sonucunda kesilerek kanaması kaçınılmaz olan bir parmak yüzünden acı çekmişliği yok.

Kırık cam parçalarının jilet kadar keskin olduğunu söylemek, bir şeyi olduğundan haff gösteren bir ifade olur. Paramparça olmuş bir pencere, binlerce kenar ve kama gibi sivri uçlar demektir. Bu uçlardan ya da kenarlardan herhangi birinin bir yaralanmaya sebebiyet vermesi, neredeyse hiç kuvvet gerektirmez. Buna rağmen, filmlerdeki insanların cam pencerelerden her nasılsa, tek bir sıyrık bile almadan atlama, oldukça alışılmış sahneler.

Kırılmış bir cam, pencereden içeri dalan birinin yerini kesmek için en azından iki sağlam mekanizmaya sahiptir: ağırlığı ve eylemsizliği. Birincisinin

sayesinde, ağır büyük cam parçaları giyotin gibi, insan bedenini dilimleyecek şekilde düşer. İkincisinin sonucundaysa, bir insan atlayarak ya da daha da kötüsü motosikletle bir pencereden içeri daldığında, cam kırıkları eylemsizlikleri nedeniyle, oldukları yerde kalma eğiliminde olacaktırlar. Onları hareket ettirmenin tek yolu, bir kuvvet uygulamaktır. Eğer kişinin bedeni bu kuvveti bir cam parçasını kenardan iterek sağlarsa, cam parçası doğrudan giysin, derinin ve etin içine doğru girecektir. Bu nedenle gerçek dünyada cam bir pencereden içeri doğru dalmak, intihar etmek anlamına gelebilir.

Kazayla bir camın içine düştüğü halde, ciddi bir yaralanmaya uğramadan kurtulan kimseler, kuşkusuz, vardır. Ancak unutmayın ki, Ebola virüsüne yakalandığı halde kurtulmuş insanlar da var. Her iki durumda da, kurtulanların dışında kalanların pek de iyi durumda oldukları söylenemez.

Güvenli cam, tamamen düşük ağırlık ve eylemsizliğe sahip küçük parçalara dağılacak ve dağılan parçaların keskin değil yuvarlatılmış kenarları olacak biçimde tasarlanmış olduğu için, yaralanmaların ciddiyetini önemli ölçüde azaltabilecek de, tamamen ortadan kaldıramaz. Kaplamalı cam, cam tabakaları arasına yerleştirilmiş ince bir plastik tabakası içerir. Bu özellik, kırılmış camın parçalarının etrafa fırlamasını engeller.

Güvenli cam, eşit kalınlıktaki sıradan bir camdan 4-10 kat arası daha güçlüdür ve içine düşülecek yumuşak bir yüzey olması ihtimali çok düşüktür. Tüm otomobil pencereleri, güvenli camın bir türünden yapılmıştır. Ancak yine de, kafataslarının araba camlarına çarpması genellikle, kemiklerin ya da dişlerin kırılması türündeki yaralanmalarla sonuçlanır.

Güvenli camdan yapılmış bir pencereden içeriye atlayan bir kişi, normal bir camdan içeri atmış olsaydı başına gelecek ciddi bir yaralanmadan kurtulmuş olsa da, en azından küçük kesiklere dayanması gerekecektir. Kafadaki ya da yüzdeki küçük bir kesik bile, bir insanın kanlar içindeki acayip bir yaratık gibi görünmesi için yeterlidir.

Eğer pencerelerden içeriye atlamak bu kadar güçse ve sonuçta ortaya çıkacak görüntü bir keçap banyosu yapılmıştan farklı olmayacaksa, peki o halde bunu filmlerde nasıl yapıyorlar? Yanıt aslında ol-







dükka basit; ya gerçekten güvenli cam kullanıp dublör cama ulaşmadan kısa bir an önce küçük patlayıcı maddelerle camı kırıyorlar, ya da cam falan kullanmıyorlar. True Lies filminin, ilk bahsedilen durum için oldukça iyi bir örnek olabilecek bir sahnesi var. Arnold Schwarzenegger'in tuvalette ölümle burun buruna geldiği sahneden sonra, terörist bir mağazaya doğru koşar ve kaçmak amacıyla mağazanın vitrin camından içeriye doğru atlar. Eğer sahne yavaş çekimde oynatılırsa, terörist daha cama çarpmadan hemen önce, camın sol kenarının ortasına doğru giden küçük patlayıcı parçalardan biri kolaylıkla görülebilir.

