

BİR İNSANSIZ HAVA ARACININ KONVANSİYONEL OLMAYAN ESNEK KONTROL YÜZEYLERİNİN YAPISAL ANALİZİ VE İÇ YAPISININ TASARIMI

Pınar ARSLAN

ODTÜ, Havacılık ve Uzay
Müh. Bölümü,
pinar.arslan@metu.edu.tr

Uğur KALKAN*

ODTÜ, Havacılık ve
Uzay Müh. Bölümü,
ugur.kalkan@metu.edu.tr

Harun TIRAŞ

ODTÜ, Havacılık ve
Uzay Müh. Bölümü,
tiras.harun@metu.edu.tr

İlhan Ozan TUNÇÖZ

ODTÜ, Havacılık ve Uzay
Müh. Bölümü,
ozan.tuncoz@metu.edu.tr

Yosheph YANG

ODTÜ, Havacılık ve Uzay
Müh. Bölümü,
yosheph.yang@metu.edu.tr

**Yrd. Doç. Dr. Ercan
GÜRSES**

ODTÜ, Havacılık ve
Uzay Müh. Bölümü,
gurses@metu.edu.tr

**Doç. Dr. Melin
ŞAHİN**

ODTÜ, Havacılık ve
Uzay Müh. Bölümü,
msahin@metu.edu.tr

**Prof. Dr. Serkan
ÖZGEN**

ODTÜ, Havacılık ve Uzay
Müh. Bölümü,
sozgen@ae.metu.edu.tr

**Prof. Dr. Yavuz
YAMAN**

ODTÜ, Havacılık ve Uzay
Müh. Bölümü,
yyaman@metu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada bir insansız hava aracının konvansiyonel olmayan esnek ve büyük oranda şekil değiştirebilen kontrol yüzeyleri incelenmiştir. Bu bağlamda esnek bir kontrol yüzeyi malzemesi seçilmiş ve seçilen malzemeye göre kontrol yüzeyi içyapısı tasarlanmıştır. Kontrol yüzeyi içyapısı tasarımında, farklı sayıda servomotor kullanımının etkisi de göz önünde bulundurulmuştur. Malzeme seçimi ve iç yapı tasarımının sonucunda, kontrol yüzeyinin uçuş koşullarındaki aerodinamik yükler ve servomotor yükleri altında gerekli şekil değiştirmeleri sağladığı gösterilmiştir. Yapılan tasarımda ayrıca, esnek kontrol yüzeyinin ve içyapısının kanat profilini bozmayacak şekilde aerodinamik yükleri taşıyor olması da dikkate alınmıştır. Analizler sonucunda, kontrol yüzeyinin istenilen şekilde çalışabilmesini sağlayacak en güvenli servomotor sayısı kararlaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Konvansiyonel Olmayan Kontrol Yüzeyi, Yapısal Analiz, Esnek Malzeme

STRUCTURAL DESIGN AND ANALYSIS OF INTERIOR STRUCTURE OF UNCONVENTIONAL COMPLIANT CONTROL SURFACES OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

ABSTRACT

In this study, compliant and morphing unconventional control surfaces of an unmanned aerial vehicle (UAV) is examined. In this context, a compliant material for control surface is chosen and interior structure of the control surface is designed according to the selected material. During the design of an interior structure of the control surface, use of different number of servo actuators is taken into consideration. In consequence of material selection and design of the interior structure, it is shown that necessary deflection of the control surface is possible under the aerodynamic loads in flight conditions and servo actuation loads. Moreover, in this design, it is considered that compliant and morphing control surface and its interior structure is able to carry aerodynamic loads while sustaining the wing profile. As a result of various analyses, the safest number of servo actuators are decided to operate the control surface in a desired manner.

Keywords: Unconventional Control Surface, Structural Analysis, Compliant Material

* Sorumlu Yazar

ARSLAN, KALKAN, TIRAŞ, TUNÇÖZ, YANG, GÜRSES, ŞAHİN, ÖZGEN, YAMAN

1. GİRİŞ

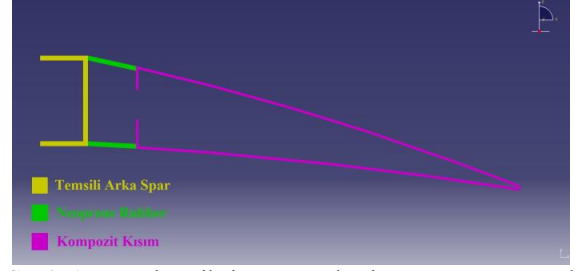
Hava araçlarında bulunan kontrol yüzeylerinin amacı, kanat veya kuyruk üzerindeki hava akışını değiştirmektir. Hava akışındaki değişim, aerodinamik kuvvet dağılımlarının değişimine sebep olmakta ve kontrol yüzeyinin bulunduğu pozisyona ve hareketine göre hava aracında istenilen etki sağlanmaktadır. Bir kontrol yüzeyi olan flap, iniş ve kalkış durumunda hava aracının düşük hızlarda havada tutunabilmesini sağlamaktadır.

Konvansiyonel olan kontrol yüzeylerinin, kanatla bağlandığı noktalarda, kanat üzerindeki hava akışını bozan boşluklar bulunmaktadır. Konvansiyonel olmayan kontrol yüzeyleri ise bu boşlukları ortadan kaldırmakta ve taşıma/sürüklenme katsayısı oranını konvansiyonel kontrol yüzeylerine göre arttırmaktadır [1].

Bu çalışmada bir insansız hava aracının, konvansiyonel olmayan esnek kontrol yüzeylerinin iç yapısının tasarımı ve yapısal analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma bir Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı Projesi olan “CHANGE, Combined morphing Assessment software using flight Envelope data and mission based morphing prototype wing development” projesi kapsamında desteklenmektedir [2].

