

PARÇA VE CİHAZLARIN HAVA ARACINA EMNİYETLİ ENTEGRASYONU

Nazan GÖZAY GÜRBÜZ
Gülnihal ODABAŞI

Sertifikasyon otorite kurallarına göre parça ve cihazların hava aracına takılabilmesi için uua elverişlilik onaylarını almış olması gerekir. Bu onayların alınmış olması ile parça ve cihazların havacılık otoriteleri tarafından kabul edilmiş ilgili teknik standartlara uygun tasarlanıp üretildiğinin onayının alınması kastedilmektedir. Ancak parça ve cihazların onaylanmış olması bu ekipmanların hava aracına doğrudan takılması için tek başına yeterli değildir. Ekipmanların hava aracına entegrasyonuna yönelik olan ve sertifikasyon temelinden gelen diğer isterlerin ayrıca karşılanması gerekir.

TSO/ETSO'lar ürün ile ilgili minimum spesifikasyonları (minimum performans gereksinimleri, yazılım/donanım gereksinimleri, çevresel şartlar gereksinimleri, vb) tanımlamaktadır. FAA ve EASA tarafından bir ekipmanın kalifikasyonu için uygulanabilir bir TSO/ETSO (Technical Standard Order/Europian Technical Standard Order) bulunması halinde, söz konusu ekipmanın TSO/ETSO alması halinde minimum spesifikasyonların karşılandığı kabul edilir. Genel olarak hava araçlarına entegre edilecek ürünler için TSO/ETSO zorunlu olmamakla birlikte hava aracı üreticileri için TSO/ETSO onaylı ürün kullanmak tercih sebebidir. Çünkü bu ürünler hava aracından bağımsız olarak minimum gereksinimleri üreticisi tarafından karşılar ve bu durum da hava aracı üreticilerinin sertifikasyon açısından işlerini kolaylaştırır. Ürünün TSO/ETSO sahip olmaması durumunda ürüne ait minimum gereksinimler hava aracı üreticisi tarafından hava aracı sertifikasyonu kapsamında yürütölmektedir. Ayrıca ürünün TSO/ETSO'ya sahip olup olmamasından bağımsız olarak hava aracı üreticisi, ürünün hava aracına entegrasyonu ile ilgili sertifikasyon gereksinimlerinin karşılanmasından sorumludur.

Onaylanmış veya kalifiye cihaz başlığı altında incelenmesi gereken bir diğer konu da cihazların, hava aracında takılacağı bölgenin çevresel şartlarına uygunluğun gösterilmesidir. Cihazın kalifiye olduğu çevresel şartların hava aracına takılacağı bölgedeki çevresel şartlardan daha zorlayıcı olması gerekmektedir. Dolayısıyla cihaz seçimi/tasarımı öncesi hava aracının ömür döngüsü boyunca maruz kalacağı çevresel şartların (normal ve acil durum dahil) belirlenmesi önem kazanmaktadır. Özellikle askeri projelerde hava aracının operasyonu gereği maruz kalacağı şartlar sivil uçaklara göre daha zorlayıcıdır. Bu nedenle TSO/ETSO onaylı parçaların da hava aracının şartları gözönüne alınarak incelenmesi ve gerekli durumlarda ortaya çıkan farkların testlerle gösterilmesi zorunlu hale gelebilir.

Bu nedenle cihazın seçimi/tasarımı açısından takılacağı bölgenin çevresel şartlarının belirlenmesi önem kazanmaktadır. Proje gözden geçirme aşamalarına göre çevresel şartların belirlenmesi ve gereksinimlerin oluşturulması için yapılması gerekenler řu şekilde özetlenebilir.

Sistem Gereksinimleri Gözden Geçirme : Parça/sistemler için yaşam döngüsü analizi yapılarak çevresel şartlar gereksinimlerinin ilk versiyonu oluşturulmalıdır.

Ön Tasarım Gözden Geçirme : Çevresel şartlar gereksinimleri kesinleştirilmeli ve tasarımda bu gereksinimler dikkate alınmalıdır.

Kritik Tasarım Gözden Geçirme : Çevresel şartlar gereksinimleri dahil edilerek tasarımın gerçekleştirildiği gösterilmelidir . Tasarımda bu gereksinimlerin ele alınarak alt seviye demonstrasyon ve testlerle performans gereksinimlerinin sağlandığı gösterilmelidir.

