

ASKERİ-SİVİL SERTİFİKASYON PROGRAMLARINDA UÇUŞ İZİNİ SÜRECİNDE UÇUŞ PANELİ ETKİNLİKLERİ

Hakkı Özgür DERMAN¹
TUSAŞ, Ankara

ÖZET

Ülkemizde özgün hava aracı tasarımları yapılmaya başlamasıyla ön uçuşa elverişlilik sertifikasyonu ve ilintili süreçleri gündem olmaya başlamıştır. Ülkemizde sivil otorite olan SHGM ile SSM projeleri kapsamındaki Askeri Otorite, ürün ve organizasyon sertifikasyonu için EASA Part 21 kuralları paralelinde düzenlemeler oluşturmuştur. Yeni tasarım veya modifiye edilen hava araçlarının test uçuşlarının icrası otoriteden Uçuş İzni alınmasına bağlıdır. Uçuş izni süreci bu bildirinin ana konusu olarak anlatılmaktadır. Sertifikasyon programında bir alt süreç olan uçuş izni başvurusunun kurgusu Part 21 kapsamında önemli noktalarına vurgu yapılarak anlatılmıştır. Edinilen tecrübeler ışığında uçuş izni alabilmek için dikkat edilmesi gerekli kritik konular vurgulanmış, izin almayı kolaylaştırabilecek yöntemler önerilmiştir. Özel olarak da harici yük sertifikasyonu programlarında nelerin uçuş izni için ek değerlendirmelere dâhil olabileceği belirtilmiştir. Part 21 ve SHT-21’de ana hatları tanımlanan Uçuş Koşullarının onaylanması süreci hakkında bilgi verilmiş ve bu koşullar altında emniyetli uçuşun icra edilebileceğini gösteren kanıtların neler olabileceği, olası alternatifleri ile birlikte bildiride değerlendirilmiştir. Uçuş Paneli disiplinleri açısından örnekler bir kademe daha derinlemesine incelenmiş ve öneriler sunulmuştur. Bu bildiri uçuş emniyeti tartışmalarına katkıda bulunmayı, az bilinen ön Uçuşa Elverişlilik Sertifikasyonu ve bunun bir alt süreci olan yetkili otoriteden “Özel Uçuş İzni” alınması aşamaları hakkında havacılık sektöründe çalışanları özet olarak bilgilendirmeyi amaçlamaktadır.

GİRİŞ

Tüm ülkelerde ticari, sportif veya hususi amaçlı uçuşlar, önce uçuş emniyetinin sağlanması konsepti üzerine kurulu “Uçuşa Elverişlilik Sertifikasyonu” süreçlerine bağlıdır. Hiçbir sivil hava aracı tasarımı “Tip Sertifikası” almadan seri üretime geçemez. Büyük sınıflamasında değişiklik yapılan hiç bir hava aracı tip sertifikası yenilenmeden ticari uçuşlarına devam edemez. Üretilen hiçbir sivil hava aracı da “Uçuşa Elverişlilik Sertifikası” almadan ticari, sportif veya hususi amaçlı uçuşlarda kullanılamaz. Sivil dünyada henüz uçuşa elverişliliği kanıtlanmamış veya geçici olarak uçuşa elverişliliği kısıtlanmış hava araçları ile uçuş yapma taleplerine karşılık olarak, yetkili otoritelerce “Özel Uçuş İzni” verilmedikçe, test uçuşları da dâhil, uçuş yapılması yasalar çerçevesinde mümkün değildir.

Bu incelemede sivil ve askeri otoritelerin, ön uçuşa elverişlilik sertifikasyonu faaliyetlerinde yer alan ürün ve organizasyon onaylarına genel hatları ile kısaca değinilmektedir. Bununla birlikte hava araçlarının tip tasarım onayı süreci içerisinde, ürünün geçerli uçuşa elverişlilik kurallarına uyum gösteriminde bir alt süreç olan uçuş testleri fazına geçerken, otoriteye yapılacak “Uçuş İzni” başvurusunda sunulması önerilen kanıt türleri esas odak olarak ele alınmaktadır. Bu odak çerçevesinde askeri programlarda özellikle de harici yük sertifikasyonu süreci içinde, uçuş izni almak için gerekli olabilecek ek değerlendirmeler de ayrıca vurgulanmaktadır. Genel hatları ile hava aracı tasarımının ilk tasarımı ile tasarım değişiklikleri ön uçuşa elverişlilik sertifikasyonu

¹ TUSAŞ, Kıdemli Sertifikasyon Uzmanı, E-posta: oderman@isbank.net.tr

faaliyetleri kapsamındadır. Ürün ve organizasyon onaylarını da içeren ön uçuşa elverişlilik sertifikasyonu dışındaki diğer uçuşa elverişlilik disiplinleri bu makale kapsamı dışında tutulmuştur. Ayrıca üretim organizasyonunca yapılacak uçuş izni başvuruları ile ön uçuşa elverişlilik faaliyetleri dışındaki sebeplerden yapılacak uçuş izni başvuruları (örneğin, tasarım emniyeti ile ilgili olmayan uçuş koşullarının onaylanması) da bu incelemede kapsam dışı bırakılmıştır.

Türkiye’de Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) uçuşa elverişlilik sertifikasyonu yetkili otoritesidir. SHGM devlet hava araçları ve ilgili organizasyonları dışında kalan tüm sivil ürünlerin (hava aracı, motor, pervane) tip tasarımı sertifikasyonu ile bunları tasarlayıp üreten organizasyonlara “Tasarım ve Üretim Organizasyonları” onaylarını veren yetkili otoritedir. Sivil otoritelerin yetki alanı dışında yer alan “Devlet Hava Araçlarının” uçuşa elverişliliğini sağlamak ve sürdürmek ilgili hava aracını tescil eden devletin sorumluluğundadır. Birleşmiş Milletler çatısı altında üye olduğumuz Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) bu sorumluluğu devletlere vermektedir, sivil havacılık kanunumuz da bu yönde maddeler içerir. Devlet hava aracı kapsamına askeri, polis, gümrük ve posta hava araçları girer. Dünya genelindeki bu genel temayül dışında Türkiye’de ek olarak yangınla mücadele için kullanılan hava araçları da devlet hava aracı olarak kabul edilmiştir.

Türkiye Askeri Havacılık Sertifikasyon Otoritesi (TAHSO) kuruluş çalışmaları henüz tamamlanmamış ve ilgili kanun henüz yayınlanmamıştır [Orhan, B., Yıldırım, M., Çelik, Y., Karadurmuş, Z., 2015]. Henüz TAHSO kurulmadığından kanunla düzenleme yapılana kadar Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM) projeleri kapsamında eğer sözleşmelerinde uçuşa elverişlilik sertifikasyonu yer alıyorsa, SSM başkanlığında kurulan ilgili Sertifikasyon Kurulları yetkili askeri uçuşa elverişlilik otoritesidir. Bu kapsamda, Türkiye’de sözleşmesinde uçuşa elverişlilik sertifikasyonu yer alan, yeni geliştirilen veya modifiye edilen askeri hava araçlarının henüz uçuşa elverişliliği kanıtlanmadığı için planlanan uçuş test kampanyalarının yetkilendirilmiş askeri otorite tarafından inceleme altına alınıp “Uçuş İzni” verilmesi gerekmektedir.

SHGM ürün ve organizasyonların sertifikasyonu yaklaşımında Avrupa Havacılık ve Uzay Ajansı (EASA) PART 21 yaklaşımını benimsemiş ve uçuş izni süreçlerini de EASA PART 21 usulleri ile paralel kurgulamıştır. Sertifikasyon kuralları işletilen askeri programlarda da SSM genel hatları ile EASA PART 21 yaklaşımını kullanmaktadır. Avrupa Savunma Ajansı (EDA) da askeri usullerini EASA PART 21 ile nerdeyse tamamen eşlenik olacak şekilde kurgulamıştır. Bu konseptte göre bir ürüne tip sertifikası alınabilmesi için, başvuranın öncelikle ilgili tipte ürün tasarlayabilme ve üretebilme kabiliyetinde olduğunu gösterip tasarım ve gerektiğinde üretim organizasyonu onayını alması gerekmektedir.

Hava aracının sertifikasyon temelinde sivil dünyada sıklıkla kullanılan FAA FAR veya EASA CS uçuşa elverişlilik sertifikasyonu gereksinimleri maddeleri bazen askeri tip sertifikasyonu programlarında da kullanılabilmektedir. Bununla birlikte, askeri programlarda özellikle de harici yük entegrasyonlarında veya modifikasyonlarında askeri ihtiyaçlara özel ek teknik değerlendirmeler yapılması kaçınılmazdır. Bazı askeri programlarda ise sivil kaynaklara dayanan sertifikasyon temeli yerine MIL-HDBK-516 (ABD), DEF-STAN 00-970 (İngiltere) gibi tamamen askeri kaynaklar da referans kaynak olarak kullanılabilmektedir. Harici yük sertifikasyonunda genelde rehber alınan MIL-HDBK-1763 veya ADS-45-HDBK’dan projelere özgün olarak belirlenebilecek minimal gereksinim setleri gene tip sertifikasyonu uyum gösterimi ve de uçuş izni sürecinde değerlendirilmeye tabi tutulabilir.

Uçuş İzni verilmesi teknik ve idari bir süreçtir. SHGM uçuş izni başvurusu yapılması sürecini SHT 21 içinde Ek-1 Tablo-13 altında Part 21 altbölüm P’de tanımlı usullerle eşlenik olarak kurgulamış ve yayınlamıştır. Sivil ve askeri programlarda uçuş izni almak isteyenler yetkili otoriteye usulüne uygun bir şekilde başvuru yapmak zorundadırlar. Bu makalede tip sertifikası veya tamamlayıcı tip sertifikası alınması süreci içindeki uçuş izni başvuruları odaklı değerlendirmeler sunulmaktadır. Diğer sebeplerle yapılacak uçuş izni başvuruları bu incelemede kapsam dışı bırakılmıştır. Uçuşa Elverişlilik Sertifikasyonu süreci içinde önemli bir mihenk taşı olan bu sürecin tamamına kısaca “Uçuş İzni” adı verilmektedir.