Çalışmada incelenen kontrol yüzeyinin, CHANGE Projesi [2] kapsamında geliştirilen insansız hava aracı kanadının firar kenarında flap olarak kullanılması planlanmaktadır. Kontrol yüzeyi, Neoprene Rubber ve 7781 E-Glass Fabric – Araldite LY052 Resin – Aradur HY5052 Hardener Laminated kompozit [3] olmak üzere iki ayrı malzemeden oluşmaktadır. Ayrıca tasarlanan kontrol yüzeyi; firar kenarı kapalı, hibrit ve esnek bir kontrol yüzeyidir. Oluşturulan kontrol yüzeyi Şekil 1’de gösterilmiştir.

Kontrol yüzeyi davranışını incelemek amacıyla üç durumda, farklı sayılarda servomotor kullanılmış ve bu durumlar yapısal analizler yapılmak suretiyle karşılaştırılmıştır. İlk durumda, üst ve alt yüzeylerde ikişer tane olmak üzere toplam dört servomotor; ikinci durumda, üst ve alt yüzeylerde üçer tane olmak üzere toplam altı servomotor; üçüncü durumda üst yüzeyde üç, alt yüzeyde iki tane olmak üzere toplam beş servomotor kullanılmıştır. Kullanılan servomotorların, kanat tork kutusunun içine yerleştirilmesi planlanmaktadır.



Şekil 1. Kapalı, Hibrit ve Esnek Firar Kenarı Kontrol Yüzeyi

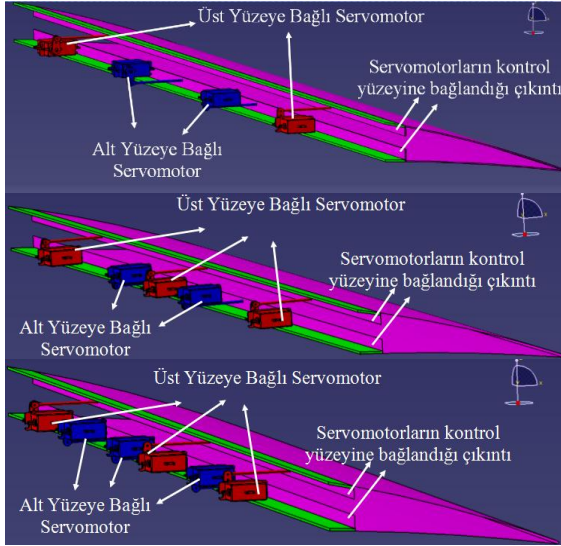
Kontrol yüzeyi katı kodeli CATIA V5-6R2012 paket programı kullanılarak oluşturulmuştur. Servomotorların ilettiği kuvvetlerin etkisini görebilmek amacıyla, ANSYS Workbench v14.0 paket programının Static Structural modülü kullanılarak sonlu elemanlar analizi yapılmıştır.

2. YÖNTEM

Oluşturulan firar kenarı esnek kontrol yüzeyi: NACA6510 profiline, 1 [m] kanat açıklığına ve 0.18 [m] veter uzunluğuna sahip olup, kanat açıklığı boyunca kontrol yüzeyinde burunlama bulunmamaktadır.

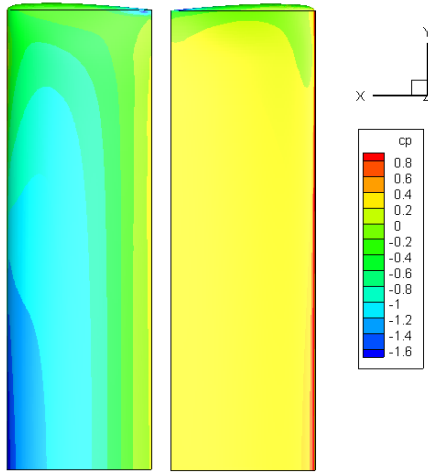
Kontrol yüzeyinin hareketi üst ve alt yüzeylere ayrı ayrı bağlanmış Şekil 2’de gösterilen servomotorlar sayesinde sağlanmaktadır. Servo motorlar kontrol yüzeyini Şekil 2’de gösterilen çıkıntılardan itmektedir. Üst yüzeye bağlı servomotorlar, alt yüzeye bağlı servomotorlardan daha büyük tork değerlerinde çalıştırılarak, üst yüzeydeki Neoprene Rubber’ın alt yüzeydeki karşılığına göre daha fazla uzaması sağlanmaktadır. Neoprene Rubber, kullanılan kompozit malzemeye kıyasla çok daha esnek yapıda olduğundan, üst ve alt yüzeyde bulunan Neoprene Rubber’ın farklı miktarlarda uzaması kompozit kısımda bir katı cisim dönüşü etkisi yaratmaktadır. Bu sayede kontrol yüzeyinin hareketi ve ilintili kanat kambur değişimi sağlanmaktadır.

Bir İnsansız Hava Aracının Konvansiyonel Olmayan Esnek Kontrol Yüzeylerinin Yapısal Analizi ve İç Yapısının Tasarımı



Şekil 2. Üst ve Alt Yüzeğe Bağlı Servomotorlar (Sırasıyla Dört, Beş ve Altı Servomotor Durumu)

Kontrol yüzeyi sonlu elemanlar analizi aerodinamik yükler ve yerçekimi kuvveti altında yapılmıştır. Kullanılan aerodinamik yükler CHANGE Projesi ortakları [4] tarafından sağlanmıştır. Hava aracı kanadına etki eden basınç katsayısı dağılımı ise Şekil 3'te gösterilmiştir.



