

Küresel iklim değişikliğiyle mücadelede havacılık sektörüne en büyük katkısı olacağı belirtilen sürdürülebilir havacılık yakıtları (SAF) ile alakalı merak edilenler bu hap bilgi notunda soru cevap şeklinde hazırlanmıştır.

### 1. SAF nedir?

SAF (İngilizce kısaltması “*sustainable aviation fuel*”) sürdürülebilir kaynaklardan üretilen ve sürdürülebilirlik standartlarını sağlayan hava araçlarında **drop-in fuel** olarak kullanılabilen yakıtlar şeklinde tanımlanabilir.

### 2. Drop-in fuel nedir?

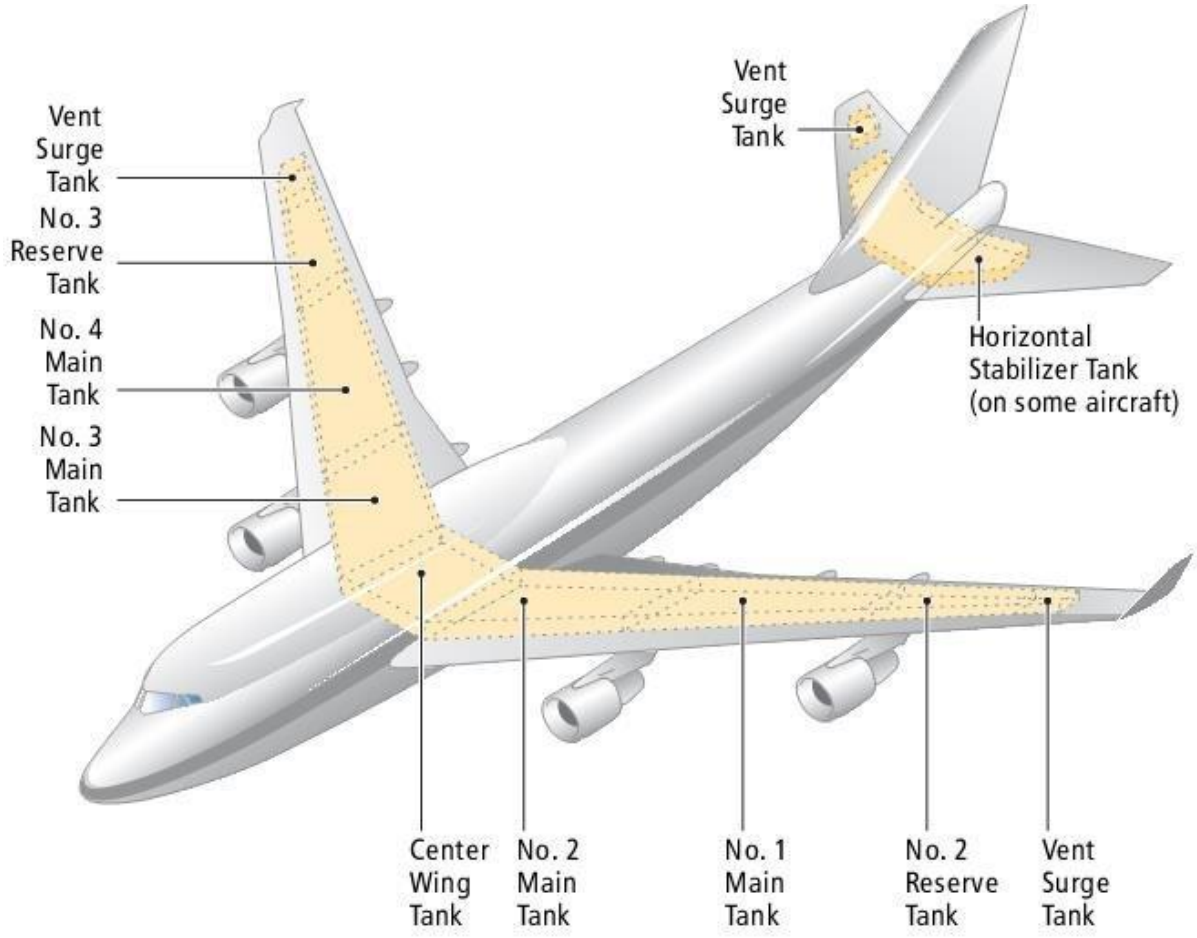
Uçaklarda herhangi bir teknoloji değişimi yapılmadan mevcut uçaklara konulabilen yakıtlara verilen teknik tabirdir.

### 3. Neden SAF? Elektrikli tren, elektrikli otomobil, elektrikli deniz araçları varken elektrikli uçak neden planlarda yok?

Elektrik sistemlerinin en büyük handikabı bilindiği üzere batarya sistemlerinin ağır olması, şarj sürelerinin uzun olması ve enerji yoğunluğunun çok düşük olmasıdır. Elektrikli trenlerde raylar üzerinde hat boyunca konulan elektrik direkleriyle sağlandığından herhangi bir problem yaşanmamaktadır.

