SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Havaalanları Daire Başkanlığı

HAVAALANI EKİPMANLARINDA KIRILABİLİRLİK KAVRAMI

T.C.
Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluşudur.

Yayın No: HAD/T-29

SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

HAVAALANI EKİPMANLARINDA KIRILABİLİRLİK KAVRAMI

T.C.
Ulaştırma Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluşudur.

SİVİL HAVACILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARI

Yayın No: HAD/T-29
Yayın Türü: Çeviri
Konu: Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından yayımlanan "Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Part 6 Frangibility, First Edition, 2006" dokümanının Türkçe'ye tercüme edilmiş halidir.

İlgili Birim: Havaalanları Daire Başkanlığı

1. Basım Tarihi Eylül 2016, Ankara

© 2016 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
Telif Hakları Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne aittir.
Her hakkı saklıdır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından özel olarak izin verilmedikçe bu yayının kopyalanarak çoğaltılması, dağıtılması ve kullanılması yasaktır.

İlk yayımlanma tarihi Eylül 2016'dır.

Bu yayın bilgilendirme amacıyla hazırlanmıştır. Yapılacak uygulamalarda ICAO tarafından yayımlanmış olan orjinal dokümanın son şeklinde yer alan hususlara uyulması gerekmektedir.

www.shgm.gov.tr

Bu yayının basılı hâli Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Havaalanları Daire Başkanlığından temin edilebilir.

E-Posta: HAD@shgm.gov.tr

ISBN: **978-975-493-079-5**

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No:128/A
06570 Maltepe / ANKARA
Tel: +90 312 203 60 00
Fax: +90 312 212 46 84
www.shgm.gov.tr

Tasarım - Baskı
Art Ofset Matbaacılık Ltd. Şti.
Tel : 0312 284 41 25
Fax: 0312 284 29 89
artofset@ttmail.com

ÖNSÖZ

Görsel ve görsel olmayan yardımcıların (örneğin; yaklaşma ışıklandırma kuleleri, meteoroloji ekipmanı, radyo seyrüsefer yardımcıları) uygun tasarımı ve kurulumu, sivil havacılıkta emniyet ve intizam bakımından ön koşullar teşkil etmektedir. Havalimanlarında iniş, kalkış veya yerde manevra sırasında kazara meydana gelen bir darbe halinde, uçaklara yönelik olarak tehlike arz edebilecek olan pistlerin, taksi yollarının ve apronların yakınlarında çeşitli görsel ve görsel olmayan yardımcılar konumlandırılmıştır. Söz konusu ekipman ve destekleri kırılabilir olacaktır ve darbenin, uçağın kontrolünün kaybedilmesine sebep olmasını önlemek amacıyla, mümkün olduğu kadar alçak seviyede monte edilecektir.

Bu bölüm kapsamına dahil edilen materyalin büyük bir kısmı, Annex 14 — Havaalanları, Cilt I — Havaalanı Tasarımı ve İşletimi ve Cilt II — Heliportlar kapsamında yer alan görsel ve görsel olmayan yardımcıların kırılabilirliğine yönelik spesifikasyonlar ile yakından ilişkilidir. Bu el kitabının amacı, Devletlere, söz konusu spesifikasyonların uygulanması hususunda yardımcı olmak, dolayısıyla, tek tip uygulanmalarını sağlamaktır.

Annex 14 — Havaalanları kapsamında, kırılabilir hale getirilecek cisimlere yönelik Standartlar ve Tavsiye Edilen Uygulamalar yer almaktadır. Ancak, bu el kitabının amacı kırılabilir tasarıma yönelik rehberlik sağlamak olduğundan dolayı, iki spesifikasyon türü arasında farklılık olmayacaktır

Bu el kitabı, havalimanlarındaki ve heliportlardaki kırılabilir yapıların tasarımına, test edilmesine ve kurulumuna yönelik kılavuz materyal içermekte olup, sırasıyla, 1998 ve 2003 yıllarında düzenlenen ICAO Kırılabilir Yardımcılar Çalışma Grubunun Beşinci ve Altıncı Toplantılarında alınan kararların yanı sıra çeşitli Devletlerde geçerli olan uygulamalara dayandırılmaktadır.

Bu el kitabının güncel tutulması amaçlanmaktadır. Gelecek basımlar, düzenleyici kuruluşlar, sektör ve havalimanı işleticileri tarafından gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları doğrultusunda geliştirilecek olup, söz konusu basımlarda, edinilen tecrübeler ve bu el kitabının kullanıcılarından alınan yorumlar ve tavsiyeler doğrultusunda geliştirmeler yapılacaktır. Dolayısıyla, okurlar bu basıma ilişkin görüşlerini, yorumlarını ve tavsiyelerini bildirmeye davet edilmektedirler. Bu geri bildirimler, ICAO Genel Sekreterliğine yönlendirilmelidir.

İçindekiler

BÖLÜM 1 2
GİRİŞ 2
1.1. Tanımlar 2
1.2. Kırılabilirlik Nedir? 2
1.3. Kırılabilir Hale Getirilecek Manialar 2

BÖLÜM 2 6
KONUMLANDIRMA HUSUSLARI 6
2.1. Ekipmanın Konumlandırılması 6
2.2. Ekipman Komponentlerinin Tercih Edilen Konumlandırılması 9

BÖLÜM 3 12
GENEL TASARIM HUSUSLARI 12
3.1. Operasyonel Gereklilikler 12
3.2. Çevresel Hizmet Koşulları 13
3.3. Kırılabilirlik Gereklilikleri 13

BÖLÜM 4 16
KIRILABİLİRLİK TASARIMI 16
4.1. Tasarım Felsefesi 16
4.2. Arıza Modu 16
4.3. Darbe Yükü 17
4.4. Enerji Aktarımı 17
4.5. Kırılabilirlik Konseptleri 17
4.6. Kırılma Ve Arıza Mekanizmaları 19
4.7. Malzeme Seçimi 20
4.8. Elektrik Komponentleri 20
4.9. Kırılabilirlik Tasarımı Kriterleri 20

BÖLÜM 5 30
KIRILABİLİRLİK TESTİ 30
5.1. Genel 30
5.2. Test Prosedürleri 30
5.3. Üreticiler Ve Test Kuruluşları Tarafından Gerçekleştirilen Testler 35

BÖLÜM 6 38
KIRILABİLİRLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK SAYISAL SİMÜLASYON YÖNTEMLERİ 38
6.1. Genel 38
6.2. Analizler 38
6.3. Sonlu Eleman Analizi (Fea) Yaklaşımı 39
6.4. Hibrit Yaklaşımı 39
6.5. Bilgisayarlı Analiz İle Doğrulama 40

BÖLÜM 7 48
KURULUM, DENETİM VE BAKIM 48
7.1. Genel 48
7.2. Kurulum 48
7.3. Denetim Ve Bakım 48

BÖLÜM 1

GİRİŞ

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. TANIMLAR

Kırılabilir cisim: Darbe anında, uçağa minimum tehlike oluşturacak şekilde kırılmak, eğilmek veya esnemek üzere tasarlanmış hafif kütleli bir cisim.

Darbe yükü: Oldukça hızlı hareket eden bir cisim tarafından herhangi bir yükün veya kuvvetin aniden uygulanması.

Kırılma ve arıza mekanizmaları: Genellikle zamana bağlı dinamik darbeden kaynaklanan bir yükleme türüne oldukça duyarlı olmakla birlikte, yapının ömrü süresince mekanizmaya empoze edilen normal çevresel ve operasyonel yüklere bağışık olacak şekilde tasarlanmış, yapılandırılmış ve üretilmiş olan bir cihazdır. "Kırılma mekanizması", yapı bağlantıları ve/veya bağımsız olarak tasarlanmış yapı bağlantıları ile bağlantılı olarak tasarlanabilmektedir.

Darbe enerjisi. Herhangi bir darbe yüküne maruz kalınması halinde kırılacak, eğilecek veya esneyecek olan herhangi bir cisim için gereken enerji.

1.2. KIRILABİLİRLİK NEDİR?

Havalimanlarında iniş, kalkış veya yerde manevra sırasında kazara meydana gelen bir darbe halinde, uçaklara yönelik olarak tehlike arz edebilecek olan pistlerin, taksi yollarının ve apronların yakınlarında çeşitli görsel ve görsel olmayan yardımcılar (örneğin; yaklaşma ışıklandırma kuleleri, meteoroloji ekipmanı ve radyo seyrüsefer yardımcıları) konumlandırılmıştır. Söz konusu ekipman ve destekleri kırılabilir olmalıdır ve darbenin, uçağın kontrolünün kaybedilmesine sebep olmasını önlemek amacıyla, mümkün olduğu kadar alçak seviyede monte edilmelidir. Kırılabilirlik, hafif malzemelerin kullanılması ve/veya ilgili cismin, herhangi bir darbe halinde kırılmasını, eğilmesini veya esnemesini sağlayan kırılma veya arıza mekanizmalarının kullanılması yoluyla gerçekleştirilmektedir.

1.3. KIRILABİLİR HALE GETİRİLECEK MANİALAR

1.3.1. Manialar, uçakların yüzey hareketine ayrılmış olan bir alan üzerinde bulunan veya uçuş sırasında uçakların korunması amacına yönelik olarak bir yüzeyin üzerinde uzanan tüm sabit cisimler veya bu cisimlerin parçalarıdır. Öncelikli amaç, cisimleri, mania teşkil etmeyecek şekilde konumlandırmak olmalıdır. Ancak, fonksiyonlarından dolayı, belirli havalimanı ekipmanının ve tesisatlarının, herhangi bir operasyonel alanda konumlandırılması gerekmektedir. Darbenin, uçağın kontrolünün kaybedilmesine sebep olmasını önlemek amacıyla, söz konusu ekipman ve tesisatların yanı sıra bu ekipman ve tesisatlara ait desteklerin tamamı kırılabilir olmalı ve asgari düzeyde kütleye sahip olmalıdır.

1.3.2. Annex 14 — Havaalanları, Cilt I — Havaalanı Tasarımı ve İşletimi, Bölüm 5 kapsamında, aşağıdaki durumlarda, eşiğin 300 metre ötesinde olan yaklaşma ışıklandırma sisteminin ilgili kısmında hariç olmak üzere, yükseltilmiş yaklaşma ışıklarının ve destekleme yapılarının kırılabilir olması gerektiği belirtilmektedir:

a) herhangi bir destekleme yapısının yüksekliğinin 12 metreyi aşması durumunda, kırılabilirlik gerekliliği, en fazla 12 metreye kadar uygulanmalıdır ve

b) herhangi bir destekleme yapısının kırılabilir olmayan cisimler ile çevrilmesi durumunda, yalnızca, yapının, çevreleyen cisimleri aşan kısmı kırılabilir olmalıdır.

1.3.3. Annex 14, Cilt I, Bölüm 9 kapsamında:

a) herhangi bir pist şeridinde (aletli veya aletsiz) veya

b) herhangi bir pist sonu emniyet sahasında veya

c) herhangi bir aşma sahasında ve havadaki bir uçağı tehlikeye sokmayacak şekilde veya

d) herhangi bir taksi yolu şeridinde veya Annex 14, Cilt I, Tablo 3-1, sütun 11) kapsamında belirtilen uzaklıkta konumlandırılması gereken ve hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan herhangi bir ekipmanın veya tesisatın kırılabilir olması ve mümkün olduğu kadar düşük seviyede monte edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

1.3.4. Annex 14, Cilt I, Bölüm 9 kapsamında, ayrıca, hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan ve I, II veya III kategorilerindeki bir hassas yaklaşma pisti şeridinde veya söz konusu şeridin yakınlarında konumlandırılması gereken ve de:

a) söz konusu şeridin sonundan itibaren 240 metre içerisinde ve:

1) kod numarasının 3 veya 4 olduğu, 60 m'lik uzatılmış merkez hattı içerisinde;

2) kod numarasının 1 veya 2 olduğu, 45 m'lik uzatılmış merkez hattı içerisinde bulanan veya

b) iç yaklaşma yüzeyine, iç geçiş yüzeyine veya vazgeçilen (balked) iniş yüzeyine nüfuz eden herhangi bir ekipmanın veya tesisatın kırılabilir olması ve mümkün olduğu kadar düşük seviyede monte edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

1.3.5. Ayrıca, Annex 14, Cilt I, Bölüm 9 kapsamında, ilgili Annex'in 4.2.4, 4.2.11, 4.2.20 veya 4.2.27 sayılı maddeleri gereğince operasyonel olarak önemli bir engel teşkil eden ve hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan herhangi bir ekipmanın veya tesisatın da kırılabilir olması ve mümkün olduğu kadar düşük seviyede monte edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

1.3.6. Özel hava seyrüsefer işlevlerinden dolayı, herhangi bir operasyonel alanda konumlandırılması gereken havalimanı ekipmanı ve tesisatları aşağıdaki unsurları içermektedir:

– yükseltilmiş pist, taksi yolu ve durma sahası ışıkları
– yaklaşma ışıklandırma sistemleri
– görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemleri
– işaretler ve işaretleyiciler
– rüzgâr yönü göstergeleri
– Aletli iniş sistemi (ILS) yer saptayıcı ekipman
– ILS süzülme yolu ekipmanı
– ILS izleme anteni
– Mikrodalga iniş sistemi (MLS) yaklaşma azimut ekipmanı
– MLS yaklaşma rakım ekipmanı
– MLS izleme anteni
– radar reflektörleri
– anemometreler
– silyometreler
– transmissometreler
– ileri saçılma ölçerler
– çitler

BÖLÜM 2

KONUMLANDIRMA HUSUSLARI

BÖLÜM 2

KONUMLANDIRMA HUSUSLARI

2.1. EKİPMANIN KONUMLANDIRILMASI

2.1.1. Seyrüsefer yardımcılarının konumlandırılmasına ilişkin kılavuz ilkeler ve spesifikasyonlar; Annex 10 — *Havacılık İletişimi, Cilt I — Radyo Seyrüsefer Yardımcıları ve Annex 14 — Havaalanları, Cilt I — Havaalanı Tasarımı ve İşletimi ve Cilt II — Heliportlar* ve ilgili el kitapları kapsamında yer almaktadır. Seyrüsefer yardımcılarının konumlandırılması sırasında, söz konusu kılavuz ilkeler ve spesifikasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır. Genel olarak, ekipman ve güvenlik çitleri, pist ve taksi yolu merkez hatlarından mümkün olduğu kadar uzakta konumlandırılmalıdır.

Pist, durma sahası ve taksi yolu kenar ışıkları

2.1.2. Pist, durma sahası ve taksi yolu kenar ışıkları; pist, durma sahası ve taksi yolu olarak kullanılmak üzere beyan edilen sahanın kenarları boyunca veya söz konusu sahaların kenarlarından en fazla 3 metre uzak olacak şekilde yerleştirilmelidir. Benzer şekilde, pist eşiği ve sonu ışıkları, pistin başlangıcına mümkün olduğu kadar yakın ve her durumda başlangıçtan en fazla 3 metre uzakta olacak şekilde, pist eksenine doğru açılarda art arda yerleştirilmelidir. Yükseltilmiş pist, durma sahası ve taksi yolu kenar ışıkları manialarını teşkil etmektedir; dolayısıyla, kırılabilir şekilde monte edilmelidir.

Yaklaşma ışıklandırma sistemi

2.1.3. Bir ışıklandırma sistemi, yalnızca, uzatılmış pist merkez hattı boyunca konumlandırılabilecektir. Annex 14, Cilt I kapsamında, basit yaklaşma, kategori I hassas yaklaşma ve kategori II ve III hassas yaklaşma olmak üzere üç tür yaklaşma ışıklandırma sistemi belirtilmektedir. Tüm yaklaşma ışıklandırma sistemleri, pist eşiğinden belirli bir uzaklıkta başlamakta olup, piste yaklaşma yönünde dışarıya doğru uzanmaktadır. Eşiğin, pistin sonunda olması durumunda, ışıklandırma sisteminin tamamı yükseltilmekte olup, ışıklar, hava seyrüseferine yönelik bir mania teşkil edebilmektedir. Eşiğin, pistin sonundan kaydırılması durumunda, kaydırılmış eşik ile pist sonu arasındaki söz konusu kısım, genellikle gömme şeklindedir; dolayısıyla, ışıklar, herhangi bir mania teşkil etmemektedir.

Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemleri

2.1.4. Pistin yakınlarındaki belirli bir konuma, bir görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemi tesis edilmesi gerekmektedir. Annex 14, Cilt I kapsamında, T-VASIS ve PAPI (sırasıyla, T-görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemi ve hassas yaklaşma yolu göstergesi) olmak üzere iki tür görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemine yönelik spesifikasyonlar yer almaktadır. Bu sistemler, pistin ister bir tarafında ister her iki tarafında olsun, eşiğin ötesinde belirli uzaklıklarda konumlandırılan yükseltilmiş ışık ünitelerinden oluşmaktadır. Yer alan ışık ünitelerinin sayısı ve dağılımı, sistemin türüne bağlıdır. Genel olarak, ışık üniteleri, pistin kenarından 15 metre ila 42 metre uzaklıkta olacak şekilde konumlandırılmaktadır.

İşaretler ve işaretleyiciler

2.1.5. İşaretlerin ve işaretleyicilerin, bir uçağın pilotu tarafından daha kolay görünmelerini sağlayacağından dolayı, kaplamanın kenarına yakın olacak şekilde konumlandırılması gerekmektedir. Pervanelere ve jet uçaklarının motor kabuklarına yönelik mesafeyi korumak amacıyla, herhangi bir pistin veya taksi yolunun yakınlarına konumlandırılan söz konusu işaretlerin ve işaretleyicilerin yeterli seviyede alçak olması gerekmektedir. Yazıların, pilotlar tarafından okunacak kadar büyük olmasını sağlamak için, herhangi bir pistin veya taksi yolunun uzağına konumlandırılan söz konusu işaretlerin ve işaretleyicilerin daha büyük olması gerekmektedir.

Not.– Annex 14, Cilt I, Bölüm 5 kapsamında, 2.1.2 ila 2.1.5 sayılı maddeler arasında görsel yardımcıların konumlandırılması ile ilgili olarak ayrıntılı bilgiler yer almaktadır.

Rüzgâr yönü göstergeleri (rüzgâr konileri)

2.1.6. Rüzgâr yönü göstergesi, uçuş halindeki uçaklar veya hareket sahasında bulunan uçaklar tarafından görülebileceği şekilde konumlandırılmalıdır. Rüzgâr yönü göstergesi, 1.3.3 ve 1.3.4 sayılı maddeler kapsamında belirtilen sahaların dışında olabilecektir. Konumun seçilmesine yönelik başka bir husus da göstergenin, yakınlarda bulunan cisimlerin sebep olduğu hava dalgalanmalarından etkilenmemesidir.

ILS yer saptayıcı

2.1.7. Yer saptayıcı anten dizisinin, pist sonunun en uzağında bulunan uzatılmış merkez hattında konumlandırılması tercih edilmektedir. Bu konum, yayılan rota çizgisi sinyalinin, pist merkez hattı boyunca uzanmasını sağlar. Konum seçiminde aşağıdaki faktörler dikkate alınmaktadır:

a) kapsama alanı gerekliliği;

b) yer saptayıcı dizisinin türü;

c) planlanan yer saptayıcı kapsama alanı hacmi içerisindeki manialar veya dikey yansıtıcı yüzeyler;

d) mania kleransı ve pas geçme kriterleri;

e) izleme anteninin konumu ve

f) teknik konumlandırma hususları.

ILS süzülme yolu anten sistemi

2.1.8. ILS süzülme yolu anten sistemi, pist merkez hattı bakımından, asgari olarak 120 metre yana kaydırılmalıdır. ILS referans başlangıç noktasının, eşiğin 15 metre üzerinde olan, tavsiye edilen nominal değere mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmesi için boylamsal (uzunluğuna) bir konum seçilmelidir. Genel olarak, konum seçiminde aşağıdaki faktörler dikkate alınmaktadır:

a) yaklaşma hızları ve uçakların alçalma oranları ile ilgili olarak planlanan işletme limitleri

b) son yaklaşma sahasındaki manialarının pozisyonu, havaalanı sektörü ve pas geçme sahaları ve ortaya çıkan mania kleransı limitleri;

c) mevcut pist uzunluğu;

d) izleme anteninin konumu ve

e) teknik konumlandırma hususları.

Not.– Annex 10, Cilt I, Bölüm 3 ve Ek C kapsamında, 2.1.7 ve 2.1.8 sayılı maddelerde bahsedilen konumlandırma hususu ile ilgili olarak ayrıntılı kılavuz ilkeler yer almaktadır.