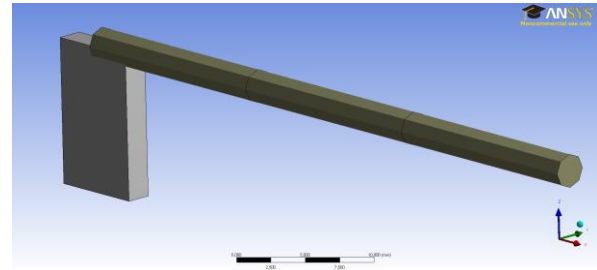
Şekil 3. CHANGE Proje Ortakları Tarafından Sağlanan Kanat Basınç Katsayısı Dağılımı

Çalışmada kullanılan Neoprene Rubber, ANSYS Workbench v14.0 paket programının malzeme kütüphanesinden seçilmiştir. Bu malzemenin özkütlesi $1250 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ olarak tanımlanmıştır [5]. Kullanılan

Neoprene Rubber'ın kalınlığı 2 [mm] olup 3-boyutlu katı elemanlarla modellenmiştir.

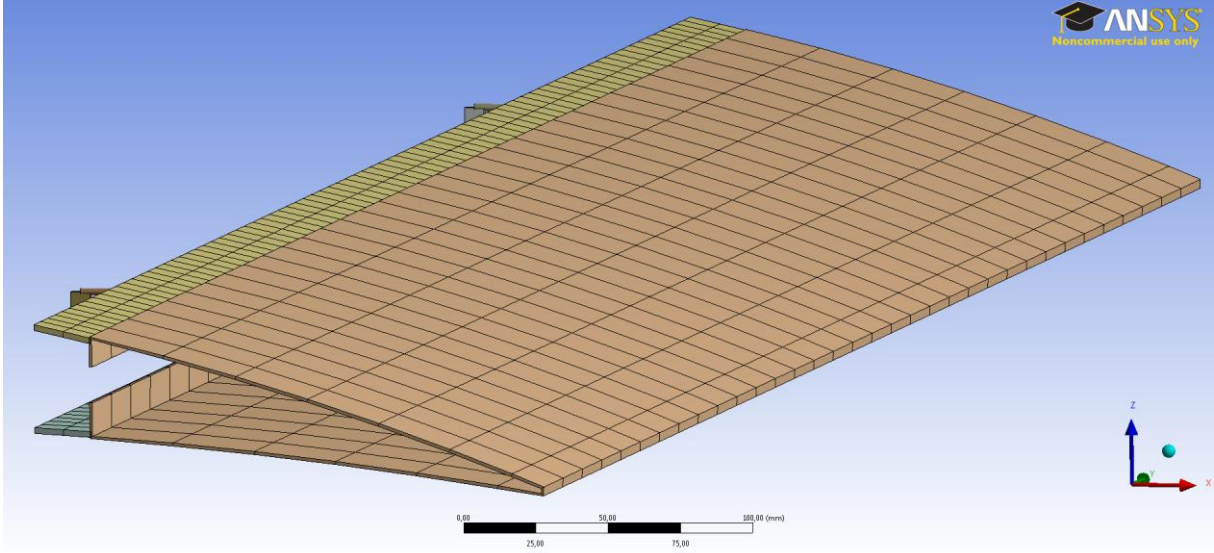
Kompozit kısmın katı cisim dönüşü yapması beklendiğinden, servomotorlardan gelen kuvvetlerin bu kısım üzerinde yarattığı deformasyonun ihmal edilebilir düzeyde olduğu varsayılmıştır. Bu sebepten ötürü, sonlu elemanlar modelinin hızlı çözümü açısından ortotropik kompozit malzeme modeli yerine izotropik doğrusal bir malzeme olan alüminyum kullanılmıştır. Kullanılan alüminyum ANSYS Workbench v14.0 paket programının malzeme kütüphanesinden seçilmiş, ve malzemenin özkütle değeri $7781 \text{ E-Glass Fabric - Araldite LY052 Resin - Aradur HY5052 Hardener Laminated}$ kompozit'in özkütlesi olan $1513 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca, kullanılan kompozit kısmın kabuk kalınlığı 1.08 [mm] olarak tanımlanmış ve kabuk elemanlarıyla modellenmiştir [3].

Servomotordan gelen kuvvetleri aktaracak servo kolu ve kuvvet aktarma çubuklarının malzeme modeli için ANSYS Workbench v14.0 paket programının malzeme kütüphanesinden seçilmiş yapısal çelik kullanılmıştır. Kuvvet aktarma çubukları dairesel kesite sahip olup, kesit yarıçapı 1.25 [mm] olarak tanımlanmıştır. Servo kolları ise dikdörtgen kesit şeklinde modellenmiştir. Kuvvet aktarma çubukları ve servo kolları kiriş elemanlarla modellenmiştir. Modellenen kuvvet aktarma çubuğu ve servo kolu Şekil 4'te gösterilmiştir.

