

MIL-S-85510 STANDARTLARI İLE HELİKOPTER ASKER KOLTUĞU STATİK ANALİZLERİ

Hasan Totoş¹
İzmir Ekonomi Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Havacılık ve Uzay
Mühendisliği, İzmir

Çağlar Üçler²
Özyeğin Üniversitesi,
Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Pilotaj,
İstanbul

ÖZET

Bu çalışma rotorlu hava taşıtlarında kullanılan asker koltukları için yapısal dayanımı incelemek ve yeni bir tasarım geliştirmek için yapıldı. Bu çalışma MIL-S-85510 standartları kullanılarak yapıldı. Tasarım programı olarak Solidworks programı, analizler için ise Ansys Workbench Statik yapısal modülü kullanıldı. Bu çalışmada sadece 5 tane statik analiz yapıldı. Yapıya MIL-S-85510 standartlarından alınan g kuvvetleri uygulandı. İnsan modeli aşağı yöndeki statik test için 89 kg, diğer testler içinse 110 kg olarak alındı. Yapının koltuk direklerinde 3 mm'lik tüpler kullanıldı yalnızca iki koltuk direğini birbirine bağlayan orta kısımdaki tüpte 4 mm'lik kalınlık kullanıldı çünkü bu bölgede daha yüksek bir stres oluşumu gözlemlendi. Koltuk oturma tepsisinde 2,5 mm'lik kalınlık kullanılması uygun görüldü. Koltuk direklerinde Alüminyum (Al) 7068 malzemesi, koltuk tepsisinde Al 7075 malzemesi, koltuk direğini ve oturma tepsisini birbirine bağlayan bağlantı parçasında ise Al 7034 malzemesi kullanıldı. Civata, somun ve rondela için Al 7075 malzemesi kullanıldı. Bağlantı parçasının içine kullanılan rondela içinse bakır alaşımı kullanılmıştır. Stresin maksimum olduğu bölgeler ağ hassasiyet analiziyle incelendi. Arka yönlü statik test için maksimum stres 246,5 MPa, aşağı yönlü statik test için 564,24 MPa, yukarı yönlü statik test için 370,95 MPa stres bağlantı parçasında, ileri yönlü statik test için 594,38 MPa stres koltuk direğinde, yanall yönlü statik test için 511,67 MPa stres orta kısımdaki tüpte gözlemlenmiştir. Stresin yüksek olduğu yerlerde hotspot analizi yapılarak stresin gerçek veya tekillik gerilmesi olup olmadığı incelenmiştir. Sonuçta yapılan tasarım ve malzemeler ile yapıdaki streslerin malzemelerin akma değerinin %10 altında kaldığı görüldü. Kalıcı deformasyon oluşmayan güvenli bir tasarım oluşturuldu.

