



**T.C. ULAřTIRMA BAKANLIđI
DEMİRYOLLAR, LİMANLAR, HAVAMEYDANLARI
İNşAATI GENEL MÜDÜRLÜğÜ**

HAVAMEYDANLARI

PLANLAMA ve TASARIM TEKNİK ESASLARI



YÜKSEL PROJE

ANKARA, 2007

İÇİNDEKİLER

Tanımlar	13
1.Havaalanı Planlaması	17
1.1. Havaalanının Yer Seçimine Etkili Olan Faktörlerin Değerlendirilmesi.....	18
1.2 Yer Seçimi Ve Değerlendirilmesi İşlemindeki Başlıca Aşamalar.....	18
1.2.1. Yer belirleme :	18
1.2.2. Pist Uzunluğu :	18
1.2.3. Hava sahası :	19
1.2.4. Manialar :	19
1.2.5. Tehlikeler :	20
1.2.6. Hava Koşulları :	20
1.2.7. Yaklaşma ve İniş Yardımcıları :	20
1.2.8. Sosyal Nedenler :	20
1.2.9. Talep merkezlerine yakınlık :	20
1.2.10. Kara yoluyla erişim :	21
1.2.11. Gürültü :	21
1.2.12. Arazi kullanımı :	22
1.2.13. Maliyet Hususları :	22
1.2.14. Zemin ve inşaat malzemeleri :	22
1.2.15. Tesisler :	23
1.2.16. Arazi değerleri :	23
1.2.17. Çevresel Çalışma :	23
1.3. Pist Ve Taksi Yollarının Fiziksel Özellikleri	24
1.3.1. Pistler	24
1.3.2. Pist Banketleri	28
1.3.3. Pist Şeritleri	29
1.3.4. Pist Sonu Emniyet Alanları.....	32
1.3.5. Aşma Sahaları (Clearway)	33
1.3.6. Durma Uzantıları (Stopway).....	33
1.3.7. Kaydırılmış Eşik	34
1.3.8. Maniaların Kısıtlanması Ve Kaldırılması	35
1.3.9. Mania Sınırı Yüzeyleri	35
1.3.10 Uçak Özellikleri, Performans Ve Pist Uzunluğu	41
1.3.11. Pist Uzunluğunun Belirlenmesi :	45
1.3.11.1. Rakım, Sıcaklık Ve Eğime Göre Pist Uzunluğunun Düzeltilmesi	46
1.4. Havaalanı Kapasitesi	53
1.5. Apronlar	59
1.5.1. Yolcu Terminali Apronu	62
1.5.2. Kargo Terminali Apronu	68
1.5.3. Bakım Terminali Apronu.....	68
1.5.4. Park Apronu	68
1.5.5. Bekleme Alanları	69
1.5.6. Genel Havacılık Apronu	69
1.5.7. Helikopter Apronu	69
1.6. Türkiyede Hava Alanlarının Sınıflandırılması	70
2. Havaalanlarının Dayanıklılığını Raporlamak İçin Prosedürler	75
2.1.Büyük Uçaklar için düşünülen kaplama prosedürleri (ACN/PCN Metodu).....	75
2.1.1. Giriş.....	75
2.1.2.ACN-PCN Metodunun konsepti	75
2.2. ACN'ları nasıl belirlenir?.....	76
2.2.1.Kısaltmalar	79
2.2.2.Matematiksel Modeller	80
2.2.3. Bilgisayar Programları:.....	80

2.2.4. Grafik Prosedürleri:	81
2.2.5. Rijit Kaplamalar:	81
2.2.6. Esnek Kaplamalar:	81
2.2.7. Lastik basıncının ACN'na ayarlanması:	82
2.2.8. Çalışılan Örnekler	83
2.3. LCN Metodu	87
3. Kaplamalar	93
3.1. Giriş	93
3.1.1. Temel Araştırma	93
3.1.2. Toprak Testleri	94
3.1.3. Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sistemi	95
3.1.4. Toprak Sınıflandırma Örnekleri	98
3.1.5. Buzlanma ve Permafrost	98
3.1.6. Toprak Dayanıklılık Testleri	102
3.1.7. Kaplama tasarımı felsefesi	103
3.1.8. Temel Bilgiler	104
3.1.9. Uçaklarla ilgili hususlar	106
3.1.10. Tasarım için uçak belirlenmesi	107
3.1.11. Tasarım uçağı vasıtasıyla yıllık kalkışların eşdeğerinin belirlenmesi	107
Çözüm:	108
3.2. Esnek kaplamaların tasarımı	109
3.2.1. Kritik ve kritik olmayan bölgeler	109
3.2.2. Stabilize Temel ve Temel Altı	109
3.2.3. Stabilize temel ve temel altı eşdeğerlilik faktörleri	120
3.2.4. Tasarım Örneği	121
3.3. Rijit Kaplama Tasarım	122
3.3.1. Temel altı şartları	123
3.3.2. Kritik ve kritik olmayan bölgeler	134
3.3.3. Stabilize temel altı	134
3.3.4. Tasarım örneği	134
3.3.5. Opsiyonel rijit kaplama tasarım eğrileri	135
3.3.6. Yoğunluk Trafik Hacimleri:	143
3.3.7. Takviyeli beton kaplama:	143
3.3.8. Derzler	145
3.3.8.1. Beton Kaplamaların Derzlenmesi	145
3.3.8.1.1. Derz kategorileri	145
3.3.8.1.2. Derz Aralığı	151
3.3.8.2. Özel Derzleme Durumları	152
3.3.8.3. Dübeller	152
3.3.8.4. Derz Contaları ve Dolguları	153
3.3.8.5. Derz Planı	153
3.3.8.5.1. İzolasyon Derzleri	153
3.3.8.5.2. Sık Rastlanmayan Şekilde Anolar	153
3.3.8.6. Donatılı Kaplama	153
3.3.8.7. Donatı Tipi Ve Aralığı	154
3.3.8.8. Donatı Miktarı	154
3.4. Havaalanı kaplamalarını yeniden kaplama	154
3.4.1. Bitüm kaplamaların tasarımı:	155
3.4.2. Mevcut esnek kaplamalar üzerinde bitüm kaplamalar :	155
3.4.3. Mevcut rijit kaplama üzerinde bitüm kaplama	156
3.4.4. Beton kaplamaların tasarımı :	158
3.4.5. Esnek kaplama üzerinde beton kaplama:	159
3.4.6. Rijit kaplama üzerinde beton kaplama :	159
4. Kaplama değerlendirilmesi	169

4.1. Kaplama değerlendirmesinin amaçları.....	169
4.2. Kaplama Değerlendirmesi.....	173
4.2.1.Kaplama değerlendirmesinin unsurları.....	173
4.2.2 Alttemel	173
4.2.3 Kaplama yapısı:	173
4.2.4 Uçak yükü :	173
4.2.5 Yük tekrarları ve trafik kompozisyonu:	174
4.3 ACN/PCN Metodunun unsurların	174
4.3.1 Kaplama Sınıflandırma Numarası :	174
4.3.2 Kaplama tipi:	174
4.3.3 Zemin Altı Kategorisi:	175
4.3.4 Lastik basıncı kategorisi:.....	175
4.3.5 Değerlendirme Metodu:.....	175
4.3.6 Hafif uçaklar için kaplama:	176
4.4 Trafik yoğunluğunu ve kompozisyonu değerlendirme.....	176
4.4.1 Genel :	176
4.4.2 Karışık Yükler:.....	176
4.5 “Uçak kullanma” değerlendirmesi için teknikler.....	178
4.5.1. Genel.....	178
4.5.2. En ağır uçaklar:	178
4.5.3 Kaplamanın durumu ve davranışı:	178
4.5.4 Referans uçak:	179
4.5.5 Kaplama tipinin, zemin altının taşıma kapasitesinin ve lastik basıncı kategorilerinin.....	179
4.5.5 Küçük (hafif) uçaklar için kaplamalar:	181
4.6.“Teknik” değerlendirme için teknikler ve teçhizatlar	182
4.6.1. Tasarım ve değerlendirme için kaplama davranışı konseptleri:	182
4.6.1.1 Eski metotlar:	182
4.6.1.2. Daha yeni-daha temel-metotlar:.....	182
4.6.1.3 Doğrudan yük tepkisi metotları :	183
4.6.1.4 Kaplama tasarımlarına eklemesi gereken girdiler:	184
4.6.1.5 Arazi CBR Testleri:.....	184
4.6.2 Tasarım ters çevirmek suretiyle değerlendirme:	187
4.6.2.1 Tasarım metodu ve elemanları:	187
4.6.3. Doğrudan veya yıkıcı olmayan değerlendirmeler:.....	188
4.6.3.1 Statik metotlar:	188
4.6.3.2. Hızlı yıpranma durumları.....	189
4.6.3.3. Dinamik metotlar:	191
4.6.3.4. Kaplama raporlaması:	193
4.7. Yıkıcı Olmayan Değerlendirme Metodu	194
5. Havaalanı Üstyapı Tesisleri Planlaması ve Tasarımında İzlenecek Metotlar	213
5.1. Yerleşimi Çalışmaları	213
5.2. Üstyapı Avan Proje Çalışmaları	213
5.3. Havaalanı Terminal Binası Yapıları.....	215
5.3.1. Turistik amaçlı terminaller (Sezonluk Terminaller) :	215
5.3.2. Charter amaçlı terminaller (Tarifersiz yolcu) :	215
5.3.3. Komplike Terminaller (Tarifeli Yolcu) :	216
5.3.4. Yolcu Kapasitesi Yüksek Olan Terminal Tasarımı :	216
5.4. Yolcu Kapasitesi Hesaplama Yöntemleri :	218
5.5. Yan Tesisler :	219
5.5.1. Bağlantı Yolu ve Meydan Giriş Kontrol Yapısı :	220
5.5.2. Yaklaşım Yolu, Otoparklar ve Dahili Yollar (Üstyapı Tesisleri Genel Yerleşimi) :	220
5.5.3. Terminal Binası	220
5.5.4. Teknik Blok ve Kule Yapısı :	220
5.5.5.Kargo Yapısı	221

