



TAŞKÖPRÜ
MESLEK
YÜKSEKOKULU

ELEKTRONİK VE OTOMASYON BÖLÜMÜ İNSANSIZ ARAÇ TEKNİKERLİĞİ

İAT102 İNSANSIZ ARAÇ SİSTEMLERİ TASARIMI

2. HAFTA İNSANSIZ HAVA ARACI TASARIMI

Profil Üzerindeki Görünmez Güçler: Taşıma, Sürüklenme ve Moment

Taşıma Kuvveti (L)

Akış yönüne dik, uçağı havada tutan ana kuvvet.

L

Sürüklenme Kuvveti (D)

Akış yönüne paralel, harekete karşı koyan aerodinamik direnç.

D

M

Moment (M)

Profilin hücum açısını değiştirmeye çalışan döndürme etkisi.

V_{∞} (Hava Hızı)

α (Hücum Açısı)

Aerodinamik Kuvvetlerin Anatomisi

$$L = \frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2 S C_L$$

$$D = \frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2 S C_D$$

$$M = \frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2 S c C_M$$

Çevresel Enerji (Dinamik Basınç)
Uçuş şartlarındaki hava yoğunluğu
ve seyir hızının karesi

Geometrik Ölçek
Referans kanat alanı
ve ortalama veter boyu

Aero Karakteristik
Profilin hücum açısı ve geometrisine
bağlı, birimsiz katsayılar

Tüm aerodinamik kuvvetler aynı dinamik basınç ve referans alan temelinden beslenir. Uçağın karakterini belirleyen asıl unsur katsayılarıdır (C_L , C_D , C_M).

Uygulama: 4 kg'lık Bir İHA İçin Kanat Alanı Belirleme

1 Girdiler



Ağırlık (W):
4 kg (39.23 N)



Seyir Hızı (V_{∞}):
20 m/s



Taşıma Katsayısı (C_L):
0.5



Yoğunluk (ρ_{∞}):
1.225 kg/m³
(Deniz seviyesi standart)

2 Tasarım Kuralı



Seyir uçuşunda taşıma kuvveti
ağırlığı dengelemelidir.