İlk Uçuş Gözden Geçirme : Belirlenen çevresel şartlarda performansın sağlandığını doğrulamak üzere test planları hazırlanmış olmalıdır.

Tüm bu aşamalarda performans düşüklüğüne sebep olacak şartlar belirlenmeli ve bu koşulların genel performans isterleri içerisinde kabul edilip edilmeyeceğine karar verilmelidir.

Cihazların çevresel şartlara uygunluğunu gösteriminde aşağıdaki metodlardan biri ve birkaçı birlikte kullanılabilir.

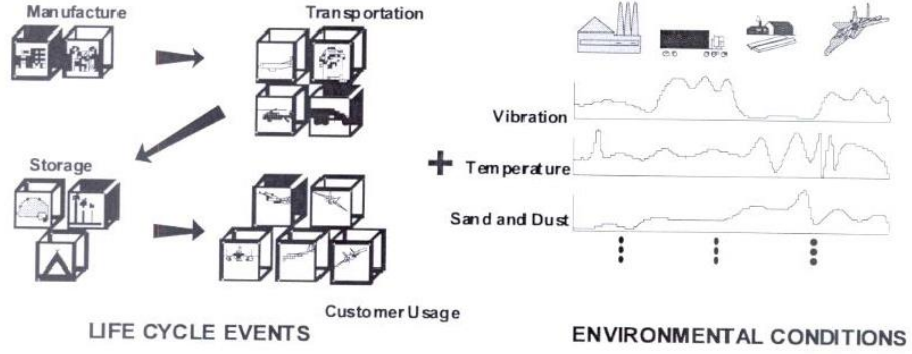
- a. Test : Test ile doğrulama standart ve en doğru yöntemdir. Genellikle bu metod hızlı ve en ucuz yöntem olarak kabul edilir.
- b. Analiz : Tedarik makamı tarafından kabul edilmesi halinde kullanılabilir.
- c. Benzerlik : Benzerlik kullanımı için en az aşağıdaki şartlar dikkate alınmalıdır.
 - Benzerlik kurulacak cihazın benzer ortamda benzer performans gereksinimleri bulunmalıdır.
 - Benzerlik kurulacak cihazın daha önce bu şart veya daha zorlayıcı ortam için yapılan testten başarı ile geçmiş olması gereklidir. Test ortamı, metodu ve kriteri arasında farklar varsa bunların detaylı olarak irdelenmesi gerekmektedir.
 - Benzerlik kurulacak cihazın üretim , proses, malzeme gibi konularında farkları varsa bu koşullar detaylı irdelenmesi gerekmektedir.
 - Benzerlik kurulacak cihazın parça bazında karşılaştırılarak (fotograf, şema gibi veriler kullanılabilir) detaylı olarak her açıdan benzer olduğu ortaya konmalıdır.

Çevresel şartların değerlendirilmesinde en önemli adım gereksinimlerin belirlenmesidir. Askeri projelerde çoğunlukla adı geçen MIL-STD-810 standardının genel gereksinim olarak yazılması doğru bir yaklaşım değildir. Standartta da belirtildiği üzere bu doküman tasarım veya test kriteri zorlamak yerine gerçekçi ve sistem performansına uygun uyarlamaları kabul etmektedir. Ayrıca bu standart sadece laboratuvar testi yapmak üzere prosedür ve metodları tanımlamakta olup bu testleri başarı ile geçmiş cihaz/sistemlerin uçuş verifikasyonlarından geçmesini garanti etmemekte, sadece oluşacak riskleri azaltmaktadır. Gereksinim olarak standarda referans verilmesi gerektiğinde aşağıdaki cümlelerin kullanılması daha uygun olacaktır.

“Environmental testing shall be in accordance with the test methodologies, procedures, and requirements as set forth in MIL-STD-810”

Gereksinimlerin belirlenmesi için cihaz/sistem için öncelikle bir yaşam döngüsü profili oluşturulmalıdır. MIL-STD-810 standardının ilk kısmında bu konuda yapılması gereken işlemler belirtilmiştir. Bu standardı referans alırsak aşağıdaki açıklamayı yapabiliriz.

Yaşam döngüsü profili bir cihazın üretiminden faydalı ömrünün sonuna kadar karşılaşılabilecek olaylar ve buna eşlik eden çevresel şartların belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Yaşam döngüsü taşıma, depolama, çalışma gibi fazları ve kullanımın beklendiği coğrafi ortam ve platform özelliklerini de kapsamalıdır.