MLS yaklaşma azimut ekipmanı

2.1.9. Yaklaşma azimut ekipmanı anteninin (ILS yer saptayıcısına paralel), pist sonu durma sahasının ötesinde bulunan uzatılmış merkez hattında ve temin edilmesi halinde, arka azimut ekipman antenine ilişkin eşiğin önünde bulunan uzatılmış merkez hattında konumlandırılması tercih edilmektedir. Konum seçiminde aşağıdaki faktörler dikkate alınmaktadır:

a) mevcut ILS saptayıcı anten dizisi ile birlikte kullanılması gerekliliği;

b) mania kleransı ve pas geçme kriterleri;

c) çoklu yol hususları

d) MLS'nin, yaklaşma ışıklandırma sahasında konumlandırılması gereken durumlarda meydana gelebilecek olası müdahale sorunu;

e) izleme anteninin konumu ve

f) teknik konumlandırma hususları.

MLS yaklaşma rakım ekipmanı

2.1.10. Yaklaşma rakım ekipmanı anteni (ILS süzülme yoluna paralel), pist mesafesinde konumlandırılmalıdır. Asgari süzülme yolu asimptotunun, MLS yaklaşma başlangıç noktasındaki eşik ile kesişecek bir konum tercih edilmektedir. Konum seçiminde aşağıdaki faktörler dikkate alınmaktadır:

a) mevcut ILS süzülme yolu anteni ile birlikte kullanılması gerekliliği;

b) mania kleransı ve pas geçme kriterleri;

c) çoklu yol hususları

d) izleme anteninin konumu ve

e) teknik konumlandırma hususları.

2.1.11. ILS/MLS'nin birlikte kullanılması halinde, MLS yaklaşma rakımı ekipmanı anteni, ILS süzülme yolunun ilerisinde ve ILS anteninin dış tarafında (pist merkez hattının uzağında) veya iç tarafında (pist merkez hattının yakınında) konumlandırılmalıdır.

Not.— Annex 10, Cilt I, Bölüm 3 ve Ek G kapsamında, 2.1.10 ve 2.1.11 sayılı maddelerde konumlandırma hususu ile ilgili olarak ayrıntılı kılavuz ilkeler yer almaktadır.

Anemometreler

2.1.12. Pek çok havaalanının genellikle düz ve açık olmalarından dolayı, genel olarak, pistin veya pist kompleksinin üzerindeki yüzey rüzgârı akımı homojen olarak addedilebilecektir. Yüzey rüzgârı gözlemleri, pistin 6 ila 10 metre yüksekliğindeki koşulların temsili olmalıdır; başka bir ifadeyle, anemometre direğinin uzunluğu, 6 ila 10 metre uzunluğunda olmalıdır. Dolayısıyla, normal koşullar altında, anemometreler, pist şeridinin dışında konumlandırılabilecek olup, geçici mania sınırlama yüzeyine nüfuz etmemeli ve taksi yolu şeritlerini ihlal etmemelidir. İniş ve kalkış operasyonlarına yönelik temsili gözlemler sağlamak için, anemometrelerin şeridin iç tarafında konumlandırılması gereken durumlarda, yerel koşullar gereğince, konumlandırmanın, pist merkez hattına 60 metreden daha yakın olacak şekilde gerçekleştirilmesi (tamamen imkansız olmasa dahi) mümkün değildir. Bu yüzden, hassas yaklaşma pisti içeren ve yerel koşullar gereğince, herhangi bir anemometrenin, şeridin iç tarafında konumlandırıldığı pist şeritlerinde, anemometrenin, iç geçiş yüzeyine ve maniadan arındırılmış bölgeye nüfuz etmemesi gerekmektedir. Anemometre direklerine ilişkin olarak kırılabilir yaklaşma ışıklandırma kulelerinin kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Silyometreler

2.1.13. İniş operasyonları için gerekli olan bulut tabanı yüksekliği gözlemleri, yaklaşma sahasının temsili olmalıdır; ancak, hassas yaklaşma pistleri durumunda, aletli iniş sistemlerinin orta marker sahasının temsili olmalıdır. Hassas yaklaşma pistlerine ilişkin bulut tabanı yüksekliği, orta marker yakınlarında konumlandırılan bir silyometre aracılığıyla otomatik olarak ölçülmelidir. Bu ölçümün herhangi bir sebeple mümkün olmaması durumunda, silyometre, pist şeridi içerisinde konumlandırılmalıdır; ancak, oldukça istisnai yerel koşulların söz konusu olması durumu hariç olmak üzere, maniadan arındırılmış bölgeye nüfuz etmemesi gerekmektedir. Silyometrenin, hassas olmayan veya aletsiz yaklaşma pistlerinde kullanıldığı durumlarda, bulut tabanı yüksekliğinin temsili gözlemleri, çoğunlukla, ilgili aletin

şerit dışına konumlandırılması suretiyle elde edilebilecektir. Silyometre, 1.5 metre yüksekliği nadiren aşmakta olup, genellikle, verici ve alıcı ünitelerinden oluşmaktadır.

Transmissometreler

2.1.14. Transmissometreler, çoğunlukla, yaklaşık olarak 1.5 metre ila 4.5 metre yüksekliğindeki direklere (kulelere) monte edilen ve 10 metre ila 200 metrelik bir temel hat boyunca ayrılan verici ve alıcı ünitelerden oluşmaktadır. Her bir pist için azami üç set ünite gerekli olabilmektedir. Transmissometre üniteleri, pist merkez hattından en fazla 120 metre uzakta olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Başka bir ifadeyle, transmissometrelerin, pist şeridi içerisinde konumlandırılması gerekmektedir. Ancak, yalnızca, oldukça istisnai yerel koşullar altında olmak üzere, transmissometrelerin, maniadan arındırılmış bölgeye nüfuz etmemesi için, pist merkez hattından en fazla 60 metre uzakta olacak şekilde konumlandırılması gerekmektedir.

Çitler

2.1.15. Havaalanında, herhangi bir yetkisiz kişinin, havaalanı içerisinde bulunan kamuya kapalı herhangi bir alana kasıtlı veya kasıtsız girişini önlemek amacıyla çitler temin edilmelidir. Ayrıca, uçaklara yönelik olarak herhangi bir tehlike teşkil edecek kadar büyük olan hayvanların hareket sahasına girmelerini önlemek amacıyla çitler temin edilmelidir. Genel olarak, çitler, pist ve taksi yolu merkez hatlarından mümkün olduğu kadar uzakta konumlandırılmalıdır.

2.1.16. Araçların, hareket sahasına girmelerini ve kurtarma ve yangınla mücadele araçlarının, havalimanı sınırları dışında bulunan alanlara uygun bir şekilde girmelerini sağlamak amacıyla, kapılarda çitler bulunmalıdır. Uçakların çite veya çit kapılarına çarpması durumunda, uçaklara yönelik yapısal hasarı/zararı en aza indirmek amacıyla, bilhassa ağır ve uzaktan kontrol edilen kapılar olmak üzere, kapıların, işletim sahalarının dışında ve pistten veya uzatılmış merkez hattından mümkün olduğu kadar uzak olacak şekilde konumlandırılması gerekmektedir. Ayrıca, kurtarma ve yangınla mücadele araçlarının, havalimanı sınırları dışındaki alanlara kolaylıkla girmelerini sağlamak üzere, "crash gate" denilen kapı sistemleri kullanılmalıdır.

2.2. EKİPMAN KOMPONENTLERİNİN TERCİH EDİLEN KONUMLANDIRILMASI

2.2.1. Kırılabilir ekipman tasarımının elverişli olmayacağı veya öngörülen gereklilikler doğrultusunda operasyonel performans bakımından tehlike yaratacağı durumlarda, ilgili cismin konumu değiştirilmelidir veya uçaklara yönelik olarak herhangi bir tehlike teşkil etmeyecek şekilde konumlandırılmalıdır.

2.2.2. Sistemlerin tasarımında, hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan herhangi bir kırılabilir ekipman veya tesisat (1.3.3 ve 1.3.4 sayılı maddelere bakınız) hariç olmak üzere, komponentlerin, tüm cisimlerden arındırılmış olması gereken sahalardaki manialarının sayısını ve/veya kütlesini sınırlandıracak şekilde düzenlenmesi olanağı göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2.3. İlgili kaza verilerinin incelenmesi sonucunda, pisti aşma alanındaki kazaların çoğunun, pist sonundan itibaren 300 metrelik bir mesafe içerisinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bu alan içerisinde konumlandırılan tüm ekipman hafif kütleli ve kırılabilir olmalıdır. Tatbik edilebilir olması halinde, pist sonundan itibaren 300 metrelik bir mesafenin ötesinde konumlandırılan tüm ekipman hafif kütleli ve kırılabilir olmalıdır. Ayrıca, mevcut kaza verileri sonucunda, kazaların çoğunun, uçakların, pist şeridinin tesviye edilmiş kısmı içerisinde durduğu yerlerde meydana geldiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, şeridin bu kısmı içerisinde konumlandırılan tüm ekipman hafif kütleli ve kırılabilir olmalıdır. Tatbik edilebilir olması halinde, pist şeridinin tesviye edilmemiş kısmında konumlandırılan tüm ekipman hafif kütleli ve kırılabilir olmalıdır.

2.2.4. Ekipmanın, fonksiyonu gereği, uçaklara yönelik herhangi bir tehlike arz eden bir sahada konumlandırılması gereken durumlarda, tehlike sahasının dışına taşınabilecek olan komponentler taşınmalıdır.

2.2.5. Komponentlerin birlikte kullanılması gereken durumlarda, tatbik edilebilir olması halinde, komponentler, yer yüzeyinin altına yerleştirilmeye çalışılmalıdır.

2.2.6. Kütlesinin ağır olmasından dolayı, ILS tesisatlarının yer aldığı verici kırılabilir hale getirilemez. Dolayısıyla, ILS kurulması planlandığında, yer saptayıcının yanı sıra süzülme yolunu içeren vericinin konumu dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. ILS yer saptayıcı içeren verici, hiçbir durumda, pist sonu emniyet sahası içerisinde (veya pist sonundan itibaren 300 metrelik bir mesafe içerisinde bulunan herhangi bir uzantısında) konumlandırılmamalıdır. Tatbik edilebilir olması halinde, ILS süzülme yolunu içeren verici, pist şeridinin dışında konumlandırılmalıdır. Her durumda, ILS süzülme yolunu içeren verici, pist merkez hattı bakımından, asgari olarak 120 metre yana kaydırılmalıdır.

2.2.7. Gerek halihazırda tasarlanmış olan azimut antenini gerek rakım antenini içeren MLS tesisatları, ağır ekipman olup, kırılabilir hale getirilemez. Dolayısıyla, bu tesisatlar, uçaklara yönelik olarak asgari seviyede tehlike teşkil edecek şekilde konumlandırılmalıdır. MLS azimut anteni, pist sonundan mümkün olduğu kadar uzakta olacak şekilde ve her durumda 300 metreden yakın olmayacak şekilde konumlandırılmalıdır. Tatbik edilebilir olması halinde, MLS rakım anteni, pist şeridinin dışında konumlandırılmalıdır.

2.2.8. Herhangi bir mevcut kırılabilir olmayan ILS yer saptayıcı anteni dizini gibi, kırılabilirlik gerekliliğini karşılamayan, pist sonundan itibaren 300 metrelik bir mesafe içerisinde konumlandırılan mevcut yapıların yeri, kırılabilir bir yapı ile değiştirilmelidir veya söz konusu yapılar, pist sonundan itibaren 300 metrelik bir mesafenin ötesinde yeniden konumlandırılmalıdır. Benzer şekilde, herhangi bir mevcut kırılabilir olmayan ILS süzülme yolu anteni gibi, kırılabilirlik gerekliliğini karşılamayan, pist şeridinin tesviye edilmiş kısmı içerisinde konumlandırılan yapıların yeri, kırılabilir bir yapı ile değiştirilmelidir veya söz konusu yapılar, tatbik edilebilir olması halinde, pist şeridinin tesviye edilmemiş kısmı içerisinde yeniden konumlandırılmalıdır. Bu bağlamda, ILS süzülme yolu anten sisteminin, genel olarak, pist merkez hattı bakımından, asgari olarak 120 metre yana kaydırılması gerektiği (2.1.8 sayılı maddeye bakınız) dikkate alınmalıdır.

BÖLÜM 3

GENEL TASARIM HUSUSLARI

BÖLÜM 3

GENEL TASARIM HUSUSLARI

3.1. OPERASYONEL GEREKLİLİKLER

3.1.1. Herhangi bir kırılabilir yapının, çevresel yüklere maruz kalması halinde eğilmesi normaldir. Ancak, yapının defleksiyonu, yapının desteklediği yardımcının sinyal kalitesini etkilemeyecek limitler dahilinde kalması önem arz etmektedir. Bu amaçla, 3.1.2 ila 3.1.10 sayılı maddeler kapsamında, uzun direklere veya yapılara kurulan yardımcılara yönelik eğilim toleransları gibi izin verilebilir defleksiyon limitlerine ilişkin kılavuz ilkeler yer almaktadır.

Yaklaşma ışıklandırma sistemleri

3.1.2. Öngörülen çevresel yüklere maruz kalınması halinde, yapının defleksiyonu, ışık demetinin, dikey eksende ±2 dereceyi ve yatay eksende ±5 dereceyi aşmayacağı şekilde olmalıdır.

Rüzgâr yönü göstergeleri

3.1.3. Bu yardımcı ile ilgili olarak defleksiyon toleransları tesis edilmesine gerek yoktur.

ILS yer saptayıcı

3.1.4. Yapıya yönelik defleksiyon toleranslarının tesis edilmesi sırasında, her bir işletim kategorisindeki tesisat ve kolaylık performansına yönelik geçerli sistem izleme limitleri göz önünde bulundurulmalıdır.

ILS süzülme yolu

3.1.5. Yapıya yönelik defleksiyon toleranslarının tesis edilmesi sırasında, her bir işletim kategorisindeki tesisat ve kolaylık performansına yönelik geçerli sistem izleme limitleri göz önünde bulundurulmalıdır.

MLS yaklaşma azimut ekipmanı

3.1.6. Ekipmana yönelik defleksiyon toleranslarının tesis edilmesi sırasında, ışık demetine yönelik tavsiye edilen izin verilebilir işletim toleransı göz önünde bulundurulmalıdır.

MLS yaklaşma rakım ekipmanı

3.1.7. Ekipmana yönelik defleksiyon toleranslarının tesis edilmesi sırasında, ışık demetine yönelik tavsiye edilen izin verilebilir işletim toleransı göz önünde bulundurulmalıdır.

Not.– Annex 10, Cilt I kapsamında, 3.1.4 ila 3.1.7 sayılı maddeler arasında defleksiyon toleransları ile ilgili olarak ayrıntılı kılavuz ilkeler yer almaktadır.

Anemometreler

3.1.8. Bu ekipman, genellik aynı direkte birlikte kullanılan bir rüzgâr hız sensöründen ve bir yön sensöründen oluşmaktadır. Söz konusu direk, sensörlerin daima dengede olmalarını sağlayacak şekilde asgari dikey defleksiyonlara maruz kalmalıdır. Bu husus, rüzgâr hız sensörü (veya pervane) bakımından, müdahale süresinin olumsuz olarak etkilenmesini önlemek için gerekli olup, yön sensörü (rüzgârgülü) bakımından ise tercih edilen sıfır konumuna sahip olmasını önlemek, ancak, her bir rüzgâr yönü ile ilgili olarak tek bir eşit konuma sahip olmasını sağlamak amacıyla gereklidir.

Silyometreler

3.1.9. Transmissometrelere kıyasla daha az bir ölçüm doğruluğu sağlamak için, yapının yeterli bir şekilde dayanıklı olması gerekmektedir.

Transmissometreler

3.1.10. Ölçümlerin doğruluğunu sağlamak için vericinin ve alıcının tam olarak aynı hizada olması gerekmektedir. Dolayısıyla, öngörülen çevresel yüklere maruz kalınması halinde, ölçüm doğruluğunun sağlanması için, yapının, minimal defleksiyon ile yeterli bir şekilde dayanıklı olması gerekmektedir.

Çitler

3.1.11. Çitlerin ve kapılarının, amaçlarını yerine getirmeleri için yeterli bir şekilde dayanıklı olması gerekmekte olup, söz konusu çitler ve kapıları amaçlanan işlevlerine yönelik herhangi bir zararlı etki olmadan kırılabilir hale getirilemez. Ancak, ilgili yapı kısımlara ayrılmalıdır ve uçağın çitlere çarpması halinde, yapının arıza modu "pencerelenecek" şekilde tasarlanmalıdır.

3.1.12. Yukarıdaki hususlara bakılmaksızın, kırılabilir yaklaşma ışıklandırma kuleleri arasında konumlandırılması veya yasadışı müdahaleye karşı ILS kritik ve hassas alanları koruyacak şekilde konumlandırılması halinde, hafif kırılabilir çitler kurulmalıdır.

3.2. ÇEVRESEL HİZMET KOŞULLARI

3.2.1. Herhangi bir darbe halinde, uçaklara yönelik tehlikeleri en aza indirmek amacıyla kırılabilir şekilde tasarlanması gerekliliği olmasına rağmen, ilgili cismin, normal koşullar altında maruz kalınabilecek olan çevresel koşullara karşı koyabilecek olması gerekmektedir. Aşağıdaki hususlar, tasarımcı tarafından göz önünde bulundurulması gereken çeşitli koşulları tanımlamaktadır. Bu koşulların yanı sıra diğer koşullara ilişkin detaylar, yargı yetkisine sahip otoritenin ilgili belgelerinde yer almaktadır.

Rüzgâr yükü

3.2.2. Cisim, belirtilen rüzgâr hızı seviyesinde (örneğin; 12.5 mm'lik buz örtüsünde 140 km/sa [75 kt]), normal çalışma koşullarına yönelik operasyonel gereklilikleri karşılayacak derecede güçlü ve sert olmalıdır.

İlaveten, cisim, daha yüksek seviyedeki rüzgâr hızına (örneğin; 210 km/sa [113 kt]) dayanabilmelidir. Tasarım sırasında, rüzgâr yükü, geçmiş projeksiyona dayandırılmalıdır (örneğin; 50 yıllık ortalama tekrarlama aralığı).

Jet blast

3.2.3. Jet motor egzozu ile üretilen yük, arızaya veya kalıcı deformasyona sebep olmamalıdır. Tasarım uçağın egzoz konturları uygulanmalıdır. Fiili yük, cismin, söz konusu uçaktan uzaklığına ve yönüne bağlıdır.

Vibrasyon

3.2.4. Yapının ilgili cismin destekleme araçlarını oluşturan komponentleri, hiç bir elemanın veya elemanlardan oluşan kombinasyonun, rüzgâr kuvvetlerine, jet blasta, depremlere vb. hususlara yönelik aerodinamik müdahale ile endüklenen rezonans üretme frekanslarında veya rezonans üretme frekanslarına yakın frekansta titremeyeceği şekilde tasarlanmalıdır.

3.3. KIRILABİLİRLİK GEREKLİLİKLERİ

3.3.1. 1.3 sayılı madde kapsamında tanımlanan sahalarda konumlandırılan ekipman ve destekleri, herhangi bir uçak tarafından kazara bir darbeye maruz kalmaları halinde kırılabilecek, eğilebilecek veya esneyebilecek şekilde kırılabilir olmalıdır. Seçilen tasarım malzemeleri, elektrikli iletkenler vb. de dahil olmak üzere, komponentlerin, çarpan uçağa veya herhangi bir parçasına "çarpma" eğilimini önlemelidir.

3.3.2. Kırılabilir bir yapı, uygun bir emniyet faktörü aracılığıyla, statik ve operasyonel rüzgâr veya jet blast yüklerine karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır, ancak, havada 140 km/sa (75 kt) hızla giden veya yerde 50 km/sa (27 kt) hızla hareket eden 3 000 kg'lık bir uçağın ani çarpma kuvvetine maruz kalması halinde ise kolaylıkla kırılmalı, eğilmeli veya esnemelidir.

3.3.3. Tasarımın kırılabilirliği, ister gerçek boyutlu testler, bilgisayar değerlendirmeleri ister (mümkün olması halinde) ilave komponent testleri ile desteklenen önceden onaylanmış benzer yapılar ile gerçekleştirilen karşılaştırma sonuçlarına dayanan hesaplamalar aracılığıyla kanıtlanmalıdır.

BÖLÜM 4

KIRILABİLİRLİK TASARIMI

BÖLÜM 4

KIRILABİLİRLİK TASARIMI

4.1. TASARIM FELSEFESİ

4.1.1. Uçuş sırasında veya yerde manevra sırasında, herhangi bir yönden kazara darbeye sebep olan, uçaklara yönelik herhangi bir tehlikeyi sınırlandırmak amacıyla, pistlerde ve taksi yollarında konumlandırılan ekipman (ve destekleri), kırılabilir olarak tasarlanmalıdır. Darbe, uçuş emniyetini üç şekilde etkileyebilecektir:

a) uçak ivme kaybedebilecektir;
b) uçak yön değiştirebilecektir ve
c) uçak yapısal hasara maruz kalabilecektir.

