

BİR UÇAK MOTOR ASKISININ TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU İLE TASARIMI

K. Ayşe İLHAN¹, Durukan TAMKAN²
Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., Ankara

ÖZET

Havacılıkta kullanılan yapısal optimizasyon uygulamaları daha hafif hava aracı tasarımları elde etmek için giderek önemini arttırmaktadır. Bu makalede bir uçak motor askısının ön tasarımının topoloji optimizasyonu ile nasıl gerçekleştirilebileceği anlatılmaktadır. Topolojik optimizasyon hesaplamaları için yoğunluk yöntemini temel alan Altair Optistruct programı kullanılmıştır. Yapının maruz kalacağı bir dizi yük ve sınır koşulu göz önüne alınarak analiz modeli oluşturulmuş, tasarım değişkenleri, optimizasyon kısıtları ve amaç belirlenmiş ve sayısal hesaplamalar sonucunda optimum topoloji elde edilmiştir. Daha sonra bu topolojiden yola çıkarak en etkin yük yolunu sağlayan yapı tasarlanmıştır.

GİRİŞ

Hava aracı tasarımlarında hafiflik en önemli tasarım ölçütlerinden biridir. Yapısal tasarım döngüsünün ilk aşamalarında yapının maruz kalacağı yük koşulları incelenerek ana yük yollarının belirlenmesi ve yapının bu doğrultularda güçlendirilmesi gereksiz malzeme kullanımının önüne geçer. Böylece hafiflik gereksiniminin sağlanması adına ilk adım atılmış olur.

Ön tasarım çalışmaları ana yük yolları göz önüne alınarak yapıldığı takdirde tasarım süreçleri içerisinde geriye dönüşler en aza inecek ve bu sebeple oluşacak para ve zaman kaybının önüne geçilecektir.

Topoloji optimizasyonu sınırlı bir hacim içinde, belirlenen yükleme ve sınır koşulları altında tasarım kısıtlarını sağlayarak optimizasyon amacına ulaşan en uygun yapıyı yaratmayı hedefler. Genellikle en fazla direngenliği sağlayan yapı amaçlanarak, yapısal yük yollarının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Havacılık literatüründe bu konuda yazılmış yayınlara [Taylor, 2006] ve [Buchanan, 2007] örnek olarak verilebilir.

Bu çalışmada, bir motor askısı kafes yapısının ön tasarım aşaması için topoloji optimizasyon tekniğinden nasıl faydalanılacağı anlatılmaktadır. Optimizasyon yazılım aracı olarak Altair Optistruct programı kullanılmıştır. Bu program topoloji optimizasyonu için yoğunluk yöntemini temel almaktadır.

¹ Dr., Yapısal Analiz, E-posta: ailhan@tai.com.tr

² Sistem Entegrasyon ve Modifikasyonlar, E-posta: durukan.tamkan@ tai.com.tr

MOTOR ASKISI OPTİMİZASYONU

Bu yayında sınırlı bir alana sığması gereken bir motor askısı, yükleme ve sınır koşulları göz önüne alınarak topolojik olarak optimize edilmiştir.

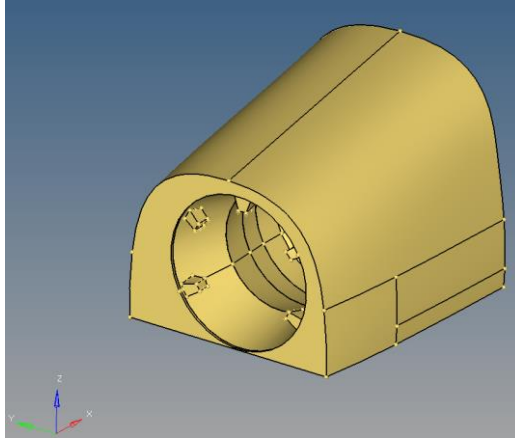
Optimizasyon hesaplamaları Altair Optistruct programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Bu program topolojik optimizasyon problemlerini yoğunluk yöntemine bağlı olarak çözmektedir. Sonlu elemanlar modelinin eleman yoğunlukları tasarım değişkeni olarak tanımlanmakta ve 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Malzemenin direngenliği de bu yoğunluk ile lineer olarak orantılandırılmıştır.

Sunulan çalışmada gerçekleştirilen optimizasyon adımları aşağıdaki maddelerle özetlenebilir.