Eski zamanlarda film yapımcıları cam kırılması sahnelerinde, şekerden yapılmış düz yüzeyler kullanıyorlardı. Bu şekerleme camlar, gerçekten de cam gibi görünür ve cam gibi kırılırdı, ama hiç keskin kenarları olmazdı. Daha sonraki zamanlarda şekerin yerini, güvenliksizden herhangi bir sorun yaratmaksızın camı taklit edebilen, SMASH! plastic isimli bir ürün aldı. Aynı şirket, kırılmış cam gibi görünür ve herhangi bir yaralanma riski olmaksızın üze-

rinde yürünebilen bir silikon türü üzerindeki çalışmalarına da devam etmekte.

#### Düşmeler

Eğer evhamlı anneler gibi davranıyorsak lütfen bizi affedin, ama yüksek yerlerden düşmenin nezleden bir parça daha ciddi olduğunu belirtmekten kendimizi alıkoyamıyoruz. Bu durumun kaynağı, aslında oldukça basit bir denkleme dayanıyor; bir cisimde saklanan gerçekimsel potansiyel enerji, düşme boyunca kinetik enerjiye dönüşür. Mermileri ölümcül hale getiren kinetik enerji de, aynı tür bir kinetik enerjidir.

Örneğin, 45 kalibrelik mermimiz 0,015 kg.lık

bir kütleyi ve 288 m/s'lik bir namlu çıkış hızına sahiptir. Kinetik enerji, bir nesnenin kütlesinden ve hızının büyüklüğünden, aşağıdaki denklemi kullanarak hesaplanır:

$$KE = 1 / 2 mv^2$$

Yapılan hesaplamayla, böyle bir merminin 619 Joule'luk kinetik enerjiye sahip olduğu sonucuna varılır. Karşılaştırma yapmak için, 63,2 kg. kütlesinde dal gibi bir kahramanımız olduğunu ve bu kahramanımızın yatağında uyumakta olduğunu varsayalım. Yatağın Başkan Lincoln'inki gibi eski moda, iki kişilik yatak olduğunu ve bu nedenle normalden birazcık daha yüksek - mesela 1 metre - olduğunu kabul edelim. Kahramanımız, hain kişilerce yazılmış çapraşık senaryo doğrultusunda, yataktan düşüyor. Kahramanımızın yataktayken potansiyel kinetik enerjisi  $PE = mgh$  denklemiyle hesaplanabilir. Bu denkleme  $m$  kütle,  $g$  yerçekimi ivmesinin büyüklüğü (9,8 m/s<sup>2</sup>),  $h$  ise yüksekliktir. Buradan, kahramanımızın yataktaki potansiyel enerjisi 619 Joule olarak hesaplanır. Bu enerji düşme boyunca kinetik enerjiye dönüştüğüne göre, kahramanımız

## Camın Karşı Koyulamaz Çekiciliği!

Kahramanımız kaldırımda son derece masum bir şekilde duruyorken, aniden uğursuz bir araba köşeyi dönüverir ve yavaşça açılan camdan dışarıya doğru bir namlu uzanır. Kahramanımız bir anda durumu fark eder, ama - dan!! - ve artık çok geçtir.. Ayakları yerden kesilir ve metrelerce havada uçarak, en yakındaki dükkanın vitrin camına girer. Ancak, kurşun geçirmez yelek giydiği için şanslıdır. Böylece ölmekten kurtulur, biz de filmi izlemeye devam edebiliriz.

Eğer sahnede yakın planda bir dükkan vitrini yoksa bile, vurulan kurban mutlaka bir barın arkasındaki içki şişelerine, dev bir aynaya ya da başka herhangi bir büyük cam cisme doğru uçar. Bu sahneyi görmeye o kadar alıştık ki, eğer bilmiyorsak, Hollywood'un yeni bir fizik kanunu keşfettiğini düşünmemiz isten bile değil: Camın vurulan kurbanlar üzerindeki çekim gücü!

Hollywood'un "açıklama-savunma" ekibi, mutlaka bu durumu, "kahramanın tüfeğinin patlama gücü nedeniyle geriye savrulduğu" şeklinde yorumlayacaktır. Tabii ki, tamamen rasgele şanstıran bağımsız olarak, geri planda da %98 cam cisimler olur. Yazık ki, günümüz fizik kuralları aynı fikirde değil..