5.5.6. Gümrük Binası :	221
5.5.7. Emniyet Binası :	222
5.5.8. Jandarma Binası :	222
5.5.9. Özel Güvenlik Birimleri Binası :	223
5.5.10. İtfaiye İstasyonu (Kaza – Yangın) Binası :	223
5.5.12. Apron Handling Araçları Park , Garaj ve İdari Yapıları (Yer Hizmet Araçları) :	224
5.5.13. Meydan İşletme Sosyal Hizmet Binası :	224
5.5.14. Lojmanlar :	225
5.5.15. Güç (Enerji) Merkezi - Kuvvet Santrali :	225
5.5.16. Isı Merkezi :	225
5.5.17. Su Deposu :	226
5.5.18. Akaryakıt Tesisleri :	226
5.5.19. Arıtma Tesisleri :	226
5.5.20. Regülatör Binası, VOR – DME Binası, Trafo Binaları :	227
5.5.21. Şantiye ve Kontrollük yapıları :	227
6. Heliportlar.....	231
6.1. Helikopterlerin Özellikleri :	231
6.2. Yer Seçimi :	231
6.3. Havaalanlarında Yapılacak Helikopter Pistleri	232
6.4. Yön Tayini	232
6.5. Özel Heliportlar	232
6.6. Genel Heliportlar :	233
6.7. Hassas İfr İşletmeler İçin Mania Açıklıkları	234
6.8. Helikopter Park Sahası	234
6.9. İdare Binası Ve Servis Sahaları	234
6.10. Zemin Seviyesinden Yüksekte Bulunan Heliportlar	235
6.11. Kaplama	235

ÇİZİMLER

Çizim 1.1. Pist Ekseni Üzerindeki Profil (Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	28
Çizim 1.2 – Kod Numarası 3 veya 4 için, Hassas Yaklaşmalı bir Pist İçeren bir Şeridin Eğim Verilmiş Bölümü(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	30
Çizim 1.3. Mania Tahdit Yüzeyleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	38
Çizim 1.4. İç Yaklaşma, İç Geçiş ve Temkinli İniş Mania Tahdit Yüzeyleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	39
Çizim 1.5 Tipik bir rüzgar gülü(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	50
Çizim 1.6. Uzun vadeli planlama için saatlik kapasite ve yıllık hizmet hacmi değerleri. (Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	54
Çizim 1.7. Aşamalı gelişme krokisi(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	55
Apron Yerleşim Yeri	59
Çizim 1.8. Park Şekilleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	61
Çizim 1.9. Pik saatteki yolcu uçağı işletimleri	64
Çizim 1.10. Yolcu Terminali Kavramsal Çözümleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	66
Çizim 2.1. ACN Hesaplanmasını Gösteren Şema (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	77
Çizim 2.2. Kaplama üzerinde iniş takımı yükü.	79
Çizim 2.3. Kaplama Tabakaları	80
Çizim 2.4. ACN Rijit Kaplama Dönüştürme Şeması(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	82
Çizim 2.5. ACN Esnek Kaplama Nomografı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	83
Çizim 2.6 ACN Lastik Basıncı Ayarlaması – Sadece Rijit Döşemeler İçin(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	84
Çizim 2.7.Rijit Kaplama Gereklilikleri	86
Çizim 2.8. DC10-10 Esnek Kaplama İçin Gerekli Olanlar	87
Çizim 2.9. LCN Metodu – Parametreler ve LCN Değerlerinin Bulunması	89
Çizim 3.1. Toprak sınıflandırma kriterleri(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	97
Çizim 3.2. Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sisteminin akış şeması(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	101
Çizim 3.3. Alt temel reaksiyon modülü üzerindeki zemin etkisi (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	105
Çizim 3.4. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, tek tekerli iniş takımı (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	110
Çizim 3.5. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, çift tekerli iniş takımı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	111
Çizim 3.6. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, çift tandemli iniş takımı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	112
Çizim 3.7. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, B747-100,SR,200 B,C,F(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	113
Çizim 3.8. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, B747-SP(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	114
Çizim 3.9. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, DC-10-10,10CF(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	115
Çizim 3.10. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, DC-10-30, ...	116
Çizim 3.11. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, L-1011,100(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	117
Çizim 3.12. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, L-1011-100,200(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	118
Çizim 3.13. Minimum Zemin Tabakası Kalınlığı (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	119

Çizim 3.14. Rijit kaplama tasarım eğrileri – tek tekerli iniş takımı (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	124
Çizim 3.15. Rijit kaplama tasarım eğrileri –çift tekerli iniş takımı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	125
Çizim 3.16. Rijit kaplama tasarım eğrileri –çift tandem iniş takımı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	126
Çizim 3.17. Rijit kaplama tasarım eğrileri –B747-100,SR,200B,C,F(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	127
Çizim 3.18. Rijit kaplama tasarım eğrileri –B747-SP(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	128
Çizim 3.19. Rijit kaplama tasarım eğrileri –DC-10-10,10CF(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	129
Çizim 3.20. Rijit kaplama tasarım eğrileri –DC-10-30,30 CF,-40, 40 CF(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	130
Çizim 3.21. Rijit kaplama tasarım eğrileri –L-1011-1,100(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	131
Çizim 3.22. Rijit kaplama tasarım eğrileri –L-1011-100,200(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	132
Çizim 3.23. Stabilize alt temelin zemin modülüne etkisi(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	133
Çizim 3.24. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri-çift tandem iniş takımı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	136
Çizim 3.25. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri -B747 – 100.SR.200 B,C,F(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	137
Çizim 3.26. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri -B747 – SP(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	138
Çizim 3.27. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri –DC-10-10,10CF(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	139
Çizim 3.28. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri – DC-30,30CF,40,40CF(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	140
Çizim 3.29. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri –L-1011-1,100(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	141
Çizim 3.30. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri –L-1011-100,200(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	142
Çizim 3.31. Tipik bir Kaplama Derz Planı	147
Çizim 3.32. Tipik Kaplama Derz Detayları – Profileden Görünüm (FAA AC 150/5320-6D, 1995).....	148
Çizim 3.33. Kaplama Derz Detayları – Profilden Görünüm ve Plan Görünüşü (FAA AC 150/5320-6D, 1995).....	149
Çizim 3.34. Detaylı Kaplama Derz Planı(FAA AC 150/5320-6D, 1995).....	150
Çizim 3.35. Çeşitli trafik şartlarında zemin reaksiyonlarının F faktörlerine karşı grafiği:	157
Çizim 3.26. Rijit kaplama üzerinde beton kaplama(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	161
Çizim 3.27. Rijit kaplama üzerinde beton kaplama(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	162
Çizim 3.28. Rijit kaplama üzerinde seviyelendirme tabakasıyla beton kaplama(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	163
Çizim 3.29. Rijit kaplama üzerinde seviyelendirme tabakasıyla beton kaplama(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	164
Çizim 4.1 CBR-FAA temel altı sınıfı kıyaslaması	170
Çizim 4.2. Yükleme Tekrarı ve Dayanım İlişkisi	177
Çizim 4.3. Toprak Sınırlandırmaları. CBR ve Değerleri arasında İç İlişkiler(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	180
Çizim 4.5. Teker Yüğü ve Yıpranma arasındaki İlişki (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	190