- Tasarım hacminin belirlenmesi
- Sonlu elemanlar modelinin oluşturulması
- Yük ve sınır koşullarının tanımlanması
- Tasarım dışı alanların tanımlanması
- Optimizasyon hedefinin belirlenmesi ve tasarım kısıtlarının tanımlanması

Tasarım Hacminin Belirlenmesi

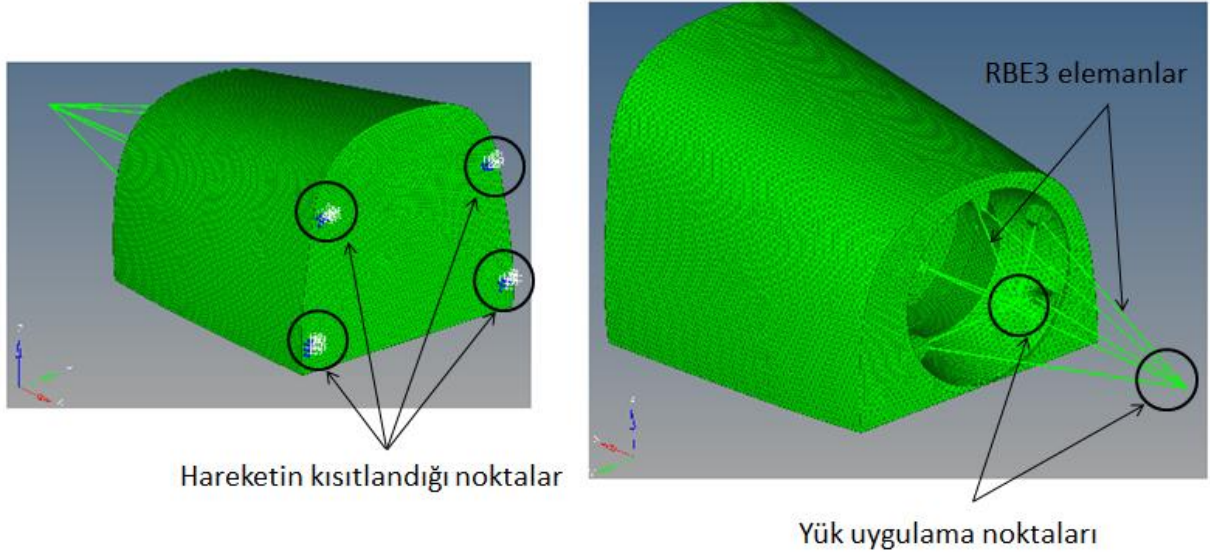
Optimizasyonun en etkin biçimde gerçekleştirilebilmesi için tasarım alanı olarak kullanılabilecek tüm alanın bilinmesi gerekmektedir. Şekil 1’de motor askısı yapısının içinde bulunması gereken hacim görülmektedir. CAD ortamında tanımlanan bu hacim sonlu elemanlar modelinin oluşturulması için kullanılacaktır.



Şekil 1: Tasarım hacmi

Sonlu elemanlar Modeli

Tasarım hacmi kullanılarak oluşturulan sonlu elemanlar modeli Şeki 2’de görülmektedir. Sonlu elemanlar modelinin yeterince detaylı bir meshe sahip olması topoloji optimizasyon sonuçlarının güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada yaratılan model TET4 elemanlar ile oluşturulmuş, yüklemeler RBE3 elemanlar ile aktarılmıştır.