UÇUŞA ELVERİŞİLİK VE SERTİFİKASYONU

Belirli bir hava aracı konfigürasyonunun, onaylanmış kullanım şartları ve sınırlandırmalar içerisinde, emniyetle uçuşunu başlatabilme, sürdürebilme ve sonlandırabilmesi durumuna kısaca "Uçuşa Elverişlilik" denilir. BM çatısı altında üye olduğumuz ICAO (International Civil Aviation Organization) kuralları gereği uluslararası hava sahasını kullanacak tüm hava araçları Uçuşa Elverişlilik Sertifikasına sahip olmalıdır. 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu Madde 6 "Uçuşa elverişli" olmak şartıyla Türk hava sahasını kullanabilecek hava araçlarını tanımlar. Bunlar arasında "Devlet Hava Araçları" da vardır.

Uçuşa Elverişlilik Sertifikasyonu, tanımlanmış operasyon şartlarında bir hava aracı sisteminin uçuşa elverişli olduğunun belirlenmesi için uygulanan ve yetkilendirilmiş otorite tarafından dokümente edilen bir kararla sonuçlanan sistematik süreçtir. Bir farklı ifadeyle uçuşa elverişlilik sertifikasyonu, hava aracı ile ilgili "emniyetlidir" iddiasının yüklenici tarafından kanıtlanma ve yetkili otorite tarafından sertifikalandırılması sürecidir.

Sivil dünyada, yetkilendirilmiş otoritelerce hava aracı tasarımlarına "Tip Sertifikası", buna uygun seri üretimi yapılan hava araçlarına da "Uçuşa Elverişlilik Sertifikası" verilmeden ticari, sportif veya hususi amaçlı uçuş yapması mümkün değildir. Özgün olarak tasarlanan hava araçlarına ilk önce tip sertifikasyon süreci işletilerek tasarımın geçerli sertifikasyon gereksinimlerine uyumlu olduğunu temin eden yani kısaca emniyetli bir tasarım ortaya konduğunu belgeleyen "Tip Sertifikası" yetkili otorite tarafından verilir. Eğer sertifika alındıktan sonra bu tasarım üzerinde büyük sınıflamasında (majör) bir tasarım değişikliği gerçekleştirilirse yüklenici bu değişikliğin de emniyetli olduğunu otoriteye ispatlamak durumundadır. Bu durumda otoriteden tip tasarımına yapılan bu eklemenin de onayının alınması gerekmektedir. Büyük sınıflamasında değişiklik yapılan hava aracının tip tasarım verisi yüklenicide yoksa bu tür değişiklikler için tamamlayıcı tip sertifikası (STC – Supplementary Type Certificate) verilir. Yüklenici tip tasarım verisine sahipse bu durumda tip sertifikasına ek yapılır (ATC – Amendment to Type Certificate).

Aşağıdaki tabloda sertifikasyon içeren tip tasarım onayı veya STC/ATC programlarında sertifikasyon temeli oluşturulurken ve bu programlar altında uçuş izni başvurusunda referans olarak kullanılabilecek çeşitli uçuşa elverişlilik gereksinim kaynakları örnek olarak listelenmiştir.

Tablo 1 Sertifikasyon Temeli Oluşturmak İçin Kullanılabilecek Kaynaklara Örnekler

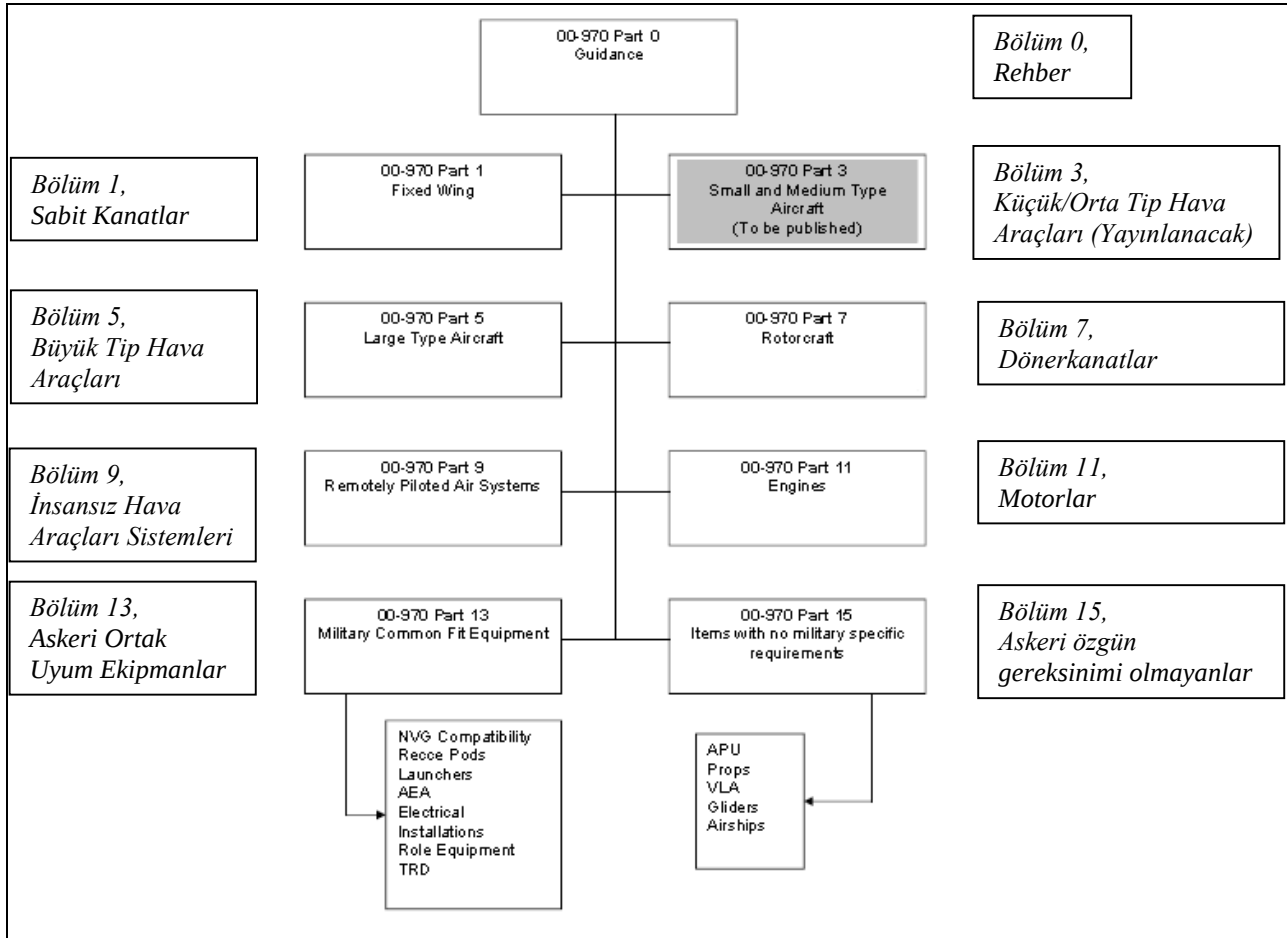
Standart/Rehber Kaynak	Açıklamalar
CS 23 / FAR Part 23	EASA: Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes FAA: Airworthiness Standards: Normal Category Airplanes (Küçük uçaklar için EASA / FAA sivil temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir. Azami 19 yolcu taşıyan ve/veya azami kütlesi 8618 kg olan uçaklar normal kategoriye girer.)
CS 25 / FAR Part 25	EASA: Certification Specifications for Large Aeroplanes FAA: Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes (Büyük uçaklar için EASA / FAA sivil temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir.)
CS 27 / FAR Part 27	EASA: Certification Specifications for Small Rotorcraft FAA: Airworthiness Standards: Normal Category Rotocraft (Azami 9 yolcu taşıyan veya azami 3175 kg ağırlığa kadar olan küçük döner kanat hava araçları için EASA / FAA sivil temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir.)
CS 29 / FAR Part 29	EASA: Certification Specifications for Large Rotorcraft FAA: Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft (Büyük döner kanat hava araçları için EASA / FAA sivil temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir.)
CS E / FAR Part 33	Hava araçları motorları için EASA / FAA sivil temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir.