4.1.2. Kaybolan ivmenin miktarı, zamanla kuvvet integrali ile matematiksel olarak yönetilmektedir. Başka bir ifadeyle, darbe yükünün büyüklüğü ve süresi mümkün olduğu kadar asgari seviyede olmalıdır.

4.1.3. Uçaklara yönelik yapısal hasarın/zararın enerji miktarı ile ilgili olması durumunda, manianın veya bir kısmının, pistin dışına taşınması gerekmektedir ve dolayısıyla da sınırlandırılmalıdır. Bu enerji, aşağıdaki komponentlere ayrılabilecektir:

a) kırılma veya arıza mekanizmalarını etkinleştirecek enerji;
b) manianın veya bir kısmının plastik ve/veya elastik deformasyonu için gereken enerji ve
c) maniayı veya bir kısmını, asgari olarak uçağın hızına kadar hızlandırmak için gereken enerji.

4.1.4. Kırılma veya arıza mekanizmalarını etkinleştirmek için gerekli olan enerji, etkinleştirilecek olan mekanizmaların tasarımının ve sayısının etkinliğine bağlıdır. Yapının plastik veya elastik deformasyonu ile emilen enerji, çoğunlukla, malzeme seçimine bağlıdır; miktar, esnek gerilimlere sahip sünek malzemeler için daha fazla olacaktır. Maniayı veya bir kısmını hızlandırmak için gerekli olan (kinetik) enerji, değişken bir tasarım olmayan, uçağın hızına ve hızlandırılacak kütleye bağlıdır. Bu yüzden, kütle, hafif kütleli malzemelerin kullanılması ve/veya hızlandırılacak yapı miktarı kısıtlandırılması (yapıda uygun bir şekilde konumlandırılan kırılma ve arıza mekanizmalarının yerleştirilmesi ile gerçekleştirilebilecektir) yoluyla sınırlandırılmalıdır.

4.1.5. Ayrıca, uçaklara yönelik yapısal hasar/zarar, enerji aktarımının gerçekleştiği, uçak ile mania arasındaki temas sahası ile ilgilidir. Uçak yapısını derin bir şekilde ayıran manialarını önlemek üzere daha büyük bir temas sahası gösterilmektedir. Bu, manianın yapısal geometrisi üzerinde etkilidir.

4.2. ARIZA MODU

4.2.1. Kırılabilirlik gerekliliklerini karşılamak için farklı arıza mekanizmaları uygulanabilecektir. Örneğin; yapılar, darbe anında, uçağın geçmesi için "bir pencerenin açıldığı" modüler tasarım veya darbe anında ayrılmayan, ancak, uçak tarafından tamamen saptırılan tek parça tasarım şeklinde olabilecektir.

4.2.2. Modüler tasarıma sahip yapılar, ayrı ayrı ve birlikte olmak üzere, aktivasyonları için yalnızca asgari enerji miktarı gerektiren kırılma veya arıza mekanizmaları içermelidir. Bu konsept, asgari miktarda kütlenin, çarpan uçağın yolundan çıkarılmasını sağlar. Yapının, tercihen küçük defleksiyonlarda ayrılan, kırılgan bir şekilde hareket etmesinden dolayı, olayların sırasını öngörmek daha kolaydır. Ayrıca, "çarpma (wrap-around)" etkisi olasılığını asgari seviyeye indirmektedir. Ancak, bu durumda, ayrılan parçalar, darbe mahallinden kısa bir süre sonra geçen uçağın diğer parçalarının darbesine maruz kalabilecektir.

4.2.3. Tek parçalı tasarım durumunda ise, kırılabilirliğin, önceden belirlenen kırılma veya arıza mekanizmalarının arızalanması yerine, yapı elemanlarının rastgele arızalanması ile gerçekleştirilen tam bir yapı arızası ile garantilenmesi gerekmektedir. Başka bir ifadeyle, yapının tamamı, nihai olarak, darbeye dahil olacaktır ve yapının yolun dışına taşınması için gerekli olan nispeten yüksek kinetik enerji değerine sebep olacaktır. Bu yüzden, bu türdeki arıza mekanizmalarının, yalnızca, hafif kütleli ekipmanları taşıma amaçlı olan hafif yüklü yapılar için uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca, yapının devamlı mahiyetinden dolayı, olayların sırasını öngörmek zordur ve uçağa "çarpma" eğilimi, ilave bir tehlike olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

4.3. DARBE YÜKÜ

Darbe yükü, hızlı bir şekilde değişen kısa süreli dinamik bir yüktür. Tipik yükleme ve müdahale süreleri, mili saniyeler içerisinde gerçekleşmektedir. Darbe yükü, kırılabilirlik performansını iki şekilde etkilemektedir. Birincisi, azami darbe yükü, uçağın yapısal bütünlüğünü olumsuz olarak etkileyebilecektir. İkincisi ise, darbe süresi üzerindeki darbe yükünün tamamı, uçağın ivmesinin (yön de dahil olmak üzere) değişmesine yol açmaktadır.

4.4. ENERJİ AKTARIMI

4.4.1. Darbe sırasında, enerji, uçaktan maniaya aktarılacaktır. Uçağa yönelik hasar/zarar, aktarılan enerji ile orantılı olduğundan dolayı sınırlandırılmalıdır. Gerekli olan enerji aşağıda öngörülmektedir:

a) Kırılma mekanizmasının kırılması için gereken enerji, laboratuvarda, komponent skalasında belirlenmektedir; söz konusu enerji miktarının, kırılacak olan mekanizmaların sayısı ile çarpılması gerekmektedir.

b) Plastik ve/veya elastik deformasyon için gereken enerji, basit testler ile hesaplanmakta veya belirlenmektedir; herhangi bir modüler tasarımda sert ve kırılgan malzemelerin kullanılması durumunda, bu enerji, genellikle, göz ardı edilmektedir.

c) Parçaların veya tek parçalı tasarımlarda yapının tamamının hızlandırılması için gereken kinetik enerji, bilinen kütle ile temsili uçak hızı kullanılarak hesaplanmaktadır.

4.4.2. Yapıya çarpan bir uçağın tüm farklı senaryolarına yönelik olarak tahmin gerçekleştirilmelidir.

4.5. KIRILABİLİRLİK KONSEPTLERİ

Genel

4.5.1. Kırılabilir yapılar; hafif kütleli elemanlar, kırılgan veya hafif sertlikte olan elemanlar ve bağlantılar ve/veya kırılma mekanizmaları gibi konseptleri içermelidir. Her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları olan çeşitli tasarım konseptleri bulunmaktadır. Tasarımlar, kırılabilirliği sağlamak amacıyla bir veya daha fazla konsept içerebilecektir.

Kırılabilir bağlantılar

4.5.2. Herhangi bir kırılabilir bağlantı tasarımında, kırılabilirlik, tasarım yükünü taşıyan ancak herhangi bir darbe halinde parçalanan bağlantıların bünyesinde birleştirilmektedir. Yapısal elemanlar, darbeyi kırmaya yönelik olarak değil darbenin bağlantıya aktarılmasına yönelik olarak tasarlanmıştır. Herhangi bir sert ve hafif bir eleman, yükün, bağlantıya etkin bir şekilde aktarılmasını sağlamakta ve bükülmeden ve kütlenin hızlandırılmasından emilen enerjiyi en aza indirmektedir. Bağlantı, darbe testleri ile belirlendiği üzere, düşük enerji seviyelerinde kırılmalıdır. Kırılabilir bağlantı türleri; bağlantı veya birleştirme cıvatalarını, özel malzemelerden veya alaşımdan yapılmış cıvataları, havşabaşlı perçinleri veya aşındırıcı bağlantı elemanlarını ve kopma kısımları olan köşe saclarını içermektedir. Bunlardan bazıları aşağıda tanımlanmıştır:

a) ***Birleştirme cıvataları.*** Bu bağlantı türü arızası, malzemenin, cıvatanın gövdesinden çıkarılmasından dolayı, "gerilim yükseltici" temin edilmesi yoluyla endüklenmektedir. Bunu gerçekleştirmek için kullanılan yöntemlerden biri, cıvatanın çapını azaltmak için makine ile oluk açılması veya belirli bir yönde zayıflatarak, cıvatanın kenarlarında makine ile düzlükler oluşturulması yöntemidir. Kayma dayanımı muhafaza edilmekte olup, çekme dayanımı, cıvatanın çapında makine ile bir delik oluşturmak ve cıvatayı, kayma düzleminin dışına yerleştirmek suretiyle azaltılmaktadır. Birleştirme cıvatalarının, sıkıştırıldığında hasar/zarar görmelerini veya aşırı gerilmelerini önleyecek şekilde kurulması gerekmektedir. Birleştirme cıvataları ile ilgili sorun, gerilim yükselticinin, cıvatanın yorulma ömrünü kısaltabilecek olması veya hizmet yükleri altında yayılarak zamanından önce arızalanabilecek olmasıdır. Makine ile açılan deliklerin bulunduğu birleştirme cıvataları piyasada bulunmaktadır. Şekil 4-1'de, söz konusu birleştirme cıvatalarının uygulanmasına yönelik bir örnek gösterilmektedir.

b) ***Özel malzemelerden yapılmış cıvatalar.*** Özel mazemelerden üretilmiş bağlantı elemanlarının kullanılması, geniş çaplı işleme veya imalat ihtiyacını gidermekte olup, temel tasarımın, konvensiyonel maliyet etkin tekniklerden oluşmasını sağlamaktadır. Bağlantı elemanları, tasarım yüklerini taşıyacak şekilde boyutlandırılmakla birlikte hafif darbelere dayanıklı malzemeden üretilmektedir. Mukavemete ve arızaya yönelik asgari uzama kapasitesine bağlı olarak, çelik, alüminyum ve plastik gibi malzemeler kullanılmalıdır. Paslanmaz çelik kadar güçlü olduklarından dolayı, ANSI 2024-T4 alaşımından elde edilen alüminyum cıvatalar tavsiye edilmektedir; ancak, söz konusu cıvatalar, yüzde 50 paslanmaz çelik ile kıyaslandığında yalnızca yüzde 10 son uzamaya sahiptirler. Plastik cıvatalar, düşük uzama değerlerine sahip olabilmektedir; ancak, mukavemetleri, test edilerek belirlenmelidir. Kırılabilirlik malzeme seçimine bağlı olduğundan dolayı, fiziksel özelliklerinin uygun olduğu kanıtlanmış donanımın satın alınması oldukça fazla önem arz etmektedir.

c) ***Aşındırıcı bağlantı elemanları.*** Kesme yükünü muhafaza etmek ancak çarpma kuvvetinin, gerilim yükü oluşturması durumunda taban malzemesini aşındırmak için havşabaşlı perçinler gibi bağlantı elemanları kullanılabilecektir. Bağlantı elemanının kafasının altında asgari miktarda bir alanı kavramak üzere, taban malzemesindeki delik tam olarak işlenmektedir. Ayrıca, havşabaşlı perçinin konikliği, söz konusu perçinin geri çekilerek çıkarılmasını sağlamaktadır. Bu teknik, çoğunlukla, üretim sürecine dayanmakta olup, kapsamlı kalite denetimi gerektirmektedir.

d) ***Kopma kısımları.*** Köşe sacları, bağlantı elemanı ile birlikte kopacak çentikleri içerecek şekilde tasarlanabilecektir. Bu bağlantı türünde, bağlantı elemanı kırılmamaktadır; aksine köşe sacının bir kısmının çıkarılması için kullanılmaktadır. Yorulma ömrü ve üretim kalitesi, başlıca tasarım hususlarıdır.

Kırılabilir elemanlar

4.5.3. Bu tasarımda, bağlantıyı sonlandırmak yerine arızalanmasına sebep olacak yapısal eleman gerekmektedir. Söz konusu eleman, uzunluğu boyunca, parçalara ayrılmış türde bir ayırma gerçekleştirmelidir; böylece, kütle hızlandırma miktarı en aza indirilecek ve potansiyel çarpma etkisi azaltılacaktır. Plastik, fiberglas veya sair ametaller gibi kırılgan malzemelerin kullanılması metallerin kullanılmasından daha olasıdır. Kırılabilir elemanların temel avantajı, ilgili kısmın arızalanmasına sebep olmak için çarpma kuvvetlerinin bağlantıya geri taşınmak zorunda olunmamasıdır. Başka bir ifadeyle, herhangi bir kırılabilir bağlantı tasarımında olduğu gibi, söz konusu elemanın bükülmesiyle enerji emilmemektedir. Dezavantajı ise, yapının defleksiyon analizi için kullanılacak olan özelliklerin belirlenmesi için, özel ve ametal malzemelerin kapsamlı bir şekilde test edilmesi gerekliliğidir. Ayrıca, söz konusu analiz, yapı üzerinde gerçek boyutlu yük testleri gerçekleştirilerek teyit edilmelidir. Ametal malzemelerin, ayrıca, çevreye karşı koruma sağlamaya yönelik olarak ultraviyole önleyiciler içermesi gerekmektedir.

4.5.4. Plastik ekstrüzyonlar veya fiberglas ile kalıplanmış kısımlar, köşeli şekilde veya boru şeklinde bulunmaktadır. Ayrıca, gömülü kırılma noktalarını birleştirmek üzere, özel elemanlar üretilebilmektedir.

Bu, elemanın uzunluğu boyunca bulunan noktalarda, bir malzemenin başka bir malzemeye bağlanması suretiyle gerçekleştirilmektedir. Sonrasında, bağlama hattı, söz konusu elemanda, parçalanma başlangıç noktası haline gelmektedir.

Şekil 4-1. *Birleştirme cıvatası*

Kırılabilir mekanizma

4.5.5. Kırılabilirlik, darbe anında kaymaya, kırılmaya veya bükülmeye sebep olan ve yapının yapısal bütünlüğünü yok eden bir mekanizma aracılığıyla, destek yapısına dahil edilebilecektir. Yüksek rüzgâr yüklerine karşı dayanıklı ancak darbe yüklerine karşı oldukça hassas olan kırılabilir bir mekanizma tasarlanabilecektir. Kırılabilir mekanizmalar, dayanıklılık bakımından yönlendirilebilir olma eğilimindedir; başka bir ifadeyle, yüksek gerilim taşır ve bükülürler ancak düşük seviyede kayarlar.

4.5.6. Kırılabilir mekanizmalar olarak kullanılan friksiyon bağlantıları, kayan yüzey için normal yükseklikte dayanım sağlayabilecektir; ancak, kuvvetin, kayan yüzeye paralel olarak uygulanması halinde kayabilecektir. Herhangi bir destek yapısında, çarpma kuvvetleri genellikle yataydır. Friksiyon bağlantıları, kayma düzlemi yatay olacak şekilde ve söz konusu düzlemdeki herhangi bir yönden darbe aldığında arıza oluşacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu tasarım, kule ayaklarının sonlarında flanş tipli rakorlar veya darbe anında kayarak ayrılan birbirine bağlanmış borular kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

4.5.7. Kırılabilir mekanizmalar olarak "asma" destek elemanları da kullanılabilecektir. Bu elemanlar, stabilite sağlamak üzere yapıya dahil edilmektedirler; ancak, darbe anında kırıldıklarında, yapının dayanıksız olmasına sebep olurlar ve yapının parçalanmasını sağlarlar. Ancak, bu tasarım türü, arızanın gerçekleşmesinden önce, yolun dışına taşınmak üzere büyük kütleler gerektirebilecektir.

4.5.8. Kırılabilir mekanizmaların kullanıldığı herhangi bir tasarımın, döngüsel yüklemeden kaynaklanan bir kaymanın ve şekilsel değişikliğin oluşmasını önlemesi gerekmektedir. Örneğin, birbirine bağlı borular kullanılan bir tasarımda, herhangi bir boru üzerinde, jet blastın veya rüzgârın sebep olduğu hortum saçıntısı gevşeyebilecek veya onu muadilinden ayırabilecektir.

4.6. KIRILMA VE ARIZA MEKANİZMALARI

Kırılma ve arıza mekanizmaları, ayrılmanın, herhangi bir ikinci darbe olması durumunda, hasar/zarar görmeyen yapının ilgili kısmının arz ettiğinden daha büyük bir tehlike arz etmeyen, öngörülebilir bir kütle ve boyuttaki komponentlere sebep olacağı şekilde konumlandırılmalıdır. Kırılma veya arıza me-

kanizmalarının, rüzgâr yükleri, buz yükleri veya diğer çevresel yüklere karşı dayanıklılık için gerekli olan mukavemetten bağımsız olması istenilmektedir. İlaveten, mekanizma, erken yorulma arızasına maruz kalmamalıdır.

4.7. MALZEME SEÇİMİ

4.7.1. Malzemeler ve kırılabilir yapılara yönelik konfigürasyon, kullanım amacına uygun olmalıdır ve mümkün olan en hafif yapı ile sonuçlanmalıdır. Yapılar, dış çevre koşullarından olumsuz olarak etkilenmeyen metal veya ametal malzemelerden üretilebilecektir. Kırılabilirlik gerekliliklerini karşılamak üzere seçilen malzemeler güçlü ve hafif olmalı ve düşük tokluk katsayısına sahip olmalıdır. Çarpan uçağın hızına yönelik kütleyi hızlandırmak üzere asgari seviyede enerji kullanımının sağlanması için ağırlığın asgari seviyede olması önem arz etmektedir. Genel anlamda, tokluk, herhangi bir malzemenin, dinamik yükler altında parçalanmaya dayanıklılık kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Tokluk katsayısı, herhangi bir malzemenin emeceği ve arızaya yönelik olarak çizilen gerilme deformasyon diyagramı kapsamındaki saha göz önünde bulundurularak belirlenen hacim kadar kullanılan nihai enerji miktarıdır. Tablo 4-1'de, metal tasarımlı materyallerin ortak özelliklerinden bazıları listelenmektedir.

4.7.2. Standart, piyasada satılabilir malzemeler, en etkili maliyet etkin tasarımı sağlamaktadır. Mükemmel kırılabilirlik özellikleri sağlamak üzere, özel ametal malzemeler tasarlanabilecektir; ancak, elastik modülleri veya malzeme izotropilerinin belirsiz olmasından dolayı, yapısal davranışını analiz etmek zor olabilecektir. Tüm malzemelerin; dış çevrenin tipik özellikleri olan hava koşullarından dolayı aşınma, güneş radyasyonu, sıcaklık dalgalanması vb. de dahil olmak üzere çevresel etkilere karşı dayanıklı olması ve korunması gerekmektedir.

Tablo 4-1. *Metal tasarımlı malzemelerin özellikleri*

Malzeme	Yoğunluk (kg/m3)	Esneme mukavemeti (MPa)	Nihai mukavemet (MPa)	Nihai uzama (mm/mm)	Tokluk Katsayısı (MPa)
Yumuşak çelik	7 850	240	413	0.35	114
Dökme demir	7 190	41	138	0.05	4.5
Alüminyum ANSI 6061-T6	2 710	276	310	0.12	35
Alüminyum ANSI 2024-T4	2 710	275	275	0.10	35

4.8. ELEKTRİK KOMPONENTLERİ

4.8.1. Elektronik ekipman veya komponentler ve destekler, kırılabilir olacak şekilde tasarlanmalıdır ve operasyonel fonksiyonlarının azalmaması sağlanmalıdır. Elektronik ekipman ve benzeri ekipmanın, mümkün olması halinde, yer seviyesinin altında konumlandırılması tavsiye edilmektedir.

4.8.2. Kırılabilir yapıların tasarımında bulunan elektrikli iletkenlerin mukavemetinin yanı sıra bozulmuş iletkenlerin kemerlenmesinden kaynaklanan yangın tehlikesi göz önünde bulundurulmak zorundadır. İletkenlerin, parçalanacak şekilde değil, yapının kırılabilirlik limitleri dahilindeki önceden belirlenmiş noktalarda kırılacak şekilde tasarlanması tavsiye edilmektedir. Bu tasarım, iletkeni parçalamak için gerekli olan gerilme kuvvetinden daha düşük gerilme kuvveti gerektiren konektörlerin temin edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. İlaveten, konektörler, herhangi bir bağlantı kesilmesi durumunda olası bir arklanma sağlamak amacıyla uygulanan voltaj ile orantılı boyuttaki bir kırılma tozluğu ile korunmalıdır. Kırılma konektörü bağlantı parçaları piyasada satılmaktadır.

4.9. KIRILABİLİRLİK TASARIMI KRİTERLERİ

Yükseltilmiş pist ve taksi yolu kenar ışıkları

4.9.1. ***Rüzgâr.*** Işık armatürleri, aşırı rüzgâr yüklerine ve/veya jet blasta maruz kalabilecektir. Havaalanla-

rında, yükseltilmiş pist ve taksi yolu ışıklarının, normal olarak çalışması beklenen uçaktan elde edilen jet blast hızlarına dayanacak kapasitede olması sağlanmalıdır. Bunlar, genel olarak, tüm yüksek ve orta yoğunluktaki ışıklar için 480 km/sa (260 kt) rüzgâr hızı ve diğer tüm yükseltilmiş armatürler (düşük yoğunluktaki ışıklar) için ise 240 km/sa (130 kt) rüzgâr hızıdır.