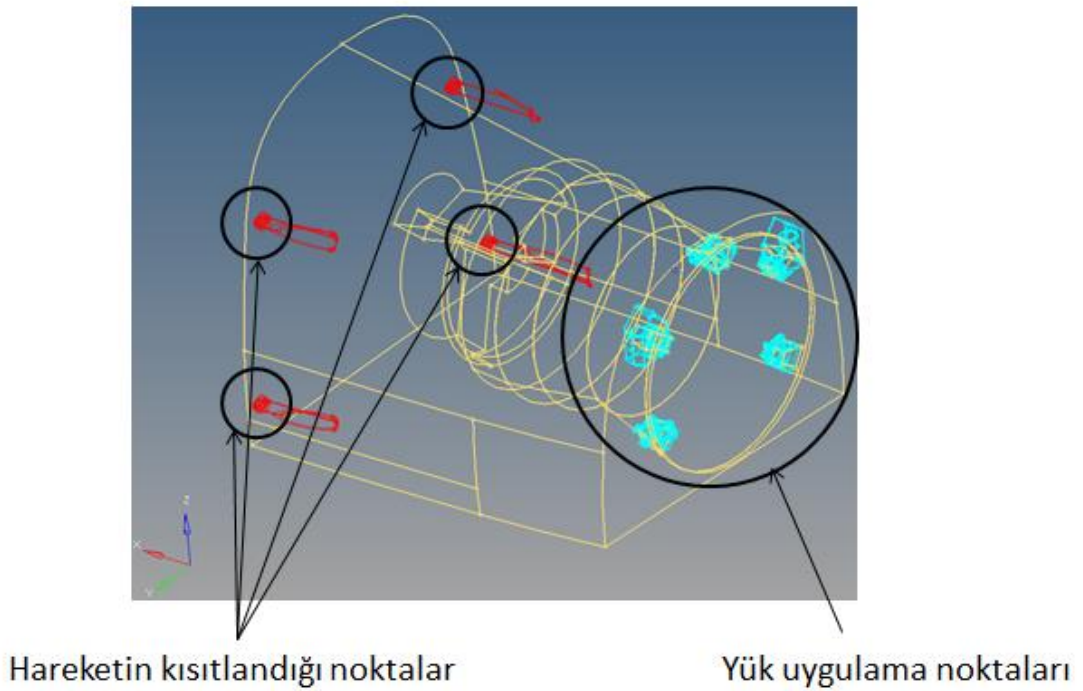
Şekil 2: Sonlu Elemanlar Modeli

Yük ve Sınır Koşullarının Tanımlanması

Motor askısı 10 değişik yük koşuluna maruz bırakılmıştır. Bu koşullar motor askısının tecrübe edeceği kritik cayroskopik yükler ve atalet yüklerini içermektedir. Cayroskopik yük koşullarının hesabı CS23.371'e göre yapılmıştır. Her bir koşulda üç yönlü eksenel yük ve moment bulunmaktadır. Hareket kısıtları yapının uçağa bağlandığı noktalarda tanımlanmıştır.

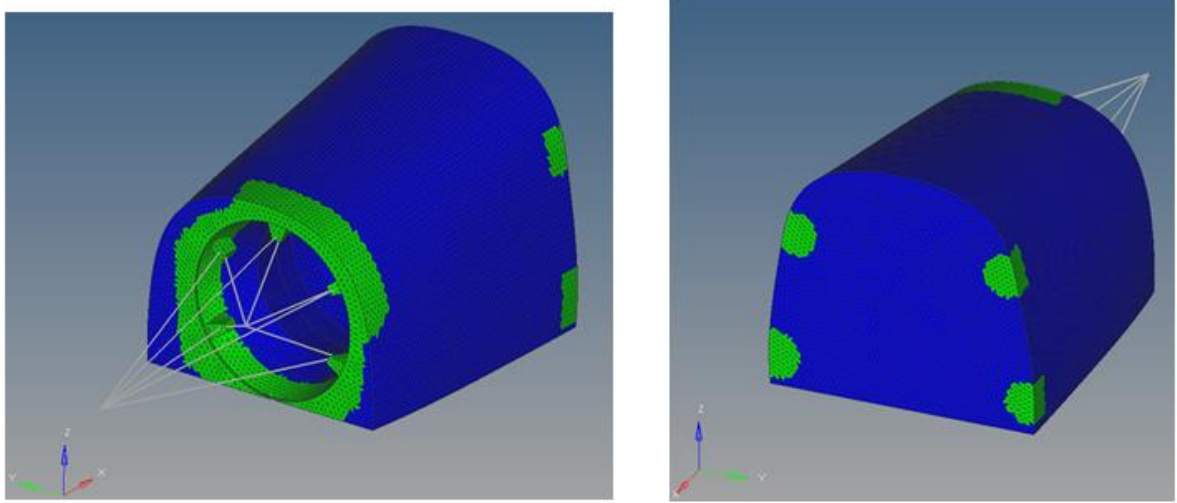
Tasarım Dışı Alanların Tanımlanması

Optimizasyon çalışması sonucunda doğru bir tasarım elde edebilmek için tasarım dışı alanların düzgün bir şekilde tanımlanmış olması gerekir. Bu problemde tasarım dışı alanlar yapının uçağa bağlandığı noktalar ve motor yüklerinin yapıya aktarıldığı noktalardır (Şekil 3).