Elektrikli deniz araçlarında da belli ölçeklere kadar bu yöntem kullanılabilir. Deniz araçlarında bataryaların getirdiği yüksek ağırlığı suyun kaldırma kuvveti üstlendiğinden ve deniz araçlarında bataryalar için yer problemi olmadığından elektrikli taşıtların yapılması kısa vadede olmasa da hedeflenmektedir. Fakat bataryaların şarj süresi, motorların aylarca uzun süre çalışması, belli boyutlardan sonra gemilerin konteynır yerine bataryalarla doldurulması yakıtlara göre hala oldukça zayıf bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Üstelik kullanılacak bataryaların şarj süreleri de günler hatta haftalar sürebileceğinden şimdilik gündemde çok yer tutmamaktadır.

Havacılıkta ise fiziki nedenlerden ötürü elektrifikasyon imkân dâhilinin neredeyse tamamen dışındadır. Uçakların temel tasarımı minimum ağırlık maksimum aerodinamik ve yüksek itki gücüne dayanmaktadır. Konvansiyonel bir yolcu uçağında kanatlar dâhil olmak üzere çok büyük bir hacim yakıt tankı olarak kullanılmaktadır.



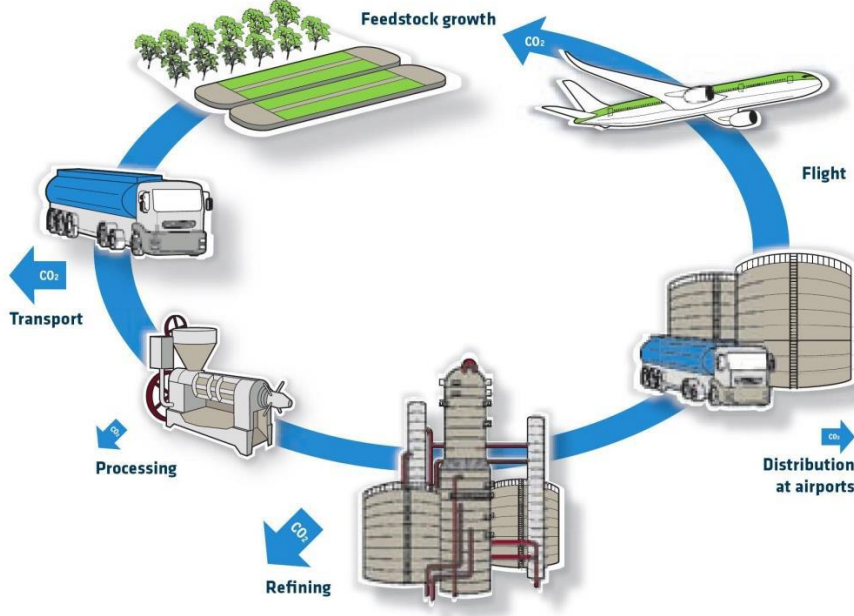
Şekil 1: Boeing 747-400 yakıt tankları haritası

Bataryaların enerji yoğunluğu jet yakıtı enerji yoğunluğundan kilogram başına 50 kat daha azdır. Örneğin uzun-menzil bir uçuşta 50 ton yakıt harcayan bir uçağın aynı uçuşu gerçekleştirebilmesi için 2500 tonluk bir batarya sistemine sahip olması gerekmektedir. Böyle bir batarya sistemine sahip uçağı kaldırmak bile çok büyük enerji gerektirirken, bir yolcu ya da yük taşımak bugünün teknolojisiyle neredeyse mümkün değildir. Tüm bu gelişmelere rağmen dünyada eğitim uçakları ve küçük uçaklar için elektrifikasyon çalışmalar devam etmektedir. Fakat özellikle ticari havacılık için sıvı yakıtlar dışında (kerosen, hidrojen vb) alternatif bir çözüm yolu bulunmamaktadır. Çığır açıcı bir batarya teknolojisi geliştirilmediği sürece ticari uçaklar akaryakıtlarla çalışacaktır.

#### 4. SAF havaya daha az mı sera gazı salınımı yapmaktadır?

Hem hayır hem evet, SAF konvansiyonel jet yakıtından farklı bir yakıt değildir. Yalnızca hammaddelerin üretimi esnasında havadan karbon yakalayıp (fotosentez veya karbon yakalama), daha sonra uçakta yakımı esnasında

yakaladığı karbonu atmosfere geri vermesi sebebiyle sürdürülebilir bir dönüşüm sağlanmış olmaktadır. Uçakta yakımı esnasında çıkan sera gazı oranında bir değişiklik olmamaktadır.



Şekil 2: SAF'ın sürdürülebilir ömrünü gösteren akış şeması

## 5. SAF hammaddeleri nelerdir?

SAF üretimi için birçok hammadde kullanılabilir. ICAO'nun dokümanlarını incelediğimizde atıklar da dâhil olmak üzere bir dizi hammadde yer almaktadır. Bunlar aşağıdaki tablodan görülebilir.