Şekil 1. Yaşam Döngüsü

Yaşam döngüsü profili hem ürün geliştirme aşamasında hem de COTS ürünlerin platforma uygun olup olmadığının belirlenmesi ve/veya cihazın korunmasına yönelik değişikliğe ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesi açısından da fayda sağlamaktadır. Yaşam döngüsü profili ekipman sağlayıcı ve tedarik makamı ile birlikte ortak bilgi paylaşımı ile gerçekleştirilmelidir. Tedarik makamı bu çalışma için en azından gerek duyulan/kullanılacak lojistik ve operasyonel şartları tanımlamalıdır. Yaşam döngüsü profilinde cevap bulunması gereken sorulardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Cihazın operasyonel fonksiyonu nedir?
- Cihazın konfigürasyonu nelerdir?(kapalı korumalı kutuda, operasyonel modda gibi)
- Fonksiyon yerine getirilirken başka sistemlere bağlı mıdır? (veri ve güç kaynağı gibi)
- Performans düşüklüğü olduğunda bu durumun kullanıcıya ve emniyete etkileri nelerdir?
- Cihaz hangi platformlarda kullanılacaktır? (tank, kamyon, uçak, helikopter gibi)
- Cihazın yaşam döngüsü fazlarında maruz kalacağı çevresel şartlar nelerdir?
- Çevresel şartlar tek tek mi yoksa kombine mi ele alınmalıdır?
- Belirlenen bu çevresel şartlara maruz kalma süresi ve sıklığı nedir?

Yaşam döngüsü profili ile belirlenen şartlar tüm test metodları için baz oluşturmaktadır. Bu bilgi olmadan yapılacak test, gerçek koşulunu yansıtmadığında daha az zorlayıcı bir ortam yaratıp suni bir başarımlı veya daha zorlayıcı ortam yaratıp suni bir hata durumu yaratabilir. MIL-STD-810 standardı çevresel şartların detaylı tanımını için Operasyonel Çevre Tanımı dokümanına referans vermektedir. Test ve tasarım kriterine baz olacak şartların belirlenmesi aşamasında iki durum olabilir. Ekipman daha önce benzer bir platformda benzer şartlarda kullanılmış olabilir. Bu durumda önceki platformda ölçüm alınan noktalar, test koşulları irdelenerek bu veriler test girdisi olarak kullanılabilir. Elde veri bulunmaması durumunda ise testte ölçülecek parametreler, parametrelerin doğruluk seviyesi, ölçüm noktaları ve test koşulları belirlenmeli ve bu duruma uygun test planlaması yapılmalıdır. Ölçülmüş veya ölçmeye uygun platform bulunmaması durumunda ise MIL-STD-810'da verilen koşullar test verisi olarak kullanılabilir. Yaşam döngüsü profili ve operasyonel çevre şartı dokümanlarından faydalanarak oluşturulacak bir diğer sonuç ise test şartları dokümanıdır. Elde edilmiş ölçüm sonuçları yapılacak teste göre aynen kullanılmayabilir. Örneğin dayanıklılık için daha kısa sürede yapılması gereken laboratuvar testinde veya girdi oluşturma için gerçekleştirilen testlerde tüm koşulların, belirsizliklerin dikkate alınmamasından dolayı elde edilen test verileri belli bir faktörle artırılarak uygulanabilir. Bu şekilde elde edilen test kriterleri ve kriterleri oluşturmada kullanılan gerekçeler

dokümanite edilmelidir. Belirlenen kriterlere göre ilgili test metodları uygulanmalı ve test sonuç sonuç raporları hazırlanmalıdır.

Cihazların seçim/tasarım aşamasında belirlenmesi gereken diğerkriter ise yazılım/donanım emniyet hedefleridir. Hava aracı emniyet hedeflerinin sağlanabilmesi için hava aracı seviyesi nitel ve nicel hedeflerin ilgili sistemler ve cihazlara kadar indirilmesi gerekmektedir. Cihaz seviyesi emniyet gereksinimlerinin oluşturulabilmesi için sistem tasarımının belli bir olgunluğa gelmesi ve sistem emniyet analizlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Bu analizler sonucunda elde edilen sayısal emniyet hedefleri (failure rate) ve yazılım/donanım için geliştirme teminat seviyelerinin (DAL) ekipman tasarımcılarına indirilmesi gerekmektedir. Cihazların emniyet analiz sonuçları beklenmeden seçilmesi maliyetli tasarım geri dönüşlerine neden olabilir. Bu nedenle ön tasarım gözden geçirmeden başlayarak sistem kritik tasarım gözden geçirmesi öncesinde cihazla ilgili emniyet gereksinimlerin belirlenmiş ve alt yüklenici şartnamelerine girilmiş olması gerekmektedir.