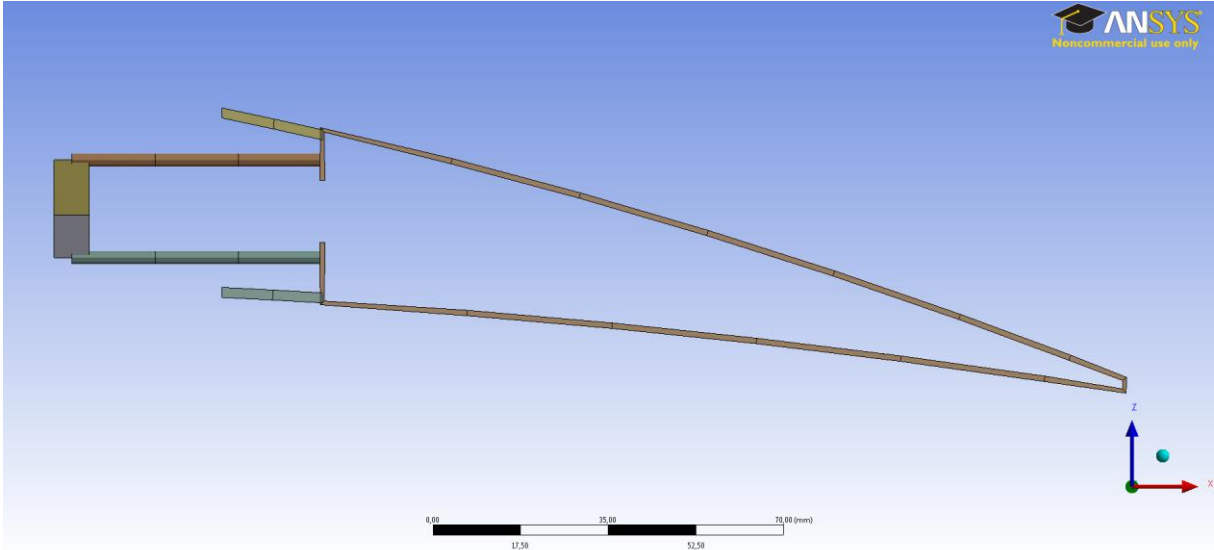


Şekil 4. Servo Kolu ve Kuvvet Aktarma Çubuğunun Çözüm Ağındaki Görünümü

Toplam dört servomotorun kullanıldığı durum için oluşturulan çözüm ağının izometrik ve yandan görünümü sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Dört Servomotorun Kullanıldığı Durumun Sonlu Elemanlar Analizi Çözüm Ağı – İzometrik Görünüm



Şekil 6. Dört Servomotorun Kullanıldığı Durumun Sonlu Elemanlar Analizi Çözüm Ağı - Yan Görünüm

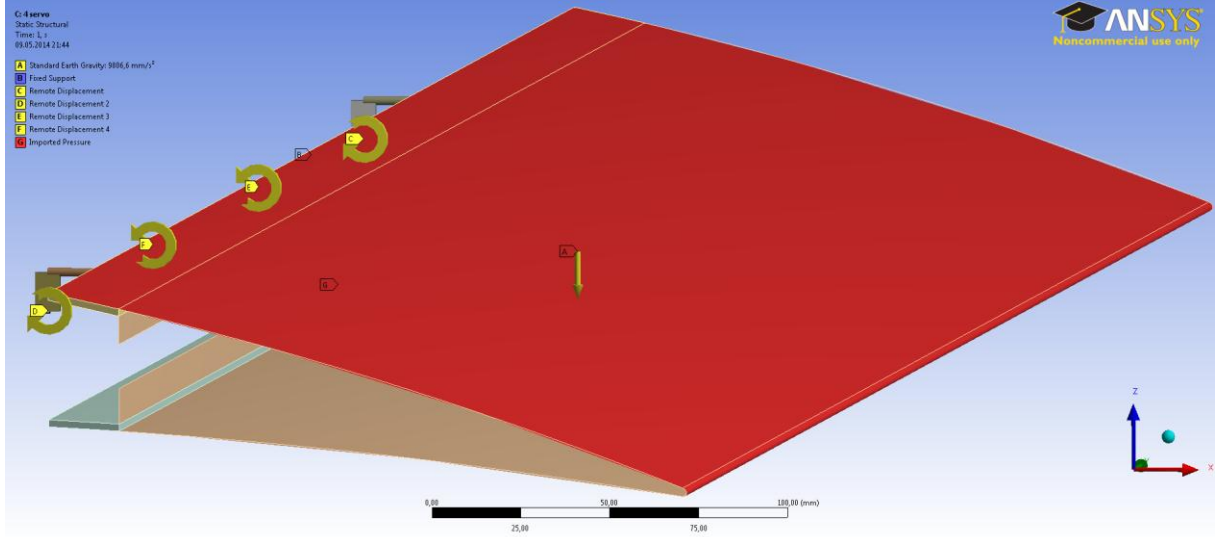
Sonlu elemanlar Şekil 6'daki koordinat eksenine göre üst servo kollarına 25.5° saat istikametinde, alt servo kollarına ise 13.5° saat istikametinin tersi yönde dönüş sınır şartı tanımlanmıştır. Tanımlanan dönüş sınır şartı sonucunda servo kolu dönerek, torkunu kuvvet aktarma koluna iletmektedir. Kuvvet aktarma çubuğu bu sayede hareket ederek, kompozit kısmı itmekte ve kontrol yüzeyine istenilen hareketi yaptırmaktadır. Kuvvet aktarma çubukları ile servo kollarının birleştiği noktalarda, düğüm noktaları Y ekseninde dönüş hariç, tüm serbestlik derecelerinde eşleştirilmiştir. Bu sayede, birleşim noktaları bir menteşe görevi görmektedir.

Neoprene Rubber'ın kanada bağlanacağı kısma ankastre sınır şartı uygulanmıştır. Kontrol yüzeyinin kabuklarına CHANGE Proje ortaklarından gelen aerodinamik yükler aktarılmış olup, tüm sisteme yer çekimi kuvveti eklenmiştir.

Oluşturulan tüm sınır şartları Şekil 7'de gösterilmiş ve dört servomotora sahip durum için oluşturulan çözüm ağı özellikleri de Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Dört Servomotora Sahip Durum İçin Kontrol Yüzeyi Sonlu Elemanlar Modeli Çözüm Ağı Özellikleri

	Eleman Tipi	Eleman Büyüklüğü [mm]	Toplam Düğüm Noktası Sayısı
Kompozit Kısım	Dikdörtgen	30	12066
Neoprene Rubber	Dikdörtgen Prizma	5	



Şekil 7. Dört Servo Motorun Kullanıldığı Kontrol Yüzeyi Sonlu Elemanlar Modeline Uygulanan Sınır Şartları

Neoprene Rubber doğrusal bir malzeme olmadığından ve kontrol yüzeyinin hareketi sırasında büyük oranda yer değiştirmeler beklendiğinden, tüm sonlu elemanlar analizleri ANSYS Workbench v14.0 paket programının Static Structural modülünde sağlanan “Büyük Oranlı Yer Değiştirme” opsiyonu kullanılarak, doğrusal olmayan yöntemlerle yapılmıştır.

