

YÜK AYRILMASI ANALİZLERİNDE SONUÇLARIN ODYSSEE CAE İLE TAHMİNİ

HAZIRLAYAN	
Umut Can Salman Mekanik Simülasyon Mühendisi	Ahmet Kozanoğlu Lider CFD Mühendisi

Tarih: 06/01/2023

1. GİRİŞ

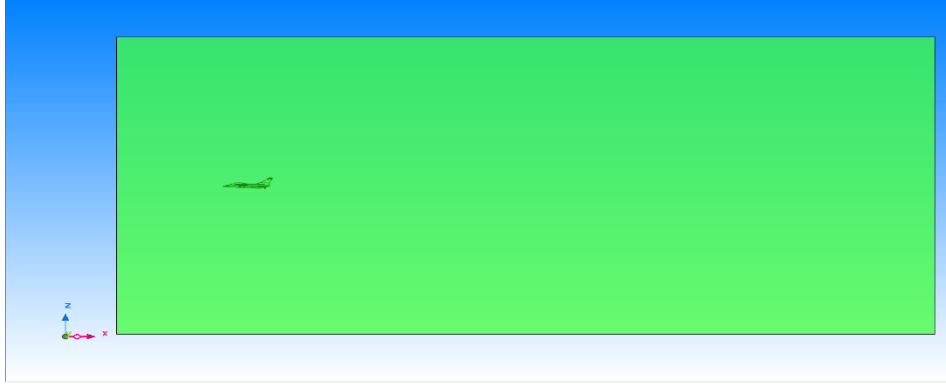
Günümüzde yaygınlaşmakta olan ve her geçen gün gelişen yapay zeka ve makine öğrenimi teknolojileri etkisini mühendisliğin her alanında hissettirmektedir. Bazı konular yapay zeka ve makine öğrenimi teknolojisinin doğrudan çalışma alanına girmekle beraber bazı konularda da çıktılarını araç olarak kullanarak farklı kazanımlar sağlamaktadır. Özellikle sanal prototipler üzerinden alınan simülasyonlar konusunda özelleşen araçlar gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Hesaplama yükü ağır olan problemleri çözmek veya sonucu öngörmek adına simülasyonlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Bilgisayar destekli mühendislik (CAE) uygulamalarında sonuç tahmini ve optimizasyon konusunda özelleşmiş bir araç olarak kullanılan ODYSSEE CAE, kütüphanesinde barındırdığı farklı algoritma ve yöntemler ile kullanıcılarının zorlu mühendislik problemlerini aşmalarını sağlamaktadır. ODYSSEE CAE, kullanıcılarının optimum sonuca ulaşmak için gerekli analiz sayısını azaltarak hem hesaplama gücünden hem de zamandan tasarruf etmesine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, yük ayrılması (store separation) analizlerinde ODYSSEE CAE kullanılarak ayrılan yük üzerinde farklı eksenlerdeki kuvvetler saniyeler içerisinde tahmin edilmiştir.

2. YÜK AYRILMASI CFD MODELİ

Bu çalışmaya konu olan harici yük ayrılma (store separation) çalışması için CFD modeli Cradle CFD yazılımında oluşturularak analizler gerçekleştirilmiştir. CFD modelinde, dış akış CFD analizi kurallarına bağlı olarak Şekil 1'de görüldüğü gibi hesaplama alanı oluşturulmuştur.



Şekil 1: CFD Modeli Hesaplama Alanı

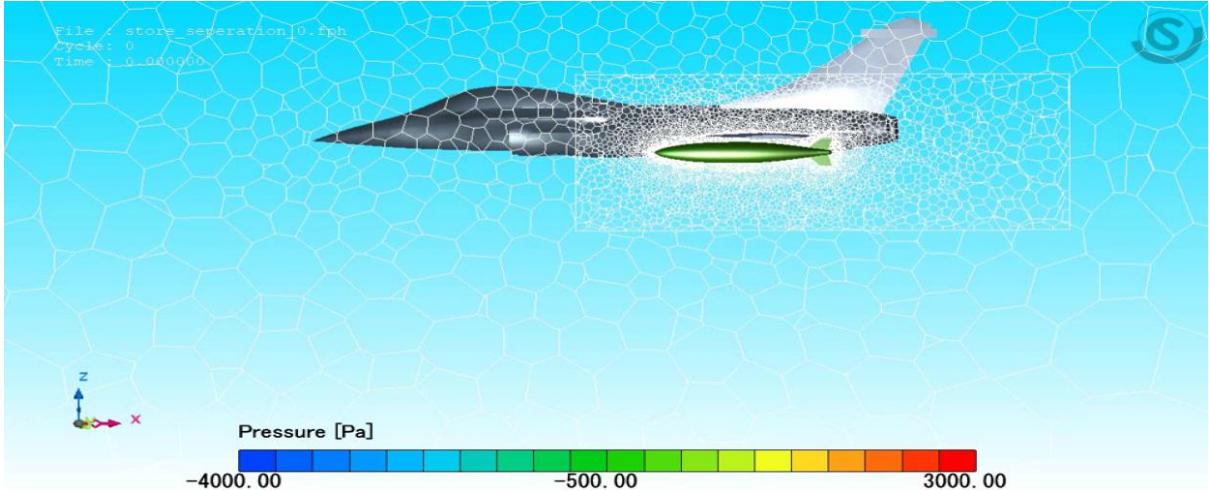
Hava-yer görevi kapsamında uçuşunu gerçekleştiren savaş uçağından JDAM isimli mühimmatın bırakılmasına yönelik bombaya hareketli eleman ağı örülmüş olup 6 serbestlik derecesi tanımlanarak uçaktan serbest düşüşü 0.3 saniye boyunca izlenmiştir. Sınır koşulları olarak deniz seviyesi basınç, sıcaklık ve yoğunluk değerleri alınmıştır. Bu değerler sırasıyla;

