

OPTİMİZASYON GERÇEKÇİLİĞİNİ ARTTIRMAK İÇİN NET TASARIM HACMİ YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

Tarık Gençay¹, Barış Yeşil²
Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., Ankara

ÖZET

Bir uçağın net tasarım hacmi ile ağırlığı arasındaki ilişki incelendiğinde uçağın tasarımının gerçekçi bir geometriye sahip olup olmadığı doğrulanır. Net tasarım hacmi, uçağın iç hacminden yakıt, motor ve faydalı yük (yolcu ve mürettebat dahil) hacminin çıkarılması ile elde edilen hacimdir. Net tasarım hacmi, tasarım sırasında yapısal bileşenler, aviyonik sistemler, iniş takımları gibi sistemler için uçaktaki kullanılabilir hacmi temsil eder. Bu çalışmada, jet uçaklarının net tasarım hacimleri ile ağırlıkları arasındaki ilişki incelenerek tasarım sürecindeki bir konsept uçağın geometrisinin gerçekçiliği doğrulanacaktır.

GİRİŞ

Kavramsal tasarım aşamasında gövde, kanat, kuyruk gibi aerodinamik yüzeyler ve motor, iniş takımı, yakıt tankları, aviyonikler gibi ana komponentler göz önünde bulundurulur. Ancak bu tasarım uçağın son tasarımı ile aynı olmamaktadır. Bunun nedeni, bazı bileşenlerin (uçak boyunca geçen kanal ve kablo bağlantıları vb.) daha sonraki detay tasarım aşamasında yerleştirilmesidir.

Bazı sistemler kavramsal tasarım aşamasındaki yerleşim sürecinde hacim anlamında endişelenmek için çok küçüktür, ancak benzer durumdaki diğer sistemler ile bir araya getirildiğinde önemli bir hacme sahip olmaktadır. [Raymer, 2001]

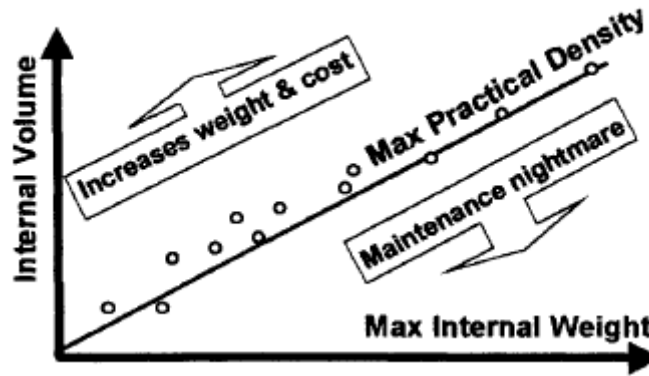
¹ Sistem Entegrasyon Mühendisi, E-posta: tarik.gencay@tai.com.tr

² Sistem Entegrasyon Mühendisi, E-posta: baris.yesil@ tai.com.tr

Tecrübeli bir tasarımcı kavramsal tasarım sırasında, küçük olarak görünen bileşenlerin gerçek hacimlerini tahmin ederek o doğrultuda bir tasarım gerçekleştirir. Ancak bu sezgisel yöntemi öğretmek ve diğer nesillere aktarmak oldukça zordur. Bu nedenle, bu ekstra hacmin doğru miktarının önceden belirlenmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Uçağın toplam hacimsel yoğunluk değerlendirmesi yapılarak optimum hacim hesaplanabilir. [Cadell, 1969]

Net tasarım hacmi belirlenirken hava alığı hesaba katılmadan hacimsel yoğunluk değerlendirmesi yapmak, optimum bir değer verecektir. Uçak hacmini küçültmek bakımı zorlaştırırken, hacmi büyütmek ise ağırlık ve maliyetin artmasına sebep olmaktadır. [O'Brimski, 1993]



Şekil 1: Geleneksel Hacimsel Yoğunluk Grafiği [O'Brimski, 1993]

NET TASARIM HACMİ

Net tasarım hacmi (NTH), Denklem 1’de de gösterildiği gibi, uçağın gövde ve kanat hacminden, yakıt, faydalı yük, mürettebat, motor hacmi ve hava alığı hacminin çıkartılması ile hesaplanır. Bu kısımların çıkarılmasının sebebi sistem yerleşimi için kullanılamamalarıdır.