Çizim 4.6. Yüke Karşılık Aşınma (Örnek Plan) (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	196
Çizim 4.7. Esnek Kaplama Sıcaklığının Tahmini(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	197
Çizim 4.8. DSM Sıcaklık ayarlama eğrileri(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	197
Çizim 4.9. Rijit Kaplama için Değerlendirme Eğrisi(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)	198
Çizim 4.10. F_F ye Karşılık Temel Tabakası Kalınlığı	199
Çizim 4.11. Rijit Kaplama Üzerinde Tek Tekerli Uçak İçin F_t ye Karşılık I	200
Çizim 4.12. Rijit Kaplama Üzerinde Çift Tekerli Uçak İçin F_L ye Karşılık I	200
Çizim 4.13. Rijit Kaplama Üzerinde Tek Tandemli Uçak İçin F_L ye Karşılık I	201
Çizim 4.14. Rijit Kaplama Üzerinde Çeşitli Jet Uçaklar İçin F_L ye Karşılık I	202
Çizim 4.15. Esnek Kaplama İçin Değerlendirme Eğrisi	203
Çizim 4.16. F_t ye Karşılık SSF	204
Çizim 4.17. Esnek Kaplama üzerinde Çift Tekerli Uçak ESWL Eğrileri	207
Çizim 4.18. Esnek Kaplama üzerinde Çift Tandemli Uçak ESWL Eğrileri	208
Çizim 4.19. Esnek Kaplama üzerinde Çeşitli Jet Uçaklar İçin ESWL Eğrileri	209
Çizim 6.1. Genel Helikopter Alanı Yerleşimine Örnek (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	236
Çizim 6.2. Özel Helikopter Alanı Yerleşimine Örnek (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	237
Çizim 6.3. Yükseltmiş Yüzeydeki Yükün Dağılımı (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	238
Çizim 6.4 Kavisli Yaklaşma-Kalkış Yüzeyine Örnek (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	238
Çizim 6.5. Yaklaşma Kalkış Yolu Perspektif Görünüşü (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	239
Tablo 6.1. VFR Mania açıklık diyagramı (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	239
Çizim 6.6. Hassas IFR mania açıklık yüzeyleri (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)	240

TABLolar

Tablo 1.1 Meydan Referans Kodu	24
Tablo 1.2. Pist ve Pist Şeridi Özellikleri	25
Tablo 1.3. Yaklaşma Pistlerinde Mania Tahdit Yüzeylerinin Boyutları Ve Eğimleri. (Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987).....	40
Tablo 1.4 Genel havacılık ve banliyö uçaklarının özellikleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987).....	42
Tablo 1.5. Temel Uçak Tiplerinin Özellikleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987).....	44
Tablo 1.6. Boeing 707-320B Uçuş Verileri.....	45
Tablo 1.7a. Pist Uzunluğunun Düzenlenmesi Üzerine Örnekler 1	46
Tablo 1.7b. Pist Uzunluğunun Düzenlenmesi Üzerine Örnekler 2	47
Tablo 1.8. Çapraz rüzgar bileşenleri ve Pist Yapımına Etkisi	47
Tablo 1.9. Rüzgar Dağılımı	49
Tablo1.10. Görüş koşullarının kısıtlı olduğu zamanlarda belirli bir yönde esen rüzgar dağılımının analiz etmede kullanılan veri örnekleri. (Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	52
Tablo 1.11 Taksirut genişlikleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)	58
Tablo 1.12. Farklı uçak park konfigürasyonlarının karşılaştırılması	61
Tablo 1.13. Çıkış kapısı kullanma süresi (dakika cinsinden)	64
Tablo 1.14. Uçak kategorilerine örnekler	65
Tablo 2.1. Uçak Ağırlıkları ve Lastik Basınçları	85
Tablo 3.1- Havaalanı Kaplaması Uygulamaları için Toprakların Sınıflandırılması(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	95
Tablo 3.2. . Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sistemi(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	100
Tablo 3.2 Teker Diziliş Tipleri ve Kalkış Sayıları İlişkisi	107
Tablo 3.3. Bazı Uçakların İniş-Kalkış Teknik Özellikleri (ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	108
Tablo 3.4. Bazı Uçakların İniş-Kalkış Teknik Özellikleri (ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983).....	108
Tablo 3.5 .Stabilize Temel Altı İçin Tavsiye Edilen Esdeğerlilik Faktörü.....	120
Tablo 3.6 Eşdeğerlilik Faktörü Aralığı	121
Tablo 3.7. Esnek Kaplama Tasarım Örneği Sonuçları.....	122
Tablo 3.8 –Drenaj ve Buzlanmaya göre Toprak Sınıflandırması	123
Tablo 3.9.25 000 kalkış kalınlığının bir yüzdesi	143
Tablo 3.10. Takviye çeliğin taşıma kapasitesi ve çeşitli dereceleri:	145
Tablo 3.11: Kaplama Derz Tipleri(FAA AC 150/5320-6D, 1995)	150
Tablo 3.12 Tavsiye Edilen Maksimum Derz Aralığı	151
Tablo 3.13. Esnek Kaplama Kalınlığı.....	156
Tablo 4.1. Esnek ve Katı Döşemeler İçin Trafik Faktörleri	206
Tablo 4.2. Uçak lastiklerinin temas bölgeleri ve ana iniş tekerlerinin toplam sayısı.....	206

Tanımlar

ACN

Bir uçağın kaplama üzerinde belli bir zemin dayanıklılığı satandardı için yaptığı göreceli etkiyi ifade eden numara

AIP - HAVACILIK BİLGİ YAYINI

Ülkelerin havacılıkla ilgili detaylı ülke bilgilerini içeren ve düzenli aralıklarla yayınlanan bilgi yayını.

Alttemel

Temel tabakasının altında kaplama profilinin daha fazla yük taşıyabilmesi için gerektiğinde kullanılan tabaka

Apron

Bir meydanda, uçakların parklama, yolcu ve yük indirip bindirme, yakıt alma, bakım gibi amaçlarla durması için belirlenmiş sahadır.

Aşma Sahası (Clearway)

Bir uçağın ilk tırmanışı yapmasına olanak sağlanması amacıyla hazırlanan dikdörtgen saha.

Banket

Kaplama kenarına bitişik, kaplama ile bitişigindeki zemin arasında bir geçiş sağlamak amacıyla hazırlanmış bir alandır.

Derz

Havaalanı kaplamalarında genleşme ve büzüşmeye karşı önlem olarak açılmış boşluklar

Derz Contası

Derzlerin boşluklarına kaplama yüzeyinin düzgün olması ve genleşme büzüşme hareketlerinin belli derecede kontrol altına alınması için konulan esnek malzeme

Durma Uzanlıları (Stopway)

Kalkış pistinin ötesinde, pistten daha az geniş olmayan ve merkezi pistin merkez hattının uzantısına dayanan, kalkış esnasında kalkışını iptal etmek zorunda kalan uçakların zarar görmesini önlemek için hava alanı otoritesi tarafından belirlenmiş saha.

Emniyet Alanı

Yanlış manevra yapan veya zamanında duramayan bir uçağın zarar görme riskini azaltmak maksadıyla pist merkez hattına simetrik ve şerit sonuna komşu bir alandır

Havaalanı

Uçakların iniş ve kalkışı için planlanmış (binalar ve tesisler dahil) yerde veya suda tesis edilmiş alan.

Hava Sahası

Ölçülendirme parametreleri ile tanımlanmış hacimli bir alan.

LCN

Yük sınıflandırılması sayısı demek olan LCN (Load Classification Number) ingilizce aslının baş harflerinin alınmasıyla oluşturulmuş uluslararası bir kısaltmadır

Mania

Havaalanı içi veya çevresinde uçuşa engel olabilecek her türlü engel

Meydan Referans Kodu

Meydanların uluslararası uçuşların düzenlenmesi amacıyla ICAO tarafından verilen harflerle adlandırılması

PCN

Bir kaplamanın sınırsız operasyon için dayanıklılığını ifade eden numara

Pist

Uçakların kalkış ve inişleri için hazırlanmış hava alanı sahası üzerindeki belirlenmiş dikdörtgen saha

Pist Şeridi

Pisti ve durma uzantısını içine alan, pistten dışarı çıkan bir uçağın hasar tehlikesini azaltmak, iniş esnasında uçağın korunmasını sağlamak amacıyla belirtilmiş sahalardır.

Rüzgar Gülü**Stol**

Kalkış ve iniş mesafeleri kısa olan uçaklar için kullanılan bir terim.

Taksiyolu

Bir kara meydanında, uçakların taksi yapmaları için hazırlanmış ve havaalanının bir yeri ile diğer bir yeri arasında bağlantı sağlayabilme amacıyla belirlenmiş yoldur.

1. HAVAALANI PLANLAMASI

1.Havaalanı Planlaması

Bir havaalanı için genel olarak mümkün olan en verimli plan; uçak, yolcu, kargo ve taşıt hareketleri için ihtiyaç duyulan kapasiteyi sağlayan; azami düzeyde yolcu, operatör ve personel rahatlığı sağlayan ve en düşük sermayeyi ve işletme harcamalarını gerektiren plandır.