4.9.2. ***Esneme cihazı.*** Her bir yükseltilmiş ışık armatürü, ışığın, taban plakasına veya montaj direğine bağlandığı noktanın veya konumun yakınlarında bir esneklik noktasına (sınırına) sahip olmalıdır. Esneklik noktası, yer yüzeyinden en fazla 38 mm yukarıda olmalıdır ve armatürün herhangi bir parçası hasar/zarar görmeden önce kırılmalıdır. Esneklik noktası, arıza olmaksızın, 204 J'lik bükülme momentine karşı dayanıklı olmalıdır; fakat bükülme momenti 678 J'ye ulaşmadan önce, montaj sisteminden sorunsuz bir şekilde ayrılmalıdır. Ancak, belirli armatürler, ayrılmak yerine bükülebilecektir. Bu durumda, söz konusu armatür, belirlenmiş rüzgâr yükü altında dikey olarak en fazla 25 mm bükülmelidir. Ametal esneme cihazları, bağlanan armatüre yönelik uygun topraklama kabiliyeti ile birlikte tasarlanmış sıcaklık aralığı üzerinde performans sağlamalıdır.

Taksi kılavuz işaretleri

*Not.— **Taksi kılavuz işaretleri;** pist tanımlama işaretleri, kategori I, II ve III bekleme pozisyonu işaretleri, pist bekleme pozisyonu işaretleri ve giriş yok işaretleri gibi zorunlu talimat işaretlerinin yanı sıra yön işaretleri, konum işaretleri, pist çıkışı işaretleri, pist boşaltıldı işaretleri ve kavşak kalkış işaretleri gibi işaretleri içermektedir.*

4.9.3. ***Çevresel gereklilikler.*** Gerekli olan tüm komponentleri içeren işaretler, aşağıdaki koşullar altında sürekli olarak dış mekanda kullanılacak şekilde tasarlanmalıdır:

a) Sıcaklık. Uygun olan durumlarda, −20°C ila +55°C veya −55°C ila +55°C aralığındaki ortam sıcaklığı.

b) ***Rüzgâr.*** 480 km/sa (260 kt)'e kadar olan rüzgâr ve/veya jet blast hızlarına maruz kalınması. Planlanan işaret konumuna ve havalimanı kullanımına bağlı olarak, 322 km/sa (174 kt) ve 240 km/sa (130 kt) gibi azaltılmış hız gereklilikleri kabul edilebilecektir. Jet blast hızları; kalkış, taksi veya kırılma için kullanılan itme kuvvetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

c) ***Yağmur.*** Şiddetli yağmura maruz kalınması.

d) ***Kar ve buz.*** Uygun olan durumlarda, kar ve buzlanma koşullarına maruz kalınması.

e) ***Tuz.*** Uygun olan durumlarda, tuz yüklü atmosfere maruz kalınması.

f) ***Nem.*** Uygun olan durumlarda, yüzde 5 ila 95 oranında bağıl neme maruz kalınması.

4.9.4. ***İşaretlerin yapısı.*** İşaretler, hafif ve demir dışındaki malzemelerden üretilmelidir ve beton pedlerin veya direklerin üzerine kurulacak şekilde tasarlanmalıdır. Gerekli olan tüm montaj ve destek donanımı, kırılabilirlik hususlarına yönelik işaretlerin bir parçası olarak addedilmelidir.

4.9.5. ***Kırılabilirlik.*** İşaretler kırılabilir olmalıdır. Montaj fikstürünü içeren bir işaretin toplam kütlesi, 24.5 kg/m ile sınırlanmalıdır ve herhangi bir işaretin uzunluğu, 3 metreyi aşmamalıdır. İletinin tamamının, 3 metre uzunluğundaki bir işarete uymaması (sığmaması) halinde, yan yana monte edilen iki ayrı işaret temin edilmelidir. Pervanelere ve jet uçaklarının motor kabuklarına yönelik mesafeyi sağlamak amacıyla, herhangi bir pistin veya taksi yolunun yakınlarına konumlandırılan işaretler yeterli seviyede alçak olmalıdır.

4.9.6. ***Montaj ayakları.*** Her bir işaret için kullanılacak montaj ayaklarında, beton pedin veya direğin en fazla 50 mm üzerinde olacak şekilde konumlandırılan kırılabilir noktalar bulunmalıdır. Kırılabilir noktalar, jet blastlardan kaynaklanan belirli rüzgâr yüklerine karşı dayanıklı olmakla birlikte, herhangi bir uygulanan statik yük, belirli bir değere ulaşmadan önce kırılmalıdır (bkz. 3.2.3). 322 km/sa (174 kt)'lik belirli bir rüzgâr yükü için, kırılma, uygulanan statik yük 8.96 kPa'lık değere ulaşmadan önce gerçekleşmelidir.

4.9.7. ***Açıklama panelleri.*** Açıklama panelleri ve panel destekleri, asgari olarak, kırılabilir noktaların kırıldığı basınca karşı dayanıklı olmalıdır.

4.9.8. ***Kırılma mekanizması.*** Her bir kırılma mekanizmasında, asgari olarak, üreticinin adı (kısaltılabilecektir) ve mekanizmaya yönelik işaretin boyutu kalıcı olarak belirtilmelidir.

PAPI/APAPI ve T-VASIS/AT-VASIS

4.9.9. ***Rüzgâr.*** PAPI/APAPI (kısaltılmış haliyle PAPI) ve T-VASIS/AT-VASIS (kısaltılmış haliyle T-VASIS), aşırı rüzgâr yüküne ve/veya jet blasta maruz kalabilecektir. Havaalanlarında, bu sistemlerin, normal olarak çalışması beklenen uçaklardan elde edilen jet blast hızlarına dayanacak kapasitede olması sağlanmalıdır. Bunlar, genel olarak, yüksek jet blast hızlarına sahip uçaklar tarafından kullanılan havaalanları için 480 km/sa (260 kt) rüzgâr hızı ve diğer havaalanları için ise 240 km/sa (130 kt) rüzgâr hızıdır.

4.9.10. ***Montaj hükümleri.*** Işık üniteleri, mümkün olduğu kadar alçak seviyede monte edilmelidir ve kırılabilir olmalıdır. İlaveten, dengenin sağlanması için ayarlanabilir olması gereken en az üç adet montaj ayağı bulunmalıdır. Ayaklar, montaj ve ayar donanımına, gerekli olması halinde kırılma mekanizmasına ve herhangi bir beton ped üzerinde montaja uygun flanşlara sahip olmalıdır. Ayar donanımı, optik sistemin vibrasyondan dolayı kaymasını önleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Eşdeğer sertlik, kırılabilirlik ve ayarlanabilirlik sağlanması halinde, alternatif montaj sistemleri önerilebilecektir.

Yaklaşma ışıklandırma sistemleri

4.9.11. Annex 14, Cilt I, Bölüm 5 kapsamında tanımlandığı üzere, aşağıdaki durumlarda, eşiğin 300 metre ötesinde olan yaklaşma ışıklandırma sisteminin ilgili kısmında hariç olmak üzere, yükseltilmiş yaklaşma ışıkları ve destekleme yapıları kırılabilir olmalıdır:

a) herhangi bir destekleme yapısının yüksekliğinin 12 metreyi aşması durumunda, kırılabilirlik gerekliliği, en fazla 12 metreye kadar uygulanmalıdır ve

b) herhangi bir destekleme yapısının kırılabilir olmayan cisimler ile çevrilmesi durumunda, yalnızca, yapının, çevreleyen cisimleri aşan kısmı kırılabilir olmalıdır.

4.9.12. Şekil 4-2 ila 4-5 arasında, piyasada satılan kırılabilir kuleler gösterilmektedir. Şekil 4-6'da, yeni kırılabilir yapılar ile ikame edilen sert tasarımlı bir yaklaşma ışıklandırma istasyonu gösterilmekte olup, Şekil 4-7'de ise sert yapı üzerindeki bir fiberglas boru direk gösterilmektedir. 4.9.13 Şekil 4-8'de, destekleme yapılarının 12 metreyi aştığı yaklaşma ışıklandırma kulelerinin bir örneği gösterilmektedir.

Destekleme yapıları

4.9.14. ***Rüzgâr.*** Destekleme yapıları, bağlı olan tüm ışıklandırma ekipmanı ile birlikte kurulduğunda, ulusal standartlar gereğince, tipik yerel koşullara uygun rüzgâr ve buz yüküne dayanıklı olacak şekilde tasarlanmalıdır. Yapı, rüzgâr yükü sonucunda herhangi bir kalıcı deformasyona maruz kalmamalıdır.

4.9.15. Tasarım rüzgâr basıncı, aşağıdaki formül kullanılarak belirlenebilecektir:

P = 0.0000475*V2

burada P = kPa cinsinden basınç ve
V = in km/sa cinsinden rüzgâr hızı.

Tasarım rüzgâr basıncı, yapının fiziki şeklinden bağımsızdır. 480 km/sa (260 kt), 322 km/sa (174 kt) ve 240 km/h (130 kt) şeklindeki rüzgârlara ve/veya jet blastlara yönelik tasarım rüzgâr basıncı seviyeleri, sırasıyla 11.52 kPa, 5.12 kPa ve 2.88 kPa'dır.

4.9.16. Herhangi bir yapıyı etkileyen toplam rüzgâr yükü, uygun olduğu durumlarda, herhangi bir şekil faktörü kullanılması suretiyle, yapının şekline göre ayarlanmalıdır.

4.9.17 ***Jet blast.*** Yükseltilmiş yaklaşma ışıkları ve destekleme yapıları, genellikle, jest blast yüklerinin çevresel yükleri aşmayacağı şekilde konumlandırılmaktadır. Havaalanlarında, jet blasttan etkilenebilecek olan ışıklandırma yapılarına yönelik spesifik yerel ihtiyaçlar değerlendirilmelidir.

4.9.18. ***Defleksiyon.*** Yapının, 100 km/sa (54 kt) rüzgâr hızına maruz kalması ve tüm yüzeylerin 12.5 mm buz ile kaplanması durumunda, ışık demetinin defleksiyonu, dikey eksende en fazla ±2 derece ve yatay eksende en fazla ±5 derece olmalıdır.

4.9.19. Kırılabilir olması gereken herhangi bir yaklaşma ışıklandırma yapısı, uygun bir emniyet faktörü ile birlikte statik ve operasyonel/sürdürülebilir rüzgâr yüklerine karşı dayanaklı olacak şekilde tasarlanmalıdır; ancak, 140 km/sa (75 kt) hız ile herhangi bir yönde uçuş veya seyahat gerçekleştiren herhangi bir 3 000 kg'lık uçağın aniden çarpma kuvvetine maruz kalınması durumunda, söz konusu yaklaşma ışıklandırma yapıları kolaylıkla kırılmalı, eğilmeli veya esnemelidir. Yapının, 4.9.20 ila 4.9.23 sayılı paragrafların yanı sıra bu paragrafta belirtilen gereklilikler doğrultusunda, azami kuvvet ve enerji uygulamaksızın kırılması, eğilmesi veya esnemesi gerekmektedir. Herhangi bir çarpmanın ardından, yapı, uçağın uçuş sırasında veya yerde emniyetli bir şekilde manevra yapmasını engelleyecek şekilde uçağa mani olmamalıdır. Yaklaşma ışıkları ve yapı tarafından desteklenen ilişkili kablolar, kırılabilirlik amaçları doğrultusunda, yapının bir parçası olarak addedilmelidir.

Şekil 4-2. *Yaklaşma ışıklandırma kuleleri — fiberglas örgü/kafes yapılar*

Şekil 4-3. *Yaklaşma ışıklandırma kuleleri — fiberglas boru direkler*

Şekil 4-3.1. *Yaklaşma ışıklandırma kuleleri – fiberglas boru direkler*

4.9.20. Destek yapısı, uçağa 45 kN'yi aşan bir kuvvet uygulamamalıdır. Çarpma sonucunda uçağa uygulanan azami enerji, uçak ve yapı arasındaki temas süresince 55 kJ'yi aşmamalıdır. Uçağın geçmesine izin vermek için, yapının arıza modu aşağıdakilerden biri olmalıdır:

a) parçalanma;
b) pencereleme veya
c) bükülme.

4.9.21. Darbe alan yapı, uçağın başarılı bir iniş, kalkış veya pas geçme gerçekleştirmeye devam edebileceği şekilde, uçağın geçişini sağlamalıdır.

4.9.22. Yapının, darbe sonucu serbest kalan tüm münferit komponentleri, uçağa yönelik herhangi bir tehlikenin en aza indirilmesini sağlamak amacıyla, mümkün olduğu kadar düşük kütlede tutulmalıdır.

4.9.23. Işık tertibatı ve destekleme yapısı, bir bütün olarak, sistemin kırılabilirliğinin tesisi hususunda göz önünde bulundurulmalıdır. Kablolama ile ilgili olarak, tasarımcı, amaçlanan arıza modunun bu olması halinde, parçalanmayı engellemeyen ayrılma noktalarının olmasını sağlamalıdır.

Şekil 4-4. *Yaklaşma ışıklandırma kuleleri – alüminyum örgü/kafes yapılar*

Şekil 4-5. *Bir yaklaşma ışıklandırma kulesinin yakınlaştırılması — alüminyum örgü/kafes yapı*

Şekil 4-6. *Yeni kırılabilir yapılar (sağ) ile ikame edilen sert tasarımlı yaklaşma ışıklandırma istasyonu (sol)*

Şekil 4-7. *Sert yapı üzerindeki fiberglas boru direk*

Şekil 4-8. *Sert destekleme yapıları üzerindeki fiberglas yaklaşma ışıklandırma kuleleri*

ILS/MLS yapıları ve diğer görsel olmayan yardımcılar

4.9.24. Rüzgâr. Görsel olmayan yardımcılar ve destekleme yapıları, ulusal standartlar gereğince, tipik yerel koşullara uygun rüzgâr ve buz yüküne dayanıklı olacak şekilde tasarlanmalıdır. Yapılar, rüzgâr yükü sonucunda herhangi bir kalıcı deformasyona maruz kalmamalıdır.

4.9.25. Jet blast. ILS ve MLS ekipmanı (pist sonundan 300 m ileride veya pist merkez hattı bakımından 120 metre yana kaydırılmış) gibi görsel olmayan yardımcılar, genellikle, jest blast yüklerinin, çevresel yükleri aşmayacağı şekilde konumlandırılmaktadır. Saha gereklilikleri doğrultusunda, ekipmanın piste daha yakın bir şekilde konumlandırılması gereken durumlarda, jet blast etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

4.9.26. Defleksiyon. ILS ve MLS tesisatlarına yönelik defleksiyon toleransları, her bir işletim kategorisindeki kolaylık performansına yönelik geçerli sistem izleme limitlerine uygun olmalıdır. Annex 10, Cilt I kapsamında konu ile ilgili olarak daha ayrıntılı bilgiler yer almaktadır.

4.9.27. Kırılabilirlik. Hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan ve:

a) bir pist şeridinde, pist sonu emniyet sahasında, taksi yolu şeridinde veya Annex 14, Cilt I, Tablo 3-1 kapsamında belirtilen uzaklıklar dahilinde veya

b) herhangi bir aşma sahasında ve havadaki bir uçağı tehlikeye sokmayacak şekilde konumlandırılması gereken bir kırılabilir ekipman veya tesisat kırılabilir olmalı ve mümkün olduğu kadar alçak seviyede monte edilmelidir.

4.9.28. Hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan ve I, II veya III kategorilerindeki bir hassas yaklaşma pisti şeridinde veya söz konusu şeridin yakınlarında konumlandırılması gereken ve de:

a) söz konusu şeridin sonundan itibaren 240 metre içerisinde ve:

   1) kod numarasının 3 veya 4 olduğu, 60 m'lik uzatılmış merkez hattı içerisinde veya

   2) kod numarasının 1 veya 2 olduğu, 45 m'lik uzatılmış merkez hattı içerisinde bulunan veya

b) iç yaklaşma yüzeyine, iç geçiş yüzeyine veya vazgeçilen (balked) iniş yüzeyine nüfuz eden herhangi bir ekipman veya tesisat kırılabilir olmalı ve mümkün olduğu kadar düşük seviyede monte edilmelidir.

4.9.29. Ayrıca, Annex 14, Cilt I'in 4.2.4, 4.2.11, 4.2.20 veya 4.2.27 sayılı maddeleri gereğince, operasyonel olarak önemli bir engel teşkil eden ve hava seyrüsefer amaçları doğrultusunda gerekli olan herhangi bir ekipman veya tesisat da kırılabilir olmalı ve mümkün olduğu kadar düşük seviyede monte edilmelidir.

4.9.30. Kırılabilir olması gereken görsel olmayan yardımcılar, uygun bir emniyet faktörü ile birlikte statik ve operasyonel/sürdürülebilir rüzgâr yüklerine karşı dayanaklı olacak şekilde tasarlanmalıdır; ancak, 4.9.19 ila 4.9.23 sayılı maddelerde açıklandığı üzere, 140 km/sa (75 kt) hız ile herhangi bir yönde uçuş veya seyahat gerçekleştiren herhangi bir 3 000 kg'lık uçağın aniden çarpma kuvvetine maruz kalınması durumunda, söz konusu yaklaşma ışıklandırma yapıları kolaylıkla kırılmalı, eğilmeli veya esnemelidir.

4.9.31. ILS/MLS tesisatlarına yönelik olarak bazı özel durumlar bulunmaktadır. 4.9.24 ila 4.9.30 sayılı maddeler kapsamında belirtilen gereklilikler, ILS/MLS yapıları için geçerli olmakla birlikte, herhangi bir 3 000 kg'lık uçak ile ilişkili tasarım kriterleri, aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı, her durumda geçerli olmayabilecektir:

a) Herhangi bir 3 000 kg'lık uçak ile ilişkili tasarım kriterleri, ILS yer saptayıcı için muhafaza edilmelidir. Mevcut tasarımlar, söz konusu tesisatlara yönelik olarak hafif yapıların uygulanabileceğini kanıtlamaktadır. Ayrıca, modüler tasarımın kullanılması, dolayısıyla, toplam kütlenin sınırlandırılması olasılığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Kütle sınırlandırmasına yönelik enerji varsayımlarının doğrulanması ve değerlerin geliştirilmesi, özel çalışma gerektirmektedir.

b) ILS süzülme yolu antenini destekleyen kule yapısının özgün mahiyeti göz önünde bulundurulduğunda, kırılabilirlik kriterleri henüz geliştirilmemiştir.

c) Kütlesinin ağır olmasından dolayı, ILS tesisatlarını içeren vericinin kırılabilir hale getirilemeyeceği kabul edilmiştir. Dolayısıyla, ILS kurulması planlandığında, yer saptayıcının yanı sıra süzülme yolunu içeren vericinin konumu dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. ILS yer saptayıcı içeren verici, hiçbir durumda, pist sonu emniyet sahası içerisinde (veya pist sonundan itibaren 300 metrelik bir mesafe içerisinde bulunan herhangi bir uzantısında) konumlandırılmamalıdır. Her durumda, ILS süzülme yolunu içeren verici, pist merkez hattı bakımından, asgari olarak 120 metre yana kaydırılmalıdır. Tatbik edilebilir olması halinde, ILS süzülme yolunu içeren verici, pist şeridinin dışında konumlandırılmalıdır.

d) Ayrıca, herhangi bir 3 000 kg'lık uçak ile ilişkili tasarım kriterlerinin, MLS tesisatlarına uygulanamayacağı da kabul edilmiştir. Gerek MLS azimut anteni gerek MLS rakım anteni, mevcut tasarımlarıyla ağır ekipmandır ve kırılabilir hale getirilemez. Dolayısıyla, bu tesisatlar, uçaklara yönelik olarak asgari seviyede tehlike teşkil edecek şekilde konumlandırılmalıdır. MLS azimut anteni, pist sonundan mümkün olduğu kadar uzakta olacak şekilde ve her durumda 300 metreden yakın olmayacak şekilde konumlandırılmalıdır. Tatbik edilebilir olması halinde, MLS rakım anteni, pist şeridinin dışında konumlandırılmalıdır.

e) Halihazırda mevcut olan MLS azimut antenlerinin toplam kütlesi, 200 kg ila 700 kg arasında olabilecektir. Önceki tasarımların daha ağır oldukları kanıtlanmıştır. Dolayısıyla, kırılabilirliğe ilişkin tasarım kriterlerinin, yaklaşma ışıklandırma kuleleri ve benzer hafif yapılara uygulanan kriterler ile aynı olsaydı, antenin kendi kütlesi engelleyici olurken, desteklerinin kırılabilirlik sorunu söz konusu olmazdı. Sonuç olarak, MLS azimut anteninin ve desteklerinin yanı sıra diğer ağır sistemlerinin, kırılabilirlik bakımından düzenlenmesi durumunda, tasarım kriterlerinin, daha gerçekçi varsayımlar doğrultusunda yeniden tanımlanması gerekmektedir.

