

Katı yakıtlı roketlerde birçok katı yakıt türü kullanılmasına rağmen, genellikle aşağıdaki iki karışım tercih edilir.

1. İçine çeşitli maddeler katılarak patlama gücü iyice azaltılmış **nitrogliserin**
2. Amonyum Nitratla karıştırılmış, **sentetik lastik**.

### **Katı Yakıtlı Roketlerin Avantajları**

1. Yakıtın ucuzluğu ve kolay elde edilmesi tercih nedenidir.
2. Kaldırma kuvvetleri ve hızları çok yüksektir. Bu nedenle askeri roketler genelde katı yakıtlıdır. Kısa sürede hedefe ulaşırlar, düşman füzeleri tarafından yakalanması ve düşürülmeleri zordur.
3. Amaca göre farklı büyüklüklerde imal edilebilirler (omuz üzerinden, uçaktan ve rampa kullanılarak atılabilecek büyüklüklerde olabilirler)
4. Öz itmeleri 250-300 saniye dolayındadır. (Öz itme: Roket motorunun 1 saniyelik çalışması ile yakılan yakıtın bir pound (yaklaşık 0.5kg) dan elde edilen itme kuvvetinin süresi)
5. Taşıdıkları yakıt, hedef yükün 20 katına kadar çıkabilir.
6. Taşınmaları ve saklanmaları kolaydır
7. Her zaman ateşlemeye hazır durumda tutulabilirler. Yakıt yüksek basınç altında saklanır.
8. Yanma süreleri kısadır, bu yüzden yüksek egzoz basıncı oluştururlar. Egzoz sıcaklıkları yaklaşık 3000 °C dir.
9. Genelde tek kademeli roketlerdir ve tek bir hedef yükü taşırlar.
10. İmal edilmeleri basit ve ucuzdur. Sadece yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı bir döküm ve uygun bir kaplamaya ihtiyaç duyarlar.
11. Egzoz soğutması ek bir düzeneğe gerektirmez. Grafit kullanılarak ısının emilmesi sağlanır.
12. Sıvı yakıtlı roketlere nazaran daha güvenlidirler.
13. Yanma basınçları 1000-2000 Newton'dur.
14. Parçalı roketlerin ilk ateşlenen kısımlarında ve kademeli roketlerin birinci bölümünde kullanılırlar.

### **Katı Yakıtlı Roketlerin Dezavantajları**

1. Yanma hızı kontrol edilemediğinden, roketten birden fazla egzoz bulunur. Bu da itme gücünden kayba neden olur.
2. Yakıt homojen olarak imal edilmediyse, yanma odasında ve egzozda tahribata ve hedef sapmasına yol açar (yakıt için bir vana ve pompa sistemleri yoktur.)
3. Roket ateşlendikten sonra durdurulamaz.

### **Sıvı Yakıtlı Roketler**

Yakıt tankları iki kısımdan oluşan, büyük hacimli ve ağır roketlerdir. Roket gövdesinde yanıcı ve yakıcı sıvı tankları bulundurlar.

a) **Yakıcı Türleri**

Nitrik asit  $\text{HNO}_3$   
 Nitrojen peroksit (azot peroksit)  $\text{N}_2\text{O}_4$   
 Flor  $\text{F}_2$   
 Oksijen  $\text{O}_2$

b) **Yanıcı Türleri**

Sıvı Hidrojen  $\text{H}_2$   
 Kerosene (parafin oil)  $\text{CH}_{1.953}$   
 Hidrozin  $\text{N}_2\text{H}_4$   
 Propan  $\text{C}_3\text{H}_8$   
 Metan  $\text{CH}_4$   
 Hipergolik yakıtlar  
 MMH: monometilhidrozin  
 UDMH: antisimetrik dimetilhidrozin  $\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2$

**Hidrojenperoksit** kullanıldığı zaman platin bir katalizör yardımıyla hidrojen ve oksijene ayrıştırılır. Daha sonra yanma odasında yakılır. Kullanımı ve depo edilmesi zor bir yakıt olduğundan sınırlı bir kullanım alanı vardır. Uyduların küçük yörünge düzeltmelerinde kullanılır.

**Hidrozin**, genelde hidrojen ve azot karışımıdır. Uygun bir katalizör yardımıyla sıcak azot ve hidrojen birbirinden ayrılır. Daha sonra oksijen ve flor ilave edilerek yanma sağlanır. Bu yakıt genellikle Ay'a ve gezegenlere giden insansız uydularda yön değiştirmek ve yörüngeye yerleştirmek için kullanılır. Bazı rus yapımı roketler ilk ateşlemede bu yakıtı kullanırlar.

**Kerozen, Oksijen ve Hidrojen** en çok kullanılan yakıtlardır. Bu yakıtı kullanan roketlerin en büyük sorunu H ve O nin depolanma sorunudur. Depoda çok düşük sıcaklıklarda bulunmak zorundadırlar. Aksi takdirde hemen gaz haline geçerler. Depoda sıvı halde tutulurlar. Depoların yüksek basınca dayanıklı ve ısıya karşı iyi yalıtılmış olmaları gerekir.