$$NTH = (V_{gövde} + V_{kanatlar}) - (V_{yakıt} + V_{fye}) - N_{motor} \{ V_{motor} + V_{hava\ alığı} + V_{egzoz} \} \quad (1)$$

Özetlemek gerekirse net tasarım hacmi, tasarımcının uçak yapısı, aviyonik sistemler, iniş takımı gibi ana sistemlerin yanında henüz tanımlanmamış ürünler de dahil olmak üzere her şey için yeterli alan sağlayacağı düşünülen hacmi temsil eder. Yapılan bu çalışmada Denklem 1’ de belirtilen formüle göre hesaplanmış hacimler üzerinden farklı jet savaş uçaklarının ve jet eğitim uçaklarının takip ettiği eğilim çizgisi çıkartılmış olup, yeni tasarlanacak uçakların tasarım süreçlerinde bu eğrilere yakın çıkması beklenmektedir. Bu durum teorik olarak tasarlanan uçağın hacim ve ağırlık olarak ne kadar gerçekçi olduğunun bir ölçüsü olarak kabul edilebilir.

Bunun yanında uçağın kullanılabilir hacmi olarak tanımlanan Net Tasarım Hacmine ek olarak Net Tasarım ağırlığı da belirlenmiş olup motor ve kuyruğun çıkarılması ile elde edilir. Wnth olarak tanımlanmıştır.

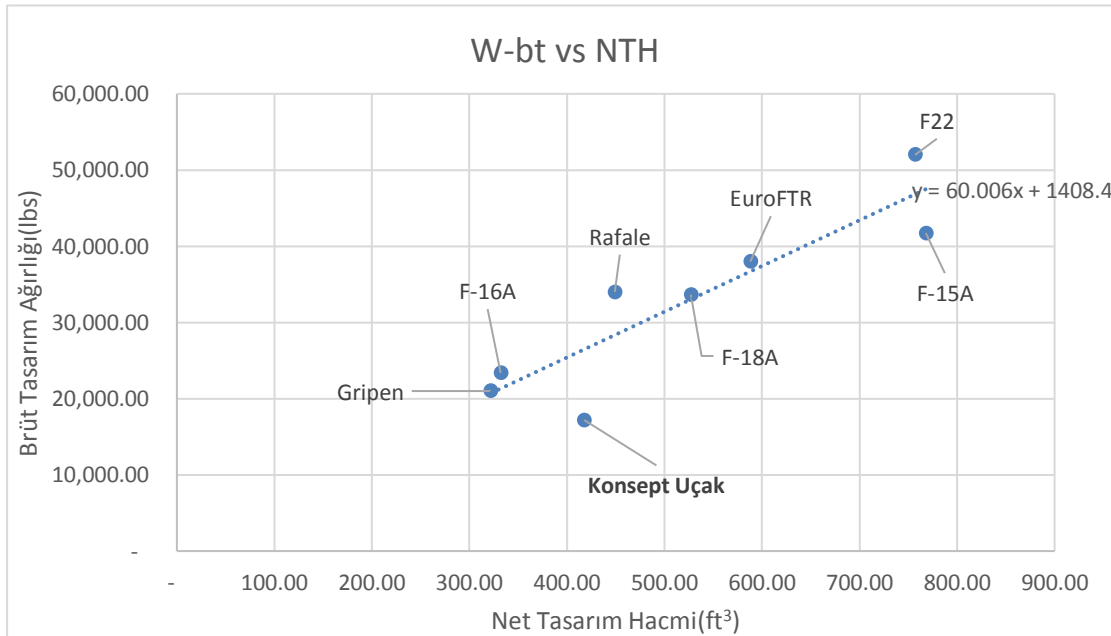
JET SAVAŞ UÇAKLARINDA NET TASARIM HACMİ ANALİZİ KARŞILAŞTIRMASI

Tablo 1’de eğitim ve savaş uçaklarına ait konsept bir uçaktan hesaplanan veriler ve Jane's All the World's Aircraft, Aviation Week ve benzeri havacılık kaynaklarından derlenen veriler gösterilmiştir.