Tablo 1: SAF üretimi için kullanılan hammaddeler

Tarımsal Kalıntılar	Kullanılmış yağ	Jatropha yağı
Orman Kalıntıları	Palmiye yağı	Şeker kamışı
Evsel Atık	Mısır yağı	Melas
Kavak Ağacı	Soya yağı	Mısır tanesi
Mischantus	Kanola yağı	Atık gaz
Switchgrass	Hardal yağı	Şeker pancarı
Tallow (donyağı)	Ketentere yağı	Mikroalg

## 6. SAF'ın standardı var mı?

Elbette, SAF ASTM 7566 standardı kapsamında teknik özellikleri sağlamalıdır. Ayrıca bir yakıtın SAF olabilmesi için sürdürülebilirliğini ispatlayacak sürdürülebilirlik kriterlerini sağlamak durumundadır.

### 7. SAF'ın sürdürülebilirlik kriterleri nelerdir?

SAF'lar için kullanılan sürdürülebilirlik kriterleri AB, ICAO veya başka devlet/kuruluşlar için değişilebilmekle beraber CORSIA eligible fuels bakımından bakacak olursak konsey onaylı aşağıdaki kriterleri sağlamak zorundadır.

Tema	İlke
1) <i>Sera Gazları (GHG)</i>	CORSIA SAF, yaşam döngüsü bazında daha düşük karbon emisyonları üretmelidir.
2) <i>Karbon stoğu</i>	CORSIA SAF, yüksek biyojenik karbon stoğuna sahip kara/su sistemlerinden elde edilen biyokütleden yapılmamalıdır
3) <i>Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılmasında Kalıcılık</i>	İlke: CORSIA SAF'a atfedilen emisyon azaltımları kalıcı olmalıdır.
4) <i>Su</i>	CORSIA SAF üretimi su kalitesini ve mevcudiyetini korumalı veya geliştirmelidir.
5) <i>Toprak</i>	CORSIA SAF üretimi toprak kalitesini ve mevcudiyetini korumalı veya geliştirmelidir.
6) <i>Hava</i>	CORSIA SAF üretimi hava kalitesinin olumsuz etkilerini minimize etmelidir.
7) <i>Koruma</i>	CORSIA SAF üretimi, biyoçeşitlilik, türlerin korunması ve ekosistem servislerini sürdürmeli.
8) <i>Atık ve Kimyasallar</i>	CORSIA SAF üretimi atık ve kimyasal kullanımından kaynaklı sorumluluğu yönetmeli.
9) <i>Sismik ve Titreşimsel Etkiler</i>	-
10) <i>İnsan ve Çalışan Hakları</i>	CORSIA SAF üretimi insan ve çalışan haklarına saygı göstermelidir.
11) <i>Arazi Kullanımı ve Hakları</i>	CORSIA SAF üretimi arazi hakları ve arazi kullanım haklarını özel ve yerel dahil olmak üzere saygı göstermelidir.
12) <i>Su Kullanımı Hakları</i>	CORSIA SAF üretimi resmi ve özel su kullanım haklarına saygı göstermelidir.
13) <i>Yerel ve Sosyal Kalkınma</i>	CORSIA SAF üretimi fakirlik olan bölgelerde sosyal ve ekonomik kalkınmayı desteklemelidir.
14) <i>Gıda Güvenliği</i>	CORSIA SAF üretimi gıda güvenliği olmaya bölgelerde gıda güvenliği desteklemelidir.

## 8. SAF Sertifikasyonunu Kim Yapıyor?

SAF sertifikalarını verme yetkisini elinde tutan şu an dünyada iki kuruluş vardır. Bunlardan biri ISCC diğeri de RSB olarak uluslararası hizmet vermektedir.

## 9. LCAF nedir?

Lower Carbon Aviation Fuel yani düşük karbonlu havacılık yakıtı, jet yakıtı üretimi esnasında bir takım karbon yakalama teknolojileriyle emisyon azaltımı sağlayan bir üretim prosesidir. CORSIA kapsamında da bu yakıtları kullanılabilir.

## 10. E-fuel, sentetik yakıt nedir?

Herhangi bir hammadde yerine karbon yakalama teknolojileri ile elde edilen karbon ve elektrolizle elde edilen hidrojenin birleştirilmesi sonucunda jet yakıtı üretilmesi prosesidir. Günümüzde hala AR&GE çalışmaları devam etse de geleceğin yakıtı olarak en büyük ümit bu yakıtlara bağlanmıştır.

## 11. CORSIA kapsamında SAF kullanımını ne avantaj sağlar?

CORSIA'da SAF kullanımını denkleştirme yükümlülüklerinde azaltım sağlamaktadır. Hali hazırda jet yakıtından 3-4 kat daha pahalı olan SAF'ları denkleştirme yükümlülüklerinden elde edilen kazanımla maliyeti düşürmek mümkün olmaktadır.