Standart/Rehber Kaynak	Açıklamalar
CS P / FAR Part 35	Uçak pervaneleri için EASA / FAA sivil temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir.
MIL-HDBK-516	US DoD Handbook 516, Airworthiness Certification Criteria (Rehber nitelikte Amerikan askeri uçuşa elverişlilik kriterleri derlemesidir, gereksinim olarak düzenlenmesi sertifikasyon temeli çalışması içinde tamamlanır. Sabit/döner kanat, İHA sistemlerine yönelik kriterleri birlikte içerir.)
Def Stan 00-970	UK MoD Defence Standard 00-970, Design and Airworthiness Requirements for Service Aircraft (İngiliz savunma bakanlığınca yayınlanan askeri temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir. Sabit/döner kanat, İHA sistemlerine ve motorlara yönelik standart niteliğindeki uçuşa elverişlilik gereksinim setini ayrı alt bölümler halinde içerir.)
STANAG 4671	NATO Standardization Agreement Unmanned Systems Airworthiness Requirements (150 kg'dan ağır sabit kanat İnsansız Hava Aracı sistemleri için NATO askeri temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir. CS 23 gereksinim setinden türetilmiştir. Hazırlanmasında ABD öncülük etmiştir [Mayer, J.E., 2017].)
STANAG 4703	Küçük-hafif sabit kanat İnsansız Hava Aracı sistemleri için NATO askeri temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir. Hazırlanmasında İtalya öncülük etmiştir [Mayer, J.E., 2017].
STANAG 4702	Döner kanat İnsansız Hava Aracı sistemleri için NATO askeri temelli uçuşa elverişlilik gereksinim setidir. CS 27 gereksinim setinden türetilmiştir. Hazırlanmasında Fransa öncülük etmiştir [Mayer, J.E., 2017].
MIL-HDBK-1763	US DoD Handbook 1763, Aircraft/Stores Compatibility: Systems Engineering Data Requirements And Test Procedures (Amerikan askeri temelli hava aracı – harici yükler uyumu açısından uçuşa elverişlilik rehberidir. Rehber içindeki maddelerin gereksinim olarak düzenlenmesi sertifikasyon temeli çalışması içinde tamamlanır.)
ADS-45-HDBK	US Aeronautical Design Standard Handbook 45, Data And Test Procedures For Airworthiness Release For U.S. Army Helicopter Armament Testing (Guns, Rockets, Missiles) Amerikan ordusu askeri temelli helikopter-silah sistemleri uyumu açısından uçuşa elverişlilik rehberidir. Bu rehber net bir gereksinim tanımlamak yerine referans aldığı birçok askeri/sivil standardın kullanımı esasına dayanır. Rehber içindeki maddelerin gereksinim olarak düzenlenmesi sertifikasyon temeli çalışması içinde tamamlanır.
EMACC Handbook Ed. 3	European Military Airworthiness Certification Criteria- EMACC Handbook Ed.3 European Defence Agency – EDA, Military Airworthiness Authorities Forum – MAWA (Avrupa Savunma Ajansı – EDA altında kurulmuş olan Askeri Uçuşa Elverişlilik Otoriteleri Forumu – MAWA organizasyonunun yayınladığı Avrupa Askeri Uçuşa Elverişlilik Kriterleri dokümanıdır. ABD MIL-HDBK-516B ile büyük oranda benzerlik gösterir)

Yukarıdaki tablo kullanılabilecek tüm kaynakları listelememektedir. Örneğin ADS-51-HDBK Rotorcraft And Aircraft Qualification (RAQ) Handbook içinde de uçuşa elverişlilik programı oluştururken rehber olarak alınabilecek çok veri bulunmaktadır. Daha başka ülkelerin, daha farklı uygulamaları da mevcuttur. Bu liste farklı kaynaklardan, farklı gereksinimler türetilbileceğini görmek açısından örnek olması amacıyla sunulmaktadır.

Askeri programlarda sertifikasyon temeli oluştururken sivil uçuşa elverişlilik gereksinimleri ana kaynak olarak kullanılabilir, bu durumda askeri kullanım özelliklerinden veya askeri fonksiyonlar, donanım kaynaklı özel koşulların oluşturulması gerekecektir. Otoriteler bu özel koşulları yüklenici ile uzlaşısı içinde belirleyerek sertifikasyon temeline dâhil ederler.

Aşağıdaki şekilde Türkiye’de az bilinen, İngiliz uçuşa elverişlilik gereksinimlerini tanımlayan Def Stan 00-970 doküman setinin organizasyonel ana yapısı ilgili kaynaktan alıntılanarak sunulmuştur. Eğik karakterler ile Türkçe karşılıkları alıntılanan asıl resme eklenmiştir. EASA Part 21 ve altında düzenlenen CS gereksinimlerinin organizasyonel yapısına kısmen benzemektedir.



Şekil 1: Def Stan 00-970 içerik yapısı [Def Stan 00-970 PART 0/17]

Sivil dünyada hava araçlarına tip sertifikası alınabilmesi veya tip sertifikasında değişiklik yapabilmek için de Part 21 ve SHY-21 kuralları gereği tasarım organizasyonu onayı (TOO) ve gerektiğinde üretim organizasyonu onayının yetkili otoriteden alınması gerekmektedir. Askeri dünyada bu şekilde ürün tasarımlarına tip sertifikalandırma süreçleri ile organizasyon onayları süreçleri, yetkilendirilen askeri otoritelerce yürütülmektedir.

Organizasyon Onayları ve Uçuş İzni

“Regulation (EC) No 216/2008 – Basic Regulation, Part 21” olarak tanımlanan kanun, ana hatları ile Avrupa Birliği (AB) için yetkilendirilmiş uçuşa elverişlilik otoritesi olan EASA’nın ve ürün tip sertifikası, organizasyon onayları ve uçuş izni (Permit-to-Fly) almak için başvuracakların yapması gerekenleri tanımlar. SHGM de benzer şekilde SHY-21 ile SHT-21’i yayınlamıştır.

Bu izin ve sertifikalar için Tasarım Organizasyonu Onayı (EASA: DOA – Design Organisation Approval, SHGM: TOO, Askeri: TOYO – Tasarım Organizasyonu Yeterlilik Onayı) ve gerektiğinde Üretim Organizasyonu Onaylarının (EASA: POA – Production Organisation Approval, SSM: ÜOO, Askeri: ÜROYO – Üretim Organizasyonu Onayı) otoriteden alınması bir ön koşuldur. Part 21 & SHT 21 Altbölüm J ile Askeri sertifikasyon süreçleri de bu yaklaşıma göre düzenlenmiştir.

EASA Part 21 ve SHY-21 kurallarına göre sivil programlarda, yeni tasarlanan bir ürünün tip sertifikası veya tip sertifikası olan ürüne tamamlayıcı tip sertifikası alınabilmesi için önce EASA ve/veya SHGM'den Tasarım Organizasyonu Onayı (TOO) alınması gereklidir. Sözleşmesinde uçuşa elverişlilik sertifikasyonu yer alan askeri programlarda ise aynı şekilde Tasarım Organizasyonu Yetkinlik Onayı (TOYO) süreci işletilir. Otorite başvuran firmanın tasarım kabiliyetini EASA Part 21 ve eşleniği olan SHT-21 altbölüm J'de belirtilen kurallara uyumu çerçevesinde denetler ardından firmayı yeterli bulursa sivil programlarda TOO sertifikasını süresiz olarak verir. Askeri programlarda ise TOYO sözleşme kapsamı boyunca geçerlidir.

TOO/TOYO başvuran ile otorite arasında güven tesis edici bir belge niteliğindedir ve başvurana çeşitli imtiyazlar da sağlayabilmektedir. Örneğin uyum dokümanlarının sınıflandırarak sertifikasyon programı içinde otorite ile mutabık kalınanlarını onaylama imtiyazı, tip sertifikası alınması sonrası yapılacak modernizasyon/modifikasyon/tamirler için minör-majör değişiklik sınıflamasını yapabilme ile minör tasarım değişikliklerini ve majör tamiratları onaylama imtiyazı gibi imtiyazlar ilk akla gelenlerdendir.

Sivil ve askeri dünyada da tip tasarım onayına başvuran organizasyon TOO\TOYO kapsamında sadece tasarım yapma yeterlilikleri açısından değil “Uçuş Koşulları Onayı” ve “Uçuş İzni” yetkinlikleri açısından da denetlenir. Uygun görülürse bu imtiyazlar TOO\TOYO belgesi içinde tanımlanır. Eğer yüklenici firma bir onaylı uçuş test organizasyonu da içeriyorsa veya başka onaylı bir uçuş test yüklenicisi ile birlikte uyumlu çalıştığı tespit edilmişse, başvurana uçuş izni sürecinde Uçuş Koşullarını onaylama imtiyazı, hatta doğrudan Uçuş İzni verebilme imtiyazı da verilebilmektedir. Bu durumda Otoritenin sürece dahil en düşük seviyede kalabilir ve uçuştan tanımlı bir süre öncesinde onay kayıtlarının otoriteye ulaştırılması yeteri olacaktır. Benzer yaklaşımla Üretim Organizasyonu Onayı süreci içinde çeşitli imtiyazlar verilmesi otoriteler tarafından değerlendirmeye alınır.

Bu tür imtiyazların alınması başvuranın iş yapma süreçlerini büyük oranda hızlandırabilmektedir ve firmanın bu imtiyazları alabilecek kadar otoriteye güven verebilmiş seviyede gelişmiş bir yapıda olduğunu gösterir.

UÇUŞ TESTLERİ VE UÇUŞ İZNİ SÜRECİ

Uçuş Testleri Planlaması

Yüklenici ön uçuşa elverişlilik sertifikasyonu süreci içinde öncelikle ürünü geliştirmek, sertifikasyon ve kalifikasyon gereksinimlerine uyumunu doğrulamak amaçları ile uçuş testleri icra etme ihtiyacı duyacaktır. 2008 yılında İstanbul'da düzenlenen II. Ulusal Havacılık Ve Uzay Konferansında sunulan UHUK-2008-099 numaralı makalede, yazarlar kullanım amacına göre uçuş testlerini aşağıda alıntılanan tanımlarla üçe ayırmıştır [Çevik, F. ve Özgür, C., 2008].

1. Geliştirme Testleri – Tasarımı gerçekleştiren firmanın kendi iç ihtiyaçlarına göre şekillenen testlerdir. Tasarıma etki etmesi beklenir.
2. Sertifikasyon Testleri – Tasarım sonrası bitmiş ürünün uçuşa elverişli olduğunun kanıtlanması ve uçuş izni alınabilmesi için karşılaması gereken istekleri karşıladığının gösterildiği testlerdir. Buradan tasarıma bir etki olması oldukça maliyetli olur.
3. Operasyonel Testler – Tasarım sonrası sertifika almış uçağın sözleşmesel gereklilikleri de yerine getirdiğinin gösterildiği testlerdir. Bu aşamada müşteri memnuniyeti aranır.