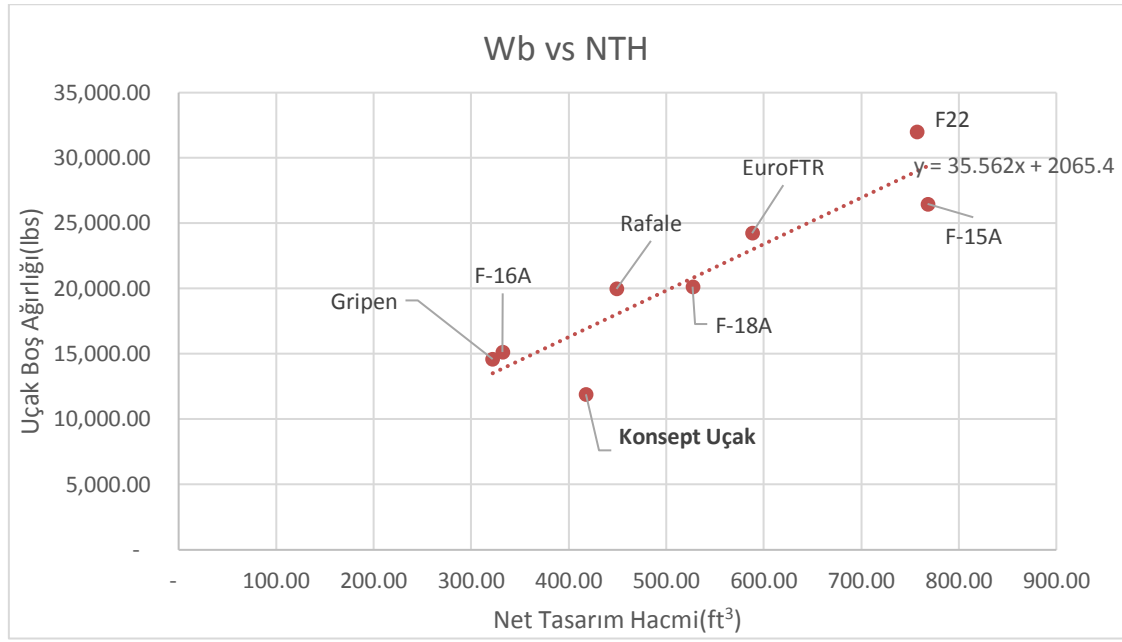
		Eğitim Uçakları			Savaş Uçakları						
	Konsept Uçak	boeing-tx	yak-130	kai-T50	1 -F-15A	2 -F16A	3 -F-18A	4 -Gripen	5 -Rafale	6 -EUROFTR	7 -F22
W dgw	-	12,125.00	22,685.54	26,422.00	41,723.00	23,360.00	33,654.00	21,000.00	34,000.00	38,000.00	52,000.00
W empty	-	7,165.00	10,141.25	14,263.89	26,482.00	15,140.00	20,146.00	14,600.00	19,973.00	24,240.00	32,000.00
Wfuel	-		3,858.09	4,806.07	13,455.00	6,934.00	10,860.00	6,400.00	9,560.00	10,240.00	15,000.00
Wtails	-				1,150.00	685.00	920.00	320.00	480.00	600.00	2,200.00
Wengine	-	2,282.00	2,469.18	2,282.00	3,149.00	3,149.00	2,195.00	2,325.00	3,240.00	3,300.00	4,200.00
# engines	-	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00
# crew	-	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NDV	-	464.70	145.00	278.00	768.00	332.00	527.00	322.00	449.00	588.00	757.00
Wndv	-				22,183.00	11,306.00	17,031.00	11,955.00	16,253.00	20,340.00	25,600.00
WNDV/NDV	-				28.88	34.05	32.32	37.13	36.20	34.59	33.82
We/Wo	-	0.59	0.45	0.54	0.63	0.65	0.60	0.6952	0.59	0.64	0.62