BÖLÜM 5

KIRILABİLİRLİK TESTİ

BÖLÜM 5

KIRILABİLİRLİK TESTİ

5.1. GENEL

5.1.1. Bu bölümün amacı, yetkili otoritenin, kırılabilirlik gerekliliklerine uygun tasarımların kabul edilebilirliğine yönelik olarak karar verebileceği tek tip test prosedürleri geliştirmektir.

5.1.2. Herhangi bir yardımcı, tesisata yönelik olarak göz önünde bulundurulmadan önce, söz konusu yardımcının kırılabilirliği daima kanıtlanmalıdır. Kırılabilirliğin doğrulanması hususunda, yüksek hızlı ve gerçek boyutlu test kanıtlanmış bir yöntemdir. Sayısal simülasyon sonuçları, bu yaklaşımın, kırılabilirliği kanıtlayabileceğini göstermektedir. Ancak, her nevi sayısal simülasyon yöntemleri ile ilgili olarak, kullanılan modelin ve simülasyon yaklaşımının, temsili test verileri ile karşılaştırılarak, bu amaç doğrultusunda onaylanması gerekmektedir. Sayısal simülasyon yöntemleri, Bölüm 6 kapsamında ele alınmaktadır.

5.1.3. Mevcut olan yardımcıların sayısından ve saha koşullarının çeşitliliğinden dolayı, bu bölüm kapsamında açıklanan testler, gerçekleştirilebilecek sair testleri sınırlamamakta olup, tatbik edilebilir olduğu ölçüde genel kılavuzluk amacıyla verilmiştir.

5.1.4. Dinamik testlerin aksine statik testler, yükseltilmiş pist ve taksi yolu ışıkları, taksileme kılavuz işaretleri ve görsel yaklaşma eğim göstergesi sistemleri gibi, toplam yüksekliği 1.2 metre veya daha az olan düşük kütleli görsel yardımcıların kırılabilirliğinin doğrulanması hususunda yeterli olarak addedilmektedir.

5.1.5. Dinamik testler, toplam yüksekliği 1.2 metreden fazla olan ve uçuş halindeki bir uçağın çarpma olasılığı bulunan pozisyonlarda konumlandırılan seyrüsefer yardımcılarının kırılabilirliğinin doğrulanması hususunda tavsiye edilmektedir. Söz konusu yardımcılar; yaklaşma ışıklandırma kulelerini, rüzgâr yönü göstergelerini, transmissometreleri, ILS yer saptayıcılarını ve süzülme yolu antenlerini ve MLS yaklaşma azimut ve rakım ekipmanını içermektedir. ILS süzülme yolu anteni ve MLS yaklaşma azimut ve rakım ekipmanı, aletin ve destek yapısının boyutundan ve kütlesinden dolayı, özgün bir durum sağlamaktadır. Genel olarak, kırılabilirlik gerekliliklerinin bu ekipmana uygulanması gerekli olmakla birlikte bu gereklilikler, bu tür büyük yapılar için aşırı derecede kısıtlayıcı olabilecektir.

5.1.6. Bu test prosedürleri, temsili yapıların gerçek boyutlu olarak test edilmesine odaklanmaktadır. Bu yapılar, kurulacak hizmet yapısına ilişkin üretim teknikleri ve ekipmanı kullanılarak üretilmelidir. Üretim aletlerine veya prosedürlerine tabi tutulmadan önce test edilmesi gereken yeni ürünler ile ilgili olarak, tasarım yaklaşımının güvenilir olduğunu kanıtlamak için bir ön üretim ünitesi üzerinde başlangıç testi gerçekleştirilebilecektir; ancak tasarımın nihai kalifikasyonu bir üretim kalite ünitesinin üzerinde gerçekleştirilmelidir.

5.2. TEST PROSEDÜRLERİ

Yükseltilmiş pist ve taksi yolu kenar ışıkları

5.2.1. ***Esneme cihazı.*** İmalatçı, esneme cihazının, 4.9.2 sayılı madde kapsamında belirtilen gereklilikleri karşıladığını gösteren test raporlarını temin etmelidir. Tüm testler, nominal yükseklikte, sert bir şekilde sağlamlaştırılmış taban plakasına tam olarak monte edilen ışık ünitesinde gerçekleştirilmelidir.

4.9.2 sayılı madde kapsamında tanımlanan asgari bükülme momenti gerçekleştirilinceye kadar, dakikada 220 N'den daha hızlı olmayacak şekilde lenslerin hemen altındaki bir noktada bulunan gövdeye uygulanmalıdır. Işık ünitesinin, hasarsız/zararsız bir şekilde bu yükü muhafaza ettiğinin tespit edilmesinin ardından, yükleme işlemi, esneme noktasında esneme meydana gelinceye kadar, aynı hızda devam ettirilmelidir. "Pop-out" veya diğer friksiyona uygun cihazlar ile ilgili olarak, bağlantının gevşeyip gevşemediğini kontrol etmek için, söz konusu test, aynı cihaz üzerinde on defa tekrarlanmalıdır. Test, toplam beş adet kırılabilir teçhizat üzerinde tekrarlanmalıdır. Ayrıca, ametal esnek cihazlara yönelik testler de −55°C ve +55°C'de (±15°) gerçekleştirilmelidir. Cihazlardan herhangi birinin, 4.9.2 sayılı madde kapsamında belirtilen gereklilikleri karşılayamaması veya esneme cihazı esneme sağlamadan önce ışık ünitesinin herhangi bir parçasının hasar/zarar görmesi, ret sebebi olmalıdır. Friksiyona uygun cihazlar ile ilgili olarak, imalatçı, söz konusu cihaz, asgari esneme değerinin altında parçalanmadan önce öngörülebilecek "pop-out" sayısı ile ilgili verileri sağlamalıdır.

Taksileme kılavuz işaretleri

5.2.2. Herhangi bir işaret, 4.9.3 b) sayılı madde kapsamında belirtilen rüzgâr yüklerine karşı dayanıklılık gösterirken, kırılabilirlik gerekliliklerini karşılama performansını doğrulamak üzere test edilmelidir.

5.2.3. ***Rüzgâr yükü ve kırılabilirlik testi.*** Test aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmelidir:

a) İşaret, belirtilen rüzgâr yüküne dayanıklılığı bakımından test edilmelidir. Test, işaret taban montajı tarafından tam olarak kurulup monte edildikten sonra gerçekleştirilmelidir. Rüzgâr yükünün, işaret dikey bir yüzeye monte edildikten sonra uygulanması halinde, işaretin ağırlığı, uygulanan toplam ağırlığın bir parçası olarak dahil edilmelidir. Test, açıklama panellerinin tam yük taşımasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Sallanmak üzere tasarlanmış olan yaylı yüzeylerin üzerindeki işaretler, test süresince hareket etmelerini önlemek için kilitlenmelidir/sabitlenmelidir. Açıklama panelinin tüm yüzeyine, on dakikalık bir süreyle, eşit oranda statik yük uygulanmalıdır. İşaret, kırılabilir noktalarda kırılmamalı ve kalıcı bozulmaya maruz kalmamalıdır. 322 km/sa (174 kt)'lik belirli bir rüzgâr yükü için, uygulanan statik yük 6.21 kPa olmalıdır.

b) 5.2.3 a) sayılı madde kapsamında belirtilen testin yerine getirilmesinin ardından, 4.9.5 sayılı madde kapsamında belirtilen azami kütle gerekliliğini karşılayan herhangi bir işaret kırılabilir olarak addedilmelidir. Kütle gerekliliğini karşılamayan herhangi bir işaret, 5.2.3 c) sayılı madde gereğince bir kez daha test edilmelidir.

c) Sonrasında, açıklama paneli üzerindeki statik yük, işaret, kırılabilir noktalardan kırılınca kadar artırılmalıdır. Kırılma, uygulanan statik yük belirlenen değere ulaşmadan önce gerçekleşmelidir. Daha sonra, açıklama paneli ve panel destekleri, hasara/zarara ilişkin kanıt bakımından incelenmelidir. Herhangi bir kırılma veya deformasyon reddetme sebebi olmalıdır. 322 km/sa (174 kt)'lik belirli bir rüzgâr yükü için, kırılma, uygulanan statik yük 8.96 kPa'lık değere ulaşmadan önce gerçekleşmelidir. 5.2.4 Yaylı yüzeylerin üzerindeki işaretler, 5.2.5 sayılı madde kapsamında tanımlanan prosedür gereğince alternatif olarak test edilebilecektir.

5.2.5. ***Yaylı yüzeylerin üzerindeki işaretler.*** Açıklama panelinin korunması ile birlikte, işaret, 5.2.3 sayılı madde gereğince kırılabilirlik bakımından test edilmelidir. Sonrasında, işaretin kilidi açılmalı ve işaret kırılma basıncına (Pbreak - kırılabilir noktaların kırıldığı basınç) tabi tutulmalıdır. Basıncın (Pbreak) sebep olduğu, işaretin sallanma açısı (0), ölçülmelidir. Sonrasında, basınç (Pswing - sallanma basıncı), aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır: Pswing = Pbreak * kosinüs 0. İşaretin yeniden kilitlenmesi ve açıklama panelinin korumasının kaldırılması ile birlikte, açıklama panelinin tüm yüzeyine, bir dakikalık bir süreyle, eşit oranda sallanma basıncı (Pswing) uygulanmalıdır. Daha sonra, açıklama paneli ve panel destekleri, hasara/zarara ilişkin kanıt bakımından incelenmelidir. Herhangi bir kırılma veya deformasyon ret sebebi olmalıdır.

PAPI/APAPI ve T-VASIS/AT-VASIS

5.2.6. ***Rüzgâr yükü.*** Üretici, optik paterni, sertlik testinde izin verilenden daha fazla olacak şekilde kaydırmaksızın, sistemin, azimutta herhangi bir yönden uygulanan, 4.9.9 sayılı madde kapsamında belirtilen rüzgâr yüküne dayanacağını, rüzgâr tüneli testleri veya statik yük yoluyla kanıtlamalıdır.

5.2.7. ***Kırılabilirlik testi.*** Üretici, montaj ayaklarının kırılabilirliğini kanıtlamalıdır. Yaklaşma ışıklandırma kuleleri ve benzer yapılar

5.2.8. ***Kırılabilirlik testi.*** Toplam yüksekliği 1.2 metreden fazla olan ve uçuş halindeki bir uçağın çarpma olasılığı bulunan pozisyonlarda konumlandırılan yaklaşma ışıklandırma kuleleri gibi seyrüsefer yardımcılarının kırılabilirliği, dinamik testler yoluyla doğrulanmalıdır. Testin, yapının fiili olarak etkilenebileceği koşulların, en kötü durum bazında simüle edileceği şekilde gerçekleştirilmesi makbuldür. Bu amaçla, testler, kulenin en üstüne monte edilen yardımcının ağırlığına eşdeğer olan temsili bir kütleye sahip, araç tahrikli bir darbe cihazı kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Şekil 5-1'de, yaklaşma ışıklandırma kulelerinin test edilmesine yönelik genel bir yerleşim/kurulum örneği gösterilmektedir.

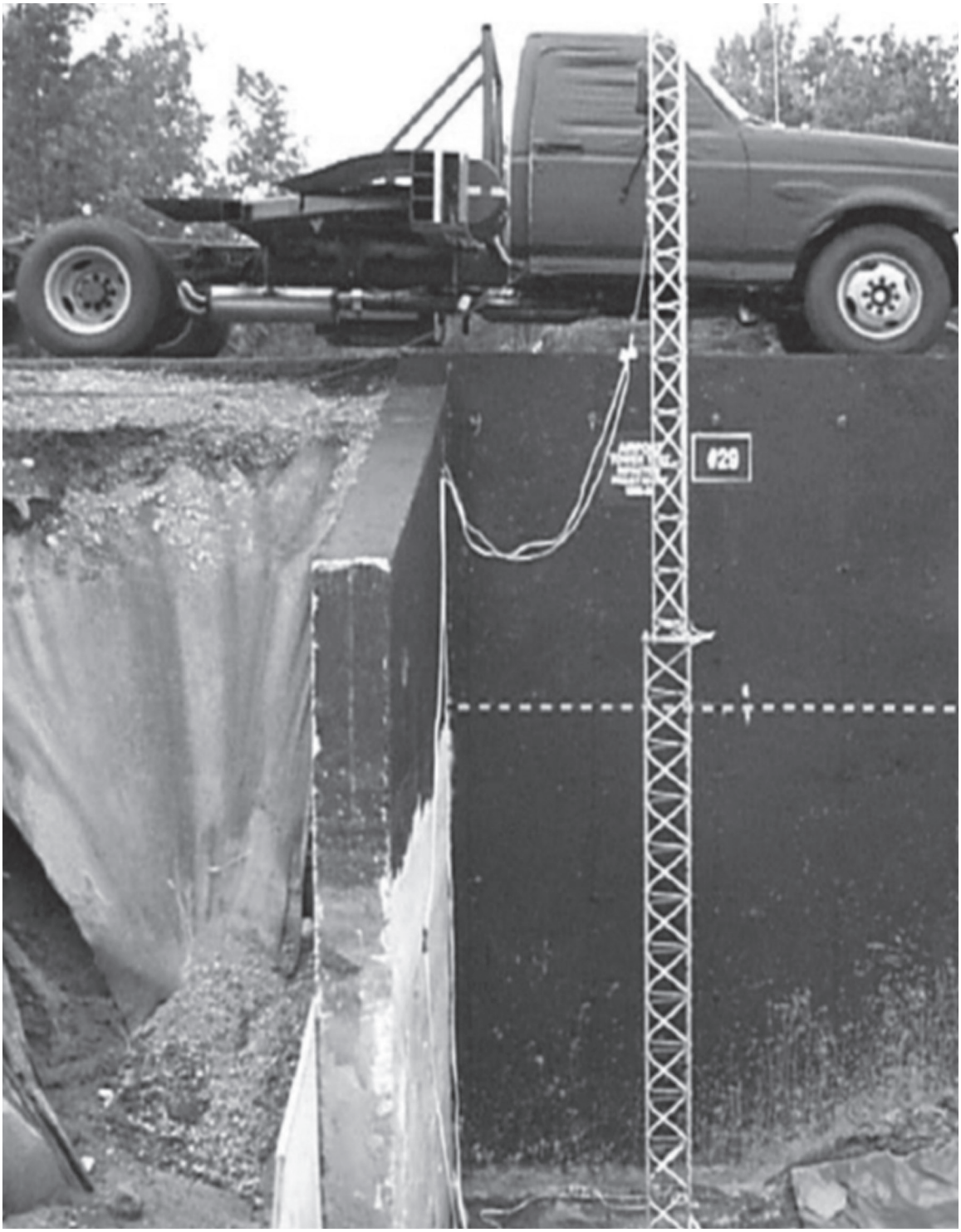
5.2.9. ***Referans darbe cihazı.*** Yaklaşma ışıklandırma kulelerine yönelik olarak çok sayıda darbe testleri gerçekleştirilmiştir. Bu testlere ilişkin raporlar, bu el kitabının sonunda bulunan Referanslar kısmında yer almaktadır. Herhangi bir 3 000 kg'lık uçağın kanadının yapısını, kuvvetini ve sertliğini mümkün olduğu kadar yakın bir şekilde kopyalayan darbe cihazlarının yanı sıra kalın duvarlı çelik borulardan yapılan sert darbe cihazları gibi, farklı tasarımlarda kulelere uygulanan darbeler aracılığıyla, çeşitli türlerdeki darbe cihazı tasarımları araştırılmıştır. Uçuş sırasındaki bir darbeyi temsil eden 140 km/sa (75 kt)'lik yüksek hız testleri, 80 km/sa (43 kt)'lik orta seviyeli hız testleri ve yerde taksileme yapan uçağı temsil eden 50 km/sa (30 kt)'lik düşük seviyeli hız testleri gerçekleştirilmiştir.

5.2.10. Ayrıca, azami darbe kuvveti, temas süresi ve temas süresi boyunca mevcut olan azami enerji değişimi gibi temel kırılabilirlik parametrelerine ilişkin olarak darbe cihazı sertliğinin etkisini belirlemeye yönelik testler de gerçekleştirilmiştir. Sonuçların analizi, herhangi bir sert darbe cihazının, darbe üzerindeki azami kuvvete yönelik ihtiyatlı bir tahmin ve temas süresi boyunca eşdeğer bir enerji ile esnediğini göstermiştir. Ayrıca, temas süresi, tüm darbe cihazı türlerinde ve kule tasarımlarında benzer olup, 100 mili saniyedir. Temel gözlemlerden biri, kulenin, darbe cihazı ile süresiz olarak temas halinde kalmamasıdır. Kulenin kısa bir süre içerisinde ayrılması, uçağın, herhangi bir ikinci darbe olasılığı olmaksızın devam etmesini sağlamaktadır.

5.2.11 Bu analizlerin sonucunda, darbe cihazı tasarımının, "sert", yarı dairesel tüp şeklinde, kulenin 1000 mm veya azami beş katı (hangisi daha büyükse) enkesit boyutlarında olması tavsiye edilmektedir. Borunun dış çapı, yaklaşık olarak 250 mm olmalıdır ve duvar kalınlığı, sert bir gövdeyi temsil edecek kadar yeterli kalınlıkta (en az 25 mm) olmalıdır. Darbe cihazı için kullanılan madde çelik olmalıdır. Yüzey tesviyesi genellikle pürüzsüz olmalı ve herhangi bir kaplama veya yüzey bitirme işlemi gerektirmemelidir.

5.2.12. Gerçek boyutlu, yüksek hızda darbe testi süresince temsili ve ihtiyatlı veriler elde etmek amacıyla, sert bir darbe cihazının kullanılması tavsiye edilmektedir. Sert darbe cihazının üretimi daha az maliyetli olup, söz konusu cihaz, kanat kısmı yapımında kapsamlılık gerektirmemesinin yanı sıra üretim malzemeleri ve/veya yöntemi ile ilgili olarak da hassasiyet gerektirmemektedir. İlaveten, herhangi bir temsili kanat kısmında plastik deformasyonun ve kaplama yırtılmasının gözlemlenmesi muhtemel olmadığından dolayı, sert darbe cihazı, tekrarlanan testlerde herhangi bir değişiklik olmaksızın yeniden kullanılabilecektir.

5.2.13. Darbe sırasında temin edilen arayüzün sert kısım olmasını sağlamak amacıyla, sert darbe cihazının, test aracına sıkı ve sert bir şekilde bağlanması/takılması gerekmektedir. Yük hücreleri, süre geçmişini ve darbe kuvvetini kaydetmek amacıyla, montaj konumuna mümkün olduğu kadar yakın bir şekilde, darbe cihazının ve araç üzerindeki arayüzün arasına yerleştirilmelidir.



Şekil 5-1. *Yaklaşma ışıklandırma kulelerinin araç tahrikli bir darbe cihazı kullanılarak test edilmesine ilişkin genel bir yerleşim/kurulum örneği*

Merkez hattının darbelerinden veya montaj fikstürü üzerindeki kulenin reaksiyon kuvvetlerinden ve momentlerinden dolayı darbe cihazında üretilen her nevi momentlerin kaydedilerek değerlendirilmesini sağlamak üzere yeterli sayıda yük hücresi temin edilmelidir. Temas süresi boyunca mevcut olan enerji, uzaklık bakımından darbe kuvvetinin tamamlanması (entegrasyonu) ile hesaplanmaktadır.

5.2.14. Test prosedürü. Test, 140 km/sa (75 kt) hızda gerçekleştirilmelidir. Darbe cihazı, aracın üzerine, yer seviyesinden yaklaşık 4 metre yukarıdaki veya yapının en üst noktasından 1 metre aşağıdaki (hangisi daha yüksek ise) bir noktadan, yapıya çarpacak şekilde monte edilmelidir. Kulenin en üst kısmına, planlanan yardımcının ağırlığına eşdeğer olan temsili bir kütle monte edilmelidir. Ayrıca, söz konusu yardımcıya ilişkin olarak gerekli olan teller ve kablolar da monte edilerek sağlamlaştırılmalıdır. Kulenin toplam yüksekliği, destek yapısı ve temsili kütle ile birlikte, yer seviyesinden itibaren ölçülmelidir.

5.2.15. Arıza modunu ortaya çıkarmak amacıyla, söz konusu darbe, yüksek hızlı bir kamera veya video ile kaydedilmelidir. Kısa süreli darbeden dolayı, darbe sıklığının ve deformasyonun görsel olarak izlenmesi mümkün değildir. Ayrıca, darbe sonrası deformasyon da darbe sırasındaki deformasyondan oldukça farklıdır.