- 101325
- 20 C°
- 1.206 kg/m³

Analizde kullanılan eleman ağı sayısı ve zaman adımı aşağıdaki gibidir;

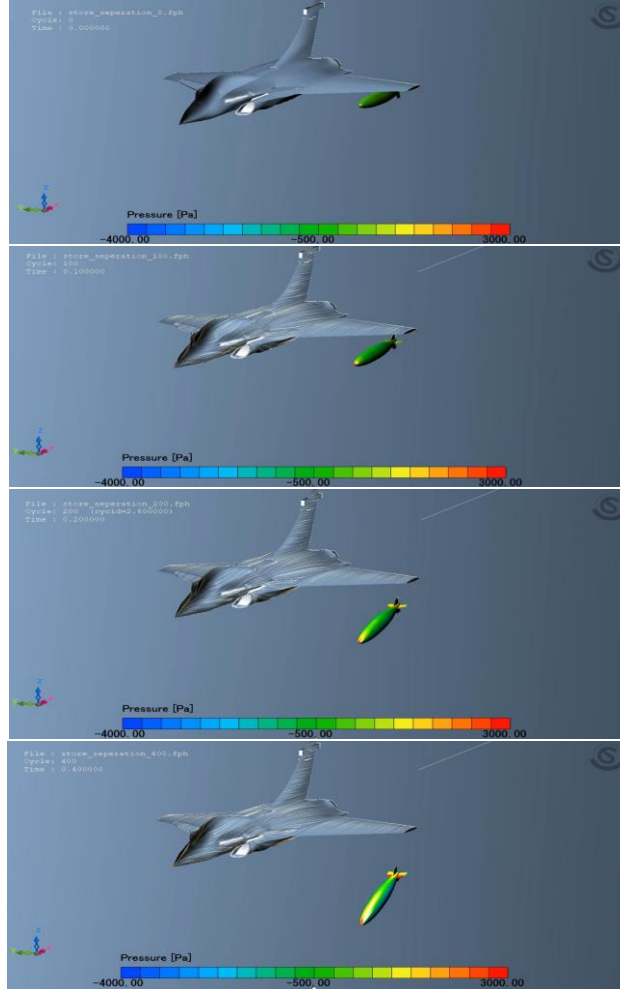
- 400,000 polyhedral eleman
- 0.0001 saniye zaman adımı

Şekil 2’de görüldüğü gibi hareket edecek parçanın etrafına da hareketli bölge hacmi çizilmiş ve bütün bir bölge hareket ettirilmiştir.



Şekil 2: Hareketli Parça Hacmi

Bombanın düşüşü aşağıda yer alan Şekil 3'te zamana bağlı verilmiştir.