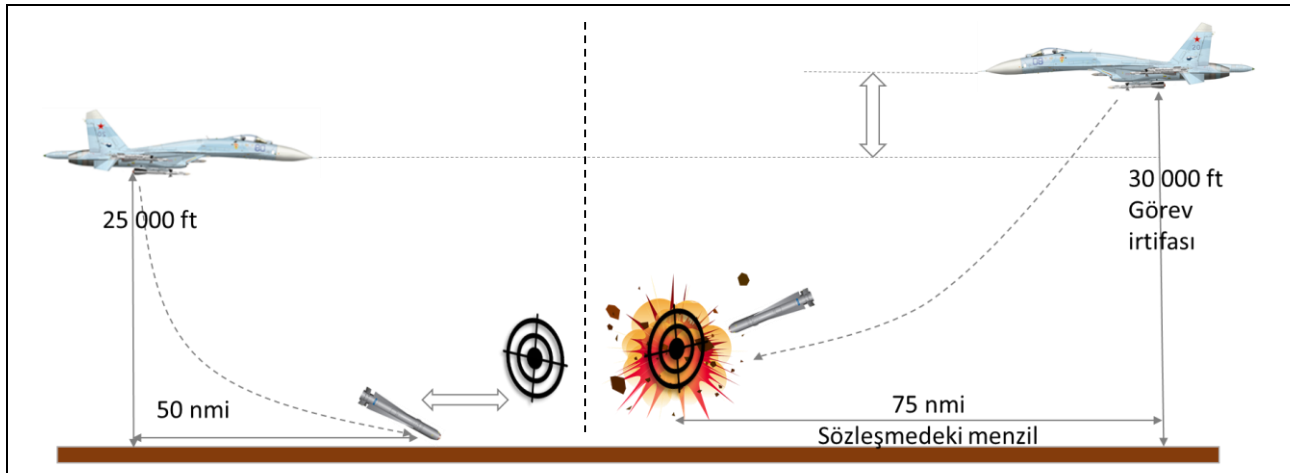
Geliştirme testleri safhasının olabildiğince hava aracının nihai konfigürasyonunu belirlemek ve tasarım değişikliği gerektirmeyecek şekilde dondurulması amacıyla planlanmış olması maliyet etkin bir yaklaşım olacaktır. Geliştirme testleri fazının sertifikasyon gereksinimlerine uyum sağlanabilme durumunu tespitiye yönelik adımlar da içermesi önerilmektedir. Ancak bu test noktalarının icrası

tasarım değişikliği ihtimalini içerdiğinden, önceden detaylarında otorite ile anlaşma durumu hariç olmak üzere sertifikasyon uyum gösterimi kanıtı olarak kullanılamaz. Prensipten olarak geliştirme fazı yüklenicinin kendi içinde yapacağı değerlendirmeler ve tespitler için planlanmış bir fazdır.

Sertifikasyon testlerine başlanması için hava aracı konfigürasyonunun dondurulmuş, yüklenicinin sertifikasyon planlarında geçerli kılınmış gereksinimlere uyum gösterebileceğine dair yeterli kanıya ulaşılmış olması beklenmelidir. Bu faza başlandığında gerekebilecek tasarım değişikliklerinin takvim ve parasal maliyeti programın başarısını çok etkileyecektir. Genellikle gerçekleşmesi en istenmeyen risk tip sertifikası için uzatma almış bir başvurunun tekrar başvuru gerektirecek şekilde test takviminin uzamasıdır. Her yeni başvuru geçerli kılınan sertifikasyon temelinde otoritenin yeni gereksinimler eklemesi ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Sertifikasyon süreci emniyetli tasarım ve emniyetli kullanım konsepti üzerine kurgulanırken kalifikasyon süreci de hava aracının Pazar hedeflerine veya hazır müşterisi varsa müşterinin isteklerine uyum gösterimi amacına göre düzenlenir.

Günümüzde özellikle askeri programlarda “Operasyonel Testler” denildiğinde “Kalifikasyon Testleri” anlaşılmakta ve bu terim daha yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. SSM projelerinde müşteri gereksinimlerinden derlenen Kalifikasyon Temelinde tanımlı doğrulama yöntemleri üzerinden ayrı bir kalifikasyon programı yönetilir. Kalifikasyon gereksinimleri ile ortak olan sertifikasyon gereksinimleri, sertifikasyon programı içinde doğrulanır ve kanıtları kalifikasyon programı için aynen ve ek bir değerlendirme yapılmaksızın kabul edilir.

Kalifikasyon – sertifikasyon farkı aşağıdaki şekil üzerinde askeri bir hava aracı platformu üzerinden özetlenmektedir. Sertifikasyon kısaca uçuşa elverişlilik yani uçuşun emniyetli yapılabilirliğidir, kalifikasyon ise göreve elverişlilik yani hedeflenen görevin tam olarak icra edilebilirliğidir.



Şekil 2: Sertifikasyon, Kalifikasyon Farkı

Şekil 2’ın sol tarafındaki görülen son durum, uçağın 25 000 ft irtifadan harici yükü (bomba, füze vs) emniyetle bırakabildiği ve harici yükün bu koşullarda istenmeyen bir davranış göstermeden 50 mil mesafeye varabildiğidir. Ancak müşteri isteği veya pazar hedefini karşıladığı gösterilememiştir. Yani bu aşamada emniyetli operasyon yapabildiği gösterilebilmiş ve tanımlı koşullarda bir tip sertifikası alabilir durumdadır. Sağ tarafta gösterilen koşulların müşteri isteği veya pazar hedefi olduğunu kabul edersek, bu koşullarda hava aracı hem müşteri gereksinimlerini hem emniyet gereksinimlerini birlikte sağlayabilmektedir. Yani hem tip tasarımı otorite tarafından onaylanabilir hem de kalifikasyon gereksinimleri sağlandığı için ticari olarak satılabilir başarılı bir ürün ortaya konulmuştur.

İşte bu gösterimlerin en başında, uçuşlara geçmeden önce yapılacak önemli bir ilk adım vardır; otoriteden hedeflenen uçuş test kampanyası için “Uçuş İzni” almak.

Uçuş İzni Süreci

Uçuş İzni Süreci, uygulanabilir uçuşa elverişlilik gereksinimlerini karşılamayan veya karşıladığı henüz gösterilmemiş ama belirli koşullar altında hava aracının emniyetli uçuş yapma kabiliyeti

olduğunun ispatlarının hazırlandığı ve yetkili Otorite onayını almak üzere başvuru ve değerlendirme aşamalarını içeren teknik ve idari yönleri olan bir süreçtir.

SHGM, Özel Uçuş İzni Belgesinin verilme esaslarına ilişkin usul ve esasları, “Hava Aracı Ve İlgili Ürün, Parça Ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik Ve Çevresel Sertifikasyon Talimatı SHT-21” ile belirlemiştir. Bu talimat içeriği EASA Part 21 “Subpart P – Permit to Fly” ile aynı paralelde düzenlenmiştir. SSM projelerinde ise ilgili süreç ve alt yapı Sertifikasyon sürecinin işletilmesini içeren sözleşmeler ve eklerinde tanımlanmaktadır.

Hem sivil ve askeri programlar benzer yaklaşımlar içermektedir, örneğin her iki uygulama da yüklenicinin otoriteye uçuş izni başvurusu yapmasını gerektirmektedir. Başvuran, otoritenin tarif ettiği başvuru formlarını ve yöntemlerini kullanarak uçuşa başlamak istediği tarihten makul bir süre öncesinde otoriteye başvuru yapmalıdır. Başvuruda genel hatları ile uçuş amaçları, test kampanyası boyunca emniyetli uçuş icrası yapılabileceğinin kanıtları otoriteye sunulur.

Uçuş izni sürecinin iki ana safhası vardır. Birincisi uçuşun emniyetli icra edilebileceğinin kanıtlarının sunulduğu teknik değerlendirme kısmıdır, bu kısma “Uçuş Koşulları Onayı” kısmı denilir. İkinci kısım onaylı uçuş koşullarında başvuruda amaçları belirtilen uçuşların emniyetle gerçekleştirilebileceğinin idari olarak da onaylanması anlamına gelen “Uçuş İzni” yayınlanmasıdır. Her iki kısım da aşağıda önemli noktalarına vurgu yaparak incelenmektedir.

Uçuş Koşulları Onayı

Başvuran aşağıda özetlenen kapsamda otoritenin belirttiği formları kullanarak emniyetli uçuş yapılabileceğinin teknik kanıtlarını derler ve otoriteye arz eder. Uçuş koşullarının TOYO/TOO kapsamında yayınladığı “Tasarım Organizasyonu El Kitabında” belirttiği yüklenici tarafındaki yetkili ve sorumlularınca imzalanarak otoriteye teslim edilmesi önem taşımaktadır.

SHGM SHT-21 & EASA Part 21 Altbölüm P, Madde 21.A.708’de Uçuş koşulları şu şekilde tanımlanır;

- a) Özel Uçuş İzni Belgesi talep edilen konfigürasyon(lar),
- b) Hava aracının emniyetli kullanımı için gerekli her türlü koşul veya kısıtlamalar,
- c) Hava aracının Alt Bent (b)’de belirtilen koşul ve kısıtlamalar altında emniyetli uçuş kabiliyetine sahip olduğunu gösteren kanıtlar [Ör: Uçuşa Elverişlilik Durum Özetleri – UEDÖ raporları, Hava Aracı Emniyet Sentezi (SSA+ZSA+PRA) raporları, vs. – kanıtlara dair örnekler ilerleyen bölümlerde ayrıca anlatılmaktadır]
- d) Belirlenen koşullar içerisinde kalmak amacıyla, hava aracı konfigürasyonunun kontrolü için kullanılan yöntem.

SHGM SHT-21 & EASA Part 21’de Madde 21.A.708.b aşağıdaki gibi detaylandırılmaktadır.

1. Hava aracı uçuşları ile ilgili güzergâh veya hava sahası veya her ikisi için gereken koşul veya kısıtlamalar;
2. Hava aracı uçuş mürettebatı için belirlenen koşul veya kısıtlamalar;
3. Uçuş mürettebatı dışındaki kişilerin taşınması ile ilgili kısıtlamalar;
4. Kullanım sınırlamaları, sağlanması gereken özel prosedürler veya teknik koşullar;
5. Özel uçuş test programı (eğer uygulanabilirse);
6. Bakım talimatlarını ve uygulama yöntemlerini içeren özel sürekli uçuşa elverişlilik düzenlemeleri.