Bir fişek dolusu ağır saçmanın yeleğe çarpışını, esnek olmayan bir çarpışma gibi düşünürsek, kurşunların hedefi olan kurbanın kinetik enerjisinin, saçmaların çarpışma öncesindeki kinetik enerjisinden daha az olması gerekir. Burada "kaybedilen" kinetik enerji aslında kaybolmaz, yalnızca hal değiştirir. Bir kısmı şok dalgalarına dönüşerek, kurbanda yara-bere ve olasılıkla birkaç kırık kaburgaya mal olur. Bir kısım da ısıya dönüşür.

Çarpışma sırasında kinetik enerji "kaybedilse" bile, momentumdan hiçbir kayıp olmaz. Kurbanın momentumu, saçmaların ilkin momentumuna eşittir. Çarpışmayı, momentumun korunumu ilkesini kullanarak inceleyecek olur-

sak, vurulan kurbanın geriye doğru ivmesini hesaplayabilir ve gerçekten o denli bir şiddetle savrulup savrulmayacağına karar verebiliriz.

Bu incelemeyi yapabilmek için, bazı basitleştirici kabullenmeler yapmalıyız. Fizikçiler ve mühendisler (ki uygulamalı fizik bilimcileri olarak düşünülmeliler), bir olayın gerçekleşme olasılığını hesaplayacaklarında, sıklıkla en basit mantıklı işlemde ya da modelden yararlanırlar ve olayın gerçekleşmesini destekleyen kabullenmeler yaparlar. Bunun nedeni de şudur: Eğer mantıklı kabullenmeleri içeren basit bir model bile herhangi bir etki oluşmayacağını gösteriyorsa, daha ayrıntılı bir model üzerinde çalışmaya gerek yoktur.

Şimdi, olayın gerçekleşme olasılığını artıracak bir kabullenme olarak geriye savrulmayı engelleyen sürtünme etkisini ihmal edelim ve bir cismin momentumunu hesaplamakta kullanılan eşitliğe bakalım:

$$p = mv$$

Eşitlikte  $p$  momentumu,  $m$  kütleyi,  $v$  de ivme-yi temsil ediyor.

Saçmanın kurbanla çarpışması öncesinde, kurbanımız hareket etmediği için momentumu da sıfıra eşit. Bu da şu anlama geliyor: Dikkate almamız gereken tek şey, saçmanın momentumu. İşimizi kolaylaştırmak için, saçmaları tek bir cisim olarak düşünelim. Ancak, her bir saçma tanesinin momentumunu ayrı ayrı hesaplayıp sonra eklemek de aynı sonucu veriyor.

Çarpışmadan sonra, yani kurban ve saçmalar birbirine yapıştığında, bu kez de yalnızca birleşik kütlelerine ait momentumu hesaplamamız gerekiyor. Çarpışma öncesine 1, çarpışma sonrasında da 2 demiş olalım ve momentum eşitliğini " $p_2 = p_1$ " şeklinde gösterelim. Gerekli değerleri yerine koyunca, aşağıdaki eşitliği elde ediyoruz:

$$m_2v_2 = m_1v_1$$

Kahramanımızın çarpışma sonrasındaki ivmesini hesaplamak istediğimize göre, eşitliği şimdi de şu şekilde getirelim:

$$v_2 = (m_1/m_2)v_1$$

Kahramanımızın ivmesinin, kendi kütlesi ve saçmanın kütlesi arasındaki oranla orantılı olduğunu görüyoruz. Kahramanımız 80 kg, saçma 0.0318 kg ve saçmanın ivmesi de 486 metre/saniye olsun:

$$v_2 = [(0.0318 \text{ kg}) / (80 \text{ kg})] \times (486 \text{ m/s}) = 0.193 \text{ m/s}$$

Bu da, saatte yaklaşık 695 metreye denk geliyor. Bir insanın saatte ortalama 6,5 km hızla yürüyebildiğini göz önüne alacak olursak, vurulan kurbanların bir tüfek patlaması nedeniyle camdan içeri girmesi falan pek olası görünmüyor.