$$L = W$$

3 Çözüm Algoritması

$$S = \frac{2L}{\rho_{\infty} V_{\infty}^2 C_L}$$

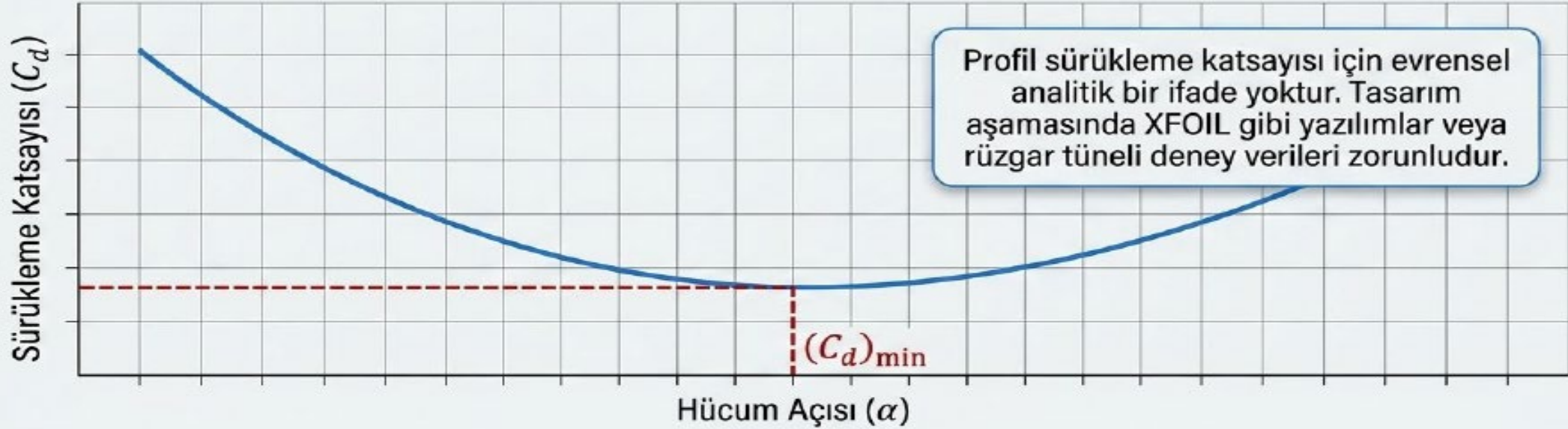


$$S = \frac{2(39.23)}{(1.225)(20)^2(0.5)}$$



$$\text{Kanat Alanı (S)} \\ = 0.32 \text{ m}^2$$

Sürüklenme Karakteristiği ve Minimum Direnç Noktası



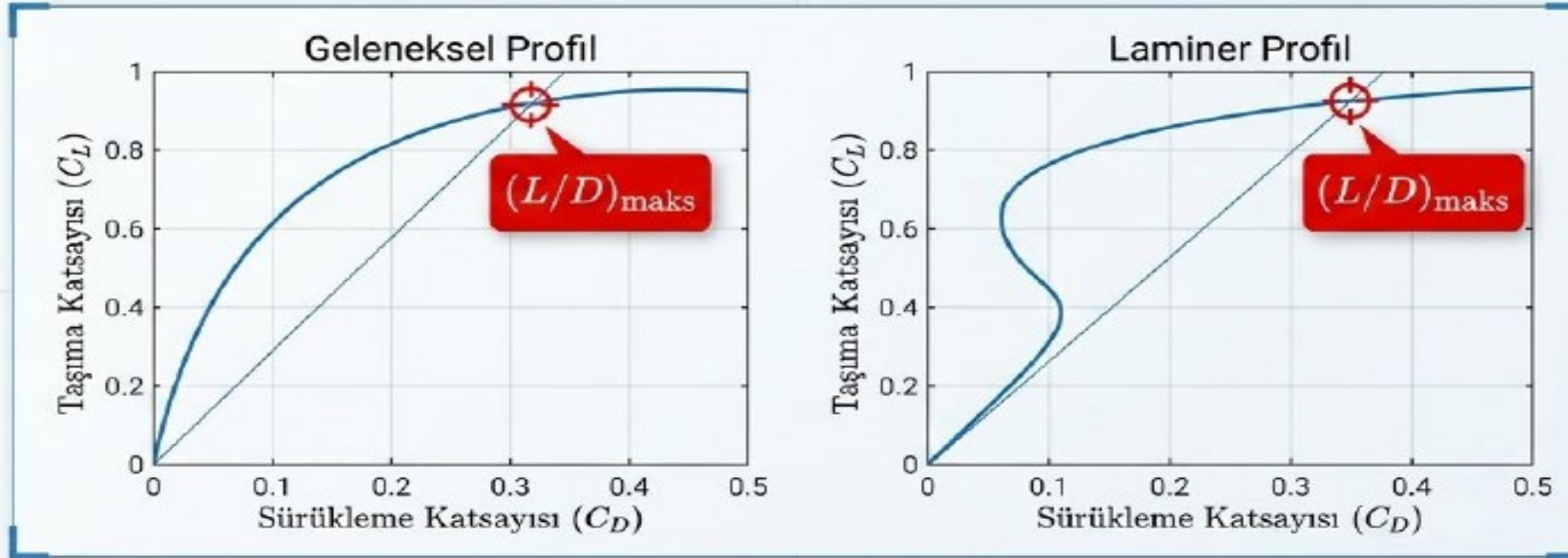
Kamburluklu Profil

$(C_d)_{min}$ değeri genellikle sıfır olmayan bir hücum açısında gerçekleşir. (Grafikte gösterildiği gibi).

Simetrik Profil

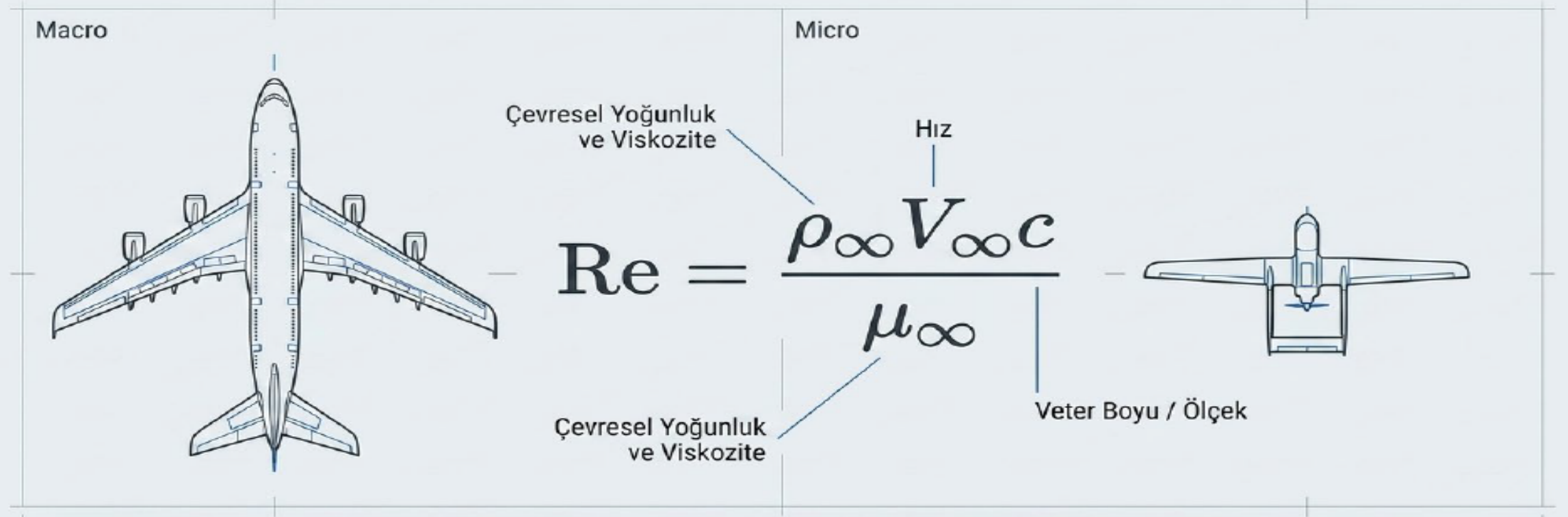
Tasarım gereği minimum sürüklenme katsayısı tam olarak sıfır derece ($\alpha = 0^\circ$) hücum açısında oluşur.