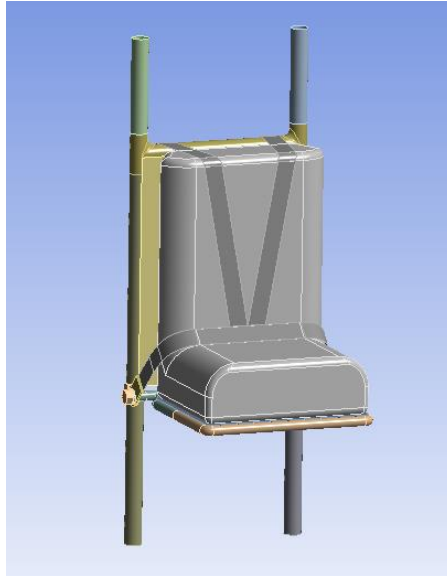
GİRİŞ

Döner kanatlı hava araçları havada durabilir ve dikey olarak iniş kalkış yapabilirler [Balkan,2004]. Dikey ve iniş kalkış yapabilen aynı zamanda hızlı uçabilen araçların geliştirilmesi önem kazandı [Bacchini ve Cestino, 2019]. Yüksek stabiliteye sahip ve manevra kabiliyeti olan dikey iniş ve kalkış yapabilen hava araçları geliştirmek havacılık için önemli bir katkı olacaktır. Bu araçlar yüksek bölgeleri inceleme, film yapımı, kurtarma operasyonları gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilirler [Tayebi ve McGilvray, 2006]. Helikopterlerin sabit kanatlı hava araçlarına göre bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Döner kanatlı hava araçları piste ihtiyaç duymazlar ve havada asılı kalabilirler ama daha düşük yük taşıma kapasiteleri vardır ve menzilleri düşüktür [Ducard ve Allenspach, 2021]. Dikey iniş kalkış yapabilmeleri sayesinde helikopterler izole alanlarda kullanılabilirler [Petrescu ve diğ., 2017]. Helikopterler ve ticari uçaklar için çarpışmaya dayanıklılık önemli bir konudur. Çünkü son zamanlarda hava aracı kazalarında daha iyi bir korunma arzu ediliyor. Çarpışmaya dayanıklılıkta önemli komponentlerden biri de koltukların dayanıklılığıdır. Koltuk dayanıklılığı için birçok çalışma yürütülmektedir. Gerçek çarpışma testleri koltukların dayanımını belirlemek için en iyi yöntemdir. Fakat pahalı bir yöntem olduğundan dolayı nümerik simülasyonlar geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu yöntem mühendislere yardımcı olmakta ve maliyeti azaltmaktadır [Hu ve diğ., 2009]. Bu çalışmada helikopterler için MIL-S-85510 standartlarına göre 5 tane statik test yapılmıştır.

YÖNTEM

Bu çalışmada 5 tane statik test yapılmıştır. Bu testler ileri, arka, yan, aşağı ve yukarı yönlüdür. Tasarım için Solidworks programı, statik analizler için Ansys programının statik yapısal modülü kullanılmıştır. Tasarım ve analizler MIL-S-85510 standartlarına göre yapılmıştır. Yapıya MIL-S-85510 standartlarından alınan g kuvvetleri uygulandı. G kuvvetleri uygulanırken 10 derece yer deformasyonu uygulandı. MIL-S-85510 standartlarına göre ileri yönde 30 g, arka yönde 12 g, yanıl yönde 23 g, aşağı yönde 14.5 g ve yukarı yönde 8 g kuvvet uygulandı. MIL-S-85510 standartlarına göre insan modeli aşağı yöndeki statik test için 89 kg, diğer testler içinse 110 kg olarak alındı. Test süresi 1 saniye olarak alındı. MIL-S-85510 standardına göre maksimum ağırlık 6.8 kg'dı, yapılan tasarımla ise 6.626 kg'lık ağırlık elde edildi.

Yapının koltuk direklerinde 3 mm'lik tüpler kullanıldı yalnızca iki koltuk direğini birbirine bağlayan orta kısımdaki tüpte 4 mm'lik kalınlık kullanıldı çünkü bu bölgede daha yüksek bir stres oluşumu gözlemlendi. Koltuk oturma tepsisinde 2,5 mm'lik kalınlık kullanılması uygun görüldü. Koltuk direklerinde Alüminyum (Al) 7068 malzemesi, koltuk tepsisinde Al 7075 malzemesi, koltuk direğini ve oturma tepsisini birbirine bağlayan bağlantı parçasında ise Al 7034 malzemesi kullanıldı. Cıvata, somun ve rondela için Al 7075 malzemesi kullanıldı. Bağlantı parçasının içine kullanılan rondela içinse bakır alaşımı kullanılmıştır. Stresin maksimum olduğu bölgeler ağ hassasiyet analiziyle incelendi. Stresin yüksek olduğu yerlerde hotspot analizi yapılarak stresin gerçek veya tekil gerilmesi olup olmadığı incelendi. Koltuk tasarımı Şekil-1 de gösterilmiştir.