Havaalanı planlaması; uçakların, yolcuların, kargonun ve bunlara bağlı yer taşıtlarının hareketi için gerekli tesis ve hizmetlerin çokluğu ve tüm bunların entegre halde planlanması gerekliliği sebebiyle karışık bir iştir. Adı geçen tesisler; pist ve taksitler, apronlar, uçak personelinin yolcu uğurlayıp karşıladığı binalar ile kontrol ve denetim görevlilerinin araştırmalarını yaptıkları ve yolcuların rahat ve huzurunu sağlamaya çalıştıkları mekanları kapsamaktadır. Uçak bakımı için bina ve parklar; yolcular, ziyaretçiler, uçak personeli ve tüm havaalanı nüfusu tarafından kullanılan taşıtlar için yol ve park yerleri ile hava kargolarının gönderilip alındığı binalar, ek ihtiyaçlar arasında sayılabilir.

Esneklik ve genişletilebilirlik bağlantılı olarak dikkate alınmalı ve planlamanın tüm aşamalarında temel nokta kabul edilmelidir. Bazı havaalanı yerleşim bölgelerinin belirli özellikleri, genişletilebilirliğin mümkün olmadığı bazı koşullara rağmen planın işlenmesini zorunlu hale getirebilir. Bununla birlikte, esneklikten hiçbir zaman için vazgeçilmemelidir. Pek çok havaalanı, genişletilebilirlik mümkün olmasa bile, doğal bir esneklikle planlanabilir.

Yeni bir havaalanı hazırlığı veya varolan bir havaalanının gelişimi kapsamlı yatırım ve büyük ölçekli inşaat işlerini içerir. Havaalanlarının erken yıpranmalarını ve değerli finansal, malzeme kaynaklarının israfını önlemek için mümkün olan en uzun kullanım ömrüne sahip olmaları önemlidir. Bunu sağlamak için, artan hava trafik talebiyle beraber oluşacak sürekli gelişim için yeterli gelişim sahalarının olması gerekir. Yapılan yatırımda maksimum faydanın sağlanabilmesi için, yeterli sahanın bulunması dışında uçak manevralarının güvenliklerinin sağlanması ve kazaların veya havaalanının gelişimini veya verimliliğini sınırlamadan çevreye vereceği rahatsızlığın da önlenmesi gerekir. Buna göre havaalanı yerleri uzun dönemdeki gelişmelerde en iyi potansiyele sahip, en azından en az finansal ve sosyal maliyeti olan bölgelerden seçilmelidir.

Havaalanı yer seçimindeki veya varolan bir yerin değerlendirilmesindeki başlangıç noktası, havaalanına hangi amaçlarla gereksinim duyulduğunun tanımlanabilmesidir. Bu işlem, gelecekteki talep tahminleri ile yerleştirilecek trafiğin tipinin ve miktarının da göz önüne alınmasını gerektirir. Detaylar işletme ve ekonomiye ait tahminlerden çıkartılır. Yolcu ve kargo trafik tahminleri de havaalanı tipini ve işletim sistemlerini tanımlamak için gerekli hale gelir. Bu bilgilere dayanarak, esas yer seçimi işlemi havaalanı için gerekli olan alanın şekline ve büyüklüğüne karar verilmesiyle başlayan birçok temel basamak içerir. Bu aşamayı gelişim için potansiyele sahip alanların belirlenmesi ve bunların değerlendirilmesi takip eder.

1.1. Havaalanının Yer Seçimine Etkili Olan Faktörlerin Değerlendirilmesi

Gerekli olan yerin geçici bir plana dayanarak havaalanı master planına uygun şekilde bir genel değerlendirmesi yapılması, geçmiş bilgilerin toplanması işleminin başlamasına yol açar. Bu bilgiler, varolan havaalanı yerinin veya yeni bir havaalanı için kullanılacak yerin değerlendirmesinde eşit şekilde kullanılabilir. Hakkında bilgi toplanması ve değerlendirilmesi gereken faktörler aşağıda sıralanmıştır.

Havacılık faaliyetleri : Uçak operatörlerine, muhtemel operatörlere ve pilot organizasyonlarına danışılması.

Çevrenin gelişimi : varolan ve gelecek yer kullanımına ait planlara ulaşmak için planlama yetkilileri ve birimleri ile temasa geçilmesi.

Atmosfer koşulları : görüş ve havaalanı kapasitesini azaltabilecek olan sis, duman, vb. koşulların oluşumu hakkında veri toplanması. Hava durumu, oluşan rüzgarlar, duman, düşük bulut, yağmur, kar, türbülans gibi herhangi özel hava faktörünün listelenmesi.

Kara ulaşımına erişim : Karayolu, demiryolu ve genel ulaşım güzergahlarının belirlenmesi.

Varolan veya yeni bir havaalanı alanı genişlemesinin mümkün olması : Havaalanının gelecek büyümeler için uygun bir alana sahip olması gereklidir. Havacılık, kara, karayolu ve topoğrafya haritaları ile hava topograflarının incelenmesi, topografya haritalarının uygun eğitim ve drenajı tespit için incelenmesi, jeolojik haritaların toprak ve kaya tiplerinin dağılımı açısından incelenmesi, konum ve inşaat malzemeleri ile taşocaklarının bulunduğu onaylanması gerekecektir.

Topografya : Kazıya ihtiyaç duyulması veya dolgu, drenaj ve zayıf zemin koşulları gibi inşaat maliyetini etkileyen önemli faktörlerin belirlenmesi.

Çevre : Doğal yaşam kaynakları ile göç alanlarının ve okul, hastane gibi gürültüye hassas alanların tespit edilmesi.

Diğer havaalanlarının varlığı : Varolan havaalanları ile ATS güzergahlarının geleceğe ait planlarıyla beraber belirlenmesi.

Hizmetlerinin kullanırlığı : ana güç ve su kaynaklarının, kanalizasyon ve gaz hatlarının, telefon servislerinin, vb.. hizmetlerin yerlerinin belirlenmesi.

1.2 Yer Seçimi Ve Değerlendirilmesi İşlemindeki Başlıca Aşamalar

1.2.1. Yer belirleme :

Potansiyel yer alternatiflerinin kontrolünden önce gerekli olan yerin kabaca değerlendirilmesi gerekir. Planlama zamanı ve gelecekte oluşacak ihtiyaçlar için pist uzunluğu, pistin yönü, pist sayısı veya bunların birleşiminden oluşan saha büyüklüğüdür. Havaalanının yaklaşık boyutu ve tipi belirlendikten sonra yukardaki faktörlerin incelenmesi ve olası yeni havaalanı yerleri ile ek saha gereksinimlerinin haritalar üzerinde çizilmesidir. Bu ön çalışma istemeyen bölgeleri elemeye yardımcı olur veya maliyeti yüksek olan saha belirlemelerinde varolan bölgenin yeterliliğini sağlar.

1.2.2. Pist Uzunluğu :

ICAO Meydan Tasarım Kılavuzu, 1. Bölüm - Pistler dokümanı, havaalanı planlaması için gerekli olan pist uzunluğunu etkileyen parametrelerin açıklamaları ile uçakların pist uzunluklarının hesaplanmasında kullanılan nomogramları içerir. Uzun vadeli gereksinimleri karşılayacak pistlerin oluşumu için yeterli alanın sağlanması gerekir. Bu nedenle, günümüzdeki ve gelecekteki kritik uçakların performans özellikleri önemlidir. Yakın gelecek

için planlanan uçakların benzer menzil uzunluklarında işletilmesinde, mevcut büyük sivil uçakların kullandığından daha uzun pistlere ihtiyacı olmaması durumunda bile, daha uzun direkt uçuş ihtimali ve mevcut büyük uçakların ikincil güzergahlara aktarılması sebebiyle oluşacak pist uzatımı ve gelişimi ihtiyaçları olasılığı göz önüne alınmalıdır.

1.2.3. Hava sahası :

Ek 14 ve Hava Seyrüsefer Hizmetleri İşlemleri - Uçak İşletimleri dokümanları, bekleme ve iniş yaklaşma işlemleri, aletli yaklaşma sistemleri ve yardımcıları hakkında detaylı bilgi içerirler.

Havaalanının etkili bir şekilde işletilmesi için yeterli hava sahasına sahip olması çok önemlidir. Her bölgenin bu kriterlere göre yeterli olduğunun doğrulanması özel bir dikkat gerektirir. Aksi takdirde, kısıtlayıcıların boyutları ve muhtemel etkilerinin araştırılması gerekecektir. Talep merkezine yakın, fakat hava sahası açısından bazı kısıtlandırmalara sahip bir alan, hiçbir hava saha kısıtlandırması olmayan ve trafik talebi yaratamayan bir alana tercih edilebilir. Bu tür faktörler en iyi dengeyi sağlamak için detaylı olarak değerlendirilmelidir. İki havaalanının aynı hava sahasını kullanması her ikisinin de uçak hareket oranlarını kısıtlayacaktır. Sadece bireysel kapasitelerine dayanarak çalışmak yerine, uçaklar arasındaki gerekli fiziksel ayrımı sağlamak için, her havaalanının uçak hareketlerini aşamalandırması gerekebilir. Böylece yeni havaalanları, diğer havaalanları kullanan uçakların hava sahalarının çalışması halinde yerleştirilir. Toplam kapasite limitleri minimuma ulaşır. Aynı sebeple, potansiyel havaalanı alanları benzer sorunları önlemek için ATS güzergahlarına dayanarak değerlendirilmelidir.

