

NACA 0015 KANAT PROFİLİNİN RÜZGÂR TÜNELİNDE İNCELENMESİ

Hazırlayanlar: Mehmet Erman Çalışkan

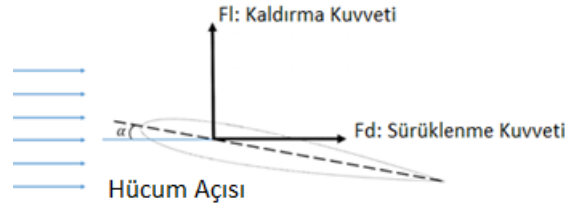
Muhammet Üsâme Sabırlı

1. Amaç

Rüzgâr tüneline yerleştirilmiş NACA 0015 kanat profili üzerindeki kaldırma, sürüklenme kuvvetleri ve katsayılarının hesaplanması. Bu değerlerin literatürle kıyaslamasının yapılması ve bu değerlerden elde edilen grafiklerin yorumlanması.

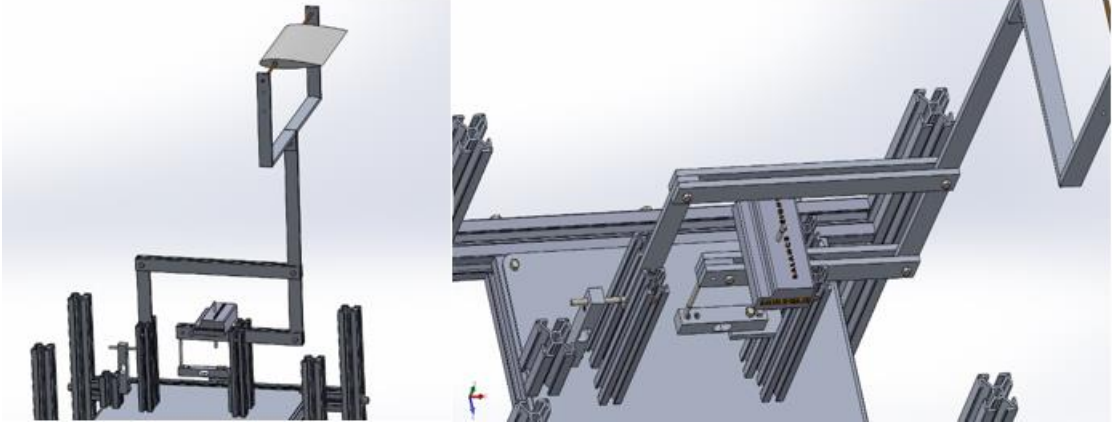
2. Giriş

Kanat profillerinin üzerinden akan akışta, belirli hücum açılarında kanadın belirli aerodinamik özellikleri gözlenir. Bunlardan en temel iki parametre Şekil 1’de de gösterildiği üzere kaldırma ve sürüklenme kuvvetleridir.



Şekil 1 Kanat üzerindeki kaldırma ve sürüklenme kuvvetleri

Bir kanat profilinin, hava tüneline aerodinamik performanslarını ölçmek için temelde 3 çeşit yöntem bulunur. Bunlardan ilki gerinim ölçerlerle kuvvet ölçümü yapan denge sistemleri, ikincisi kanat üstündeki ve altındaki basınç farkının ölçerek kuvvet hesabı yapan sistemler bir de bunların ikisinin de kullanıldığı birleşik sistemler. Bu deney düzeneğinde; üzerinde gerinim ölçerler bulunan yük hücreleriyle oluşturulmuş Şekil 2’de gösterilen bir denge-kol sistemi kullanılmıştır. Bu aerodinamik performans ölçer sistemdeki hareketli kollar ve bağlantı noktalarındaki rulmanlar sayesinde, iki farklı yönde oluşan kaldırma ve sürüklenme kuvvetlerini, dik bir şekilde ve birbirinden bağımsız olarak, ölçüm yapan iki farklı yük hücresine iletmektedir.