Yüklenici TOO/TOYO kapsamında imtiyaz sahibi ise “Uçuş Koşullarını” kendi onaylayabilir, imtiyazı yoksa otoritenin onayına sunar. Yüklenicinin bu imtiyaza sahip olması durumunda TOO/TOYO kapsamında firma içinde yetkilendirilmiş imza sahipleri Uçuş Koşulları formunu yayınlar. İmtiyaz sahibi değilse ilgili formu otoriteye iletilecek uçuş izni formları arasına dâhil eder. Otorite,

programda tanımlı sertifikasyon panelleri teknik uzmanları arasında yapılacak değerlendirmeler ardından uçuş koşulları formunu kabul eder ve uçuş koşulları formu, uçuş izni belgesinin bir parçası olarak yayınlanır.

Uçuş İzni Belgesi, eğer TOO/TOYO kapsamında imtiyaz tanımlanmış ise yüklenici tarafından, yüklenicinin böyle bir imtiyazı yoksa Otorite tarafından onaylanıp yayımlanır. Eğer yüklenici "Uçuş İzni" yayımlama imtiyazını da aldı ise gene "Tasarım Organizasyonu El Kitabında" belirtilen dâhili yetkili imza sahipleri Uçuş İznini yayımlar ve otoriteye uçuştan önce iletir. Eğer başvuran "Uçuş İzni" yayımlama imtiyazına sahip değilse izin almak için otoritenin tanımladığı formları kullanarak otoriteye bir başvuru yapar. İzin belgesi, onaylanmış tüm koşul ve kısıtlamalar ile birlikte uçuşun amaçlarını da belirtir. Yüklenici bu izin belgesini almadan herhangi bir şekilde uçuş gerçekleştiremez.

Sivil programlarda Uçuş İzni en fazla 12 ay geçerli olacak şekilde yayımlanır. Askeri programlarda bu süre daha kısa olabilir veya bazen süre yerine uçuş fazları, uçuş tipleri izin kapsamında sınırlandırılabilir. Otorite gerekli görürse izin kapsamını başvuruda talep edilenden daha dar bir kapsamda yayımlayabilir. Bu durumda yüklenici kapsamı genişletebilecek kanıtları hazırlamak ve yeni bir başvuru yapmak zorundadır.

Geliştirme fazı ağırlıklı olmak üzere uçuş test kampanyaları boyunca tasarım değişiklikleri sürebilmektedir. Onaylı Uçuş koşullarını etkileyen tüm değişiklikler, yetkili mercii onayına tabidir. Bu tür değişiklik yapılacağı zaman, eğer yükleniciye imtiyaz verilmişse yüklenici yeniden değerlendirme yapıp İzin belgesini yeniler. Yüklenicinin böyle bir imtiyazı yok ise otoriteye yeniden başvuru yapması gerekir.

Bu yaklaşımlar dışında ABD askeri uçuşa elverişlilik rehberinde (MIL-HDBK-516C) uçuş koşulları için daha detaylandırılmış yönergeler de sunulmaktadır. Aşağıda ABD deniz kuvvetlerinin uçuş izni verirken uçuş emniyetinin sağlandığını tespitite rehber olarak faydalandığı bir tablonun baş kısmı örnek olarak alıntılanmıştır. Bu alıntıdan maksat içerik detayını vermekten ziyade ABD silahlı kuvvetleri içinde farklı uygulamalar olduğuna dair bir örnek sunmak olduğundan tablo içeriği aslı korunarak tercüme edilmeden kaynakta olduğu gibi verilmiştir:

TABLE I. Navy first flight release minimum data requirements.		
CONTRACTOR TYPICALLY HAS SUBMITTED AND PROCURING ENGINEERING HAS APPROVED THE ANALYSES	CONTRACTOR TYPICALLY HAS SUCCESSFULLY COMPLETED AND SUBMITTED RESULTS FROM THE FOLLOWING TESTS	CONTRACTOR SUBMITTED AND AGENCY ENGINEERING ACCEPTED THE FOLLOWING TEST PLANS
Design Criteria Report	Flight Test Instrumentation and Calibration Test Report	Flight and Ground Test Instrumentation and Calibration Test Plan
Structural Description Report	Aircraft Ground Vibration (Shake) Test Report	Mechanical Stability Test Plan
Structural Drawing Package (as required)	Control System Proof Test Report	Envelope Development Flight Test Plan
Flight Control System Block Diagram	Control System "RAP" Test Report	Flight Loads Survey Test Plan

Şekil 3: ABD Deniz kuvvetleri uçuş izni veri gerekleri [MIL-HDBK-516C, Bölüm "5.6 Flight release"]

MIL-HDBK-516C, Bölüm "5.6 Flight release – Uçuşa veriş" başlığı altında yer alan yukarıda baş kısmı alıntılanan tablo, Amerikan Deniz Kuvvetlerinin ilk uçuşa veriş sürecinde ana hatları ile ne tip analizler, testler ve planlamalar hazırlanması gerektiğini belirtmektedir. Tablo içeriği proje koşulları kapsamında özelleştirilerek kullanılır.

Gizli nitelikte olmayan Amerikan askeri standart ve rehber kaynaklarına <http://quicksearch.dla.mil/qsSearch.aspx> internet adresi üzerinden tarama yapılarak ulaşılabilmektedir.

Türkiye’de sivil ve askeri programlarda yukarıdaki tabloya benzer şekilde, her ürünün tip tasarım ve başvuranın TOO/TOYO özelliklerine göre özelleştirilmiş bir Uçuş Koşulları tablosu oluşturmada

Fayda görülmektedir. Ayrıca yüklenici içinde bağımsız çalışan, teknik seviye ve deneyim açısından yeterli bir “Uçuş İzni Kurulu” oluşturulması ve bu kurulun uçuş izni alabilmek için neleri, nasıl inceleyeceğini tanımlayan süreç dokümanının TOO/TOYO çalışmaları sırasında otoriteye arz edilip onay alınması da önerilmektedir. Otorite bu süreçlerin işletilmesindeki durumu takip ederek yeterli güven sağlandığında yükleniciye uçuş izni aşamaları için de imtiyaz vermeyi değerlendirecektir.

Yüklenicinin kendi süreçleri içinde uçuş izni hazırlıkları için yukarıdakine benzer bir çeklist oluştururken SHGM (SHT-21) & EASA Part 21 Madde 21.A.708’de beklenenlerin göz önüne alınarak bir hazırlık yapması, onay sürecini hızlandıracığından tavsiye edilmektedir.

SHGM (SHT-21) & EASA Part 21’de Madde 21.A.708.b’de belirlenen koşullar dâhilinde emniyetle uçuş icrası için kanıtların derlenmesi gerektiği anlatılmaktadır. Aşağıdaki alt başlıklarda Madde 21.A.708.b kapsamında otoriteye sunulabilecek kanıtlar için olası öneriler tanımlanmaktadır.

Uçuşa Elverişlilik Durum Özetleri (UEDÖ) Raporları

Bu isimlendirme yerine istenirse Uçuş Emniyeti Durum Özeti veya farklı isimler de kullanılabilir. Bu doküman setlerinden esas beklenen ilgili programlarda atanmış sertifikasyon panelleri ve teknik disiplinler odağı ile testlerin emniyetli icra edilebileceğine dair teknik kanıtların bir araya getirilerek otoritenin hızlı ve kolay değerlendirebileceği özet raporlar oluşturulmasıdır. TOO/TOYO çalışmaları sırasında bu rapor tiplerinin veya muadil kabul edilecek alternatiflerin uçuş izni başvurusu süreç dokümanı ile birlikte otoriteye sunulması izin sürecinin aksamadan yürümesi için önkoşuldur.

UEDÖ raporları içeriğinde genel hatları ile uçuş koşullarının emniyetli olduğuna dair kanıtların sağlanması beklenmektedir. Bu kapsamda;

1. Hava aracı test kampanyası hava aracı konfigürasyonu kaydına atıf verilir ve konfigürasyon özet olarak tanımlanır. Konfigürasyon değişikliği sonucu uçuş izni başvuru yenilemesi yöntemi tanımlanır veya ilgili süreç kaydına atıf verilir.
2. Emniyetli uçuş test icrası için ön koşul olan analizler, laboratuvar (Ör: Rüzgâr Tüneli, motor rig-bremze, malzeme-kupon) testleri, yer testleri sonuçlarını özet olarak derlenir ve sunulur. Bu raporlar ihtiyaç görülmesi halinde otorite incelemesi için referans gösterilir.
3. Geçerli kılınan limitasyonları ilgili disiplin bazındaki UEDÖ raporlarında listelenir.
4. Sertifikasyon için hazırlanan emniyet analizlerini kaynak alır. Harici yük kullanımı durumu emniyet analizlerine yansıtılmış olmalıdır.
5. Test kampanyası boyunca geçerli olacak fonksiyonlar listelenir.
6. Ölümcül veya tehlikeli fonksiyonlara girdisi olan veya DAL A, B ekipman listeleri derlenir, bu listeler üzerinde uçuş test konfigürasyonu farkları varsa etki değerlendirmesi ile önerilen risk hafifletici tedbir ve önlemler ile limitasyonlar sunulur.
7. Özel Risk Analizi (PRA – Particular Risk Analysis) etkileşimi olan sistemlere dair değerlendirmeleri sunulur.
8. Ekipman Kalifikasyon durumunu ve testlere olası etkilerine ve etkileri hafifletmek/bertaraf etmek içi alınan önlemler özetlenir.
9. Eksik operasyonlar, Tasarım-Üretim farkları emniyet etkilerini değerlendirir.
10. Sonuç kısmında emniyetli kullanım beyanı verilir.
11. Yetkili imzalar: Tasarım organizasyonu imzaları ile raporun hazırlanması üzerine TOO/TOYO kapsamında tanımlanmış olan Uçuşa Elverişlilik Ofisi imzaları (Uyum Doğrulama Mühendisi & Uçuşa Elverişlilik Uzmanı gibi) eklenmiş olmalıdır.