3. BULGULAR

Kontrol yüzeyinin hareketi için gerekli olan servomotorların tork değerleri, tanımlanan dönüş sınır şartlarında oluşan tork tepkileriyle bulunmuştur.

Tablo 1’de gösterilen çözüm ağı özellikleri için servomotorlarda belirtilen servo kolu dönüş sınır şartlarında oluşan tork tepkileri ise Şekil 8’de belirlenen servomotor numaralarına göre Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 2. Dört Servomotora Sahip Durum için Her Bir Servomotorda Oluşan Tork Tepkileri

Servomotor Numarası	Tork Tepkileri[N-mm]
1	437.24
2	-
3	448.02
4	90.34
5	-
6	131.36

Tablo 3. Beş Servomotora Sahip Durum için Her Bir Servomotorda Oluşan Tork Tepkileri

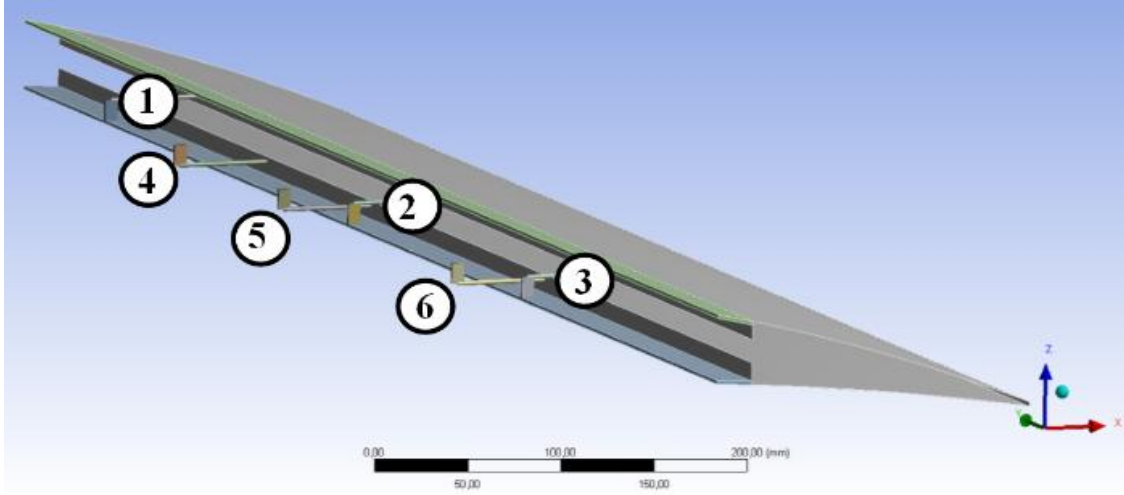
Servomotor Numarası	Tork Tepkileri [N-mm]
1	330.16
2	284.63
3	340.68
4	113.14
5	-
6	152.84

Tablo 4. Altı Servomotora Sahip Durum için Her Bir Servomotorda Oluşan Tork Tepkileri

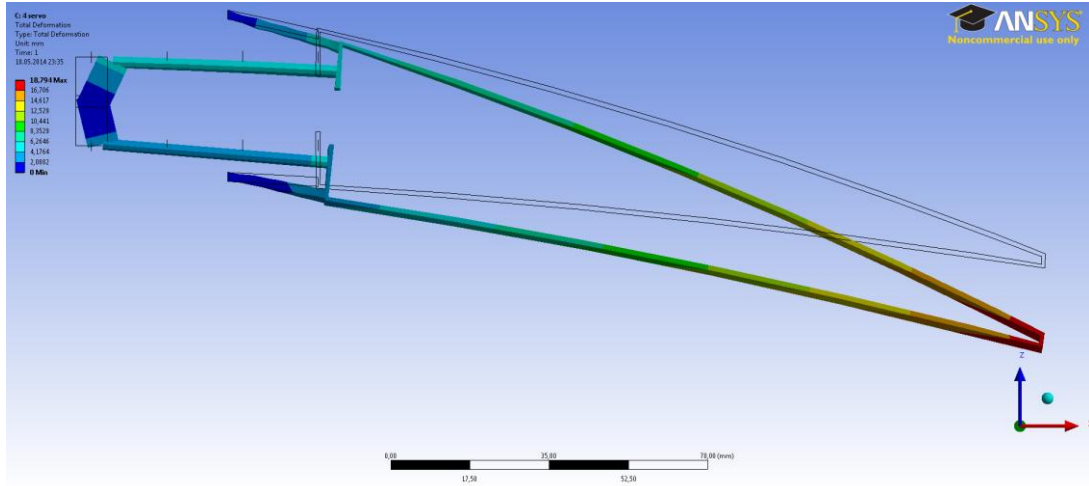
Servomotor Numarası	Tork Tepkileri[N-mm]
1	327.29
2	330.63
3	310.59
4	69.45
5	65.73
6	142.13

Dört, beş ve altı servomotora sahip durumlar için belirlenen servo kolu dönüş sınır şartlarının uygulanmasıyla oluşan kontrol yüzeyi toplam yer değiştirmeleri Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’de gösterilmiştir.