1.2.4. Manialar :

Maniaların sınırlandırma gereksinimlerine ait detaylar Ek 14, Konu 4'de verilmiştir. Havaalanı Hizmetleri Kılavuzu, Bölüm 6 - Maniaların Kontrolü - engel araştırmaları hakkında detaylı bilgileri içerir.

Genel olarak, bahsedilen alanların büyük olması sebebiyle -pist merkez hatları havaalanı sınırından itibaren 15 km- istenilen tüm açıklıklara sahip alanları bulmak oldukça zordur. Yüksek arazi, ağaç gibi mania oluşturacak yapıların varlığı önlenmelidir. İskelet yapılarıdaki açıklıkların sağlanması önemlidir, çünkü her ne kadar işaretler ve ışıklandırmalar bu tür yapılara dikkat çekmek için kullanılsa da zayıf görüş koşulları altında tam koruma sağlayamazlar.

Uygun uçuş güzergahını engelleyen her türlü cisim işletimlerin verimliliğini sınırlandırabilir. Eğer civarda yüksek binalar mevcut ise, diğer şekillerde alet ölçümlerine uygun olan yükseklikler ortama adapte edilmeye çalışılır. Bu tür yapılar ayrıca radarla yönlendirilen ilk yaklaşımların istenilen esnekliğe sahip olmasını ve iniş sırasında yolu değiştirme yeteneğini sınırlandırır.

Serbest yaklaşma sağlayacak muhtemel sahaları değerlendirirken, yaklaşımlar master planda belirtilen maksimum pist uzunluğuna göre ölçülmelidir. Eğer saha planlanan maksimum uzunluk için uygunsa, planın erken aşamalarında sadece birkaç sınırlandırmaya maruz kalacaktır.

1.2.5. Tehlikeler :

Sahaların yerleri konusunda bölgesel faktörler önemli olabilir. Örneğin, endüstri, oluşan rüzgarlara bağlı olarak yoğunlaşacak duman oluşturabilir. Sonuç olarak, bazı alanlarda görüş azalabilir ve VFR işlemleri engellenmiş olur. Doğal yaşam kaynakları, göller, nehirler ve kıyı alanlarına yakın olan sahalarda kanalizasyon atıkları, çöplük, vb. gibi birikimler, uçakların uçuş sırasında kuşlarla çarpışma ihtimali yüzünden engellenir. Bu konu daha hızlı ve büyük uçaklar için çok daha önemlidir. Sahaların yer seçiminde göç alanları ve kuşların yönleri, özellikle kuğu ve kaz gibi büyük kuşların uçuşları dikkate alınmalıdır. Havaalanı Hizmetleri Kılavuzu, Bölüm 3 muhtemel kuş tehlikelerini değerlendirme hakkında daha detaylı bilgi içerir.

1.2.6. Hava Koşulları :

Hava koşulları aynı bölgede bulunan iki saha arasında oldukça değişiklik gösterebilir. Rüzgar dağılımı, görüş ve tavan gibi kriterler pist yönüne ve bütün hava koşulları veya sadece görerek yapılacak işlemlerdeki gelişme ihtiyaçlarına karar vermede önemli bir yere sahiptir. Bazı özel bölgelerde işletimlerin verimliliğini ve düzenini etkileyecek sis, türbülans veya şiddetli yağmurlarla karşılaşılabilir.

1.2.7. Yaklaşma ve İniş Yardımcıları :

Görüş yardımcıları için detaylar Ek 14, Konu 5'de ve Meydan Tasarım Kılavuzu, Bölüm 4'de bulunur. Görsel olmayan yardımcılar için yerleşim ve açıklık gereksinimleri Ek 10'da verilmiştir. Seyrüsefer yardımcıları yaklaşma ve iniş hava ulaşım sistemindeki önemli elemanlardır. Özellikle düşük bulut tavanı ve sınırlı görüş koşulları altında görsel olmayan (elektronik) yardımcılar, işlemlerin güvenilirliğini etkileyecek açıklıklar hakkındaki (enerji hatları, büyük binalar, hareketli araçlar, vb.) havaalanı yerleşim gözlemlerinden çok daha önemlidir. Havaalanı servis verilecek hava tarafı ve uçak seyrüsefer güzergahlarına yakın yerleştirilmelidir ve olası sahalarda bu birimlerin kurulması için uygun alanları içermelidir.

1.2.8. Sosyal Nedenler :

Havaalanları çevredeki yerleşim alanları dikkate alınarak yerleştirilmelidir. Pistler, uçakların olağan yüksekliklerinden daha alçakta uçtuklarında nüfusu yoğun alanlardan geçmeyecek şekilde yapılmalıdır. Bunun yanında havaalanı servis vereceği bölgeye yakın yerlerde kurulmalıdır. Genellikle her türlü ihtiyacı karşılayacak ve bu iki çelişkili kriterlere uygun bir alan bulunmaya çalışılır.

1.2.9. Talep merkezlerine yakınlık :

Havaalanları, hizmet vermesi düşünülen ticaret ve sanayi alanları ile yerleşim bölgelerine seyahat süreleri ve uzaklıkları düşünülerek uygun olarak yerleştirilmelidir. Muhtemel havaalanı yerleri yolcular, hava kargo kullanıcıları, uçak operatör ve personeli, iş gücü vb. gibi konular dikkate alınarak seçilmelidir. Sahaların hizmet vereceği alanlara göre kabul edilebilirliği yolculuk süresi ve maliyet açısından ölçülebilir. Yerlerin hedeflerine ulaşmasında değişik yolculuk alternatifleri için, değişik talep alanlarına göre zaman konturları çizilmesi bir rehber olarak kullanılabilir. Örneğin, karayolu taşımacılığı ve karayollarındaki hız sınırları göz

önüne alınarak uygun zaman aralıkları için, mesela 5-10 dak., geleceğe ve içinde bulunduğu zaman dilimine ait konturlar çizilebilir.

1.2.10. Kara yoluyla erişim :

Yolcular ve uçuş için hızlı ve uygun kullanım kolaylıkları havaalanının etkili servis vermesi açısından önemlidir. Sürekli trafik akışına sahip olmayan verimsiz ve yetersiz ulaşım sistemlerine sahip muhtemel havaalanı sahaları, bu aksaklıkların giderilmesinde kullanılacak harcamalar gerektirir. Yeterli karayolu ağına, uygun demiryolları ve deniz yollarına bağlantı sağlayan bölgeler diğer bütün faktörlerin eşit olması halinde bile tercih edilirler.

Karayolu ve genel ulaşım sistemlerinden sorumlu olan birimler, herhangi bir yeni havaalanı inşaatı veya havaalanı ek kısım inşaat tekliflerinden bu planların ilk aşamalarında haberdar edilmelidir. Varolan hizmetler ve bunların planlanmış gelişimine ait detayların toplanması işlemi bu birimlerin danışmanlığı altında yapılır. Bu ilişki, birimlerin her konuda yeterli bilgiye sahip olmasına ve gelecekteki dayanışma için bir ortam oluşturmaya yarar.

Muhtemel sahalar arasındaki kara seyahat sürelerinin yaklaşık olarak aynı olması halinde, seyahat masrafı en önemli faktör haline gelir. Havaalanına karayolu ile giden yolcuların rahatı dikkate alınması gereken bir konudur. Örneğin, çok şeritli ve az sayıda karşı yön trafiğine sahip bir yol, tabii ki sıkışık ve birçok trafik ışığı olan veya dar bir dağ yoluna her zaman tercih edilir. Özel motorlu araçlar dışında otobüs, tren, taksi gibi toplu taşıma araçları veya bazı durumlarda kısa ve dikey (V/STOL) kalkışlı uçaklar da dikkate alınmalıdır.

1.2.11. Gürültü :

Havaalanları civarındaki uçak gürültüsü ciddi bir problemdir. Havaalanı planlamasına dahil edilecek faktörler, uçak gürültüsü tarifi ve ölçümlerini, saha kullanım kontrolünü, yer kalkış ve uçuş gürültü önleme çalışmalarını, uçakların gürültü sertifikalarını, uçak gürültüsüne karşı insan toleransını, artan trafiğin etkisini ve gelecekteki uçak tiplerinin gürültülerine ait girişi içerir.