Aslında bir sorunumuz daha var. Momentumun korunumu, vurulan kurbanlar kadar, tetiği çeken kötü adamlar için de geçerli. Başka bir deyişle, ateş ettikten sonra silahın geri tepiş, tetiği çeken kişiye de kurşunun ve yanan baruttan çıkan sıcak gazların ileri yöndeki toplam momentumuna eşit miktarda ve geriye doğru bir momentum verir. Kurşun hedefi bulunduğu, kurbanımız yalnızca kurşunun çarpışmadan hemen önceki momentumundan etkilenir. Kendisine kadar ulaşmayan sıcak barut gazlarından etkilenmeyecektir. Ayrıca sürtünme nedeniyle, kurşunun namludan çıktığı andaki momentumu da biraz olsun azalmış olacaktır. Bu yüzden de, tetiği çeken kötü adam nasıl en yakınındaki dükkanın camından içeri doğru uçmuyorsa, vurulan kurbanın en yakınındaki cam cisme doğru uçuşa olasılığı ondan çok daha düşüktür.

Bir pencereden içeri geçme olasılığını doğuran bir etken, ancak istemsiz kas kasılması olabilir. Örneğin kurban o anda donup kalmışsa, vurulduğu anda istemsiz olarak kendini geriye doğru atabilir. Ancak böyle bir olasılığı doğrulamak için kimsenin bu deneyi yapacağını sanmıyoruz...

yere 45 kalibrelik bir merminin kinetik enerjisiyle çarpır.

Neyse ki kahramanımız yaşıyor, çünkü düşmenin enerjisi mermininkinden çok daha geniş bir alana dağıtılmış durumda. Yine de çevrenizdekiler arasında ufak bir soruşturma yaparsanız, olasılıkla benzer bir yükseklikten düşme sonucunda bir yeri kırılmış kişilere rastlamanız pek de güç olmayacaktır.

Bu hesaplamalardan çıkan genel prensip, yüksekliğe eklenen her bir metrenin, 45 kalibrelik bir merminin kinetik enerjisini eklemekle aynı şey olduğu. Bu nedenle bir aksiyon kahramanı için son derece sıradan olan yalnızca 6 metrelik yükseklikteki bir yerden düşüş, kinetik enerjinin büyüklüğü açısından bakıldığında, aynı anda altı tane 45 kalibrelik mermiyle vurulmaya eşdeğerdir.

Kahramanımızın önceki örnekteki dal gibi bir delikanlı yerine, 109 kg.lık bir vücut geliştirici olduğunu varsayalım. Şimdi altı metre yükseklikten yavaşca bir düşüş, aynı anda onsekiz tane 45 kalibrelik mermiyle doğrudan hedefe yapılan atış sonucunda vurulmak gibi olacaktır. Neyse ki kahramanlarımız ne kadar iriyse, düşmeleri de o kadar zor oluyor.

Mermilerin, kalp ya da beyin gibi hayati organları kolaylıkla delip geçebildikleri için, inanılmaz derecede öldürücü oldukları doğru. Yaya kaldırımında yürürken başınıza gelecek bir düşme, kuşkusuz içinize bir merminin işleme gibi olmayacaktır. Ancak yine de, kurşun geçirmez bir yelek giymiş olsanız bile, tam hedefe doğru yapılan bir atış sonucu 45 kalibrelik bir mermiyle bırakın onsekiz kez vurulmayı, altı kez vurulma sonucunda bile yaralanmadan kurtulmanız, neredeyse bir mucize!

### Dış Uzay Patlamaları

Star Trek orijinalinde bunu doğru yaptı. İlk bölümlerde dış uzayda bir şey patladığında, ses çıkartmıyordu. Bu durum, uzayda sesi iletilecek havanın olmayışından kaynaklanıyordu.

Ses, yayılmak için herhangi bir tür maddenin varlığına gereksinim duyan bir basınç dalgasıdır. Atmosfer basıncında 340 m/s'lik oldukça sakin bir hızla hareket eder. Öte yandan ışıkta, bir elektromanyetik dalgadır ve iletimi için herhangi bir maddenin varlığına gereksinim duymaz. Boşlukta 300.000.000 m/s'lik hızla hareket eder.