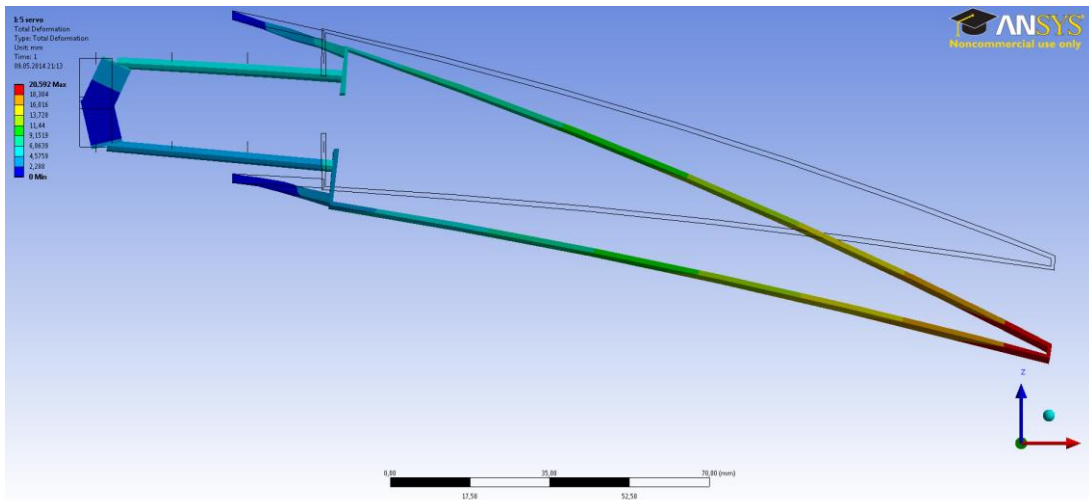
Bir İnsansız Hava Aracının Konvansiyonel Olmayan Esnek Kontrol Yüzeylerinin Yapısal Analizi ve İç Yapısının Tasarımı



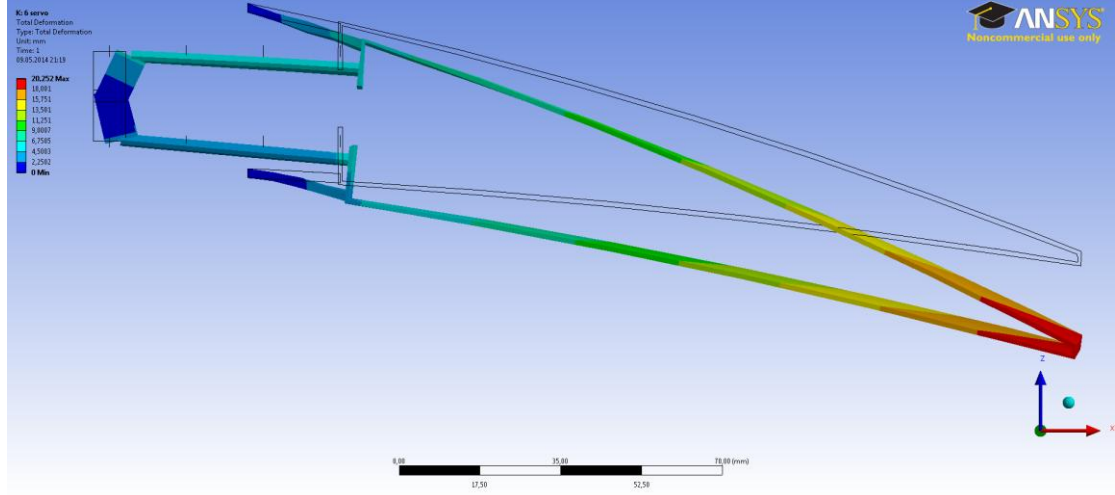
Şekil 8. Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4 için Servomotor Numaralandırması



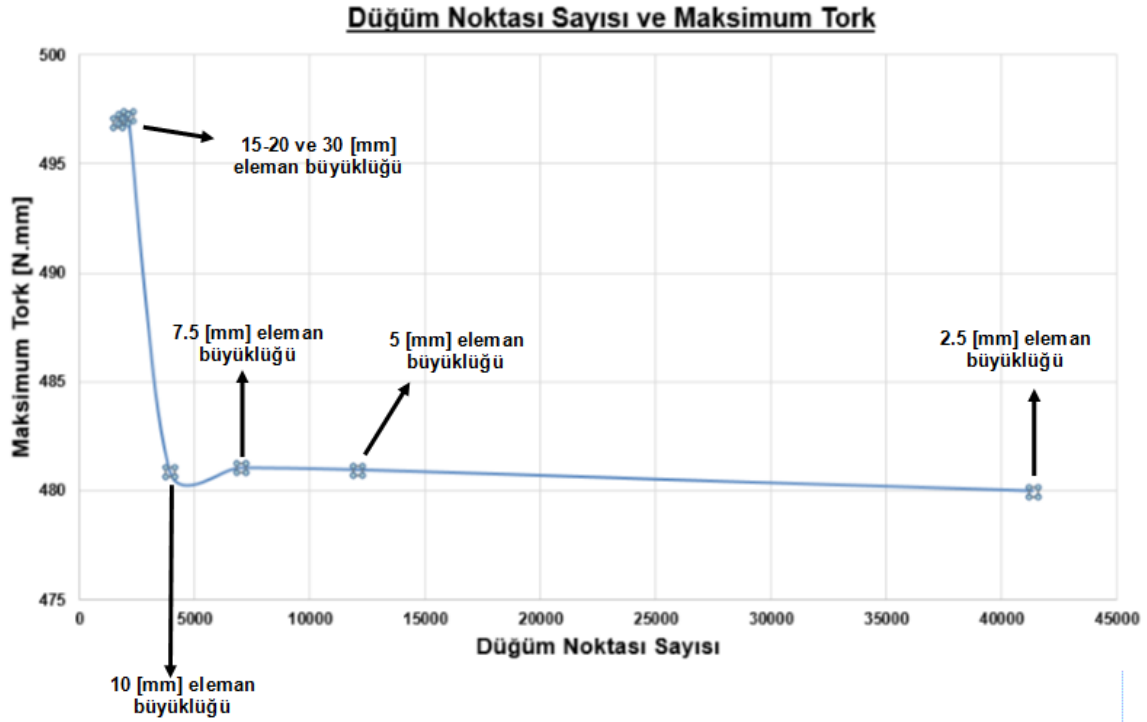
Şekil 9. Dört Servo Durumu için Kontrol Yüzeyi Toplam Yer Değiştirmesi (Maksimum Yer Değiştirme: 18.794 [mm])