Hangi disiplinlerde UEDÖ raporlarının hazırlanması gerekeceği sertifikasyon programının kapsamına göre yüklenici tarafından otorite ile koordinasyon içinde belirlenir. Tamamen özgün yeni bir tasarım programı kapsamı gözetildiğinde asgaride aşağıda listelenen UEDÖ rapor türlerinin otoriteye arz edilmesi beklenecektir. UEDÖ raporları otorite tarafında ilgili Sertifikasyon Paneli

uzmanlarınca incelemeye alınır, ihtiyaç görülürse otorite başvuran ile birlikte kanıtları değerlendirmek için panel toplantıları da yapar.

Yapısal UEDÖ: Hesap ve analizlerde kullanılan yapı ve yükler veri tabanı, planlanmış yapısal testlerin statüsü, yapısal tasarım alanlarının tanımlamaları, hava aracı yapısal stres, yıpranma ve hasara tolerans verisi, malzeme kalifikasyon durum bilgisi, PRA sonuç özeti, geçerli UE gereksinimlerine uyum statüsü (analiz ile kestirim durumları, varsa test ile uyum doğrulamaları vs...), limitasyonlar raporda özetlenir ve sonuç kısmında yapısal disiplinler emniyet beyanı verilir.

Yükler ve Aeroelastise UEDÖ: Hesap ve analizlerde kullanılan hava aracı yükleri veri tabanı, hava aracı ana elemanları üzerindeki tasarım yükleri, aeroelastik model ve veri tabanı, yer titreşim test sonuçları sunulur. Yükler/titreşim uçuş test gözetimi yapılacaksa tanımlaması, geçerli UE gereksinimlerine uyum statüsü (analiz ile kestirim durumları, varsa test ile uyum doğrulamaları vs...), limitasyonlar raporda özetlenir ve sonuç kısmında uçuş yükleri-aeroelastisite disiplinleri emniyet beyanı verilir.

Güç Grubu Enstalasyon UEDÖ: Hesap ve analizlerde kullanılan itki sistemi modelleri ve veri tabanı, kalifikasyon durumu, pervane-motor için tip sertifikası bilgisi, sistem test ve analiz durumu, PRA sonucu, geçerli UE gereksinimlerine uyum statüsü, limitasyonlar raporda özetlenir ve sonuç kısmında itki disiplini emniyet beyanı verilir.

Uçuş Performans ve Kullanım Kalitesi UEDÖ: Hesap ve analizlerde kullanılan uçuş performans, kararlılık ve kontrol modelleri ile ilgili veri tabanları, tanımlı uçuş zarfı, uçuş performans ile kararlılık-kontrol analizleri raporlarına atıf ile özet açıklamaları, arıza durumlarında kararlılık-kontrol yeterliliği incelemeleri sunulur. Ağırlık ve denge durumu, taslak uçuş el kitabının içerik durumu, geçerli UE gereksinimlerine uyum statüsü, limitasyonlar raporda özetlenir ve sonuç kısmında uçuş bilimleri disiplini emniyet beyanı verilir.

Sistemler UEDÖ: Her bir sistem için ayrı ayrı UEDÖ raporu hazırlanır. DAL A, B niteliğindeki ekipman ve/veya tehlikeli-ölümcül fonksiyonlara etkisi olan ekipman listeleri hazırlanır ve ekipman kaybı-arıza durumu etkileri değerlendirilir. PRA sonucu, geçerli UE gereksinimlerine uyum statüsü, limitasyonlar raporda özetlenir ve sonuç kısmında ilgili sistem için emniyet beyanı verilir.

İnsan Faktörleri UEDÖ: İnsan faktörleri analizlerinde kullanılan model ve veri tabanları tanımlanır, analiz ve testlerin sonuç raporlarına atıf ile rapor özetleri sunulur, kokpit-yolcu kabini özet olarak tanıtılır. Geçerli UE gereksinimlerine uyum statüsü, limitasyonlar raporda özetlenir ve sonuç kısmında ilgili sistem için emniyet beyanı verilir.

Diğer alternatifler: DOA/TOYO kapsamında uçuş izni süreci kapsamında UEDÖ raporlarına alternatif raporlardır. Uçuşun emniyetle yapılabileceğini gösteren kanıtlar kapsamında sunulacak raporlardır. Bunun yanı sıra özellikle modifikasyon projelerinde bazen kapsam oldukça sınırlıdır, yukarıda listelenen UEDÖ türlerinden sadece modifikasyon kapsamından etkilenenlerin otoriteye iletilmesi yeterli olacaktır.

Uçuş Emniyeti Gösterimi İçin Kullanılabilecek Diğer Kanıtlar

Hava Aracı Ağırlık ve Balans Raporu (tartım sonucu dahil), Hava Aracı Emniyet Özeti (SAE ARP4761), tasarım-üretim sapmaları ve açık operasyonlar listelerinin emniyet değerlendirmesi raporu, hava aracı konfigürasyon tanımlama ve yönetim dokümanları, uçuş test kampanyası tanımlama/planlama raporu, uçuş test prosedürleri, bakım durumu ve planı, limitasyonlar, uçuş el kitabı, bölgesel tasarım emniyet inceleme raporu, uçuş test riskleri inceleme raporu, askeri operasyonlara özel koşullar emniyet incelemeleri gibi raporlar da kanıt olarak izin başvurusu ekinde otoriteye sunulur.

YÜK ENTEGRASYONU – UÇUŞ KOŞULLARI

Harici yük sertifikasyonu içeren programlarda yukarıda genel çerçevesi özetlenen uçuş izni başvurusu değerlendirme sürecine, harici yük ve dâhil olacak ilgili test operasyonları açısından ek değerlendirmeler yapılması gerekecektir. Sivil programlarda, uçuş izni başvurularında sertifikasyon temelinde kullanılan FAR/CS gereksinimlerine uyum durumu sorgulanırken, örneğin helikopterlerde gövde altı yük taşınması durumu için gene FAR/CS maddelerinde geçerli kılınan ilgili ek

gereksinimler üzerinden değerlendirme yapılır. Bunun dışında askeri programlarda, sivil sertifikasyon temeline sahip hava araçları için sivil uçuşa elverişlilik gereksinimlerinde yer alan harici yük taşınması ile ilgili gereksinimlere ek olarak askeri standartlardan gelen gereksinimler veya askeri özel koşullar da uçuş izni kapsamında incelemeye dâhil edilebilir. Tamamen askeri uçuşa elverişlilik sertifikasyon gereksinimlerine göre kurgulanan programlarda bu gereksinimlere uyum durumu üzerinden izin başvurusu değerlendirmeye alınır.

Uçuş test kampanyası dâhilinde uçulacak test noktalarını belirlerken maliyet-takvim etkilerinden daha öncelikli olan emniyetli uçuşu temin edecek test sıralaması yapılmasını sağlayan, kademeli zarf genişletme yaklaşımı ve limitasyonların yönetimi süreci, harici yükler sisteme dâhil edildiğinde de aynen sürdürülmelidir. Harici yük entegre edilmeden önce yeterli uçuş emniyetini sağlamış bir hava aracı konfigürasyonuna erişildiğinden emin olunması sonrasında harici yüklü uçuşlara geçilmesi diğer bir ön koşuldur. Bazen harici yüklerdeki modifikasyon minör olarak sınıflanabilecek kadar küçük olduğunda ve hâlihazırda harici yük entegrasyonu sertifikasyonunu tamamlamış bir hava platformu bulunduğu Uçuş İzni sürecinin benzerlik yaklaşımı kullanımı ile çok hızlı tamamlaması da mümkün olabilmektedir.

Yük Entegrasyonu testleri de diğer testler gibi emniyet odaklı olan kademeli bir yapıda planlanmış olmalıdır. Yani riski yüksek testler test kampanyasının ilerleyen safhalarına planlanır, ilk testlerde öncelik riski düşük olanlara verilir. Onaya sunulan test planlamasında, riski en düşük uçuş koşullarından başlanıp, kademeli zarf açma yaklaşımı kurgulanmış olmalı, detaylı test noktaları sunulmalı (diğer bazı detaylar için bkz. MIL-HDBK-1763 bölüm "4.2.4 Test sequence"). Test kampanyalarında yaygın olarak kabul edilen risk azaltıcı önlemler arasında disiplinlerinde uzman bir ekibe telemetri ile anlık veri aktarabilen test ekipmanı kullanımı ve takip hava aracı kullanılması ön sıralarda yer alır.

Özet olarak hâlihazırda uçuşa elverişli veya uçuş izni bulunan hava aracı üzerine harici yük entegrasyonu ile emniyetli uçuş yapabileceğinin gösterimi onayında asgaride Uçuş, Yapısal, Elektrik, Aviyonik ve Emniyet Sertifikasyon Panellerinin izin sürecine müdahil olacağı kesindir. Bunun yanı sıra tasarım-entegrasyon özellikleri veya uçuş test kampanyasının özelliklerine bağlı olarak Bakım, Uçak Sistemleri, Yazılım ve diğer Sertifikasyon Panelleri de sürece dâhil edilebilir. Askeri Otoritenin önerilen uçuş test kampanyası içinde talep edilen test noktalarında emniyetli uçuşun icra edileceğinde kanaat sahibi olabilmesi için yeter miktarda ve nitelikte teknik kanıtların sunulduğundan ve bu kanıtların yetkin uzmanlarca incelenip olur verildiğinden emin olması gerekmektedir.