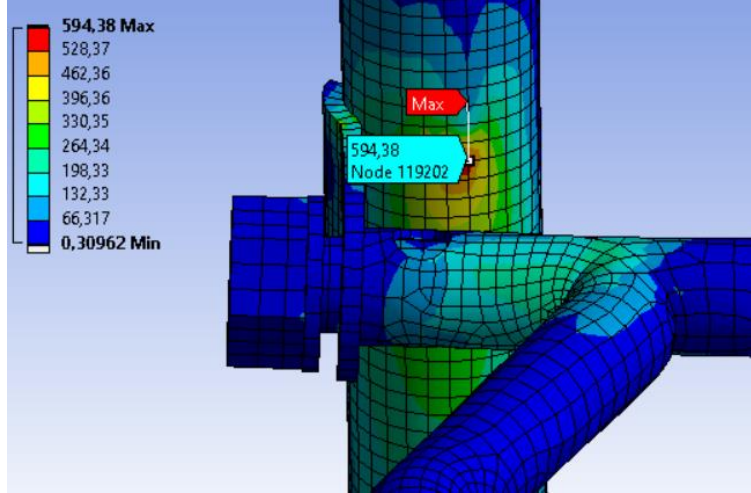


Şekil 1: Koltuk tasarımı

UYGULAMALAR VE DEĞERLENDİRME

İleri Yönlü Statik Test

İleri yönlü statik testte maksimum stres koltuk bacağına 477,29 MPa olarak bulunmuştur. Bu bölgeye 5 mm eleman boyutu ile ağ hassasiyet analizi yapıldığında bu stres değeri 594,38 MPa değerine artmıştır. Bu stres değeri Şekil-2 de gösterilmiştir. Koltuk tepsisinde ise 295,62 MPa stres oluşmuştur. İleri yönlü statik testte oluşan stresler çizelge 1 de gösterilmiştir.



Şekil 2: İleri yönlü statik testte oluşan maksimum stres

Çizelge 1: İleri yönlü statik test için stres değerleri

İleri Yönlü Statik Test	Malzemeler	Stres (MPa)	Hotspot Analizi (MPa)	Malzemenin akma değerinin %10 altı (MPa)
Bağlantı Parçası	Al 7034	458,91	407,225	657
Koltuk Direkleri	Al 7068	594,38	-	614,7
Koltuk Oturma Tepsisi	Al 7075	295,62	-	452,7
Civata	Al 7075	136,56	-	452,7
Bakır Alaşımli Rondela	Bakır Alaşımı	72,136	-	252
Rondela	Al 7075	66,133	-	452,7

Arka Yönlü Statik Test

Arka yönlü statik testte 215,88 MPa stres, koltuk direğinde gözlemlenmiştir. Ağ hassasiyet analiziyle koltuk direğinde stres 205,2 MPa değerine düşmüştür. Bağlantı parçasında 5 mm eleman boyutuyla 246,5 MPa stres ölçülmüştür. Koltuk tepsisinde 122,73 MPa stres değeri gözlemlenmiştir. Arka yönlü statik testte oluşan stresler çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2: Arka yönlü statik test için stres değerleri

Arka Yönlü Statik Test	Malzemeler	Stres (MPa)	Hotspot Analizi (MPa)	Malzemenin akma değerinin %10 altı (MPa)
Bağlantı Parçası	Al 7034	246,5	195,998	657
Koltuk Direkleri	Al 7068	205,2	-	614,7
Koltuk Oturma Tepsisi	Al 7075	122,73	-	452,7
Civata	Al 7075	42,186	-	452,7
Bakır Alaşımli Rondela	Bakır Alaşımı	12,422	-	252
Rondela	Al 7075	10,911	-	452,7

Yanal Yönlü Statik Test

Yanal yönlü statik testte maksimum 511,67 MPa stres koltuk direklerini birbirine bağlayan orta tüpte görülmüştür. Ağ hassasiyet analiziyle bu değer 505,9 MPa değerine düşmüştür. Bağlantı parçasında 468,04 MPa stres gözlemlenmiş ve ağ hassasiyet analiziyle bu değer 506,53 MPa değerine yükselmiştir. Oturma tepsisinde ise 432,39 MPa stres gözlemlenmiştir. Yanal yönlü statik testte oluşan stres değerleri çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3: Yanal yönlü statik test için stres değerleri

Yanal Yönlü Statik Test	Malzemeler	Stres (MPa)	Hotspot Analizi (MPa)	Malzemenin akma değerinin %10 altı (MPa)
Bağlantı Parçası	Al 7034	506,53	510,945	657
Koltuk Direkleri	Al 7068	505,9	-	614,7
Koltuk Oturma Tepsisi	Al 7075	432,39	-	452,7
Civata	Al 7075	199,28	-	452,7
Bakır Alaşımli Rondela	Bakır Alaşımı	121,27	-	252
Rondela	Al 7075	104,37	-	452,7