Evet, bir patlama belki de gitgide genişleyen ve sonunda yörüngesindeki bir uzay gemisine çarpacak bir gaz bulutu oluşturacaktır. Bununla birlikte, bu genişleyen gaz bulutu uzay boşluğunda çok düşük bir yoğunluğa sahip olacaktır. Belli bir uzaklıktaki bir gemiye çarptığında oluşturacağı patlamaysa, olasılıkla, uzay gemisine doğru karşı yönden esen şiddetli bir rüzgar gibi ses çıkaracaktır.

Ne yazık ki Star Trek yazarları bile en sonunda sektör baskılarına yenildi ve patlama sahnelerine ses efektleri eklemeye başladı. Bu da yetmiyormuş gibi, sesleri patlamaların görüntüsüyle eşzamanlı olarak getirmeye, yani sesleri ışık hızında hareket ediyormuş gibi göstermeye başladı.

Star Wars'ın avukatlarıysa, geminin bilgisayarlarının patlamayı önceden fark ettiğini ve gemi ekibi ni bilgilendirmek için gürültünün simülasyonunu çıkarttığını söylüyor. Bize sorarsanız bilgisayarın yüksek bir gürültü sesi çıkartmaktansa, bir düşman gemisinin, gemimizin burnunun sol tarafında patladığı şeklinde bir rapor vermesi gemi ekibi için çok daha yararlı olurdu.



Ayrıca şunu da belirtmek isteriz ki, dış uzayda patlayan bir uzay gemisini izlemek, Dünya'daki benzer bir patlamayı izlemekle karşılaştırıldığında, gayet tehlikeli olacaktır. Patlayan uzay gemisinin yattığı şarapnel ve enkaz parçaları, aynen Dünya üzerinde yapacakları gibi, çok yüksek ilk hızlara ulaşacaktır. Bununla birlikte, bu parçaları yere doğru çekecek herhangi bir yerçekimi ve yavaşlatacak bir hava sürtünmesi olmadığından, enkaz birşeye çarpma değin sonsuza kadar düz çizgiler halinde dışarıya doğru hareket edecektir.

Bir uzay gemisi patlamadan ne kadar uzak olursa, kendisine çarpacak enkaz parçalarının sayısı da o kadar az olacaktır. Öte yandan, gemi patlamaya ne kadar uzak olursa olsun, çarpan parçalar patlamanın hemen dibindeyken sahip oldukları kinetik enerjinin aynısına sahip olacaklardır. Bir uzay gemisi patlamaya olan uzaklığının kazandırdığı zamanı, kalkanlarını kaldırmak ya da riski yok etmek için kullanmalıdır. Patlayan uzay gemileriyle kuşatılmış umutsuz bir savaş alanında bulunmak ve hiç kalkanla sahip olmamak, kesin ölüm anlamına gelebilir.

### Görünür Lazer Işınları

Güvenlik sistemlerinden uzay yolculuklarına, kolaylıkla görünen lazer ışınları sinema deneyimlerimizin oldukça geniş bir bölümünü oluşturur. Genellikle gerçeği hiç mi hiç yansıtmadıkları için, filmlerdeki kötü fiziğin önde gelen örneklerindedirler.

Çok ışınlı lazer güvenlik sistemleri, Hollywood'da sıkça rastlanan bir senaryo aracıdır. Filmler, bıyık usanmadan tekrar tekrar, karakterlerin, profesyonel güvenlik budalalarının sözde hırsızları akrobatlar haline getirerek bizi eğlendirmek için, gelişigüzel yerleştirilmiş lazer ışını labirentleriyle dolu yollarda ilerledikleri gerilim dolu sahneler sunuyor. Birbirine çok yakın paralel ışınların basit bir düzenleniş de yeterince akrobasi gösterisi olabilir, ama kesinlikle bu kadar eğlenceli olamaz.

Ne yazık ki gerilim dolu eğlence, görünür ışınları gerektiriyor. Tipik bir kırmızı lazer işaretçisi kullanan herkes, görünür lazer ışınlarının loş ışıklı du-manalıtı odalar kadar sıradan olduğunu bilir. Bir la-



zer işaretçisini normal koşullar altında yaktığımızda oda boyunca çarpıcı şekilde yayılan bir görünür ışın değil, yalnızca zayıf bir ışık noktası elde edersiniz. Bir lazer ışını ancak seyrek yoğunlukta bir yüzeye çarptığında ışığı tüm yönlerde dağıtır ve ancak bu durumda bazıları, noktayı görmeyi sağlayacak biçimde gözünüze doğru gelir.