Menzili Maksimize Etmek: (L/D)_{maks} Noktasını Bulmak



- Profil seçiminde dikkate alınacak ilk parametre tasarım taşıma katsayısıdır.
- Pervaneli bir İHA için seyir menzilini maksimize etmenin sırrı: Tasarım taşıma katsayısını, profilin aerodinamik veriminin en yüksek olduğu (L/D)_{maks} noktasına sabitlemektir.

Ölçek Etkisi: İHA Tasarımında Reynolds Sayısının Kritik Rolü



Dikkat: Taşıma ve sürüklenme katsayıları sadece geometriye değil, Reynolds (Re) sayısına da bağlıdır. İHA'lar gibi küçük ölçekli araçlarda Re sayısı aero-karakteristiği dramatik şekilde değiştirir. Profil verilerini mutlaka uçuşunuza uygun Re değerinde okumalısınız.

Uygulama: Tasarım Seyir Hızı İçin Uçuş Reynolds Sayısı Hesaplama

Çevresel Sabitler (Deniz Seviyesi)

- Hava Yoğunluğu (ρ_{∞}):
1.225 kg/m³
- Dinamik Viskozite (μ_{∞}):
 1.789×10^{-5} kg/(m · s)

Araç Değişkenleri

- Seyir Hızı (V_{∞}): 18 m/s
- Ortalama Aero Veter (c):
0.367 m

Çözümleme

$$Re = \frac{(1.225) \cdot (18) \cdot (0.367)}{1.789 \times 10^{-5}}$$

$$\mathbf{Re \approx 452,339}$$

Pro-Tip: Tasarım başlangıcında veter boyu (c) kesinleşmemişse, Re hesabı için benzer sınıftaki rakip İHA geometrileri referans alınabilir.

İHA Tasarımında Aerodinamik Denge Matrisi

Çevre (Environment)

Parametreler: ρ_{∞} (Yoğunluk), μ_{∞} (Viskozite).

Rolü: Uçuş zarfını ve standart atmosfer sabitlerini belirler.

Geometri (Vehicle Space)

Parametreler: S (Kanat Alanı), c (Veter Boyu).

Rolü: Taşıma kapasitesini ($L=W$) ve ölçek etkisini belirler.

Performans (Airfoil Efficiency)

Parametreler: $(L/D)_{maks}$, α (Hücum Açısı), C_{d_min} .

Rolü: Menzil optimizasyonu ve minimum sürüklenme stratejisi.

Dinamik Ölçek (Fluid Interaction)

Parametreler: V_{∞} (Hız), Re (Reynolds Sayısı).

Rolü: Viskozite-eylemsizlik dengesi. Profil verilerinin doğru okunmasını sağlar.

Başarılı bir İHA tasarımı; çevresel sabitler, araç geometrisi, profil verimliliği ve Reynolds ölçeği arasındaki kusursuz matematiksel uzlaşmadır.

- Khan, W., & Nahon, M. (2013). Toward an accurate physics-based UAV thruster model. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 18(4), 1269–1279.
- Marinus, B. G. (2019). Aerodynamics of small-scale propellers undergoing dynamic tilting maneuvers. *Journal of Aircraft*.
- Gopalakrishnan, R., Rajadurai Ramakrishnan, N. R., Raja Dennis, B. P., & Lewis Kuzhanthai, A. S. (2021). Performance study and analysis of an UAV airfoil at low Reynolds number. *Intelligent Manufacturing and Energy Sustainability*.
- Zhu, X., et al. (2021). Aerodynamic performance of propellers for multirotor unmanned aerial vehicles: Measurement, analysis, and experiment. *Shock and Vibration*, 2021, 9538647.
- Yang, T., et al. (2023). Comparison studies on aerodynamic performances of a rotating propeller for small-size UAVs. *Chinese Journal of Aeronautics*.
- uavturkey.tubitak.gov.tr/egitim2019.html



TEŞEKKÜRLER