Şekil 10. Beş Servo Durumu için Kontrol Yüzeyi Toplam Yer Değiştirmesi (Maksimum Yer Değiştirme: 20.592 [mm])



Şekil 11. Altı Servo Durumu için Kontrol Yüzeyi Toplam Yer Değiştirmesi (Maksimum Yer Değiştirme: 20.252 [mm])



Şekil 12. Kontrol Yüzeyi Sonlu Elemanlar Modelinde Maksimum Tork Tepkileri Sonuçlarının Yakınsama Analizi

Sonuçların güvenilirliği açısından çözüm ağına kompozit kısmın eleman büyüklüğü sabit tutulup Neoprene Rubber'ın eleman büyüklüğü değiştirilerek yakınsama analizi yapılmıştır. Kompozit kısmın da eleman büyüklüğü değiştirilerek sonuçlara bakılmıştır fakat değiştirilen eleman büyüklüklerinin sonuçları değiştirmedikleri görülmüştür. Yakınsama analizi dört servomotora sahip durum için maksimum tork tepkileri bulunarak yapılmıştır.

Şekil 12'de görüldüğü gibi 2.5 [mm], 5 [mm], 7.5 [mm] ve 10 [mm] eleman büyüklükleri için bulunan sonuçlar birbirine çok yakındır. 7.5 [mm] ve 10 [mm] noktalar eğrinin eğim değiştiren noktalarında yer aldığından ve 2.5 [mm] eleman büyüklüğünün de sonlu elemanlar analizi hesaplama süresi diğerlerinden daha uzun sürdüğünden ötürü 5 [mm] eleman büyüklüğünün sonuçları göz önüne alınmıştır.

Dört, beş ve altı servo durumları için Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’de belirtilen yer değiştirmeler için servo kolu-kuvvet aktarma çubuğunda oluşan maksimum gerilme değerleri de Tablo 5’de gösterilmiştir. Servo kolu ve kuvvet aktarma çubuğu için akma gerilmesi 380 MPa [6] olan yapısal çelik kullanıldığından yapı mukavimdir.

Tablo 5. Dört, Beş ve Altı Servo Durumu İçin Servo Kolu-Kuvvet Aktarma Çubuğunda Oluşan Maksimum Gerilme Değerleri

	Servo Kolu-Kuvvet Aktarma Çubuğunda Oluşan Maksimum Gerilme [MPa]
Dört Servo Durumu	254.37
Beş Servo Durumu	201.17
Altı Servo Durumu	189.93

Tablo 6. Neoprene Rubber Kısımında Oluşan Maksimum Gerinim Değerleri

	Maksimum Gerinim [mm/mm]
Dört Servo Durumu	0.3166
Beş Servo Durumu	0.3306
Altı Servo Durumu	0.3309

4. SONUÇLAR

Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’den görüldüğü üzere her üç durumda kontrol yüzeyinin toplam yer değiştirme mertebeleri aynıdır. Beklendiği üzere altı servomotora sahip durumda, servomotor başına düşen tork mertebeleri diğer iki duruma kıyasla daha düşüktür.

Kontrol yüzeyinin çalışma prensibi Neoprene Rubber’ların uzatılmasına dayandığından, uçuş esnasında servomotorlarda oluşacak bir arızadan en çok dört servomotora sahip durum etkilenecektir. Üst veya alt yüzeye bağlı servomotorlardan birisinin çalışmadığı durumda Neoprene Rubber düzgün olarak uzayamayacak ve kontrol yüzeyi aerodinamik etkisini kaybedecektir. Beş ve ya altı servomotora sahip durumda ise servomotorlardan birisi bozulsa dahi diğerler karşılıkları Neoprene Rubber’ı uzatabilecektir.

Tablo 5’teki maksimum gerilme değerlerine bakıldığında altı servo durumunda servo kolu ve kuvvet aktarma çubuğunda en az gerilmenin olduğu görülmektedir. Tüm bu şartlar altında, altı servomotora sahip durumun en güvenli olduğu görülmektedir. Ağırlık olarak altı servomotorlu durumun beş servomotorlu duruma göre daha fazla

olmasına rağmen bir servomotorun ağırlığının 20 [gr] olduğu bilindiğinden güvenliği ön plana alarak altı servomotorlu durum seçilmiştir.

Neoprene Rubber’da oluşan gerilme mertebelerinden elde edilen bilgiler ışığında, ticari bir Neoprene Rubber seçilerek, analizler seçilen bu gerçek malzeme parametreleriyle tekrarlanacaktır.

Ayrıca, kuvvet aktarma çubuklarının kesit yarıçapıyla, kontrol yüzeyinin toplam yer değiştirme miktarının nasıl değiştiğini tespit etmek amacıyla da analizlerin yapılması planlanmaktadır.

Son olarak, geliştirilen konseptin aerodinamik verimliliğinin tespit edilmesi amacıyla kontrol yüzeyinin eğildiği durumda da aerodinamik analizler yapılacaktır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma ‘FP7-AAT-2012-RTD-1, Collaborative Project, Grant Agreement Number: 314139. ‘CHANGE, Combined morphing Assessment software using flight Envelope data and mission based morphing prototype wing development’’ projesi kapsamında desteklenmektedir.