Ters sosyal reaksiyonu önlemek için havaalanlarını yoğun yerleşim alanlarından uzakta tutmak her zaman uygun olmaz. Uzakta yerleştirilmiş havaalanları hem gerçek dışı ve masraflı olur, hem de genel yakın seyahat sürelerini azaltma çabasına ters düşer. Buna göre, havaalanı ve toplum için gürültü problemini azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla yeterli sahayı bulmak veya kontrol etmek çok önemlidir. Gürültü tahribatının muhtemel seviyesi, bu seviye ile gürültünün süresi ve insan reaksiyonu arasındaki ilişkiler aracılığıyla değerlendirilmelidir.

Muhtemel sahalarındaki gelecekte oluşacak gürültü tahribatını değerlendirmede, uçak hareket oran tahminleri ve havaalanı gelişimi ile uçak tipleri ve bunların çalışacağı saatler önemlidir. Fakat uzun dönem gürültü tahribatı tahmin ve değerlendirmesi kısa dönemdekilere göre daha az güvenilirdir ve gerçekleri daha az yansıtır. Gürültü değerlendirmesiyle ilgili daha detaylı bilgi Ek 16, Cilt 1 - Uçak Gürültüsü başlığı altında bulunabilir.

Uçak hareketleri tarafından havaalanı ve civarındaki gürültü seviyesi genellikle konuyla ilgili en önemli çevresel faktördür. Gürültüye en çok maruz kalan bölgeler, uçak kalkış ve iniş güzergahları altındaki ve çevresindeki alanlardır. Gürültü seviyeleri genellikle desibel seviyesi, süresi ve oluşma sayıları ile ölçülür. Birçok sayıda gürültü ölçme tekniği vardır (Ek 16'ya bakınız). Uygun saha seçimi ve civar alanların kullanım planlaması, tamamen ortadan kaldırmaya bile, havaalanı ile ilgili gürültü sorununu azaltmada önemli yere sahiptir.

1.2.12. Arazi kullanımı :

Farklı sahaların avantaj ve dezavantajları civardaki arazilerin kullanımlarıyla etkilenecektir. Havaalanları, karşılaştırmalı bir durum yaratılması veya korunması ve varolan arazi kullanım şekillerinin uçaklar tarafından bozulmaması dikkate alınarak yerleştirilmelidir. Bu işlem daha masraflı arazi istimlakına yol açar ve gürültü veya engelleme problemlerinin önlenmesi için gerekli olacağı düşünülen arazi kontrol ölçümlerinin uygulanmasını kolaylaştırır. Genel olarak, suya yakın yaklaşımlara sahip alanlar, kuş tehlikelerinden uzak olması ve gerekli bölgelere yaklaşma için yardımcıları kurabilmesi şartıyla, yerleşim bölgelerindeki alanlara tercih edilmelidir.

Arazi kullanımında değişiklik olması gereken muhtemel sahalarda önemli sosyal problemler ile kanuni ve ekonomik zorluklar oluşur. Bazı durumlarda yasal imkanlar dahilinde satın alma veya zorunlu istimlak da kullanılır. Uygun birimlerce yapılacak varolan arazilerin korunması hakkındaki kontrollerin gelişmesi ile ilgili düzenlemeler ileride daha az soruna yol açacaktır. Havaalanı Planlama Kılavuzu, Bölüm 2'de arazi kullanımı ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

1.2.13. Maliyet Hususları :

İnşaatlarında kullanılacak yatırımdan kaynaklanan gelirleri elde edebilmek için havaalanları, gelişim işleri maliyetlerinin minimum olacağı şekilde yerleştirilmelidir. Buna göre, topografya, zemin ve inşaat malzemeleri tesislerin bulunabilirliği ve arazi değerleri çok önemlidir.

Topografya :

Topografya önemlidir çünkü arazinin eğimi, ağaç ve su kaynakları gibi doğal özellikler ile bina, karayolu ve enerji hattı gibi yapıların varlığı temizleme, dolgu, sınıflandırma ve drenaj gereksinimlerini etkileyebilir. Doğal eğim ve arazinin drenajı, tasarım ve yapım açısından önemlidir. Çünkü bunlar istenen meyilin yaratılmasında gerekli olan zemin ve sınıflandırma işlemlerini belirler ve böylece sahanın hazırlanma maliyeti öğrenilmiş olur. İstenen seviyeye uygun ve drenajı iyi yapılmış araziler maliyet açısından önemli avantajlar sağlarlar.

Tropik hastalıkların görüldüğü yerlerde, havaalanı planlama işlemi uçağa giren hastalık taşıyıcılarının sıfır olması ve kabul edilen sivrisinek uçuş aralıklarının dikkate alınması gibi pratik nedenleri de içermelidir. Bu konuyla ilgili tavsiyeler, Dünya Sağlık Teşkilatı'na ait Hijyen ve Havacılıkta Sağlık Korunma Kılavuzunda, havaalanlarında taşıyıcı kontrolü başlığı altında verilmiştir. Alanı, havaalanı civarı da dahil olarak aedes aegypti'lerin larva ve yetişkin safhalarından uzakta tutmak için, bu çevrenin en az 400 m. dışına uzanan koruyucu bölge içinde aktif anti-sivrisinek ölçümleri bulundurulması gereklidir. Yok edilemeyecek ve sivrisinek barındırabilecek su alanları buna göre değerlendirilmelidir.

1.2.14. Zemin ve inşaat malzemeleri :

Muhtemel sahalardaki toprakların sınıflandırılması maliyet açısından önemlidir. Genel zemin araştırmaları ve örneklemeler, çeşitli toprak tiplerinin haritalarını çıkartmada ve büyük kayalık bölgeleri belirlemede kullanılır. Su kaynaklarının yerleri de önemlidir. Çünkü bunların varlığı ve taşınmaları gereken mesafe, inşaatın maliyetini etkileyecektir. Bu konularda uzman tavsiyesine başvurulmalıdır.

1.2.15. Tesisler :

Muhtemel havaalanı sahaları mümkün olduğu durumlarda, enerji ve su kaynaklarına, lağım ve gaz merkezlerine, drenaj ve telefon hatlarına, vb. yakın olmalıdır. Bu tesislerin varlığı, bunların havaalanı için ayrıca yapılmasını gerektirmez ve böylece de maliyet azalmış olur.

1.2.16. Arazi değerleri :

Havaalanlarının gelecekteki gelişmeler için yeterli alanlara ihtiyacı vardır ve arazinin değeri dikkate alınması gereken bir faktördür. Genellikle, hava ulaşım talebi, hizmet verilen nüfusla ilgilidir. Sonuç olarak da gelecekteki havaalanı gelişim işlemlerinin büyük bir oranının metropolitan alanlar civarında olması beklenmektedir. Şehir nüfusundaki artışlar, yükselen yaşam standartları ve karmaşık yol sistemleri ile metropolitan çevrelerce kullanılan alanlar artmaya devam edecektir. Genellikle alanların kırsal kesimden kente doğru olan değişimi, arazi değerlerinin büyük ölçüde artmasına yol açar. Bu yüzden uygun alanların önceden rezerve edilmesi, havaalanlarının daha düşük maliyetle iyi yerlere yerleştirilmesini sağlayacaktır.

Havaalanları için yeni yollar ve tesislerin yapılması, bunların civarındaki daha önceden kullanılmayan arazileri gelişim için cazip hale getirir. Havaalanlarında istihdam edilen personel sayısı, yerleşim ve tesis endüstrileri açısından bir talep oluşturur. Fakat bunların düzensiz gelişimi, havaalanının verimliliğini olumsuz yönden etkileyecektir. Sahanın uygunluğu düşünüldüğünde, gelecekteki gelişim ve büyüme için yeterli alanın varlığı sorgulanmalıdır. Alanın gelecekteki gelişmeler göz önüne alınarak en baştan elde tutulması veya istimlak edilmesi genelde uygulanacak en ucuz yoldur. Arazinin günümüzde alınmasıyla sonradan alınmasının karşılaştırılması işlemi, en önemli faktör olan zamanı dikkate almaz ve bu yüzden verilecek karar için yeterli bir baz olamaz. Anında ödenen para, gelecekte harcanacak paradan daha kıymetlidir, çünkü bu paranın harcanmaması halinde yatırım yapılabilir ve anında bir kazanç olarak geri döner. Verilecek kararlarda, gelecekte yapılacak ödemeler şimdiki zamana çevrilerek baz alınmalıdır. Geçerli olan arazi değerleri, mülk fiyatlarındaki değişimler ve bu fiyatları artıracak barınma olasılığı, endüstriyel, zirai gelişimler dikkate alınmalıdır.

1.2.17. Çevresel Çalışma :

Yeni bir havaalanı kurulmasında veya varolanın genişletilmesinde çevresel faktörler dikkatle incelenmelidir. Yeni havaalanının yapımı ve işletiminin etkileri veya havaalanının genişletilmesi için yapılacak çalışmalarda havaalanı gereksinimlerinin en iyi şekilde karşılanabilmesi için müsaade edilebilecek hava ve su kalitesi, gürültü seviyeleri, ekolojik işlemler ve bölgenin demografik gelişimi dikkatle incelenmelidir.