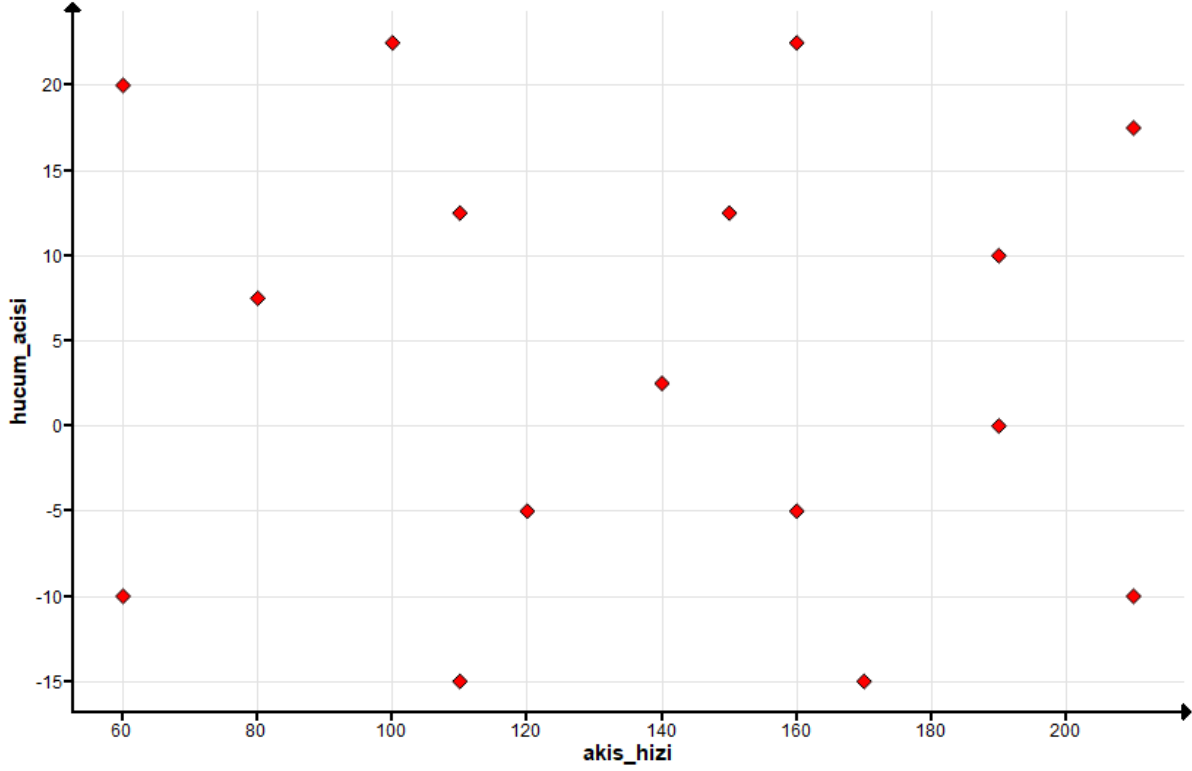
Şekil 3: Harici Yük Ayrılması

Çalışmada çıktı olarak mühimmatın ayrılması sonucunda üstüne gelen kaldırma (lift) ve sürtünme (drag) kuvvetleri incelenmiştir. Bu yükleri etkileyen parametreler akış hızı ve akışın uçak yüzeyine geliş açısı (hücum açısı) olarak belirlenmiş, çalışmanın ilerleyen safhasında bu parametrelerle elde edilen farklı sonuçlar sayesinde tahmini model oluşturulmuştur.

3. DENEY TASARIMI (DoE)

Tahmini model oluşturmak ve optimizasyon çalışmalarını bu tahmini model ile yürütmek için ele alınan problemle alakalı veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verileri sistematik bir şekilde toplamak adına deney tasarımı (DoE) çalışması gerçekleştirilmiştir. Veri toplanması gereken noktalar ODYSSEE CAE ile belirlenmiştir. ODYSSEE CAE içerisinde deney tasarımı çalışması için birçok teknik bulunmakla beraber bu çalışmada Hammersley metodu kullanılarak analiz setleri belirlenmiştir.

Akış hızı ve akışın uçak yüzeyine geliş açısı (hücum açısı) toplamda 16 farklı varyasyonda tanımlanmış olup analizler tamamlanmıştır. Sonrasında veriler ODYSSEE CAE yazılımına beslenerek tahmini model oluşturulmuştur. Bu tahminleri doğrulamak adına iki farklı hız ve hücum açısında doğrulama çalışması yapılmıştır. Deney tasarımı ile elde edilen noktaların dağılımı Şekil 4'de, kullanılan noktaların değerleri **Tablo 1**'de belirtilmiştir.



Şekil 4: Deney Tasarımı (DoE) Parametre Dağılımı

Tablo 1: Deney Tasarımı (DoE) Parametreler

Hız (m/sn)	Hücum Açısı (°)
210	17.5
100	22.5
150	12.5
190	0
170	-15
80	7.5
120	-5
60	-10
140	2.5
60	20
110	-15
160	22.5
210	-10
160	-5
110	12.5
190	10