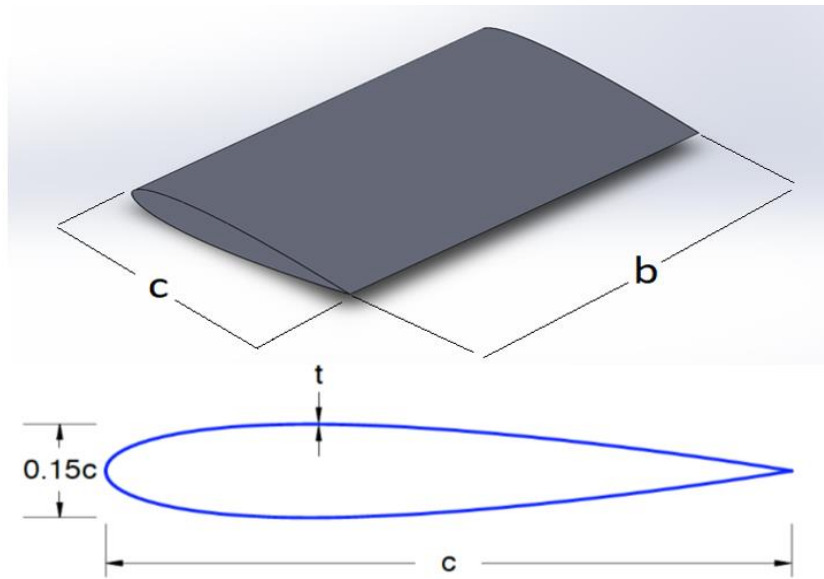


Şekil 2 Aerodinamik performans ölçen iki bileşenli denge sistemi

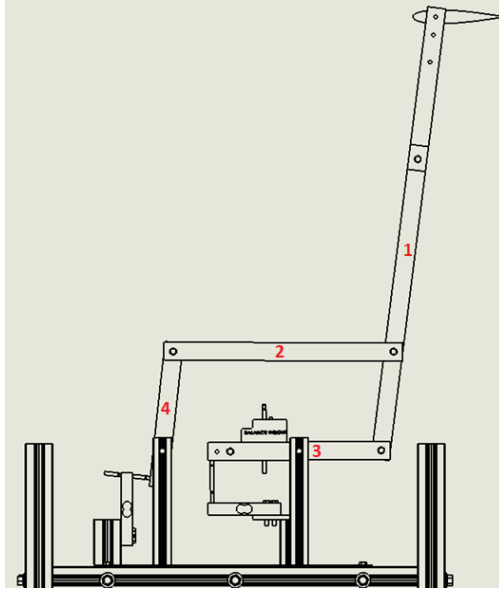
3. Teori

3.1. Hücüm Açısına Bağlı Olarak Kanat Profiline Etki Eden Kuvvetler

Deneyde NACA 0015 kanat profili kullanılmıştır. Burada 0015 kodunda yer alan '00' kanat profilinin kamber (bombe) açısını ifade eder. 0 derece kamber açısı kanat profilinin simetrik olduğunu gösterir. '15' kodu ise kanat profilinin veter (chord) (c) uzunluğunun, kanat profilinin kalınlığına oranını ifade eder. Şekil 3'de gösterilen bu profil ($b=0,16m$, $c=0,1m$) Şekil 2'de gösterilen sisteme bağlanarak tünel içindeki test alanına konumlandırılmıştır. Bu sistem aracılığı ile kanat üzerinde oluşan kaldırma ve sürüklenme kuvvetleri, istenilen hücüm açısında (α) mN olarak ölçülebilmektedir.



Şekil 3 Deneyde kullanılan Naca0015 kanat profili



Şekil 5 Sürüklenme kuvvetinin sistemdeki etkisi

3.2. Hesaplamalar

Belli hücum açılarında ve belli hava hızlarında yük hücrelerine gelen kuvvetlerden elde edilen değerler mN cinsinden olduğu için aşağıda gösterilen katsayı hesaplamalarında değerler N cinsinden girilmelidir.

Havanın yoğunluğu $\rho=1.2 \text{ kg/m}^3$ değerinde alınırken havanın hızı $U: m/s$ biriminde alınmalıdır. Kanat üzerindeki projeksiyon alanı ise $A: bc$ şeklinde alınmalıdır. (b:0,16m c:0,1m)

Havanın hızına ve kanat geometrisine bağlı olarak hesaplanan boyutsuz Reynolds sayısı ise aşağıdaki formülden elde edilmelidir. Burada havanın viskozitesi $\nu: 1,78 * 10^{-5} \text{ kg/ms}$ olarak alınmalıdır.