Bir kırmızı lazer işaretçisinin ışığını görmenin tek yolu onu loş ışıklı bir ortamda bir duman, tebeşir tozu ya da sis bulutunun içine doğru tutarak yakmaktır. Bulutun içindeki küçük parçacıklar, ışının bir kısmını gözlerinize doğru saçan küçük yaygın yüzeyler gibi davranacaklardır. Toz parçacıkları ışının içinde yüzerken pırıldarlar. Güneş ve Ay'dan çıkan oklanmış gibi görünen ışın sütunları da çevredeki haleler de aynı yolla oluşur. Teknik olarak, gördüğümüz şey aslında ışının kendisi değil, bulutun içindeki parçacıklardır.

Işığın doğru dalgaboyuyla, lazer ışınları yolları üzerindeki havanın ışık yaymasına yolaçarlar. Eğer doğru dalgaboyundaki bir foton havadaki bir elektrona çarparsa, elektronu daha yüksek bir enerji düzeyine sıçratabilir. Daha sonra bu elektron, bir foton yayarak normal düzeyine geri döner. Havadaki elektronların yaydığı ışık lazer ışığı değildir çünkü tümü aynı yönde ilerlemez, ama rengi lazer ışınınınkinin aynısıdır. Yine de lazer çok yüksek bir güç düzeyinde olmadığı sürece, aydınlık bir odada görülebilmesi çok güçtür.

Güvenlik sistemi lazer ışınlarını genellikle görünmez yaptıkları için Hollywood'u alıştırmamız gerekebilir, ama yazık ki, bu yalnızca etkileyici bir gerilime ihtiyaç duyduklarında kullandıkları bir senaryo hilesidir. Filmin karakterleri tipik olarak biraz zekice, ama hiç de gerçekçi olmayan bir biçimde tepki verirler.

Bazen de sprej püskürtme yoluna giderler. Teorik olarak bu uygulama, ışınları görünür yapabilir; ama pratikte havanın içinde hem çalışan hem de kaybolmadan kalabilen bir sprej bulmak güçtür. Spreyin kendisi yüksek duyarlılıktaki bir sensörü yanıltabilir ve yalnızca loş ışıklı yerlerde çalışabilir.

Şimdilerde Hollywood aktörleri özel gözlükler kullanmaya başladılarsa da, ışığın görülebilmesi için yine de göze doğru parlaması gerekir. Biz insanların aksine, fotonlar hilelerle aldatılamaz ya da gözlükler lazer ışınlarının aktörün gözlerine doğru yön değiştirmesini sağlayamaz. Gözlükler yalnızca zaten gözlerinize doğru parlayan ışık üzerinde etkili olabilir.

Gece görüşü araçlarının, tozdan saçılan laser ışığını güçlendirebileceği doğru. Kızılötesi gözlüklerse, görünmez kızılötesi lazerlerin görülmesini olanaklı kılabilir. Yine de her ikisi de havadaki parçacıkların varlığına gereksinim duyar ve genellikle şiddetli parlak ışık kullanılarak basitçe bozguna uğratabilir.

Çok ışınlı lazerle çalışan güvenlik sistemlerinin belki de en büyük problemi, gerçek dünyada çok nadiren kullanılıyor olmaları. Çalışır durumdaki ışık kaynaklı sistemler tipik olarak, pahalı olmayan kı-



# Gişe Filmleri Fizik Büyütecisi Altında

## Matrix: (Ö)

Matrix gibi, hareketlerin büyük çoğunluğu bilgisayar ortamında geçen bir film için fizik kuralları konusunu açmak belki de yanlış. Fizik kurallarına uygun olmayan her şey, program hataları olarak kabul edilebilir! Örneğin, filmin ilk bölümünün en akılda kalan sahnesini ele alalım. Trinity, yerden metrelerce yükseğe zıplar, havada asılı kalır ve karşısındaki polis memurunun boynunun tam altına bir tekme savurur. Polis memurunun ayakları yerden kesilir ve arkasındaki duvara doğru hızla savrulur. Ancak, polis me-



murunun vücudunun yerçekimi merkezinden bu denli yukarıda bir yere darbe alması, aslında geriye doğru dönmesine neden olurdu. Ayrıca, Trinity'nin olasılıkla polis memurunun yarısı kadar bir kütleyle sahip oluşu ve ayağının memura çarptığı anki esneklik (çünkü tekmesi polis memuruna yapışmıyor), momentumu koruyabilmek için Trinity'nin de geriye doğru savrulmasına neden olmalıydı. Trinity'nin bazı fizik kurallarını çiğneyebileceği bir karakter olduğunu düşünsek bile, en azından polis memurları sıradan ve normal insanlardı!