Yazarlardan İlhan Ozan Tunçöz ve Yosheph Yang, yüksek lisans eğitimleri boyunca kendilerini destekleyen TÜBİTAK’a teşekkür ederler.

6. KAYNAKLAR

[1] Tunçöz, İ. O., Yang, Y., Özgen, S., Gürses, E., Şahin, M., Yaman, Y., “Konvansiyonel ve Konvansiyonel Olmayan Kontrol Yüzeylerine Sahip İnsansız Hava Aracı Kanatlarının Aerodinamik Özelliklerinin Değerlendirilmesi”, *SAVTEK2014, 7. Savunma Teknolojileri Kongresi, 25-27 Haziran 2014, ODTÜ Kültür-Kongre Merkezi, Ankara.*

[2] CHANGE FP7 Project, <http://change.tekever.com/>, (15.05.2014 tarihinde erişilmiştir)

[3] Ünlüsoy, L., “İnsansız Bir Hava Aracının Göreve Uyumlu Kanatlarının Yapısal Tasarım ve Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2010, ODTÜ, Ankara

[4] CHANGE FP7 Project, <http://change.tekever.com/partnership> (15.05.2014 tarihinde erişilmiştir)

[5] Cambridge University Engineering Department, “Materials Data Book”, 2003 Edition, <http://www-mdp.eng.cam.ac.uk/web/library/enginfo/cueddatabook/s/materials.pdf>, (24.02.2014 tarihinde erişilmiştir)

[6] Department of Defense, USA, Military Handbook, “Metallic Materials and Elements for Aerospace Vehicle Structures”, MIL-HDBK-5H, 1 December 1998

ÖZGEÇMİŞLER

Pınar ARSLAN

2013 yılında ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. Mezuniyetinin akabinde, aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başlamış olup, Temmuz 2013’ten beri CHANGE Projesi çalışanıdır. Yüksek lisans eğitiminde “Şekil değiştirebilen bir kanadın kabuk ve kontrol yüzeylerinin yapısal analizi” üzerine çalışmaktadır.

Uğur KALKAN

2013 yılında ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. Mezuniyetinin akabinde, aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başlamış olup, Temmuz 2013’ten beri CHANGE Projesi çalışanıdır. Yüksek lisans eğitiminde “Büyük oranda şekil değiştirebilen bir insansız hava aracı kanadına ait şekil değiştirebilen firar kenarı kontrol yüzeyinin aerodinamik ve yapısal analizleri” üzerine çalışmaktadır.

Harun TIRAŞ

2013 yılında ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. Mezuniyetinin akabinde, aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başlamış olup, Temmuz 2013’ten beri CHANGE Projesi çalışanıdır. Yüksek lisans eğitiminde “Büyük oranda şekil değiştirebilen kanatların yapısal analizi” üzerine çalışmaktadır.

İlhan Ozan TUNÇÖZ

2013 yılında ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. Mezuniyetinin akabinde, aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başlamış olup, Temmuz 2013’ten beri CHANGE Projesi çalışanıdır. Yüksek lisans eğitiminde “Büyük oranda şekil değiştirebilen kanatların yapısal dinamiği” üzerine çalışmakta olup, yüksek lisans eğitimi boyunca TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

Yosheph YANG

2013 yılında ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. Mezuniyetinin akabinde, aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Yüksek lisans eğitiminde “Büyük oranda şekil değiştirebilen bir hava aracının aerodinamik performansı için bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği aracı uygulanması” üzerine çalışmakta olup, yüksek lisans eğitimi boyunca TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

Yrd. Doç. Dr. Ercan GÜRSES

1999 yılında ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü’nden lisans, 2002 ve 2007 yıllarında Stuttgart Üniversitesi’nden yüksek lisans ve doktora derecelerini almıştır. Hesaplamalı katı cisim mekaniği, sürekli ortam mekaniği, sonlu elemanlar ve ileri malzemeler temel ilgi alanlarıdır.

Doç. Dr. Melin ŞAHİN

1996 ve 1999 yıllarında ODTÜ Havacılık Mühendisliği bölümünden lisans ve yüksek lisans, 2004 yılında ise University of Southampton, UK den Doktora derecesini almıştır. Yapısal dinamik analizler, hafif ve kompozit yapılarda hasar tespiti, akıllı malzemeler ve uygulamaları, şekil değiştiren kanat uygulamaları, aktif titreşim kontrolü ve biomalzeme uygulamaları temel ilgi alanlarıdır.

Prof. Dr. Serkan ÖZGEN

1992 ve 1994 yıllarında ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümünden Lisans ve Yüksek lisans derecelerini almıştır. 1995 yılında Belçika’da bulunan Von Karman Enstitüsünde ikinci yüksek lisans çalışmasını tamamlamış, 1999 yılında Université Libre de Bruxelles/Belçika’dan doktora derecesini almıştır. 2000 yılından beridir ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümünde Öğretim Üyesi olarak görev yapan Prof. Dr. Serkan Özgen’in akademik çalışmaları akış kararsızlıkları, uçak tasarımı, uçuş sırasında buzlanma ve şekil değiştiren kanatların tasarımı ve analizi olarak üzerine yoğunlaşmıştır

Prof. Dr. Yavuz YAMAN

1981 ve 1984 yıllarında ODTÜ Makina Mühendisliği bölümünden lisans ve yüksek lisans, 1989 yılında ise University of Southampton, UK den doktora derecesini almıştır. Yapısal dinamik, akıllı yapılar yardımıyla aktif titreşim kontrolü, şekil değiştiren kanat uygulamaları ve biyomekanik uygulamaları temel ilgi alanlarıdır.