Tablo-1. Eğitim ve Savaş Jet Uçakları Verileri

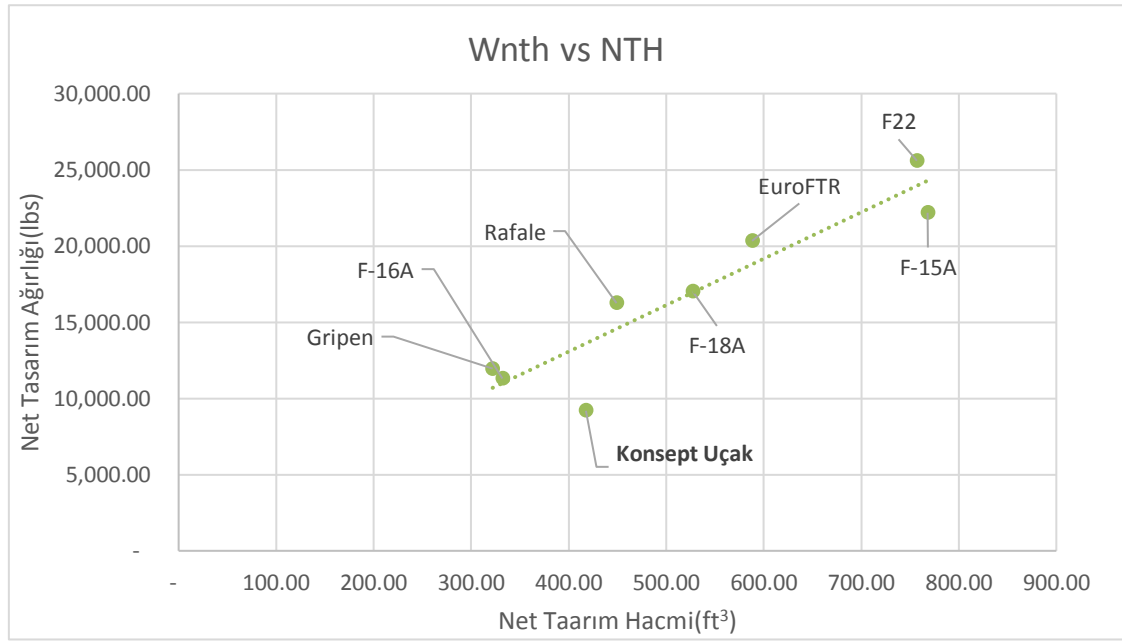
Dünya çapında bilinen savaş uçaklarının brüt ağırlığının, boş ağırlığının (yapısal, güç sistemi ve uçağın iç kısmında yer aldığı düşünülen diğer tüm sistemler) ve Net Tasarım Ağırlığının, Net Tasarım Hacmi’ne (NTH) karşı hazırlanmış grafikleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu grafiklerdeki trendline (eğilim çizgisi) optimumluğu temsil edip, oluşturulan konsept uçak tasarımının doğruluğu bu eğri baz alınarak değerlendirilmektedir. Tasarlanan konsept uçak, standart sapma değerleri içerisinde kaldığı sürece şekil 1’de belirtilen Hacimsel Yoğunluk grafiğine göre optimum kabul edilecektir.



Şekil-1 Brüt Tasarım Ağırlığı – Net Tasarım Hacmi . [Raymer, 2001]



Şekil-2 Uçak Boş Ağırlığı – Net Tasarım Hacmi [Raymer, 2001]



Şekil-3 Net Tasarım Ağırlığı – Net Tasarım Hacmi [Raymer, 2001]

SONUÇ

Bir uçağın net tasarım hacmi ile ağırlığı arasındaki ilişki incelendiğinde uçağın tasarımının gerçekçi bir geometriye sahip olup olmadığı doğrulanır. Net tasarım hacmi, uçağın iç hacminden yakıt, motor ve faydalı yük (yolcu ve mürettebat dahil) hacminin çıkarılması ile elde edilen hacimdir. [Raymer, 2001] Bu çalışmada, konsept bir uçağın net tasarım hacmi, jet savaş uçakları ile karşılaştırılmış ve verilere uygun çizilen grafiklere göre, (şekil-1, şekil-2, şekil-3) konsept uçağın hacimsel yoğunluğunun grafiklerdeki standard sapmalar içerisinde kaldığı gösterilmiştir.

Kaynaklar

Cadell, W., 1969. *On the Use of Aircraft Density in Preliminary Design*, SAWE, s. 813.

O'Brimski, F., 1993. *The Maximum Practical Density for Tactical Aircraft*, Technical Note, NAVAIR AIR-5223, Washington, DC.

Raymer, D. P., 2001. *Vehicle Scaling Laws For Multidisciplinary Optimization: Use Of Net Design Volume To Improve Optimization Realism*, 1st AIAA Aerospace Technology, Integration & Operations Forum, Los Angeles, CA, USA, 16-17 Ekim.