5.2.16. Darbe hızı, darbe süresince sabit kalmalı ve darbe sırasında hareket eden araçtan tam bir şekilde ve doğrudan kaydedilmelidir.

5.2.17. Darbe testleri süresince, yük hücrelerinden elde edilen verileri doğru bir şekilde kaydetmek üzere, yeterli seviyede kayıt kabiliyeti ve hızı kullanılmalıdır. 2 ila 5 mili saniye içerisinde oluşan azami darbe kuvvetini yakalamak için kayıt hızının en az 10 kHz olması tavsiye edilmektedir.

5.2.18. Kabul/ret kriterleri. Herhangi bir yaklaşma ışıklandırma kulesi, 4.9.19 ila 4.9.23 sayılı maddeler kapsamında belirtilen gereklilikleri karşılaması durumunda "kırılabilir" olarak addedilmelidir.

5.2.19. Ayrıca, kabul ve ret sürecinin belirlenmesinde görsel incelemeye dayalı diğer kriterler de kullanılmalıdır:

a) Uçuş halindeki bir uçağın çarpabileceği kuleler ile ilgili olarak, yalnızca uçağa yönelik olan hasar/zarar miktarını/boyutunu en aza indirmek değil, aynı zamanda, uçuş yörüngesinin önemli derecede engellenmemesi de amaçlanmaktadır. Darbe alan kule, uçağın, başarılı bir iniş gerçekleştirebileceği veya kalkış prosedürünü gerçekleştirmeye devam edebileceği şekilde, uçağın geçişini sağlamalıdır. Kulenin, darbe noktasının yukarısında bulunan kısmı, uçağı tutmamalıdır; alt kısmı ise, uçağın yönünü aşırı şekilde değiştireceğinden temele bağlı kalmalıdır. Parçalanma olması durumunda, uçağın kanadına "çarpan" kuleler, mutlaka bir tehlike teşkil etmemekte olup, alt kısımları, temelden ayrılmakta ve uçak tarafından taşınmaktadır. Kulenin darbeye müdahalesi, yalnızca yapıdan değil, aynı zamanda tesisatın parçalarını oluşturan komponentlerden de etkilenmektedir. Kablolama ile ilgili olarak, tasarımcı, parçalanmayı engellemeyen ayrılma noktalarının olmasını sağlamalıdır.

b) Darbenin ardından, kule birkaç komponente ayrılabilecektir. Bu komponentlerin kütleleri ve serbest kalma şekilleri, uçağa yönelik ikincil bir tehlike (örneğin; ön camdan, gövdeden, kuyruk yüzeylerinden içeri girme) arz etmemelidir.

c) Yerde bulunan uçak tarafından darbe alabilecek olan yapılar ile ilgili olarak, uçuş halindeki uçağın çarptığı cisimlere yönelik hasardan/zarardan daha fazla hasar/zarar kabul edilebilecektir. Uçak yerde olmaya devam ettiğinden dolayı, öncelikli amaç, herhangi bir yaralanmayı veya can kaybını önlemektir.

Rüzgâr yönü göstergeleri/transmissometreler/

ileri saçılma ölçerler

5.2.20. Rüzgâr yönü göstergelerine, transmissometrelere ve ileri saçılma ölçerlere yönelik destek yapıları, yaklaşma ışıklandırma kulelerine yönelik prosedürler gereğince, kırılabilirlik bakımından test edilmelidir.

ILS/MLS yapıları

5.2.21. ILS/MLS yapılarının kırılabilirliğine yönelik tasarım kriterlerini ve test prosedürlerini belirlemek üzere, şimdiye kadar, herhangi bir gerçek boyutlu test gerçekleştirilmemiştir. Ancak, gelecekteki 10 ila 15 yıl içerisinde, çok sayıda yeni ILS tesisatının yanı sıra sınırlı sayıda MLS tesisatının (bilhassa, batı Avrupa'da) temin edilmesi planlanmaktadır. Pisti aşma/piste erken temas alanlarında konumlandırılmalarından dolayı, ILS yer saptayıcı ve MLS azimut anteni, merkez hattından belirli bir uzaklıktaki (normal olarak 120 metre) pist şeridi üzerinde konumlandırılan ILS süzülme yolu antenine ve MLS rakım antenine kıyasla, uçak operasyonlarına yönelik olarak daha fazla tehlike arz etmektedir. Minimal üst kütleye sahip hafif kule yapılarına ilişkin olarak, sert darbe cihazı kullanılarak gerçek boyutlu, yüksek hızda test gerçekleştirme gerekliliği geliştirilmiştir; ancak, söz konusu gereklilik, farklı türdeki yapılara veya daha ağır üst kütleye sahip olan kulelere uygulanamamaktadır. Dolayısıyla, söz konusu yapıların kırılabilirliğinin değerlendirilmesine ilişkin olarak gerçekleştirilen gerçek boyutlu teste yönelik bir alternatif gerekmektedir.

5.2.22. Yukarıdaki hususlara bakılmaksızın, herhangi bir 3 000 kg'lık uçak ile ilişkili tasarım kriterlerinin, ILS yer saptayıcıya uygulanmasına devam edilmelidir. 4.9.31 sayılı madde kapsamında belirtildiği üzere, mevcut tasarımlar, söz konusu tesisatlara ilişkin hafif yapıların uygulanabileceğini kanıtlamaktadır. Ayrıca, modüler tasarımın kullanılması, dolayısıyla, toplam kütlenin sınırlandırılması olasılığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Kütle sınırlandırmasına yönelik enerji varsayımlarının doğrulanması ve değerlerin geliştirilmesi, özel çalışma gerektirmektedir.

5.2.23. Gelecekte, ILS/MLS tesisatlarına ve desteklerine yönelik gerçek boyutlu testlerin gerçekleştirilmesi öngörülmemektedir. Bu yüzden, bilgisayar modelleri daha da geliştirilinceye kadar, söz konusu tesisatlara yönelik doğrulama prosedürleri ve kabul kriterleri belirlenebilecektir. Sonuç olarak, kırılabilir ekipman tasarımının elverişli olmadığı veya öngörülen gereklilikler doğrultusunda operasyonel performans bakımından tehlike arz ettiği durumlarda, ilgili ekipmanın konumu değiştirilmelidir veya ekipman, uçaklara yönelik olarak herhangi bir tehlike teşkil etmeyecek şekilde konumlandırılmalıdır. Genel olarak, yer değiştirmenin/yeniden konumlandırmanın mümkün olmadığı durumlarda, tesisatlar, mümkün olduğu kadar hafif olmalıdır. Bilhassa, hava seyrüsefer için gerekli olan herhangi bir kırılabilir ekipman veya tesisat hariç olmak üzere, tüm ekipman ve tesisatlardan arındırılmış olması gereken sahalardaki manialarının sayısını ve/veya kütlesini sınırlandırmak amacıyla, komponentlerin düzenlenmesi olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır.

5.3. ÜRETİCİLER VE TEST KURULUŞLARI TARAFINDAN GERÇEKLEŞTİRİLEN TESTLER

5.3.1. Bu bölümde açıklanan gerçek boyutlu testlerden bazıları karmaşık olup, yerleşim ve kurulum bakımından önemli bir yatırım gerektirmektedir. Ancak, bu testlerin, ürünlerinin tasarım testlerinden sorumlu olan üreticiler tarafından gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

5.3.2. Yaklaşma ışıklandırma kulelerine ilişkin olarak, 5.2.8 ila 5.2.17 sayılı maddeler kapsamında açıklanan gerçek boyutlu testler, onaylanmış bağımsız test kuruluşlarının kapasitesi dahilindedir.

BÖLÜM 6

KIRILABİLİRLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK SAYISAL SİMÜLASYON YÖNTEMLERİ

BÖLÜM 6

KIRILABİLİRLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK SAYISAL SİMÜLASYON YÖNTEMLERİ

6.1. GENEL

6.1.1. Kırılabilirliğe yönelik olarak basitleştirilmiş saha testlerinin ifa maliyeti ve karmaşıklığı yüksek olup, söz konusu testlerin ifası zaman almaktadır. Ayrıca, seyrüsefer yardımcı yapılarına ve uçaklara yönelik olarak sayısız tasarım bulunduğundan dolayı, hız, yön, irtifa vb. kombinasyonların tamamının test edilmesi mümkün değildir. Sonuç olarak, gelecekte meydana gelebilecek olan tüm sorunlara, değişikliklere ve gelişmelere yönelik olarak kullanılabilecek olan bir onaylama tekniğinin elde edilmesi tercih edilmektedir. Bu yüzden, havalimanında bulunan yapıların kırılabilirliğinin değerlendirilmesine yönelik olarak alternatif yöntemler kullanılabilecektir.

6.1.2. Modern bilgisayarlı hesaplama kabiliyeti ve gücü sayesinde, herhangi bir yapının vereceği tepkiyi kayda değer bir doğruluk payı ile tahmin edebilen yazılımların kullanılması aracılığıyla, yapısal tasarım ve analiz süreçleri gelişmiştir. Bu yaklaşımlar, genellikle, sonlu eleman veya sonlu fark yaklaşımları olarak kategorize edilmektedir. Ayrıca, bu bilgisayar programları, herhangi bir darbe durumu süresince geçici veri analizleri sağlamanın yanı sıra oldukça karılık ve ayrıntılı yapıların detaylı bir şekilde analiz edilmesini sağlamak üzere geliştirilmiştir. Son zamanlarda çok sayıda önemli bilgisayar programları geliştirilmiş olup, söz konusu programlar mükemmel sonuçlar vermiştir. Bu yaklaşımlara olan güven, büyük nakliye uçakları da dahil olmak üzere önemli tasarım çalışmaları ve otomotiv taşıtlar, halihazırda, artan bir tasarım doğrulaması analizine dayandırılana kadar gelişmeye devam etmektedir. Ne yazık ki, yapısal analize ilişkin her bir yazılım programı, diğerlerinin zararına performanslarında vurgulanan özgün özelliklere sahiptir. Ayrıca, genel olarak, söz konusu analitik modellerin, temsili saha testleri dizisi aracılığıyla doğrulanmaya devam etmesi gerektiği kabul edilmektedir.

6.2. ANALİZLER

6.2.1. Havalimanı yapılarının kırılabilirliğinin doğrulanmasına yardımcı olmak üzere halihazırda bilgisayarlı analizler geliştirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, gerçek boyutlu darbe testi verilerine yönelik olarak tahmin edilen sonuçların karşılaştırılması yoluyla, doğru bir şekilde, tipik bir havalimanı yapısı modeli oluşturma kabiliyeti geliştirmek ve bu kabiliyeti kanıtlamaktır. Bu modeller, doğrulanmalarının ardından, yapının performansını değerlendirmek üzere darbenin diğer konfigürasyonlarını ve parametrelerini araştırmak için kullanılabilecektir. Ayrıca, bu modeller, yapıların tutumlarının ve performanslarının tahmin edilmesini sağlamak amacıyla, yeni veya değişken koşullara yönelik test verilerine ilişkin ara değerlendirme gerçekleştirmek ve kısa bir aralık üzerinden dış değerlendirme gerçekleştirmek üzere kullanılabilecektir. Nihai amaç, analiz aracılığıyla, yeni ve farklı durum modelleri oluşturma kabiliyeti ve güveni geliştirebilmektir. Ancak, ara değerlendirmenin ve küçük bir dış değerlendirmenin öncelikli amacının uygulanabilir olmasına rağmen, bu amacın, yakın gelecekte uygulanabilir hale gelmesi muhtemel değildir.

6.2.2. ***Ayrıntılı modelleme.*** Darbenin analitik modellenmesine yönelik yaklaşımlardan biri, başarılı, piyasada satılan sonlu eleman analiz (FEA) programlarının kullanılmasıdır. Bu programlar, model üretimini ve veri analizini kolaylaştırmak üzere, ön işlemciler ve son işlemciler gibi spesifik özellikler ile birlikte ticari olarak satılmakta ve dağıtılmaktadır. Modeli oluşturan elamanların öngörülen "parçalanması"nın ardından analizi devam ettirme kabiliyetlerinden dolayı, darbe analizlerinde ve büyük deformasyonlarda açık ve doğrusal olmayan FEA programları kullanılmaktadır. Söz konusu modeller, genellikle farklı şekillere, serbestlik derecelerine ve karmaşıklığa sahip olan pek çok standart eleman içermektedir.

Gerçek durumların modellenmesini sağlayan özelliklerden bazıları; doğrusal olmayan madde özellikleri, geçici dinamik analiz, temas elemanları ve süreksiz elemanlardır. Ayrıca, bu programlar, temas arayüzünde ve yapının modelinin içerisinde meydana gelen karmaşık etkileşimin modellenmesini sağlamaktadır. Şekil 6-1'de, yaklaşma ışıklandırma kulelerine yönelik üç boyutlu FEA modellerine ilişkin örnekler gösterilmektedir.

6.2.3. Ara modelleme. FEA; ayrıntılı bir tasarım ve tasarım koşulları oryantasyonu, yerel etkileşim tutumu, tasarım doğruluğu ve spesifik komponent uygulaması sunmaktadır. Analitik modellemeye ilişkin başka bir yaklaşım ise, ön tasarım, küresel analiz ve parametrik karşılaştırmalı keşifler ile daha yakından ilişkili olan pratik, maliyet etkin bir analiz tekniği sunan ara veya hibrit modellemedir. Bu yaklaşım, ideal olarak, yapıların kırılabilirliğinin geliştirilmesi ile ilgili olarak potansiyel tasarım konseptlerinin ve genel tutumun değerlendirilmesine yönelik bir araç olarak kullanılmak üzere uygundur. Hibrit program, yapısal parametrelerin dahili olarak hesaplanması ile birlikte, mevcut test verilerinin veya diğer verilerin girdi olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, söz konusu hibrit program, FEA modeli verileri ile koordinasyon bakımından da uyumludur. Mevcut hibrit programların seçimi, FEA programlarına kıyasla daha sınırlıdır.

6.3. SONLU ELEMAN ANALİZİ (FEA) YAKLAŞIMI

6.3.1. FEA'yı kullanan ayrıntılı sayısal modelleme, 140 km/sa (75 kt)'lik, 80 km/sa (43 kt)'lik ve 50 km/sa (27 kt)'lik hızlarda gerçekleştirilen yüksek hızlı ve gerçek boyutlu darbe testlerinin sonuçlarına ilişkin bir simülasyon içermiştir. Bu testlerde kullanılan yapıların geometrik, mekanik ve malzeme parametrelerine ilişkin bilgiler model yapımında yer almıştır. Gerilimölçerlerden ve yük hücrelerinden elde edilen deneysel sonuçlardan yararlanılmış olup, söz konusu sonuçlar, sayısal olarak tahmin edilen kuvvet, gerilim ve zaman/süre değerleri ile karşılaştırılmıştır. İlaveten, defleksiyon modları ve sonuçlarını karşılaştırmak için yüksek hızda bir darbe deformasyonu videosu kullanılmıştır.

6.3.2. Kuleyi temsil etmek üzere, her bir düğümde, her biri altı derecelik serbestliğe sahip yaklaşık 2 000 demet elemanından, alüminyum özelliklerine sahip elastik ve plastik malzemeden oluşan bir model inşa edilmiştir. Bu serbestlik dereceleri, düğüm ile üç çevirme ve üç döndürme içermektedir. Kule, çelik malzemeli 600 sert elemandan oluşan sert bir model kullanılarak darbeye tabi tutulmuştur. Parçalanma kısımları arasındaki etkileşim işlemi, temas elemanları kullanılarak gerçekleştirmiştir. Ayrıca, arayüzdeki darbe kuvvetlerini izlemek için de temas kuvveti transdüseri tanımlanmıştır. Şekil 6-1 b)'de söz konusu modelin bir temsili gösterilmektedir.

6.3.3. Modellenen darbelerin sonuçları, gerçek boyutlu ve yüksek hızlı testlerin sonuçları ile karşılaştırıldığında oldukça olumludur. FEA simülasyonunda, analitik modelin deformasyonu, darbe sırasında gerçek boyutlu bir kulenin deformasyonu ile karşılaştırılmıştır (bkz. Şekil 6-2 ve Şekil 6-3). Simülasyondaki deformasyonun modunun ve büyüklüğünün yanı sıra süresinin de test verilerine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kulenin arıza modları da analitik olarak tahmin edilmektedir.

6.3.4. Tahmin edilen darbe kuvveti de testlerde ölçülen darbe kuvveti ile karşılaştırıldığında oldukça iyidir. Şekil 6-2'de ve Şekil 6-3'de, test verileri örnekleri ile karşılaştırılan, simülasyondaki kuvvete ilişkin olarak tahmin edilen veri örnekleri gösterilmektedir.

6.3.5. Simülasyon çalışması sonucunda, açık bir FEA programı ile birlikte onaylanmış bir model kullanan geçici dinamik analizinin, elemanların parçalanması ve ayrılması da dahil olmak üzere, darbe sürecinin ayrıntılarını tam olarak tahmin edebildiği tespit edilmiştir.

6.4. HİBRİT YAKLAŞIMI

6.4.1. Hibrit yaklaşımını kullanan sayısal ara modelleme, potansiyel tasarım konseptlerini ve genel tutumu değerlendirmek ve yapıların kırılabilirliğini geliştirmek üzere öncelikli tasarım aracı olarak kullanılabilecektir.

Bu yaklaşım, yapının geniş/büyük bölgelerinin modelini oluşturmakta ve girdi olarak, FEA gibi mevcut test verilerini veya analitik verileri kullanmaktadır. Hibrit analizi, ideal olarak, detaylı tasarım verilerinin bulunmadığı ön analiz için uygun olup, hızlı hesaplama süreleri doğrultusunda parametre varyasyonu ve trend çalışmaları tasarlamak üzere oldukça uygundur.

6.4.2. FEA modelinin aksine, hibrit yaklaşımında, yalnızca sınırlı sayıda eleman gerekmektedir. Örgü/kafes yaklaşma ışık direklerinin sayısal analizinde kullanılan modeller, genellikle, yaklaşık olarak 100 demet elemanından oluşmaktadır. Demetlerin mekanik ve arıza özellikleri, komponent testleri ile belirlenmektedir.

6.4.3. FEA durumunda olduğu gibi, hibrit analizi modelinden elde edilen sonuçlar, gerçek boyutlu testlerden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında oldukça uygundur. Şekil 6-6'da, darbe olayı sırasında, hibrit analiz modeli ile tahmin edilen genel deformasyon modu gösterilmektedir.

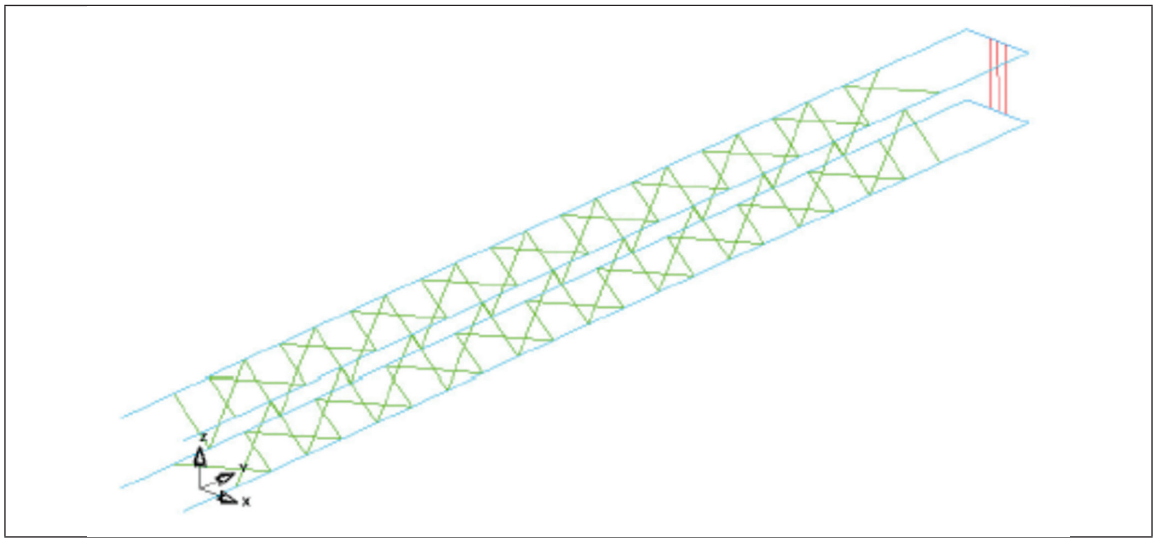
6.4.4. Ayrıca, genel deformasyon modunun yanı sıra darbe olayı sırasındaki azami temas kuvveti ve emilen enerji de Şekil 6-7'de ve Şekil 6-8'de gösterildiği üzere, kabul edilebilir limitlere yaklaşmıştır.