Uçuşa Elverişlilik Durum Özetleri (UEDÖ) Raporları

Bu teknik değerlendirmenin en önemli kaynaklarından biri de Uçuşa Elverişlilik Durum Özeti (UEDÖ) raporları ve eşlik eden diğer uçuş koşulları kanıtlarıdır.

Uçuşa Elverişlilik Durum Özeti (UEDÖ) veya otorite tarafından muadil kabul edilen kanıt dokümanlarında, geçerli kılınan uçuşa elverişlilik gereksinimlerine uyum durumu incelemesini içeren analiz, simülasyon, laboratuvar/yer testleri sonuçlarının derlenmiş özetleri sunulur. Aşağıda harici yükler göz önüne alındığında otoritenin değerlendirmeye alabileceği ek gereksinimlere çeşitli kaynaklar örnek olarak listelenmektedir:

1. MIL-HDBK-1763 Aircraft/Stores Compatibility: Systems Engineering Data Requirements And Test Procedures
2. ADS-45-HDBK, Data And Test Procedures For Airworthiness Release for U.S. Army Helicopter Armament Testing (Guns, Rockets, Missiles)
3. DEF STAN 00-970 PART 1, Section 9 Military Specific Systems
4. MIL-HDBK-516C (Ör: Bölüm 8.9 – 8.11 Rotorcraft External Hook-Hoist, Fast Rope Sys., Bölüm 17 Armaments And Stores Integration, Bölüm 20. Airdrop ...)
5. FAR 29/27 veya CS 29/27 (Ör: CS 29.865 External loads)

Yukarıdaki harici yük veya askeri operasyonlar nedeniyle geçerli kılınan gereksinimler incelemeye dâhil edilmelidir. Bu gereksinimler uçuş izni başvurusu öncesinde ilgili sertifikasyon panellerinde belirlenmiş olmalıdır. UEDÖ raporları içeriğinde genel hatları ile harici yük entegre edilme basamaklarının tamamında uçuş koşullarının emniyetli olduğuna dair kanıtların sağlanması beklenmektedir. Bu kapsamda yukarıda genel UEDÖ başlığı altındakiler göz önüne alarak, yük entegrasyonu özelinde;

1. Harici yük konfigürasyon seçeneklerinin açık olarak tanımlanmış olması önemlidir.
2. Emniyetli uçuş test icrası için ön koşul olan analizler, laboratuvar (Ör: Rüzgâr Tüneli, motor rig-bremze, malzeme-kupon) testleri, yer testleri sonuçları yanı sıra varsa harici yük entegrasyonu öncesi Uçuş test kampanyası sonuçlarını özet olarak derler ve sunar. Harici yük ayrılma niteliğine sahipse ayrılma analizleri, rüzgar tüneli testleri, simülasyon sonuçları emniyetli test icrası için beklenen çalışmalar arasındadır.
3. Harici yük testlerinde genelde en emniyetli konfigürasyon ilk olarak belirlenir ve test sıralaması bu yaklaşımla düzenlenir. Yük istasyonlarının sınırlamalarına, hava aracının yük kullanılması durumunda uyacağı ek sınırlamalara dikkat edilmelidir. Varsa yüklerden kaynaklanan limitasyonlar UEDÖ raporlarında alıntılanır.
4. Harici yük kullanımı durumu emniyet analizlerine yansıtılmış olmalıdır.
5. Harici yük mevcudiyetinden ve kullanımından gelen ek fonksiyonlar dâhil edilmiş olmalıdır.
6. Harici yüklü konfigürasyonlar açısından, ölümcül ve tehlikeli fonksiyonlar ile ekipmanlar listeleri üzerinde uçuş konfigürasyonu farkları varsa etki değerlendirmesi yapılır. Önerilen risk hafifletici tedbir ve önlemler ile limitasyonlar sunulur.
7. Özel Risk Analizi (PRA – Particular Risk Analysis) etkileşimi olan sistemlere dair değerlendirmeleri harici yüklerin eklenmiş hali ile sunulur.
8. Ekipman Kalifikasyon durumunu ve testlere olası etkilerine ve etkileri hafifletmek/bertaraf etmek içi alınan önlemler harici yükleri de içerecek şekilde özetlenir.
9. Eksik operasyonlar, Tasarım-Üretim farkları etkileri değerlendirilir.
10. Sonuç kısmında izin istenen kapsamdaki harici yüklü tüm durumlar için emniyetli kullanım beyanı verilir.
11. Yetkili imzalar: Tasarım organizasyonu imzaları ile raporun hazırlanması üzerine TOYO kapsamında tanımlanmış olan Uçuşa Elverişlilik Ofisi imzaları (Uyum Doğrulama Mühendisi & Uçuşa Elverişlilik Uzmanı gibi) eklenmiş olmalıdır. Harici yükün silah sistemi olması durumunda yüklenici içindeki yetkili silah sistemi uzmanlarının imzaları rapor üzerinde bulunmalıdır.

Limitasyonların belirlenmesi ve yönetilmesi: Analiz-test sonuçlarına göre veya eksik işlemler nedeniyle geçici olarak oluşturulan ve geçerli kılınan limitasyonlar, testler sırasında kullanılacak Uçuş El Kitabına aktarılır veya otoritenin uygun bulacağı alternatif yöntemlerle kayıt ve takip altında olduğu gösterilir. Limitasyonların geçerli kılınması, güncellenmesi ve kaldırılmasına yönelik usullerin otorite tarafından kabul edilmiş olması durumunda tüm limitasyon değişiklikleri yeniden uçuş koşulları onayına başvuru gerektirmeyecektir. UEDÖ raporlarında bu limitasyonlara atıf vererek veya içererek koşullu emniyet beyanı verilebilir.

Uçuş Paneli UEDÖ kapsamında, test edilecek tüm uçuş noktaları ve hava aracı konfigürasyonları için emniyetli uçuşun yapılabileceğini gösteren (geçerli Uçuşa Elverişlilik ve Yük Sertifikasyonu gereksinimlerine uyum gösterilebileceğini işaret eden) ağırlık-denge, aerodinamik, performans, uçuş-kullanım kalitesi, yük ayrılma, insan faktörleri raporları setini incelemeye alacaktır.

Uçuş Paneli İncelemeleri

Harici yüksüz yapılan uçuş test kampanyası sonuçlarından analiz / simülasyon araçlarının, aerodinamik ve model veri tabanlarının eşleştirme çalışması ile doğrulandığı / güncellendiğini

gösteren kayıtların izin başvurusunda sunulması beklenir. Veya temel hava aracı zaten uçuşa elverişli ise (Ör: STC projesi) yapılacak entegrasyonun etkileşimini değerlendiren tüm analiz araçları ile veri tabanlarının geçerlenme kayıtları da kabul edilebilir – konfigürasyon kontrol sisteminin varlığı bu sorgulamayı kolaylaştırır.

Yük farkının oluşturacağı her türlü asimetrik durum da dâhil olmak üzere, Ağırlık ve Denge Analizleri & tartım raporu ile yüklü durumda hâlâ onaylı sınırlar içinde kalındığının gösterimi yapılır.

Aerodinamik analizler (genelde Hesaplı Akışkanlar Dinamiği – HAD çalışmalarıdır): Taşıma-Sürüklenme farkları, kararlılık-kontrol parametrelerinde oluşan farklar, yük grubuna iletilmek üzere yük veri seti, ayrılma rotası için yük-hava aracı etkileşimi incelemeleri gibi çeşitli raporlardan derlenerek oluşturulur. Bu analizler özellikle özgün geliştirme projelerinde kapsamlı rüzgâr tünelli testleri ile desteklenmelidir.

Performans analizleri ile kararlılık ve kontrol analizleri: Tüm uçuş zarfı taraması yapılmış, yük taşınması ve ayrılması dinamik etkileri dâhil edilerek emniyetli uçuş sınırları yeniden belirlenmiş, olası yeni limitasyonların tespiti yapılmış olmalıdır.

İnsan faktörleri etkileşimi olduğunda erişim-görüş analizleri, "mockup" ve yer testleri sonuçları, insan hatası analiz sonuçları gibi değerlendirmeler de bir özet rapor ile sunulur. Harici yük sistemlerinin dahil edildiği iş yükü analizlerinin senaryoları izin başvurusu kapsamında sunulan uçuş prosedür / planı içinde veya ayrı bir doküman olarak kanıtlar arasında olmalıdır.

Harici Yüklere Özel Öneriler

Özgün tasarım projelerinde önce yüksüz hava aracının emniyetli olduğu gösterilmelidir. Yüklü konfigürasyonlar için ayrı bir test kampanyası planlanıp otoriteye ayrı bir başvuru yapılması önerilir.

Yük entegrasyonu kapsamına göre emniyetli uçuşun yapılabilir olduğunu gösteren hazırlanacak kanıt derinliği, çeşidi ve miktarı değişkendir. Kanıtlar otoriteyi ikna edebilecek nitelikte hazırlanmalıdır. Güven telkin etmeyen, hatalar tespit edilen, okunduğunda anlaşılması zor veya çift anlama gelecek ifadelerin bol olduğu raporlar sunulduğunda bu sorunlar çözülene ve güven tazelenene kadar süreç uzayacak ve izin yenilemelerinde güven kaybı nedeniyle yüklenicinin otoriteyi tekrar ikna etmesi zorlaşacaktır.

TOYO imtiyazlarına, yüklenicinin benzer programlardaki geçmiş tecrübesine, entegrasyon ve test programı içindeki risklere göre Uçuş İzni sürecinde otoritenin dahli "sadece bilgide kalmak ile her kanıt kabul süreci işletmek" arasında değişkendir. Uçuş test kampanyasında planlanan uçuşların emniyetli yapılabilir olduğuna otoritenin ikna olması gereklidir. Harici yük sertifikasyonu sürecinin işletilmesi izin sürecini kolaylaştıran en önemli adımdır.