Şekil 3: Tasarım dışı alanlar

Sonlu elemanlar modelinde tasarım dışı alanların özellikleri tasarlanabilecek alandan farklı olarak tanımlanır (Şekil 4).



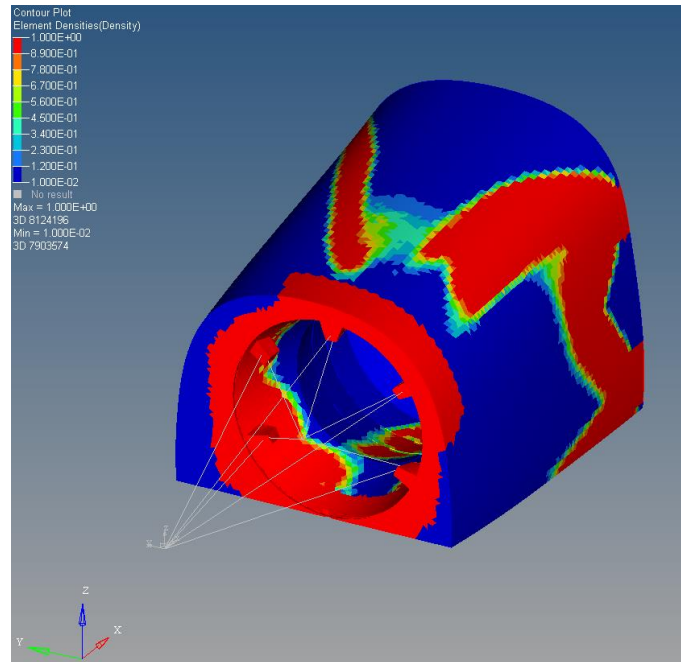
Şekil 4: Tasarım ve tasarım dışı elemanlar

Optimizasyon Hedefinin Belirlenmesi ve Tasarım Kısıtlarının Tanımlanması

Bu çalışmada en düşük komplians (en yüksek direngenlik) optimizasyon amacı olarak tanımlanmıştır. Yeni oluşacak hacmin ilk hacme oranının '3/10' olması tasarım kısıtı olarak belirlenmiştir.