Havaalanı gelişiminde karşılaşılan en önemli çevresel sorun uçak gürültüsüdür. Daha sessiz motorlar üretilmesi ve uçuş işlemlerinin geliştirilmesi, gürültüde önemli azalmalara yol açmıştır. Gürültüyü azaltmada etkili başka bir konu da havaalanı civarındaki arazilerin uygun planlanmasıdır. Daha önceden yapılmış bir havaalanı için bu işlem, arazinin kullanılmış olmasından dolayı zor olabilir. Hava trafiğini yapılanmış alanlardan uzakta tutmak için gereken çaba gösterilmelidir.

Diğer önemli çevresel faktörler hava ve su kirliliğini, endüstriyel atıkları ve havaalanından oluşacak kanalizasyon atıkları ile doğal çevre değerlerinin tahrip edilmesini içerir. Oluşacak atıklar için uygun çalışmalar yapılmadığı takdirde, bir havaalanı su kirliliği için önemli bir

etken olabilir. Yapılacak çevresel çalışma, su kirliliğinin nasıl önlenebileceği ile ilgili konuları da içermelidir.

Yeni bir havaalanı yapılması veya daha önceden yapılmış olanın genişletilmesi doğal çevre üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu etki nehir ve ana drenaj hatlarının değişimi, doğal çevrede yaşayan canlıların tahrip edilmesi ve sosyal faaliyet alanlarının yeniden yapılanması gibi büyük gelişimlerde daha çok geçerlidir. Çevresel çalışma bu bozulmanın nasıl azaltılabileceğini de içermelidir.

1.3. Pist Ve Taksi Yollarının Fiziksel Özellikleri

1.3.1. Pistler

Çeşitli büyüklükteki havaalanlarına ve bunların sunduğu hizmetlere yönelik standartları belirlemek amacıyla referans kodları oluşturulmuştur. Referans kodlarının amacı, tasarım özelliklerini ilgilendiren farklı şartnameleri pist üzerinde bulunması beklenen değişik uçaklara uygun bir seri havaalanı tesisi sağlamak için birbirleriyle ilintilendirmektir. **Tablo 1.1**'de de görüldüğü üzere, temel havaalanı uzunluğu ile uçağın kanat açıklığı ve tekerlek açıklığına göre belirlenmektedir.

Tablo 1.1 Meydan Referans Kodu.

1. KOD BİLEŞENİ		2. KOD BİLEŞENİ		
Kod Numarası	Uçak Referans Alan Uzunluğu	Kod Harfi	Kanat açıklığı	Dış Tekerlek Açıklığı ^a
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	800 m.den az	A	15 m.ye kadar	4.5 m.ye kadar
2	800 m.den 1200 m.ye kadar	B	15 m.den 24 m.ye kadar	4.5 m.den 6 m.ye kadar
3	1200 m.den 1800 m.ye kadar	C	24 m.den 36 m.ye kadar	6 m.den 9 m.ye kadar
4	1800 m. ve yukarısı	D	36 m.den 52 m.ye kadar	9 m.den 14 m.ye kadar
		E	52 m.den 65 m.ye kadar	9 m.den 14 m.ye kadar
		F	65 m.den 80 m ye kadar	14 m.den 16 m ye kadar
^a Ana tekerleklerin dış kenarları arasındaki mesafe.				

Bir havaalanında pistler normalde aşağıda belirtilen temel elemanlardan oluşmaktadır:

Uçak yükünü taşımaya yönelik yapısal kaplama

Jet uçaklarının oluşturduğu rüzgar ve blasttan kaynaklanan erozyonu önlemek ve bakım ekipmanlarını ve havaalanı devriyelerini bulundurmak amacıyla yapısal kaplamanın iki yanında uzanan banketler

Yapısal kaplama, banketler ve temizlenmiş-drenajı yapılmış ve düzleştirilmiş bir alandan meydana gelmiş olan pist. Söz konusu alan normal şartlar altında yangın, kaza, kurtarma ve

kar küreme ekiplerini barındırabilecek kapasitede olmalı ve aynı zamanda uçağın pistten çıkması halinde destek sağlayabilmelidir.

Sürekli ya da tekrar eden jet blastına maruz kalan pist sonlarına yakın yüzeylerdeki erozyonu önlemeye yönelik olarak tasarlanmış olan rüzgar yastıkları. Bu alan ya kaplamalı ya da çimlendirilmiş olmalıdır.

Pist sonu emniyet alanları, pistten önce iniş yapan ya da pist bitiminde duramayan uçaklar yüzünden meydana gelebilecek kazaları önlemeye yöneliktir. Daha detaylı bilgi için Ek 14 ve Meydan Tasarım Kılavuzu Bölüm 1'e bakması tavsiye edilmektedir.

Durma uzantısı, pistin sonundan itibaren devam eden ek bir kaplama uzunluğudur. Durma uzantısı kaplamaları muhtemel uçak yüklerini taşıyabilecek mukavemette olmalıdır. Durma uzantısının uzunluğu, yayınlanmış pist uzunluklarına dahil edilmemiş olmakla birlikte, havaalanı yetkililerinin emriyle söz konusu durma uzantılarının pilotlar tarafından kabul edilebilir kalkış ağırlığının belirlenmesi amacıyla kullanılmasına karar verilebilir. Ek kalkış kaplaması uzunluğu, pilotların kalkış ağırlığını, yanlış bir kalkma durumunda toplam kaplama uzunluğunu pist uzunluğu artı durma uzantısı uzunluğu olarak hesaplanacak şekilde artırabilmelerine imkan sağlamaktadır. Durma uzantısı tasarımı ile ilgili detaylı bilgiler Meydan Tasarım Kılavuzu Bölüm 1'den bulunabilir.

Aşma Sahası, kontrolü ve bakımı havaalanı idaresinde olan ve pist sonunda bulunan maniadan arındırılmış ve kaplamasız bölgedir. Pistin sonunda bulunan bir bölgenin aşma sahası olarak kullanılması durumunda, pilot aşma sahasında hiçbir mania ile karşılaşmayacağını bildiği için uçağın tırmanma hızı ihtiyacı düşecek ve böylece kabul edilebilir kalkış ağırlığı artacaktır. Aşma sahası tasarımı ile ilgili detaylı bilgiler Meydan Tasarım Kılavuzu Bölüm 1'den bulunabilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, kabul edilebilir kalkış ağırlığının hesaplanmasında aşma sahası ve durma uzantılarının göz önünde bulundurulmasının alışılacığı bir uygulama olmamakla birlikte, bazı koşullar altında bu uygulamanın kabul edilebilir kalkış ağırlığını hesaplamakta etkili bir yöntem konumu kazanıyor olmasıdır.

Tablo 1.2. Pist ve Pist Şeridi Özellikleri

Pist genişliği				
	Kod numarası			
	1	2	3	4
A Kod harfi	18 m.	23 m.	30 m.	--
B Kod harfi	18 m.	23 m.	30 m.	--
C Kod harfi	23 m.	30 m.	30 m.	45 m.
D Kod harfi	--	--	45 m.	45 m.
E Kod harfi	--	--	--	45 m.
F Kod harfi				60 m
Pist ve Banketleri Toplam Genişliği	D ve E kod harfi için pist ve banketlerinin genişlikleri toplamı 60 m.nin altında olmayacaktır.			
Pist Maksimum Uzunlamasına Eğim	% 1.5	% 1.5	% 1.25	% 1.25
Pist Maksimum Etkin Düzgünlük	% 2	% 2	% 1	% 1
Pist Maksimum Uzunlamasına	% 2	% 2	% 1.5	% 1.5

Eğim Değişikliği				
Pist Maksimum Enine Eğim	Kod harfi A ve B için % 2 ve kod harfi C, D, E ve F için % 1.5.			
Pist Şeridi Genişliği				
Hassas ve Hassas Yaklaşmasız Pist	150 m.	150 m.	300 m.	300 m.
Aletsiz Pist	60 m.	80 m.	150 m.	150 m.
Şerit maksimum uzunlamasına eğim	% 2	% 2	% 1.75	% 1.5
Şerit maksimum enine eğim	% 3	% 3	% 2.5	% 2.5

Uzunlamasına Eğimler :

Pist merkez hattı boyunca eğimler aşağıdaki değerleri geçmemelidir:

- 3 veya 4 kod numarası için yüzde 1;
- 1 veya 2 kod numarası için yüzde 2.

Uzunlamasına eğim, pistin hiçbir bölümünde;

- 4 kod numarası için yüzde 1.25 değerini geçmemelidir (istisnai bir durum olarak, pist uzunluğunun ilk ve son çeyreğinde uzunlamasına eğim yüzde 0.8 değerini geçmemelidir);
- 3 kod numarası için yüzde 1.5 değerini geçmemelidir (istisnai bir durum olarak kategori II veya III için pistin ilk ve son çeyreğinde uzunlamasına eğim yüzde 0.8 değerini geçmemelidir);
- 1 ve 2 kod numarası için yüzde 2 değerini geçmemelidir.