Aşağı Yönlü Statik Test

Aşağı yönlü statik testte maksimum 426,42 MPa stres bağlantı parçasında gözlemlendi. Ağ hassasiyet analiziyle bu değer 564,24 MPa değerine yükselmiştir. Koltuk oturma tepsisinde ise 269,76 MPa stres gözlemlenmiştir. Aşağı yönlü statik test için oluşan stres değerleri çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4: Aşağı yönlü statik test için stres değerleri

Aşağı Yönlü Statik Test	Malzemeler	Stres (MPa)	Hotspot Analizi (MPa)	Malzemenin akma değerinin %10 altı (MPa)
Bağlantı Parçası	Al 7034	564,24	517,635	657
Koltuk Direkleri	Al 7068	223,2	-	614,7
Koltuk Oturma Tepsisi	Al 7075	269,76	-	452,7
Civata	Al 7075	122,76	-	452,7
Bakır Alaşımli Rondela	Bakır Alaşımı	79,47	-	252
Rondela	Al 7075	55,501	-	452,7

Yukarı Yönlü Statik Test

Yukarı yönlü statik testte maksimum 370,95 MPa stres değeri bağlantı parçasında gözlemlenmiştir. Ağ hassasiyet analiziyle bu değer 327,33 MPa değerine düşmüştür. Oturma tepsisinde ise 75,086 MPa stres gözlemlenmiştir. Yukarı yönlü statik test için oluşan stres değerleri çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5: Yukarı yönlü statik test için stres değerleri

Yukarı Yönlü Statik Test	Malzemeler	Stres (MPa)	Hotspot Analizi (MPa)	Malzemenin akma değerinin %10 altı (MPa)
Bağlantı Parçası	Al 7034	327,33	292,935	657
Koltuk Direkleri	Al 7068	211,78	-	614,7
Koltuk Oturma Tepsisi	Al 7075	75,086	-	452,7
Civata	Al 7075	35,428	-	452,7
Bakır Alaşımli Rondela	Bakır Alaşımı	42,147	-	252
Rondela	Al 7075	24,852	-	452,7

SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışma yeni bir tasarım yaratmış ve asker koltukları yapısal dayanımı konusunda literatüre katkı sağlamıştır. Literatürde bu konuda bir boşluk vardır. Statik analizler sonucunda oluşan tüm stres değerlerinin malzemelerin akma değerinin %10 altında kaldığı sonucuna varılmıştır. Yapıda plastik deformasyon oluşmayacaktır. Kaza anında yapısal olarak güvenli bir tasarım elde edilmiştir. Gelecek çalışma olarak bu testler gerçekten yapılabildiği sonuçlarıyla karşılaştırılabilir. Aynı zamanda bu testler LS-Dyna programında yapılabildiği sonuçlar karşılaştırılabilir.

Kaynaklar

Bacchini, A., ve Cestino, E., 2019. Electric VTOL configurations comparison. *Aerospace*, 6(3), 26.

Balkan, D., 2004. Döner Kanatlı Hava Araçlarının Aerodinamik Performansının Değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Ducard, G. J., ve Allenspach, M., 2021. Review of designs and flight control techniques of hybrid and convertible VTOL UAVs. *Aerospace Science and Technology*, 118, 107035.

Hu, D. Y., Yang, J. L., ve Hu, M. H., 2009. Full-scale vertical drop test and numerical simulation of a crashworthy helicopter seat/occupant system. *International Journal of Crashworthiness*, 14(6), 565-583.

Petrescu, R. V., Aversa, R., Akash, B., Corchado, J., Berto, F., Apicella, A., ve Petrescu, F. I., 2017. About helicopters. *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology*, 1(3), 204-223.

Tayebi, A., ve McGilvray, S., 2006. Attitude stabilization of a VTOL quadrotor aircraft. *IEEE Transactions on control systems technology*, 14(3), 562-571.