UYGULAMALAR

Yeni tasarlanan veya büyük sınıflamasında değişikliğe uğrayan hava araçlarının henüz emniyetle uçabilir olduğu ispatlanmamıştır, teknik ifadeyle uçuşa elverişliliği henüz gösterilmemiştir. Tip sertifikası yeni tasalanan hava aracının geçerli kılınmış uçuşa elverişlilik gereksinimlerine uyum göstermesi sonrası verilir. Tip sertifikasına sahip bir hava aracında büyük sınıflamasında değişiklik yapılırsa bu değişikliğin yetkili otoriteye emniyetli olduğunun gösterimi sonrası eğer yüklenici tip tasarım verisine sahip değilse tamamlayıcı tip sertifikası alır, eğer tip tasarım verisine sahipse tip sertifikasına ek yapılır. Bu belgeler uçuşa elverişlilik sertifikasyonunun sonucunda alınabilmektedir. Bu süreçte uçuş testleri icrası operasyonel olacak hava araçlarının emniyetli sınırlarının tespitinde ve otoriteye gösteriminde en etkili kanıtları sağlamaktadır. Ancak uçuş testlerinin icrasının emniyet içinde nasıl gerçekleştirilebileceği önemli bir soru işareti olmaktadır. Bu bildiride yer alan yukarıdaki bölümler içerisinde Türkiye'deki sivil ve askeri otoritelerin EASA Part 21 paralelinde kurgulamış oldukları Uçuş İzni süreci özetlenmiştir. Özgün tasarım, tasarım modifikasyonları ve harici yük sertifikasyonları durumlarında örneklerle Uçuş Koşulları onaylanması ve onaylı koşullarda emniyetli uçuş için otoriteye ne tür kanıtlar sunulabilir örneklerle ve çeşitli programlardan edinilen tecrübeler kapsamında verilen önerilerle tartışılmıştır. Uçuşa elverişlilik faaliyetlerine kaynak olan kanun, yönetmelik ve sözleşmelerde açık olarak belirtilmeyen hususlardaki yorumlar ile bu yönde sunulan öneriler yazarın kişisel tecrübesine dayanmaktadır, her koşula genellememe yapılamaz ve çalıştığı kurumu ve kurum üzerinden sunduğu uzmanlık hizmetlerini bağlamamaktadır.

SONUÇ

Sertifikasyon programında en riskli safha olan ilk uçuş ve sonrasındaki uçuş testlerinin emniyetli yapılabileceğinin kanıtlarının oluşturulup, otoritenin uygun gördüğü usul ve formlar kullanarak bir başvuru yapılması olarak özetleyebileceğimiz Uçuş İzni sürecinin yüklenici ve otorite açısından sorunsuz ve zaman kaybı olmadan tamamlanabilmesi her iki tarafın da menfaatine olmaktadır. Bunu sağlamak için yüklenicinin TOO/TOYO kapsamında otoriteye PART 21/SHT 21 yaklaşımına uygun olarak nasıl kanıtlar üretilip sağlayacağını detaylı bir şekilde tanımlaması ve otoritenin onayını alması ilk adım olmaktadır. Yüklenici bu süreç içinde kendini kanıtlayabilirse takip eden programlarda veya modifikasyon süreçlerinde otoriteden Uçuş Koşulları Onayı imtiyazı hatta doğrudan Uçuş İzni yayımlama imtiyazı alma imkânına ulaşabilir. Uçuş Koşulları tanımlanmasında en kuvvetli iki araçtan birincisi hava aracının konfigürasyonunu tanımlayan kanıt doküman diğeri de uçuş test kampanyası boyunca icra edilecek testleri detaylı ile tanımlayan test planları ve prosedürleridir. Bu iki kanıtta bir eksiklik görülmesi diğer yardımcı uçuş koşulları belgelerini de şüpheli duruma sokabilmekte ve tekrar sorgulanmasına sebep olabilmektedir. Tanımlanan uçuş koşullarında emniyeti uçuş için sağlanacak kanıtlar programın yapısına ve hava aracı tipine göre değişkenlik göstermekle birlikte bildiride detaylı verilen Uçuşa Elverişlilik Durum Özeti raporları veya otorite tarafından muadil kabul edilebilecek diğer raporların sunulması izin sürecini hızlandıracaktır. İzin sürecinde ilgili sertifikasyon panelleri ile yakın çalışılması, durum ve kanıtların şeffaflık içinde panellere sunulması güven artırıcı önemli bir unsur olacak ve süreci hızlandıracaktır. Unutulmamalı ki teknik panelleri ikna etmeden yapılacak izin başvurusu süreci çok her iki taraf için de sancılı geçecek hatta beklenen tarihte izin verilmesi mümkün olmayabilecektir. Tip sertifikasyonuna dâhil edilmiş bir yük sertifikasyonu varsa bu program içerisinde önce yükler olmadan uçuş izni sürecinin tamamlanması, ardından yük entegrasyonu için ayrı bir başvuru yapılması ile sürecin daha rahat tamamlanmasını sağlanabilecektir. Yük sertifikasyonu için kullanılan ek gereksinimlere uyum gösterilebileceğine dair hazırlanan raporlar uçuş izni başvurusu sırasında emniyetli uçuş kanıtları arasında yer alır. Yüklenicinin, içeriği derin veri ile yoğrulmuş onlarca sayıda teknik rapor sunması yerine bunları özetleyip sonucunda emniyet beyanı verebilen ayrıca TOO kapsamında yetkilendirilmiş olan yüklenicinin uçuşa elverişlilik ofisi onay imzalarını da taşıyan özet raporları otoriteye uçuş koşulları onayı için iletmesi pratik bir çözüm olarak önerilmektedir.

Askeri programlarda sertifikasyon süreçlerinin henüz bir kanuna dayalı olarak görev yapan askeri otorite ve kanuna dayanan yayınlı iş yöntemleri ile yürütülüyor olması uçuş izni verilmesi dâhil tüm sertifikasyon uygulamalarında zorluklar ve gereksiz tekrarlar meydana getirmektedir. Halen kurulum çalışmaları sürdürülen TAHSO'nun kanun yayını ile kurulması bu alanda çalışan panel uzmanlarının işini de kolaylaştıracaktır.

Son olarak unutulmamalı ki ön uçuşa elverişlilik sertifikasyonu süreci tasarımın ve tasarım değişikliklerinin emniyetli gerçekleştirilmesi ve sonucunda emniyetli bir ürün ortaya konabilmesi için işletilmesinden sivil dünyada kaçınılmayan ve askeri programlarda da kaçınılmaması gereken bir uygulamadır.

Kaynaklar

ADS-45-HDBK, Aeronautical Design Standard Handbook Data And Test Procedures For Airworthiness Release For U.S. Army Helicopter Armament Testing (Guns, Rockets, Missiles), 19.12.2005

Çevik F., Özgür C., 2008, Uçuş Testleri, II. Ulusal Havacılık Ve Uzay Konferansı, İstanbul, 15-17 Ekim
Def Stan 00-970, UK MoD Defence Standard 00-970, Design and Airworthiness Requirements for Service Aircraft, Eylül 2016, <https://www.dstan.mod.uk>

EASA Airworthiness and Environmental Certification, Commission Regulation (EU) No 748/2012 of 03/08/2012, Annex 1 Part 21, Certification of aircraft and related products, parts and appliances, and of design and production organisations,

<https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy%20Access%20Rules%20for%20Part-21.pdf>

EASA Certification Specifications (CS 22 to CS-FCD),

<https://www.easa.europa.eu/regulations#regulations-basic-regulation>

- European Military Airworthiness Certification Criteria- EMACC Handbook Ed.3, 2018, European Defence Agency – EDA, Military Airworthiness Authorities Forum – MAWA, <https://www.eda.europa.eu/experts/airworthiness/mawa-documents>
- FAA eFARs, Electronic Code of Federal Regulations, Subchapter C – Aircraft, Part 21 to Part 36, <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7081d700f53e75c548a8ec5a83a9412d&mc=true&tpl=/ecfrbrowse/Title14/14CisubchapC.tpl>
- Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça Ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik Ve Çevresel Sertifikasyon Talimatı – SHT 21, http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/sht_21.pdf
- Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik ve Çevresel Sertifikasyon Yönetmeliği – SHY 21, http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/yonetmelikler/SHY-21_30.12.2015.pdf
- ICAO Annex 8 to the Convention on International Civil Aviation, International Standards and Recommended Practices, Airworthiness of Aircraft, 10th Edition, Nisan 2005
- Mayer J. E., State of the Art of Airworthiness Certification, STO-MP-AVT-273 NATO Science and Technology Organization The Specialists’ Meeting AVT-273, Applied Vehicle Technology (AVT) Panel, Nisan 2017, <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Meeting%20Proceedings/STO-MP-AVT-273/MP-AVT-273-08.pdf>
- MIL-HDBK-1763, Department of Defense Handbook, Aircraft/Stores Compatibility: Systems Engineering Data Requirements And Test Procedures, 15.06.1998
- MIL-HDBK-516C, Department of Defense Handbook, Airworthiness Certification Criteria, 12.12.2014
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, 18.11.2005, No: 5431, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspix?MevzuatKod=1.5.5431&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=5431%20>
- Orhan, B., Yıldırım, M., Çelik Y., Karadurmuş Z., 2015, Askeri Havacılıkta Uçuşa Elverişlilik Ve Sertifikasyon Süreci, MMO VIII. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı, Eskişehir, 22-23 Mayıs
- STANAG 4671, Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements (USAR) - AEP-4671, Şubat 2017, <http://nso.nato.int/nso/nsdd/listpromulg.html>
- STANAG 4702 Rotary Wing Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements - AEP-80, Kasım 2016, <http://nso.nato.int/nso/nsdd/listpromulg.html>
- STANAG 4703 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements - AEP-83, Kasım 2016, <http://nso.nato.int/nso/nsdd/listpromulg.html>
- Türk Sivil Havacılık Kanunu, 19.10.1983, No: 2920, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2920.pdf>