**Hipergolik yakıtlar** ise, kaliteli olmalarına karşın zehirli ve korozen maddelerdir. Kademeli roketlerin ikinci ve üçüncü kısımlarında kullanılır. Neden ilk ateşlemede kullanılmazlar? Çünkü, hipergolik yakıtlarda yanıcı ve yakıcı madde bir araya geldiğinde bir ateşleme tertibatına gerek kalmadan kendiliğinden tutuşurlar. Yakıcı olarak genelde azottetraoksit'i kullanırlar. Delta, Atlas ve Thor roketlerinin ikinci kademe yakıtıdırlar.

	oxidant					fuel		
	nitric acid	nitrogen peroxide	oxygen	fluorine	hydrogen	kerosene (paraffin oil)	hydrazine	UDMH
Chemical formula	HNO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>1.863</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Molecular weight (atomic mass units)	63	92	32	38	2		32	60
Temperature of freezing point (°C)	-41.6	-11.2	-218.8	-219.5	-258.76	-50	1.63	-57.2
Temperature of boiling point at sea level (°C)	84.1	21.15	-183	-188	-252.76	distillation from 180 to 255	113.5	63.1
Density (kg/m <sup>3</sup> )	1504	1434	1140	1605	71	800	1004	785

Bazı sıvı yakıt türleri

### Sıvı Yakıtlı Roketlerin Avantajları

1. Yanma odasında yanma hızı kontrol altında tutulabilir. Yanma odası delikli bir yapıya sahiptir. Deliklerden eşit şiddette püskürtülen madde homojen olarak yakılabilir.
2. Egzoz soğutması bizzat yakıt tarafından yapılır. Yakıt yanma hücreğine gelmeden evvel egzoz çevresinde dolaştırılarak egzoz soğutulur. Aynı zamanda gaz da ısıtılmış olur.
3. Çok kademeli roketler için ideal bir yakıt türüdür. Birden fazla hedef yük taşıyabilirler (örneğin aynı anda iki veya üç uydu, ya da birden fazla nükleer yakıt başlığı taşımaları)
4. Yanma süreleri uzundur ve yanma sıcaklıkları 22000C kadar çıkabilir.