## Yeşil Dev Hulk: (DD)

Hulk gerçekten birkaç saniye içinde yeşil bir deve dönüşecekse, fizik kurallarına göre ya kütesini artırmalı ya da yoğunluğunu azaltmalı. Kütleyle artırmak için o kadar kısa bir süre içinde yapılabilecek tek şey, hava yutması olabilirdi. Ancak, bu da yoğunluğunda ciddi bir azalmaya neden olurdu. O cüseyi kaldıramaması için bacaklarının da genişlemesiyle, çok daha fazla bir kütle artışı demek. Böyle bakacak olur-



sak, Hulk'un insan halinden en az 1500 kat daha fazla bir kütleyle ve 100 ton kadar daha azla ağırlığa gereksinimi var. Sorun 1: Bu kütle nereden gelecek? Sorun 2: Diyelim ki bu kütleyle ve ağırlığa erişti, bu kez de yumuşak yüzeylerde yürürken batması, ya da havaya sıçrayıp yeniden konmasını da bir yana bırakalım, beton kaldırımlarda yürürken bile her yeri kırması gerekmez miydi?

## Yıldız Savaşları: (XF)

Muhteşem savaş sahnesini hatırlayalım.. Kötü adamlar tanklarıyla savaş alanına yaklaşırlarken, iyi adamlar da "güç" kalkanının koruması altında beklerler. Öncelikle, görünür ışıkta şeffaf olan bu kalkan, görünür lazer ışınlarını yansıtarak geri çevirir. Lazer silahlarını kullanamadıklarını gören kötü adamlar, bu kez droid'lerden oluşan bir orduyu, iyi adamların üzerine salar. Droid ordusu da, hiçbir güç harcamadan güç kalkanını aşarak diğer tarafa geçer. Peki, madem güç kalkanı metal cisimleri durdurmaktan acizdi, ellerinde makinelik tüfek olan birkaç yaya asker koca bir droid ordusu kurmaktan daha ucuza gelmez miydi acaba?



## Terminatör: (NİF)

Reese'in John Connor'un babası olduğunu öğrendiğimiz sahne akıllara durgunluk verici... Çünkü John, kendisinin doğabilmesi için babasını da zamanda geriye yolluyor! Ayrıca, eğer makineler, John'un asla var olmadığından emin olmaya çalışmasaydı, John gerçekten de var olmayacaktı. Hem mantık hem de fizik kuralları o noktada artık bütün anlamını yitiriyor.

Deniz Candaş

lötisi LED'ler kullanır. Bildiğimiz ışık ampüllerinin görünür ışık yaymasına benzer bir şekilde, bunlar da görünmez kızılötesi ışık yayarlar. Davetsiz misafirler, bir detektör üzerinde gölge oluşturarak bu sistemleri yanıltırlar. Karşılaşıldığındaysa, bir lazer ışını pahalıdır ve tam doğru bir düzenleme gerektirir.

Herhangi bir özel kızılötesi ışık kaynağı gerektirmediklerinden, pasif kızılötesi araçlar da uzundur. İnsanlar, yürüyen kızılötesi ışık ampülleri gibi görünürler. Tek bir ucuz pasif sensör, tüm bir oda boyunca insan hareketinin varlığını belirlemek için kullanılabilir. Çok ışınli lazer güvenlik sistemlerini

oluşturmak olanaksız değilse de, yukarıdaki gibi çözümler varken bunların bir örneğini kullanmak genellikle gereksizdir.

Düşük güçlü lazerler, cinayet sahnelerinde araştırma gibi amaçlarla kullanıldıklarında, genelde açık seçik bir biçimde görünürler. Doğrusu eğer senaryo gerektiriyorsa, güvenlik ışınları yalnızca görünür olmakla kalmayıp, içinden geçilmez bir ızgara şeklinde de düzenlenecektir. Murder at 1600 filminde Wesley Snipes, Beyaz Saray'ın altındaki bir tünelde bu tür görünür bir ızgarayla karşılaşır. Tam durumun iyice umutsuz görüldüğü anda, Snipes ustalıkla ızgaranın üstesinden gelir ve tünel içinde saklan-

mayı başarır. Gizli Servis ajanlarıysa, kuşkusuz, ters yöndeki bir kovalamacayla onları tünelin dışına doğru yönlendiren Snipe'nin ortağı tarafından oyalanmıştır.