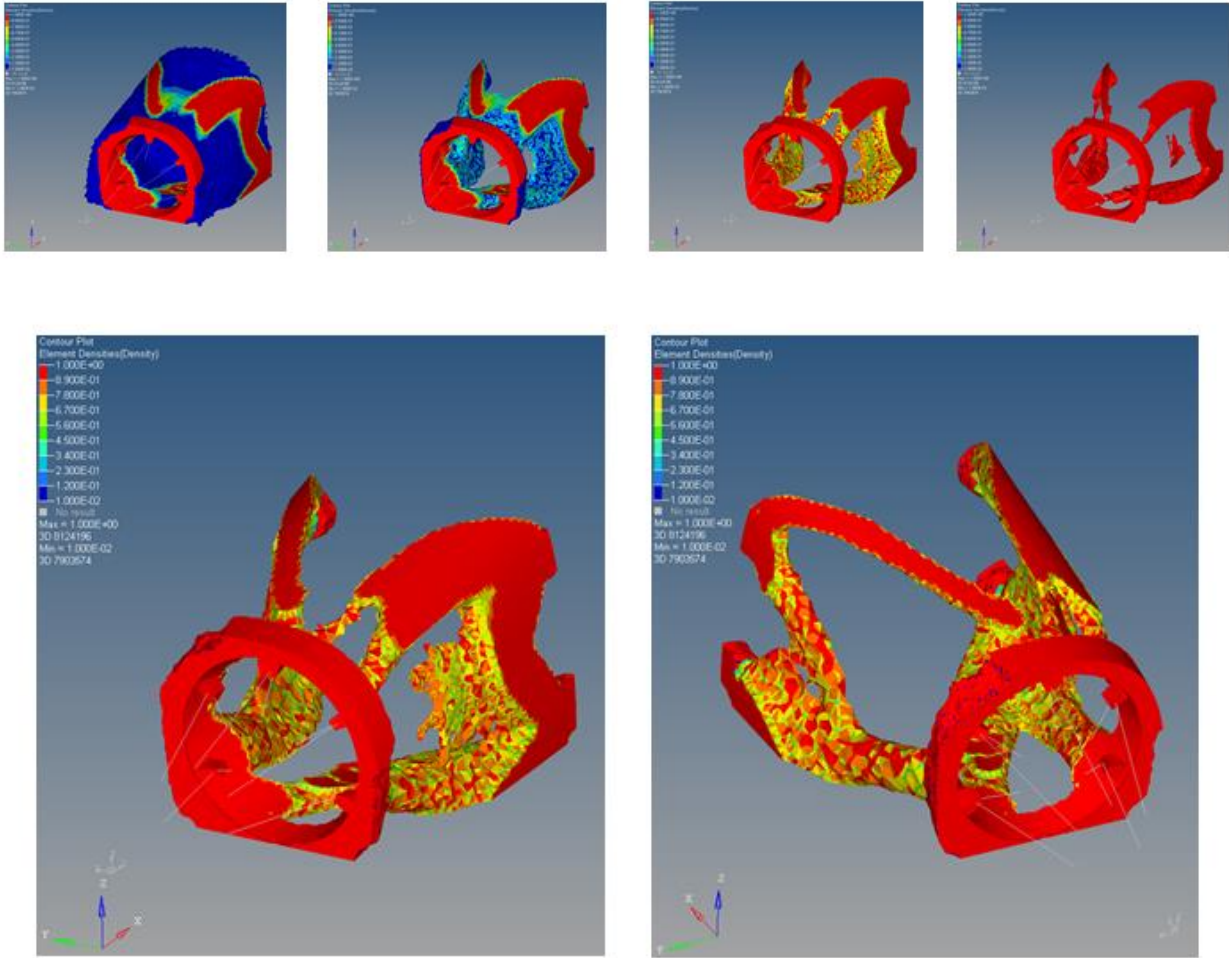
OPTİMİZASYON SONUCU

Elde edilen sonuçlara göre eleman yoğunluk dağılımı Şekil 5 'de görülmektedir.

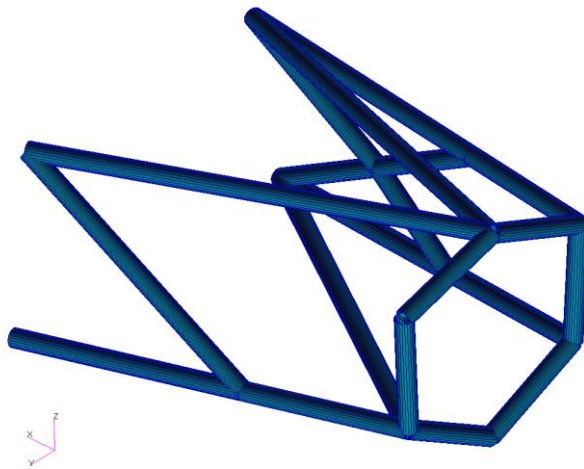


Şekil 5: Eleman yoğunluk dağılımı

Daha az etkin elemanların modelden atılmasıyla tasarım yük yolu Şekil 6'da elde edilmiştir. Topoloji sonucunun son tasarım olmadığı unutulmamalıdır. Nihai topolojiye ulaşmak için üretim ve montaj gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu değerlendirmeler yapıldıktan sonra elde edilen tasarımın sonlu elemanlar modeli Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6: Yük yolu



Şekil 7: Nihai topoloji

SONUÇ

Bu çalışmada bir uçağın motor askısının en iyileştirilmiş topoloji tasarımı elde edilmiştir. Minimum kompiyans hedefini gerçekleştirirken bulunan yük yolu doğrultusunda yapı güçlendirilmiş ve gereksiz malzeme kullanımının önüne geçilmiştir. Bundan sonraki süreçte boyutlandırma optimizasyonu ile son tasarım elde edilebilir.

Kaynaklar

Buchanan, S., 2007. 'Development of a Wingbox Rib for a Passenger Jet Aircraft using Design Optimization and Constrained to Traditional Design and Manufacture Requirements', Altair Engineering CAE Technology Conference 2007

Taylor, M. R., 2006. 'The Role of Optimization in Component Structural Design: Application to The F-35 Joint Strike Fighter', 25TH International Congress of The Aeronautical Sciences,