Emniyet analizleri sonucunda ölümcül (catastrophic) , tehlikeli (Hazardous) veya önemli (major) kritiklik seviyesine sahip fonksiyonları gerçekleştiren yeni geliştirilen cihazlar için yüklenici, Ekipman Kalifikasyon Planı hazırlamalıdır. Yüklenici bu planda, sözleşme eki olan sistem performans özellikleri/hava aracı teknik şartname (veya benzer doküman) dokümanı isterlerini karşılayan performans gereksinimlerinin yer aldığı bir kalifikasyon temeli, bu gereksinimleri karşılandığının gösterilmesine ilişkin uyum metodlarını, uyum dokümanları listesini ve kalifikasyon takvimini sunmalıdır.

Üzerinde otoriteyle mutabakat sağlanmış Ekipman Kalifikasyon Planı ve takvimi çerçevesinde Yüklenici ekipman kalifikasyonu faaliyetlerini yürütür. Yüklenici test planlarını, nihai uyum dokümanlarını otorite onayına sunar. Uyum doğrulama faaliyetlerinin bitiminde yüklenici tarafından yapılacak Uyum Deklarasyonu ve Tasarım Performans Bildirimine (DDP) binaen otoritenin yayımlayacağı Kalifikasyon Uygunluk Beyanı ile ekipmanın kalifikasyonu sağlanmış olur.

Eğer Platform seviyesi emniyet faaliyetleri kapsamında yeni geliştirilen ekipman için önemsiz (minor) veya etkisiz (no safety effect) kritiklik seviyesi belirlenmiş ise ekipmanın daha önce benzer operasyonel koşullarda kullanılan ve sertifikeli edilmiş hava araçlarındaki servis tecrübeleri uyum gösterimi için kullanılabilir.

Emniyet analizleri sonucunda hazır alınan cihaz için ölümcül (catastrophic) , tehlikeli (Hazardous) veya önemli (major) kritiklik seviyesi belirlenmiş ise yüklenici, sözleşme eki olan sistem performans özellikleri/hava aracı teknik şartname (veya benzer doküman) dokümanı isterlerini karşılayan performans gereksinimlerinin yer aldığı bir kalifikasyon temeli hazırlar. Bu temeli hazırlarken uygulanabilir bir TSO/ETSO varsa, sözleşmede şart koşulan teknik ve operasyonel isterlerle çelişmediği sürece, bu TSO/ETSO'dan yararlanabilir.

Hazır alınan cihazların teknik şartnamesini kalifikasyon temeli ile karşılaştırmak ve teknik şartnamenin kalifikasyon temelindeki isterleri karşılayıp karşılamadığını (eşlenik olup olmadığını) değerlendirmek yüklenicinin sorumluluğundadır. Bu değerlendirme sonucu yüklenici tam uyumun olmadığını gördüğü noktalarda Eşdeğer Emniyet Seviyesi (Equivalent Level of Safety) taraması yapmak zorundadır. Eşdeğer Emniyet Seviyesi değerlendirmelerinde aşağıdaki dokümanlardan yararlanılabilir:

- Cihazı geliştiren firmanın kalifikasyon test raporları,
- Benzer uygulamalarla ilgili diğer otoritelerin kabulleri,
- Geçmiş uygulamalara ilişkin doküman te crübeler, ve
- Benzer kullanımlara ait servis hata raporları.

Sertifikasyon standartlarında belirtildiği üzere cihaz ve sistemlerin öngörülen operasyonel şartlarda fonksiyonlarını yerine getirmeleri genel ve önemli bir kriterdir. Bu nedenle öncelikle cihazların tasarım/seçim aşamasında monte edileceği koşulların belirlenmesi ve cihazların bu şartlara uygun olduğunun doğrulanması uçak seviyesi emniyet hedeflerinin sağlanması ve yapılacak uçuş testlerindeki risklerin azalması açısında projenin ilk aşamasından itibaren dikkatle ele alınmalıdır.