Görünürlük açısından bakıldığında, lazerli nişan düzeneklerinin kullanıldığı çatışmalar filmlerde genellikle gerçekçi bir biçimde yansıtılmıştır (lazerin izlediği yolu değil, hedefteki kırmızı noktayı görürsünüz). Ayrıca şunu da itiraf etmeliyiz ki, bir insanın üzerinde küçük kırmızı bir nokta görmek ve bunu birzadan bir merminin izleyeceğini bilmek, insanı fazla etik sayılmayacak bir "beklenti" içine sokuyor. Yine de lazer görüşleri, gizlendiği yerden ateş eden keskin nişancıların tüfekleri gibi gülünç yerlere de monte ediliyorlar.

Bir yerde gizlenerek ateş eden keskin nişancı, nişan dürbününün içindeki çapraz çizgileri hedef üzerine getirdiğinde, merminin nereye gideceğini bilir. Bir lazer ışını eklemek, kurbanaya vurulmak üzere olduğu bilgisini vermek ve merminin o ulaşmadan eğilerek kendisini korumak için zaman tanımak dışında hiç bir yarar sağlamayacaktır. Ayrıca ateş etmek için gizlenen kimsenin yerini de belli edecektir.

Lazer görüşü kullanarak hareket halindeki bir hedefi vurmak, aşırı derecede güç bir iş. Bunun için keskin nişancının hareketli hedefin sürekli önünden koşturarak kırmızı noktanın arka planda kaybolmadan hedef üstünde kalmasını sağlaması gerekecektir.

Yüksek güçlü lazer tabancalarının ya da ölüm ışınlarının görülmesi, güvenlik sistemlerinde ve silahlı çatışmalarda kullanılan düşük güçlü versiyonlarına göre daha kolay olacaktır. Lazer ışınının kendisi daha parlak olacağından, havadaki parçacıklarla yansıtılan ışık da daha parlak olacaktır. Ve daha önceden söz ettiğimiz gibi, doğru dalgaboyundaki düşük güçlü lazer bile havanın parlamasını sağlayabileceğinden, güçlü bir lazer havadaki elektronlarla çarpışarak daha fazla foton yayacak ve havanın daha da ısınmasına yol açacaktır.

Dış uzay lazerleriyse, bir başka konu. Onları görünür yapabilecek hava ya da parçacıklar yoktur. İşleri daha da kötüye götürmek için, bazı filmler dış uzaya atılan lazer ışınlarını parlayan mızraklar gibi gösterir. Lazer ışığı da dahil olmak üzere tüm ışık türleri, boşlukta  $3 \times 10^8$  m/s hızla hareket eder. Bu da, bir lazer ışınının hareketinin -parlayan bir mızrak biçiminde olsa bile- insan gözünün takip edemeyeceği kadar hızlı olduğu anlamına gelir. Hareketli ışık kaynağının fosil izi, onu kaynaktan hedefe kadar uzayan bir ışın biçiminde görünür kılar.

Evet, bir patlama ya da ölüm ışını bir lazerden farklı bir şey olabilir. Yüksek enerjili bir parçacık ışını olabilir. Işın görünür olabilir, ama böylesine yüksek hızda hareket ettiği için, kaynaktan hedefe uzanan kesiksiz bir ışın gibi görünmelidir.

Film yapımcıları genellikle, hayali silahlarının arkasındaki mekanizmaları daha da anlaşılabilir hale getirerek, hayal gücüne de bir fırsat tanırlar. Ayrıca kulağa hoş gelen bir ses çıkararak, parlayan mızrak benzeri bir patlamanın etkileyici bir çekicilik taşıdığına da itiraf etmeliyiz. Ancak yine de bu tür patlamalar, bilimsel bir yaklaşımla ele alındığında, tam anlamıyla saçma olmasalar bile, oldukça spekülasyonla sayılabilir.

Ayşenur Topçuoğlu Akman

Kaynak: <http://www.intutor.com/moviephysics/>

Devamı gelecek sayıda