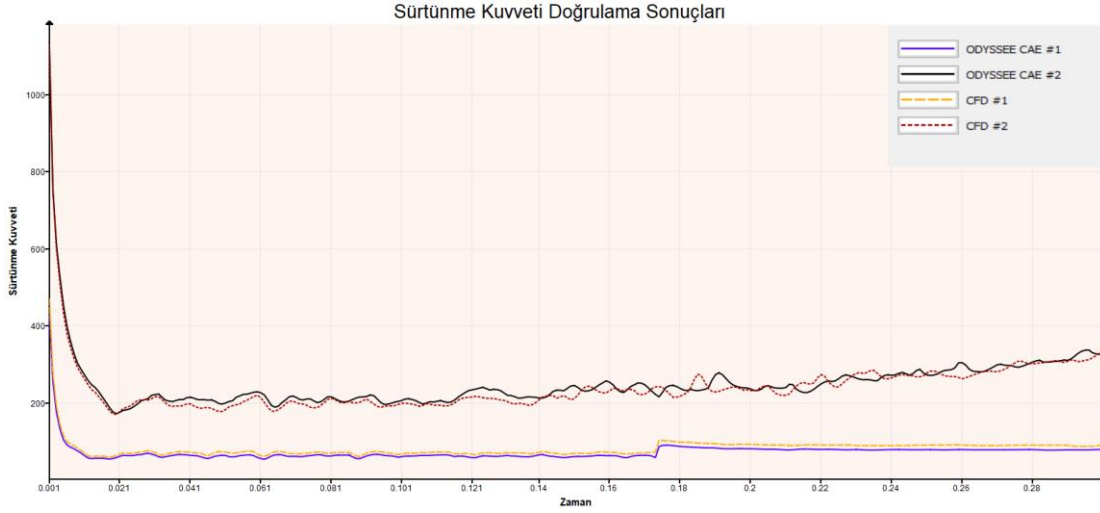
Doğrulama çalışmaları için CFD analizinde kullanılan parametreler **Tablo 2'**de gösterilmiştir.

Tablo 2: Doğrulama Çalışması Parametreleri

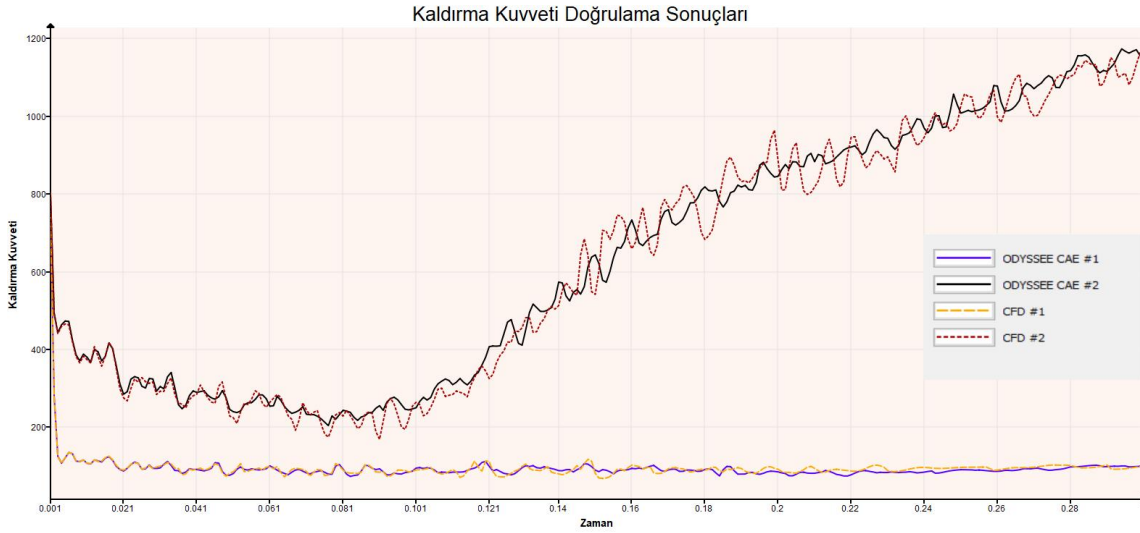
Hız (m/sn)	Hücum Açısı (°)
80	0
180	15

4. TAHMİNİ MODEL ELDE EDİLMESİ

Deney tasarımı çalışmasından elde edilen noktalar kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ODYSSEE CAE ile sonuç tahmini yapılması adına programa virgülle ayrılmış formatta (csv formatı) beslenerek tahmini model oluşturulmuştur. Modellerin doğruluğunun kıyaslanması adına Şekil 5 ve Şekil 6'da doğrulama analiz sonuçları ile ODYSSEE CAE tahminleri üst üste çizdirilmiştir. Görsellerden de görüleceği gibi oldukça yüksek bir doğruluk sağlanarak tahmini model elde edilmiştir.



Şekil 5: Sürtünme Kuvveti Doğrulama Sonuçları



Şekil 6: Kaldırma Kuvveti Doğrulama Sonuçları

5. SONUÇ

Analizler neticesinde ODYSSEE CAE ile tahmini gerçekleştirilen kaldırma ve sürtünme kuvvetleri incelenmiş olup Şekil 5 ve Şekil 6'da grafik olarak değerler verilmiştir. CFD analizi her bir durum için 1 saat süre ile çözülürken tahminler 2 saniye içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu tahminlerde görüldüğü gibi trend ve sonuç mertebeleri doğru bir şekilde tahmin edilmiştir.