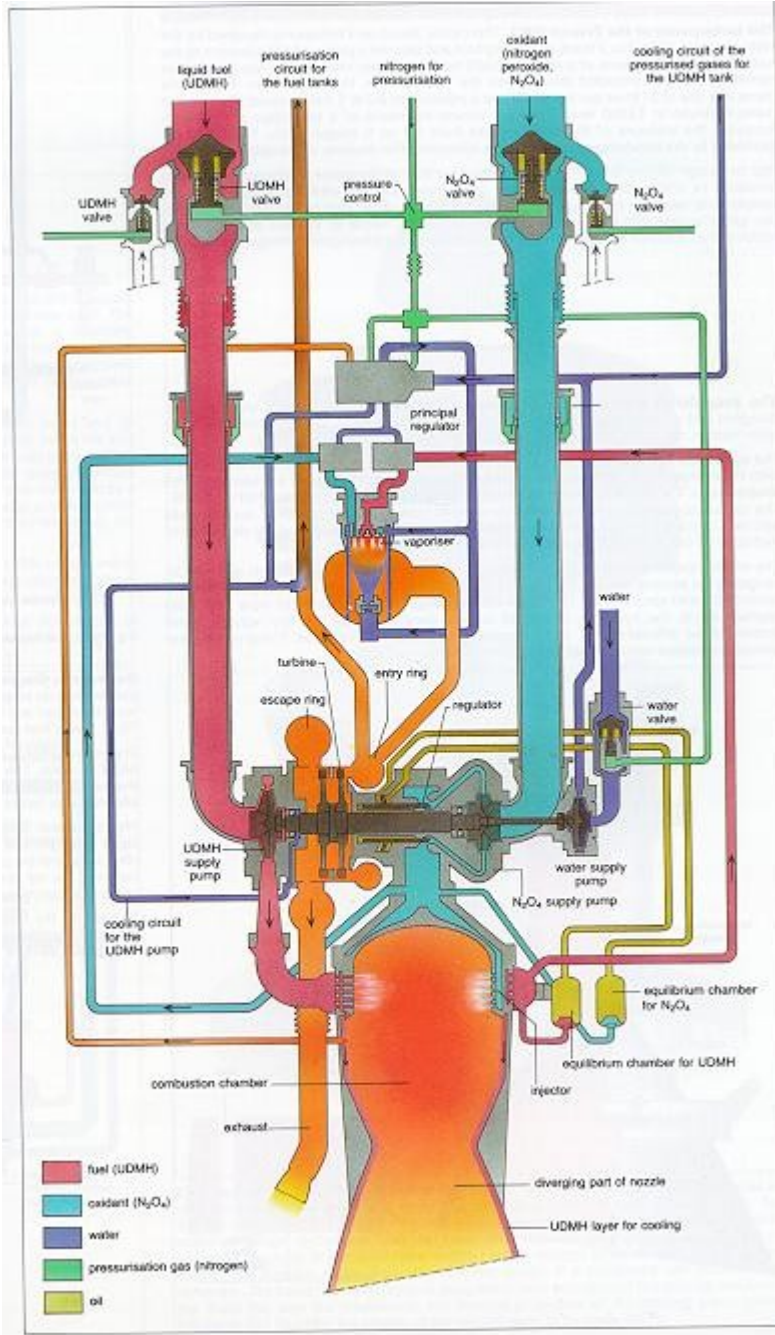
### Sıvı Yakıtların Dezavantajları

1. Fırlatılmaları için dev rampalara ihtiyaç duyarlar. Dev yapılı roketlerdir ve ağırdırlar.
2. Öz itimleri katı yakıtlara nazaran %15 daha azdır.
3. Yakıt kütlesi, yükün on katından fazla olamaz
4. Çok karışık mühendislik gerektirirler bu nedenle çok pahalı roketlerdir. Ariane roketlerinin bir atılışta iki veya üç uyduyu yörüngeye oturmalarının nedeni, roket sisteminin pahalılığından kaynaklanmaktadır.
5. Yakıtın yanması ve kontrolü vana ve pompa sistemleri ile yapıldığından ek bir yük getirir.
6. Kullanılan yakıt oksitleyici özelliğe sahip olduğundan vana ve pompalarda arızaya bu da roketin kontrolden çıkmasına ve düşmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı mekanik pompalardan kaçınılır. Bunların yerine mekanik olmayan gazla çalışan pompalar veya yardımcı gazın basıncı ile püskürtme işini sağlayan yollar denenmiştir. (*Ariane V'in V63 nolu fırlatılması: 24 Ocak 1994 günkü uçuşun numarası V63 idi ve diğer birçok uçuş gibi 2 uydu taşıyordu: Türksat 1 ve Eutelsat 2F5. Fırlatma aracı Ariane filosunun ikinci en güçlü modeli olan Ariane-4 AR44LP idi. Ancak uçuş başarısızlıkla sonuçlandı. Toplam kayıp 350 Milyon \$ civarında idi. Kaza Ariane'nın 1976'dan beri*

meydana gelen 6. kazası. Başka bir deyişle 63 fırlatmadan 57'si başarılı, 6'sı başarısızlıkla sonuçlanmıştı. Kazaya cryogenic 3. aşama motorunun görevini yapamaması neden olmuştur. Aslında 6 kazadan dördünde suç aynı motorda bulunmuştur. Bu motor Fransız SEP (Societe Europeene de Propulsion) tarafından üretilmekte. Yetkililerin açıklamalarına göre, fırlatmadan 6 dakika 47 saniye sonra (3. aşama motorunun ateşlenmesinden bir dakika sonra) sıvı oksijen turbo pompasındaki bir mil yatağında hızlı bir sıcaklık artması gözlemlendi. Bu turbo motor 13000 devir/dakika hızla dönmekte ve -170°C sıcaklıkta tutulmada idi. 20 saniye sonra pompa tamamı ile durdu. Uzmanlar mil yatağının tahrip olduğunu düşünüyorlar. 3.aşama motoru ve iki uydu, Batı Afrika açıklarında Atlantik'e düştü. "Tübitak, Bilim ve Teknik Dergisi, sayı: 316, s:7, 1994").

7. Yakıt çok zehirli ve yanıcı olduğundan olağan üstü güvenlik tedbirlerine ihtiyaç vardır.
8. Yakıt, roket ateşlenmeden kısa bir süre önce rokete yüklenmelidir. Eğer herhangi bir nedenle fırlatma ertelenirse, yakıt derhal boşaltılmalıdır.

Roket yakıtlarının pahalı olması, taşınmaları ve korunmalarının tehlikeli olması roket mühendislerini daha değişik kaynaklar aramaya sevk etmiştir. Özellikle yörüngeye oturtulan uydularda yörünge düzeltmeleri yapmak, her türlü haberleşme için hep enerjiye ihtiyaç vardır. Enerji uydunun sistemlerindeki elektronik donanım içinde en önemli unsurdur. Bu nedenle enerjiyi sağlayan kaynak ya uydu ile beraber gönderilir ya da uzaydan tedarik edilmeye çalışılır. Eğer uydunun içersine enerji kaynağı konulursa bu hem sınırlı bir kullanım sağlar aynı zamanda uydu içinde bir tehlike oluşturur. Bu nedenle insanlı ve insansız uydularda enerji güneş pilleri yardımıyla sağlanır ya da akü sistemi kullanılır. Böyle olunca da yörünge düzeltmesi için kullanılan motorlar daha özenli ve kullanışlı yapılmak zorundadır. Hangi yolla olursa olsun elde edilen enerjinin büyük bir kısmı yörünge düzeltmelerinde kullanılır.



Sıvı yakıtlı bir roketin, motor, yanma odası ve egzoz kısımları