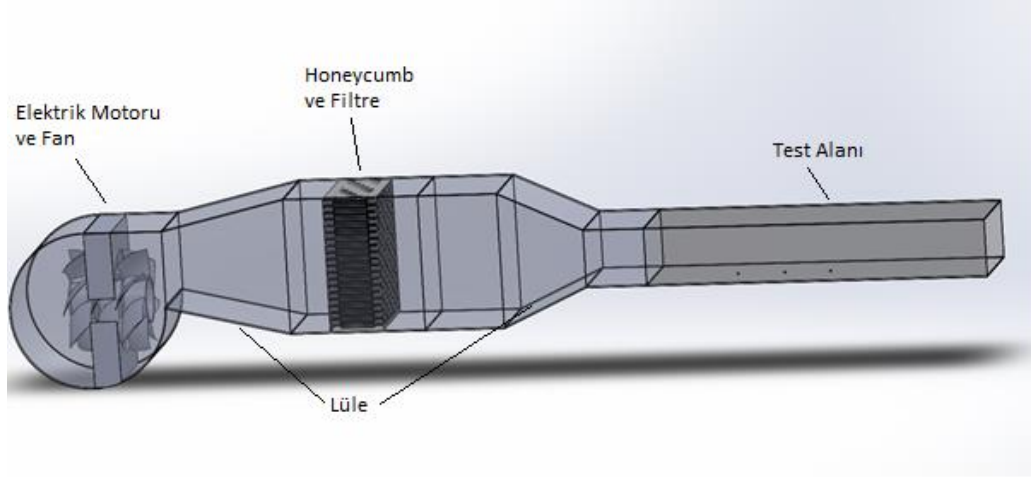
$$Re: \frac{U * c}{\nu}$$

$$C_L = \frac{F_L}{0.5\rho U^2 A}; \quad A = bc \text{ (Projeksiyon Alanı)}$$

$$C_D = \frac{F_D}{0.5\rho U^2 A}; \quad A = bc \text{ (Projeksiyon Alanı)}$$

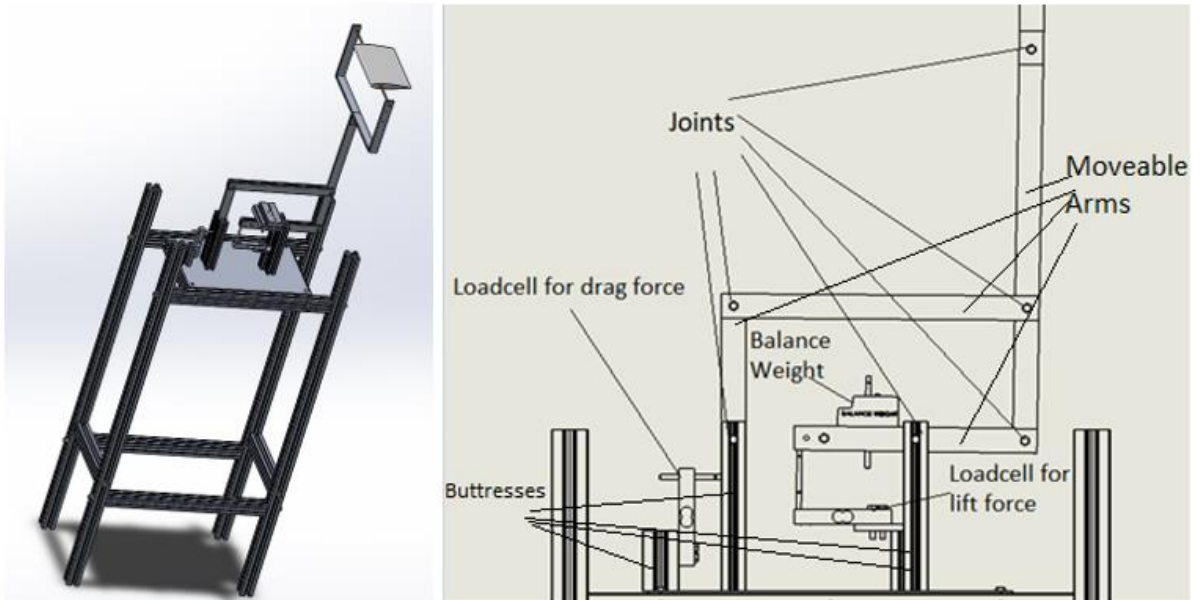
4. Deney Tesisatı

Deneyler Şekil 6'te detaylarıyla verilen açık döngülü bir hava tüneline gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6 Açık döngülü hava tüneli

Deneyde kullanılan, üzerine kanat bağlanarak, o kanadın aerodinamik performanslarının ölçüldüğü sistem ise Şekil 7'da verilmiştir.



Şekil 7 Deneyde kullanılan aerodinamik performans ölçen denge sistemi

5. Deneyin Yapılışı

1. Deneyde; $U=5, 7$ ve 10m/s olmak üzere 3 farklı hızda ve $\alpha=0, 5, 10$ ve 15 derece hücum açılarında ölçümler alınacağı için ilk önce kanat profilinin hücum açısı $\alpha=0^0$ olarak ayarlanır.