6.4.5. Hibrit analiz gerçekleştirmek için gereken süre, genel olarak birkaç dakikadır.

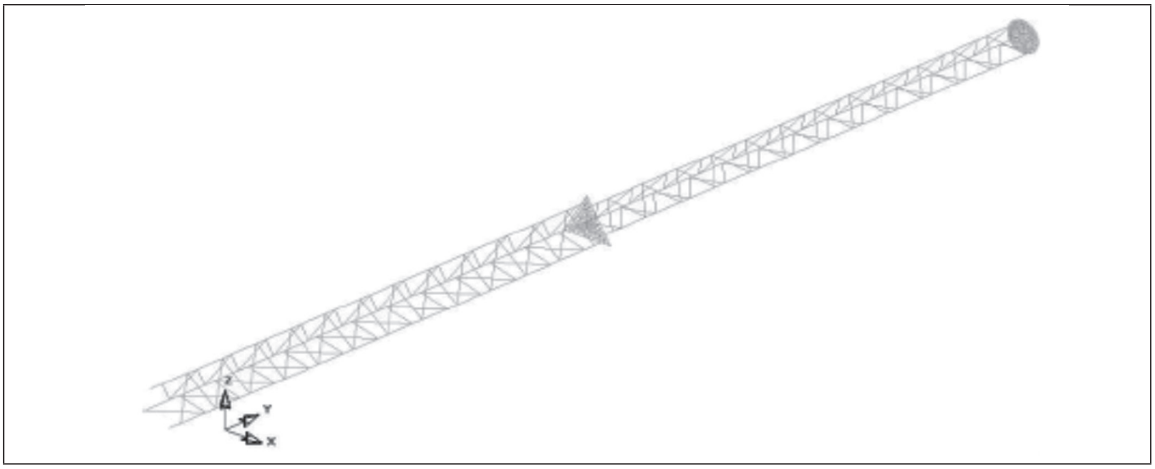
6.5. BİLGİSAYARLI ANALİZ İLE DOĞRULAMA

6.5.1. Bilgisayarlı analizde çalışmanın amacı, uygun bir şekilde darbe modeli oluşturma kabiliyeti geliştirip, söz konusu kabiliyeti kanıtlamak ve böylece, sonuçları, kısa süre içerisinde ve düşük maliyetlerde tahmin etmektir. 6.4.3, sayılı madde kapsamında belirtildiği üzere, bu yaklaşımın, ilave bilgiler sağlayarak test sonuçlarını destekleyeceği öngörülmektedir. Bu da montaj, yükseklik ve alete yönelik değişiklikler gibi konum farklılıklarına sahip yapıların değerlendirilebilmesi hususunda önemli bir gelişme sağlayacaktır. Bu tür bir yaklaşım, havalimanı yapılarının kırılabilirliğinin doğrulanmasına yardımcı olacaktır.

6.5.2. Genel olarak, herhangi bir yapının yapısal dinamik geçici performansına yönelik model oluşturma ve söz konusu performansı simüle etme ve tahmin etme kabiliyeti, karmaşık ancak piyasada satılan yazılım paketleri ve nitelikli modelleme kabiliyeti gerektirmektedir. Ancak, analiz ile doğrulamanın onaylanması ve uygulanması, bu kabiliyetin, dünya genelindeki pek çok durumda ve konumda kullanışlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu analizlerin gerçekleştirilebilmesi, yapısal darbenin bu alanında teknik kabiliyete ve tecrübeye sahip, belirlenen bağımsız test kuruluşları aracılığıyla mümkündür.

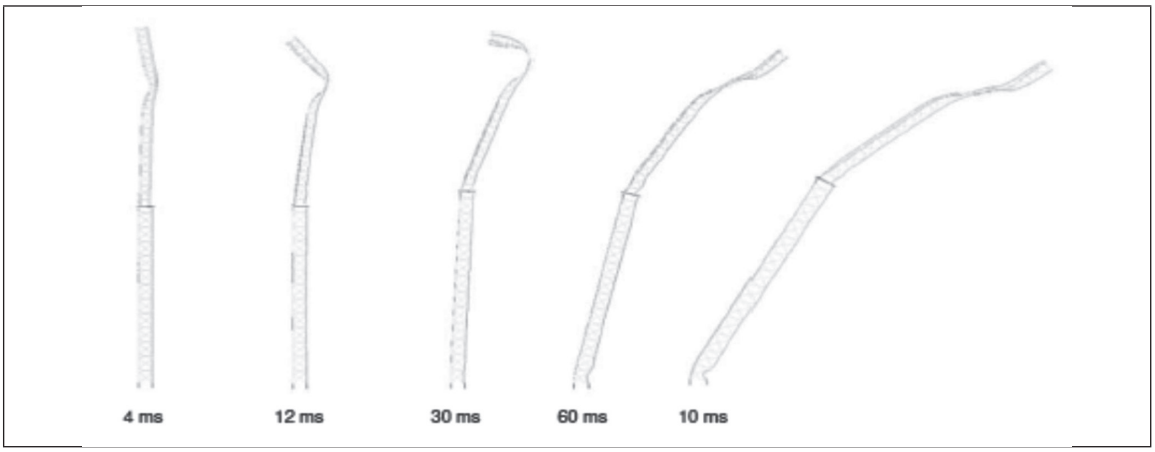


a) Yaklaşma ışıklandırma kulesi – fiberglas örgü/kafes yapı

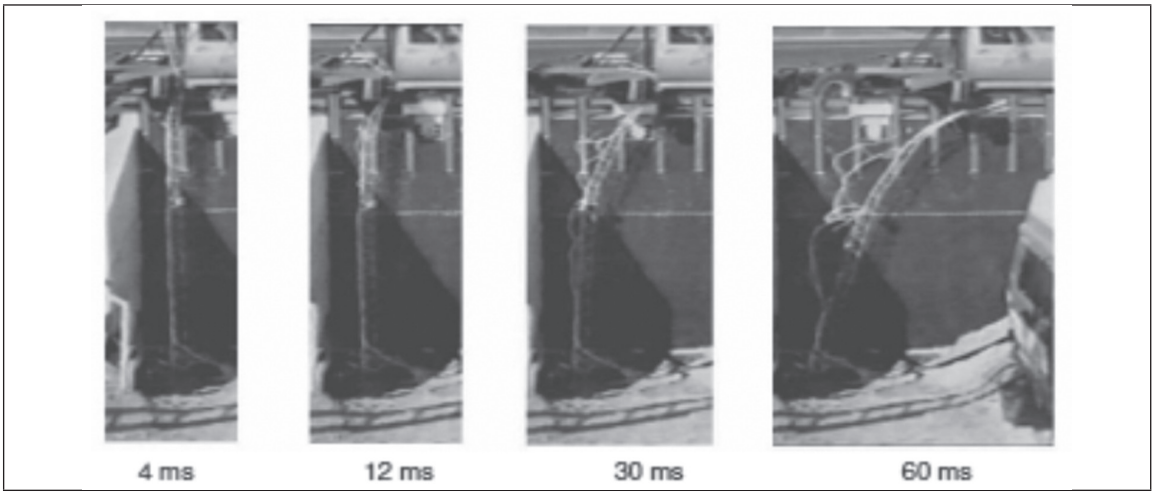


b) Yaklaşma ışıklandırma kulesi — alüminyum örgü/kafes yapı

Şekil 6-1. *Yaklaşma ışıklandırma kuleleri modellerinin üç boyutlu sonlu eleman analizi (FEA) örnekleri*

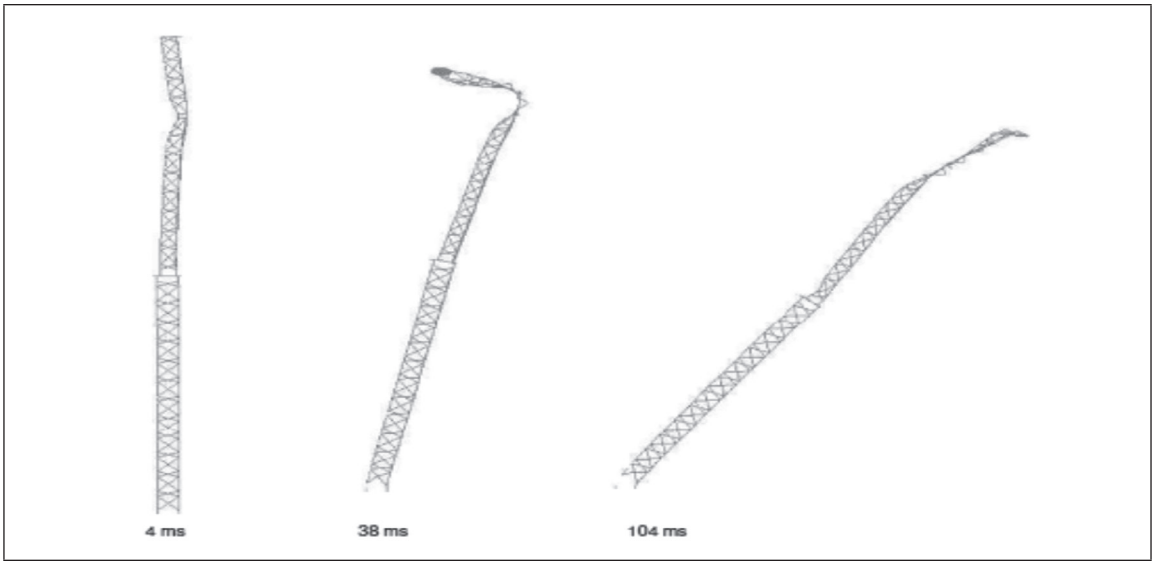


FEA simülasyonu

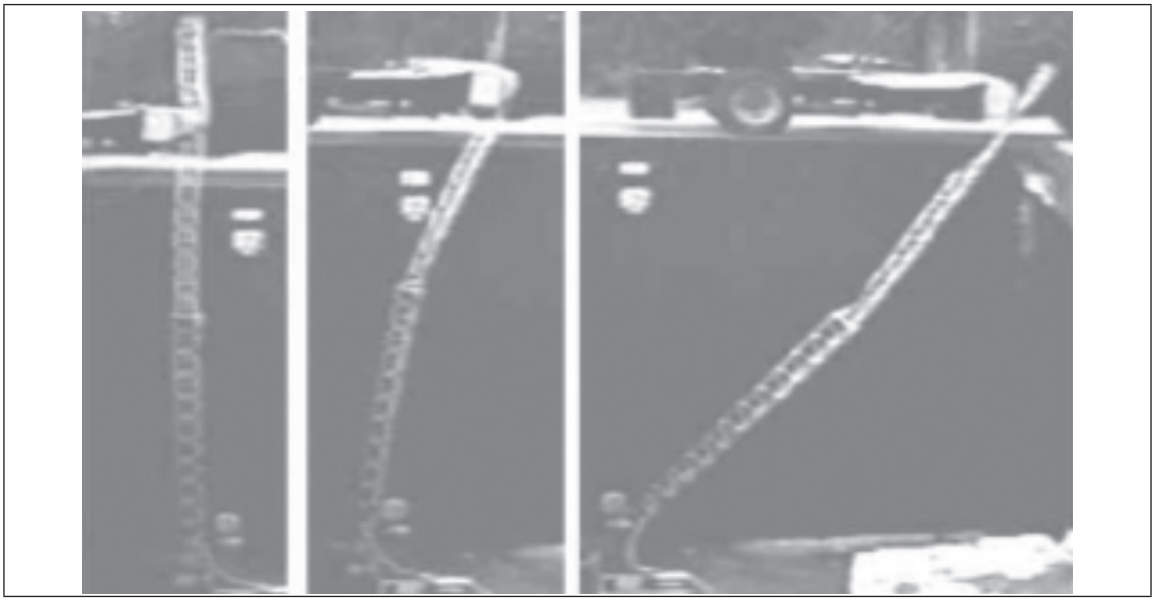


Gerçek boyutlu test

Şekil 6-2. *Sonlu eleman analizi (FEA) simülasyonundan ve gerçek boyutlu testten elde edilen darbe olayları — darbe hızı 140 km/sa; yan taraf üzerindeki darbe; sert darbe cihazı*

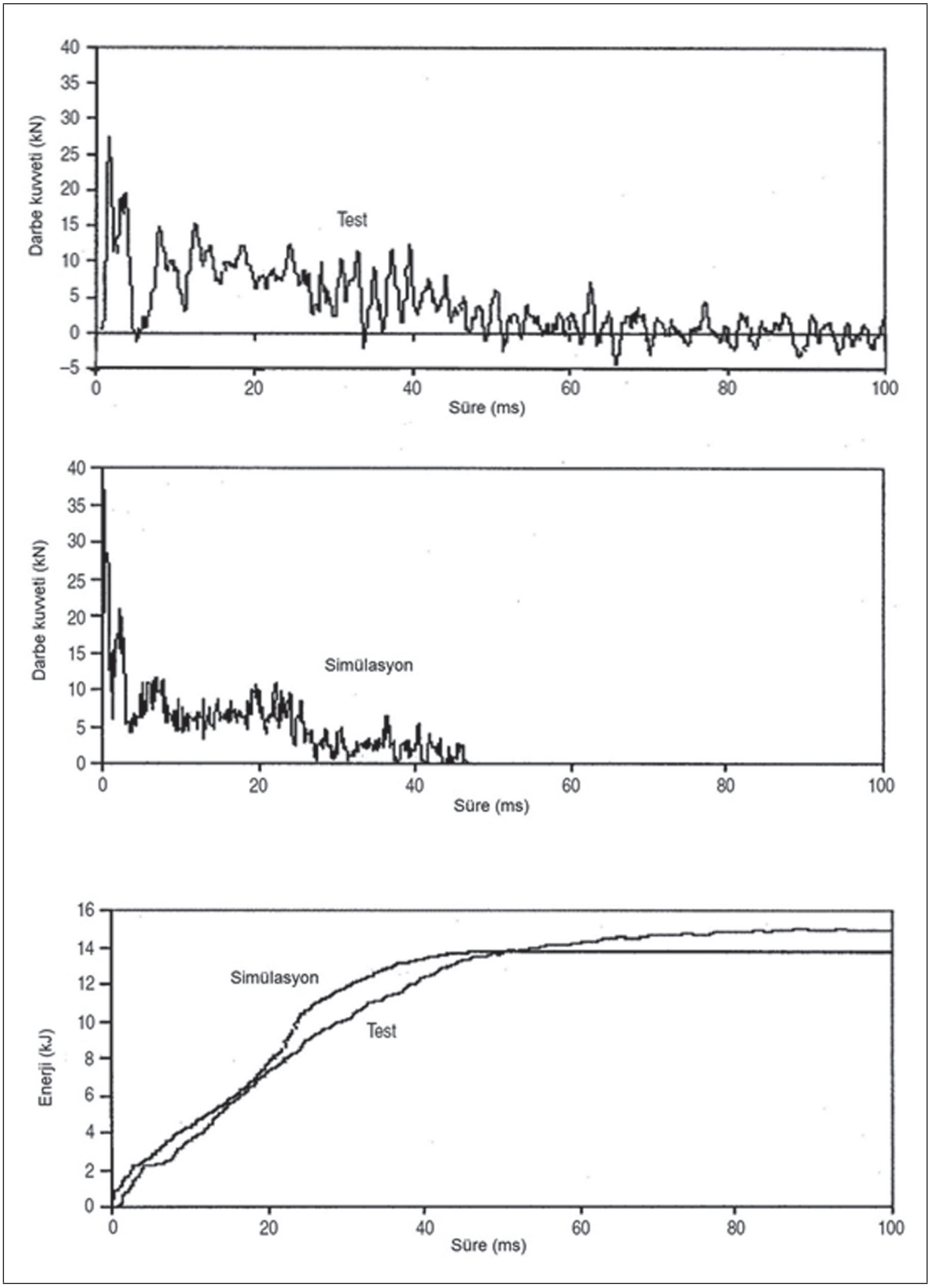


FEA simülasyonu

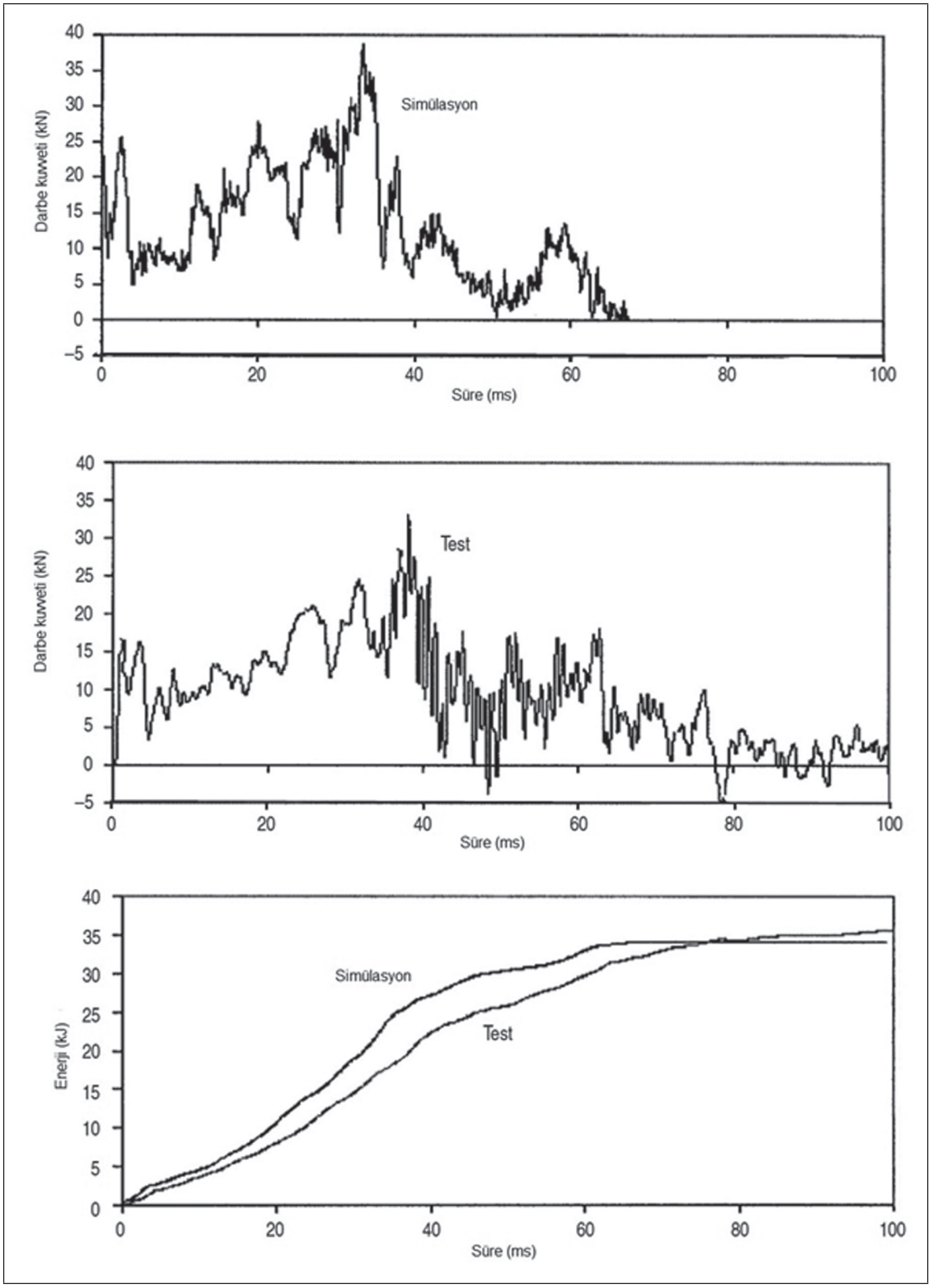


Gerçek boyutlu test

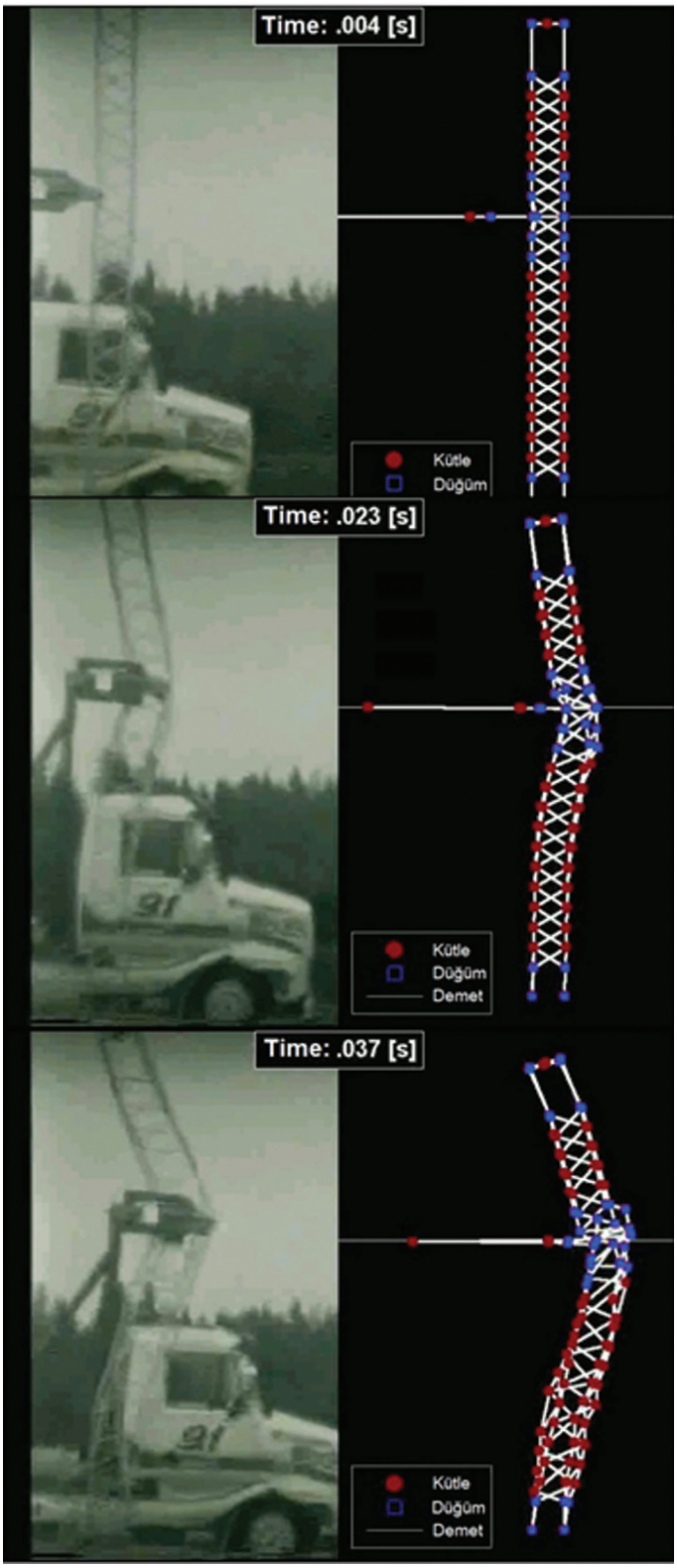
Şekil 6-3. *Sonlu eleman analizi (FEA) simülasyonundan ve gerçek boyutlu testten elde edilen darbe olayları — darbe hızı 140 km/sa; apeks üzerindeki darbe; üst kütle 5.44 kg; sert darbe cihazı*