2. $\alpha=0^0$ hücum açısı ayarlandıktan sonra tünelin hızı sırasıyla $U=5, 7$ ve 10m/s 'ye ayarlanıp bu üç hız için kaldırma ve sürüklenme kuvveti değerleri kaydedilir. Yük hücrelerinden programa gelen anlık ortalama kaldırma ve anlık ortalama sürüklenme kuvvet değerleri, hazırlanacak olan ölçüm değerleri excel tablosunda yerine yazılır(Bu değerler mN olarak okunduğu için excel tablosunda katsayı hesabı yapılırken buna dikkat edilmelidir.). Program çıktısının bir örneği Şekil 8'de verilmiştir.

```
Reading: 39.22000 mN_lift Average_lift: 40.06 Reading: 69.14469 mN_drag Average_drag: 69.74 Time:189 Counter:225
Reading: 40.96000 mN_lift Average_lift: 40.06 Reading: 69.86170 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:189 Counter:226
Reading: 39.56000 mN_lift Average_lift: 40.06 Reading: 69.69788 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:189 Counter:227
Reading: 43.36000 mN_lift Average_lift: 40.08 Reading: 69.47660 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:190 Counter:228
Reading: 41.72000 mN_lift Average_lift: 40.09 Reading: 69.72341 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:190 Counter:229
Reading: 41.32000 mN_lift Average_lift: 40.10 Reading: 68.71915 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:190 Counter:230
Reading: 38.98000 mN_lift Average_lift: 40.10 Reading: 69.91490 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:190 Counter:231
Reading: 38.78000 mN_lift Average_lift: 40.10 Reading: 69.22766 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:190 Counter:232
Reading: 39.64000 mN_lift Average_lift: 40.09 Reading: 69.79149 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:191 Counter:233
Reading: 39.04000 mN_lift Average_lift: 40.09 Reading: 68.42766 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:191 Counter:234
Reading: 39.12000 mN_lift Average_lift: 40.09 Reading: 70.54894 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:191 Counter:235
Reading: 41.00000 mN_lift Average_lift: 40.09 Reading: 68.54894 mN_drag Average_drag: 69.72 Time:191 Counter:236
Reading: 40.62000 mN_lift Average_lift: 40.09 Reading: 70.11064 mN_drag Average_drag: 69.73 Time:191 Counter:237
```

Şekil 8 Sistemden alınan değerlerin okunduğu programın örnek bir ekran görüntüsü

3. $\alpha=0^0$ deki hızlara bağlı olarak anlık değerler kaydedildikten sonra hücum açısı sırasıyla $\alpha=5^0, 10^0$ ve 15^0 'ye alınıp yine belirtilen hızlardaki anlık kuvvet değerleri kaydedilir.

7. İstenenler

1. Kanat profilleri ile ilgili genel bilgiler verilir ve çalışmanın amacı açıklanır.
2. Rüzgâr tüneli, NACA 0015 kanat profili, deney mekanizması ve mantığı açıklanır.
3. Ölçüm değerleri başlığında bir örneği verilen excel tablosuna, her bir konfigürasyon için elde edilen anlık kaldırma ve sürüklenme kuvvet değerleri, sistemin kanatsız halinin oluşturduğu kaldırma ve sürüklenme kuvvetlerinden gelen referans değerlerinden çıkarılır ve kanadın asıl kaldırma ve sürüklenme kuvvetleri bulunur.
(F_L, F_D)
4. Bu kaldırma ve sürüklenme kuvveti değerleri, yine excel tablosunda, hesaplama kısmında verilen kaldırma ve sürüklenme katsayılarına dönüştürülür. (C_L, C_D)
5. Hesaplamalar kısmında kanat üzerinden akış için formülü verilen Re sayısı her bir hız için belirlenir ve daha sonra aşağıda istenen grafikler excelde çizdirilir.
 - a: Re – CL grafiği (Her bir hücum açısı için)
 - b: Re – CD grafiği (Her bir hücum açısı için)
 - c: α – CL grafiği (Her bir hız için)
 - d: α – CD grafiği (Her bir hız için)
 - e: α – CL/CD grafiği (Her bir hız için)
6. Bu 5 tane grafik literatürdeki Naca 0015 profilin aerodinamik performans eğrileriyle karşılaştırılır ve yorumlanır.
7. Deneyde aerodinamik ölçümleri yapılan Naca 0015 profilinin, her bir hızda, stall açısı ve en iyi performans gösterdiği hücum açısı eğrilerden belirlenip yorumlanır.
(Performans ölçütü Cl/Cd)
8. Yararlanılan kaynaklar alfabetik sıraya göre verilir.

KAYNAKLAR