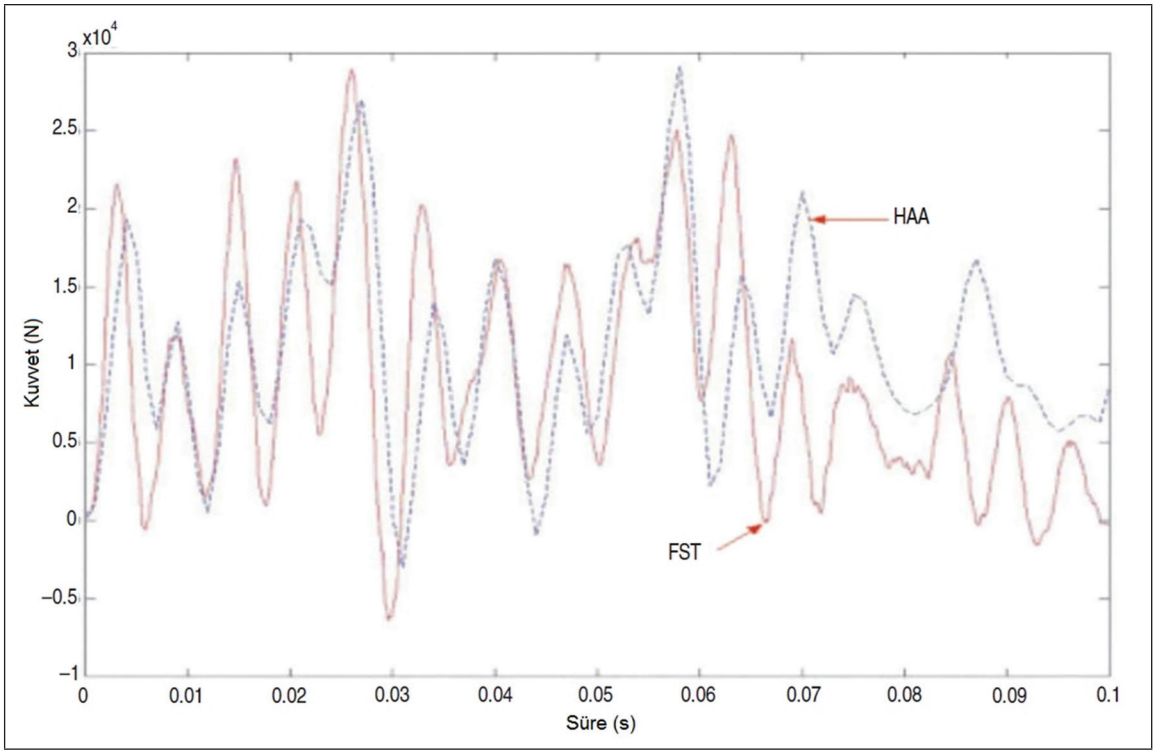
Şekil 6-4. *Darbe kuvveti ve enerjisi – darbe hızı 140 km/sa; yan taraf üzerindeki darbe; sert darbe cihazı*



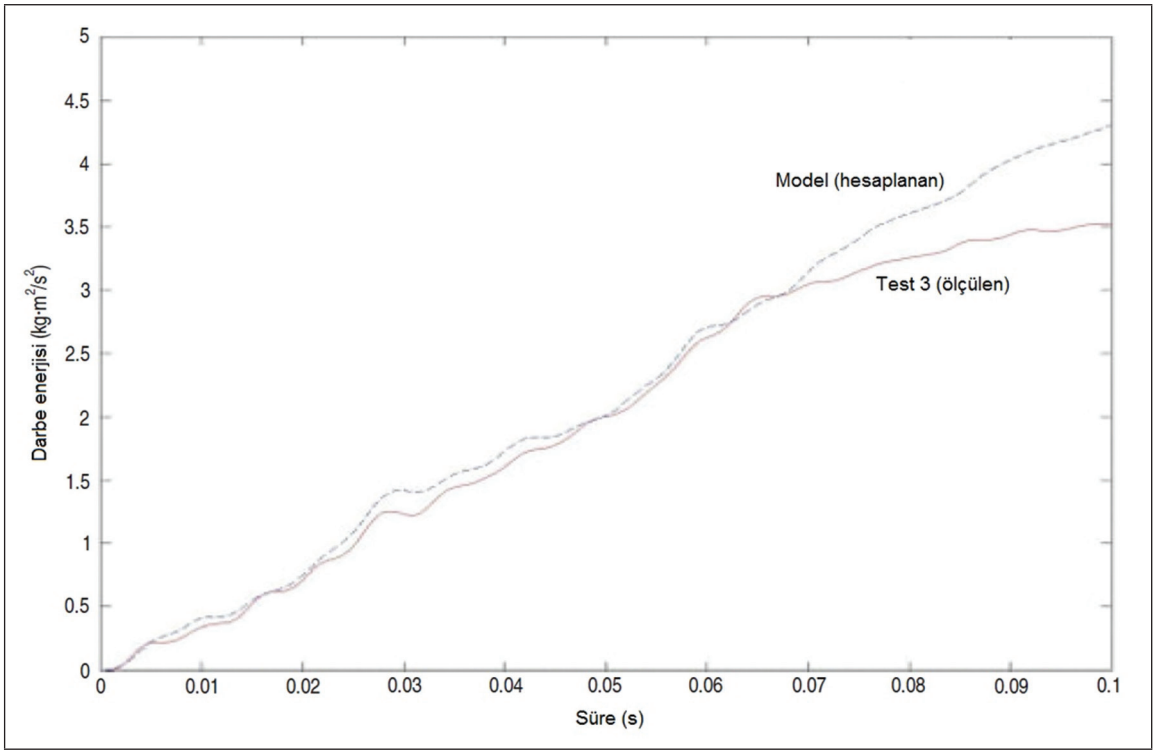
Şekil 6-5. *Darbe kuvveti ve enerjisi – darbe hızı 140 km/sa; apeks üzerindeki darbe; üst kütle 5.44 kg; sert darbe cihazı*



Şekil 6-6. *Fiili deformasyon ve hibrit analiz sonucunda meydana gelen deformasyon arasındaki karşılaştırma*



Şekil 6-7. *Gerçek boyutlu testlerden (FST) elde edilen sonuçlar ve hibrit analiz yaklaşımı kullanılarak hesaplanan darbe kuvvetlerinin karşılaştırması*



Şekil 6-8. *Gerçek boyutlu testlerden (FST) elde edilen sonuçlar ve hibrit analiz yaklaşımı kullanılarak hesaplanan darbe enerjisinin karşılaştırması*

BÖLÜM 7

KURULUM, DENETİM VE BAKIM

BÖLÜM 7

KURULUM, DENETİM VE BAKIM

7.1. GENEL

7.1.1. Görsel ve görsel olmayan seyrüsefer yardımcılarının başlıca amacı, uçağın emniyetli bir operasyon gerçekleştirmesine yardımcı olmaktır. Dolayısıyla, bakımın en yüksek standartlarda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

7.1.2. Seyrüsefer yardımcıları sistemi kurulduktan sonra, söz konusu sistemin kullanışlı olup olmayacağı, sistemin hizmete elverişlilik durumuna bağlıdır; hizmete elverişlilik durumu da gerçekleştirilen bakım çalışmasının etkinliğine bağlıdır. Tesisatların, kırılabilirlik gerekliliklerı de dahil olmak üzere, belirtilen gerekliliklere uygun olmasını sağlamak amacıyla, görsel ve görsel olmayan yardımcılar ve desteklerinin bakımı için kapsamlı ve rutin bir bakım sisteminin tesis edilmesi gerekmektedir.

7.2. KURULUM

7.2.1. Kırılabilir yapılar, donanım tedarikçisinin tavsiyeleri doğrultusunda kurulmalıdır. Bu da yapıya, her nevi kablolara ve konektörlere ve de yapının sabitleneceği tabana atıfta bulunmaktadır.

7.2.2. Yapının kendisinin tırmanma kafesi olarak kullanılması veya sabit bir merdivenin ilave edilmesi sonucunda kötü hale getirilmesi halinde, kırılabilir yapı gereklilikleri karşılayamaz hale gelecektir. Yapının tamamı, ilgili konuma kolaylıkla taşınabilecek ve sonrasında yükseltilip alçaltılabilecek bir ekipman aracılığıyla veya yapının yer seviyesine alçaltılması suretiyle bakıma tabi tutulmalıdır.

7.2.3. Her nevi hassas görsel veya görsel olmayan seyrüsefer yardımcısı için sert tabanlar gerekmektedir. Dolayısıyla, taban, azami stabilite sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Seyrüsefer yardımcıları, genellikle, tesisatı aşan bir uçağa yönelik olarak herhangi bir mania teşkil etmemesi gereken beton bir taban üzerinde yükselmektedir. Bu amaç, uçakların taban üzerinde rahat bir şekilde hareket etmelerini sağlayacak şekilde, tabanın, yer seviyesinin altına indirilmesi (bastırılması) veya yan taraflarının eğilmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir. Tabanın yer seviyesinin altına indirildiği (bastırıldığı) durumlarda, taban üzerindeki boşluk, uygun malzeme ile yeniden doldurulmalıdır. Seyrüsefer yardımcılarının ve desteklerinin kırılabilir şekilde inşası ile birlikte, bu husus, herhangi bir uçağın, ilgili yardımcıyı aşarak geçmesi halinde, söz konusu uçağın herhangi bir önemli hasar/zarara uğramasını önlemektedir.

7.3. DENETİM VE BAKIM

7.3.1. Herhangi bir denetim programı, kırılabilir bir cihazın devamlı olarak çalışmasını sağlamak amacıyla, donanım tedarikçisinin tavsiyeleri ve/veya gereklilikleri doğrultusunda uygulanmalıdır. Denetim süreci, havaalanı emniyet yönetiminin bir parçasını teşkil etmeli ve tüm donanım ve ilişkili yapıların en yüksek emniyet standartları doğrultusunda denetim edilmesini ve bakıma tabi tutulmasını sağlamalıdır. Ayrıca, havaalanı işleticisinin ve ATS sağlayıcısının, tüm kolaylıkların mevcut durumunun tam olarak farkında olmasını sağlamalıdır. İlaveten, resmi bir denetim sürecinden yararlanmak suretiyle, aşağıdaki amaçları yerine getirilmektedir:

a) Annex 14 kapsamında belirtilen Standartlar ve Tavsiye Edilen Uygulamalara ve Ulusal Sivil Havacılık Otoritesinin sertifikasyon gerekliliklerine uygunluğun sağlanması;

b) havaalanındaki uçağın ve personelin emniyetini etkileyebilecek olan her nevi arızaların, hizmete elverişli olmayan durumların veya maniaların, uygun bir şekilde yayınlanmasının ve planlı tashih başlatılmasının sağlanması;

c) havaalanı emniyet yönetim sistemine uygunluğun sağlanması ve

d) herhangi bir kaza veya olay meydana gelmesi durumunda, kayıtlı bir denetim izi/geçmişi sağlanması.

7.3.2. Kırılabilir olması gereken tüm havaalanı yapıları ve kolaylıkları, aşağıda belirtildiği üzere, üç seviyeli süreçten oluşabilecek olan genel havaalanı denetim süreci kapsamında denetlenmelidir.

a) ***1. Seviye.*** Havaalanının tamamını kapsayan günlük rutin denetimlerdir. Bu seviye, bilhassa, tüm manevra alanı kolaylıklarının genel durumuna yönelik bir inceleme gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır. Asgari olarak günde dört kez veya havaalanı işletim saatleri süresince dört kez şeklinde gerçekleştirilen bu denetimlerde, kırılabilir hale getirilenler de dahil olmak üzere, tüm kolaylıklara yönelik önemli arızalar, önemli hizasızlıklar ve hizmete elverişli olmayan durumlar kontrol edilmelidir. Bu kontrol, pistte veya taksi yollarında ve piste ve taksi yollarına bitişik olan tüm kırılabilir havaalanı yer ışıklandırmasının genel fiziksel durumunu kapsamaktadır. Devre dışı olan ışıkları ve ışık hizasızlıklarını kontrol etmek üzere hava kararırken ilave kontroller gerçekleştirilmelidir.

b) ***2. Seviye.*** Havaalanının çok sayıda küçük bölgelere ayrıldığı ve mümkün olması halinde yaya olarak denetlendiği, daha kapsamlı bir değerlendirmenin gerçekleştirilmesini sağlayan oldukça detaylı günlük denetimlerdir. Bu denetim seviyesi sırasında, tüm kırılabilir görsel ve görsek olmayan yardımcılar, temelleri ve sabitleme noktaları da dahil olmak üzere, herhangi bir hasar/zarar bakımından kontrol edilmelidir. Pist şeridi ve pist sonu emniyet sahası içerisindeki kolaylıklara azami dikkat gösterilmelidir. İlaveten, her bir yaklaşma ışıklandırma sistemi, kabloları, ışık tertibatları, direkleri ve diğer destek yapıları yılda iki kez kontrol edilmelidir.

c) ***3. Seviye.*** Üst işletim ve mühendislik personeli tarafından gerçekleştirilen yönetim incelemesidir/denetimidir. Bu aşama, 2. seviye incelemeye yönelik olarak gerçekleştirilen zorunlu bir denetim olup, işletim ve mühendislik müdürlerinin, emniyet yönetim sistemi kapsamındaki genel hava tarafı denetim sürecine tam olarak dahil olmasını sağlamaktadır. Bu seviye kapsamında, personel, kırılabilir olması gereken tüm kolaylıkları fiziksel olarak kontrol etmelidir.

7.3.3. Söz konusu incelemeleri ve denetimleri gerçekleştirmiş olan personelin kimlik bilgileri ile birlikte, söz konusu üç seviyenin tamamında gerçekleştirilen incelemeler ve denetimler ayrıntılı olarak kaydedilmelidir. İlaveten, söz konusu üç seviyenin tamamında, uygun departmana yönelik olarak resmi bir arıza raporlama ve tahsis teyidi süreci olmalıdır. Üç seviyeli denetim süreci, sistemin, süreç gelişmelerinden, teknolojik değişikliklerden ve diğer değişikliklerden faydalanmasını sağlayacak düzenli incelemeye tabi tutulmalıdır. 7.3.2 sayılı madde kapsamında açıklanan denetim süreci, uçak operasyonlarına yönelik olarak yüksek emniyet derecesi sağlamalı ve en iyi uygulama emniyet yönetim ilkelerinin, tüm hava tarafı sahalarına uygulanmasını sağlamalıdır.

7.3.4. Ayrıca, donanım tedarikçisinin tavsiyeleri ve/veya gereklilikleri doğrultusunda bir bakım programı geliştirilmeli, uygulanmalı ve yerine getirilmelidir. Bakımın tamamı, eğitimli ve yetkin personel tarafından gerçekleştirilmelidir ve tüm işlemler, kolaylıkların, emniyetli olmasını ve işlevselliğini devam ettirmesini sağlamalı ve de uçuş mürettabatına, doğru bilgilerin, ışıklandırma paterninin ve kılavuzunun temin edilmesini sağlamalıdır.

7.3.5. Ayrıca, şiddetli rüzgârlara veya diğer olumsuz etkilere veya jet blast gibi yüklere maruz kalabilecek olan kırılabilir kolaylıkları denetlemek üzere ilave prosedürler belirlenmelidir.

Referanslar

Farha M.H., D.G. Zimcik and A. Selmane. "Impact Testing of Airport Approach Lighting Towers". Proceedings from the 3rd ICCAE Conference, Cairo, March 1999.

"Study on the Frangibility of Airport Approach Lighting Towers". Proceedings from the FAA Technology Transfer Conference, New Jersey, April 1999.

Frijns R.H.W.M. "Structural Tests to Determine the Mechanical Properties of a Frangible Approach Light Mast Made by Exel Oy". National Aerospace Laboratory, NLR CR-98-341, 1998.

and J.F.M. Wiggenraad. "Force Data of Soft Impact Tests on Frangible Approach Light Structures of Exel Performed in 1991". National Aerospace Laboratory, NLR CR-99-491, 1999.

"Static Compression Tests and Computer Models of Wing Impactors Used for Impacts on Frangible Approach Light Towers". National Aerospace Laboratory, NLR CR-99-495, 1999.

National Aerospace Laboratory, the Netherlands. "Full-scale Impact Tests on Frangible Approach Light Towers" (CD-ROM).

Nejad, Ensan M., D.G. Zimcik, S.T. Jenq and F.B. Hsiao. "FEA Impact Simulation of Airport Approach Lighting Towers". International Forum of Aeroelasticity and Structural Dynamics, Amsterdam, June 2003.

"Investigation of Impact of Airport Approach Lighting Towers". The 16th Aerospace Structures and Materials Symposium of the 50th Canadian Aeronautics and Space Institute Conference, Montreal, April 2003.

Transport Canada, Aerodrome Safety, Technical Evaluation Engineering. "Finite Element Analysis of Transient Dynamic Impact of Airport Approach Lighting Towers". AARME/C-00-01, TP 13622E, August 2000.

"A Study on the Frangibility of Airport Approach Lighting Towers". ASIC-E-98-1, July 1998.

"A Study on the Frangibility of Airport Approach Lighting Towers". ASIC-E-98-1, Phase II, October 1998.

"A Study on the Frangibility of Airport Approach Lighting Towers". Phase III, AARME/C-00-02, TP 13621E, August 2000.

Wiggenraad J.F.M. "The Development of a Computer Code for the Evaluation of the Frangibility of Structures at Airports". National Aerospace Laboratory, NLR CR-2003-620, December 2003.

A. de Boer and B. Schunselaar. "Final Krash-model for Exel's Frangible Approach Light Structure and Preliminary Model for Millard's Structure".

Zimcik D.G., A. Selmane and M.H. Farha. "Experimental Study on the Frangibility of the Canadian Airport Approach Lighting Towers". Canadian Aeronautics and Space Journal, Vol. 45, No. 1, March 1999, pp. 32_38.

Ensan M. Nejad and M.H. Farha. "Frangibility of Airport Approach Lighting Towers". Seventh International Conference on Structures Under Shock and Impact, Montreal, May 2002.

SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

www.shgm.gov.tr

Yayın No: HAD/T-29

ISBN 978-975-493-079-5

9 789754 930795