Uzunlamasına Eğim Değişiklikleri

Eğimin değişmesi kaçınılmaz ise, iki farklı eğim arasındaki değişiklik;

- 3 veya 4 kod numarası için yüzde 1.5 değerini;
- 1 veya 2 kod numarası için yüzde 2 değerini geçmemelidir.

Bir eğimden diğerine geçiş, kurbu bir yüzey ile gerçekleşmeli ve değişim oranı;

- 4 kod numarası için, her 30 m.de yüzde 0.1 değerini geçmemelidir (30000 m.lik kavis için en düşük yarıçap);
- 3 kod numarası için, her 30 m.de yüzde 0.2 değerini geçmemelidir (15000 m.lik kavis için en düşük yarıçap);
- 1 veya 2 kod numarası için, her 30 m.de yüzde 0.4 değerini geçmemelidir (7500 m.lik kavis için en düşük yarıçap).

Görüş Mesafesi :

Eğimin değişmesi kaçınılmaz ise, aşağıdaki noktalarda tamamıyla maniyadan arındırılmış bir görüş hattı bulunmalıdır:

- Kod harfi C, D,E veya F için, pistin 3 m. yukarısındaki herhangi bir noktadan, pist uzunluğunun en az yarısı kadar bir uzaklıkta bulunan herhangi bir noktaya kadar;
- Kod harfi B için, pistin 2 m. yukarısındaki herhangi bir noktadan, pist uzunluğunun en az yarısı kadar bir uzaklıkta bulunan herhangi bir noktaya kadar;

Kod harfi A için, pistin 1.5 m. yukarısındaki herhangi bir noktadan, pist uzunluğunun en az yarısı kadar bir uzaklıkta bulunan herhangi bir noktaya kadar.

Eğim Değişiklikleri Arasındaki Mesafe :

Bir pist boyunca birbirine yakın noktalarda eğim değişikliklerinden kaçınılmalıdır. Birbirini takip eden iki kurbun kesişim noktaları arasındaki mesafe aşağıdaki değerlerden hangisi daha büyük ise, bu değerden küçük olmamalıdır:

eğim değişikliklerine karşılık gelen mutlak değerlerin toplamı ile aşağıdaki değerlerin çarpımı:

4 kod numarası için 30000 m;

3 kod numarası için 15000 m;

1 veya 2 kod numarası için 5000 m.

veya;

b) 45 m.

Aşağıdaki örnekte eğim değişiklikleri arasındaki mesafenin nasıl belirleneceği gösterilmiştir

Kod numarası 3 olan bir pist için mesafe en az:

$15000 * (|x-y|) + |y-z|)$ m. olmalıdır.

Burada;

$|x-y| = (x-y)$ 'nin mutlak değeri,

$|y-z| = (y-z)$ 'nin mutlak değeridir.

$x = +0.01$

$y = -0.005$

$z = +0.005$ olarak kabul edilmiştir.

Bu durumda;

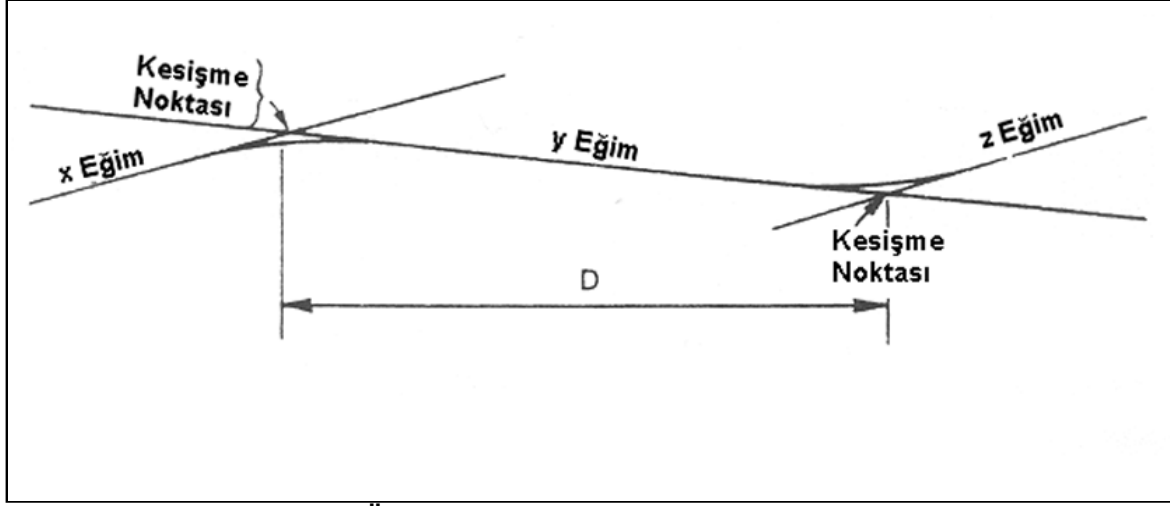
$|x-y| = 0.015$

$|y-z| = 0.01$ olacaktır.

Bu değerler formülde yerine konduğunda, D mesafesinin aşağıdaki değerden düşük olmaması gerekmektedir:

$15000 * (0.015 + 0.01)$ m.

$15000 * 0.025 = 375$ m.



Çizim 1.1. Pist Ekseni Üzerindeki Profil (Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Enine Eğimler :

Suyun en hızlı Çizimde drenajının sağlanması için pist yüzeyine mümkün olduğunca kavis verilmelidir. Enine eğim, ideal olarak aşağıdaki değerlerde olmalıdır:

Kod harfi C, D, E veya F için yüzde 1.5;
Kod harfi A veya B için yüzde 2.

Ancak, hiçbir şekilde yüzde 1.5 veya yüzde 2 değerini geçmemeli veya daha düşük eğimlere ihtiyaç duyulan pist veya kesişmeler haricinde, yüzde 1 değerinden daha düşük olmamalıdır. Pist merkez hattının her iki tarafındaki enine eğimlerin ıslak zeminde ve çapraz rüzgar koşullarında zayıf drenaja neden olacağı vurgulanmalıdır.

Drenajın sağlanabilmesi için çift taraflı eğimin gerektiği pist ve taksirut kesişme noktaları haricinde, pist boyunca enine eğim değişmemelidir. Enine eğim konusunda detaylı bilgi Meydan Tasarım Kılavuzunun (doküman 9157) Kaplamalar (3. Bölüm) bölümünde verilmiştir.

1.3.2. Pist Banketleri

Kaplama kenarına bitişik, kaplama ile bitişindeki zemin arasında bir geçiş sağlamak amacıyla hazırlanmış bir alandır.

Kod harfinin D veya E olduğu ve pist genişliğinin 60 m.den az olduğu koşullarda bir piste banketler yapılmalıdır.

Bir pist veya durma uzantısı banketi, pistten veya durma uzantısından çıkan bir uçağa en az zararı verecek şekilde hazırlanmalı veya inşa edilmelidir.

Bazı durumlarda, şeritteki doğal zeminin mukavemeti yeterli olabilir ve banket koşullarının sağlanması için özel bir çalışma gerekmebilir. Özel bir çalışma yapılacaksa, kullanılacak yöntem bölgenin toprak özelliklerine ve pisti kullanacak uçakların ağırlığına bağlı olacaktır. İyileştirme (örneğin drenaj, stabilizasyon, zemin kaplaması, hafif kaplama) için en iyi yöntem belirlenirken toprak etütleri yapılmasında fayda vardır.

Banketler tasarlanırken türbin motorlara taşlar veya diğer cisimlerin girmesini önlemek için tedbirler alınmalıdır.

Gerekli mukavemetin sağlanabilmesi, ya da taşların veya molozların önlenmesi için banketler iyileştirilirken, pist zemini ile bitişindeki şerit arasındaki görsel kontrastın yetersizliği nedeniyle güçlükler olabilir. Bu güçlük, pist ve şerit zemininde iyi bir görsel kontrast sağlanarak veya pist tarafında şerit işaretler yapılarak çözülebilir.

Pist banketleri, pistin her iki tarafında simetrik olarak genişletilerek, pistin ve banketlerinin toplam genişliğinin 60 m.den az olmaması sağlanmalıdır.

Piste bitişik olan banketin yüzeyi, pist yüzeyi ile aynı seviyede olmalı ve enine eğimi yüzde 2.5 değerini geçmemelidir.

1.3.3. Pist Şeritleri

Pisti ve mevcutsa, durma uzantısını da kapsayan, ve; pistten çıkan bir uçağın zarar görme riskini azaltmak; iniş ve kalkış sırasında üzerinde uçan uçağı korumak maksadıyla yapılan tanımlı bir alandır.

Uzunluk : Bir şerit, eşik öncesinde ve pist veya durma uzantısı sonunun ilerisinde aşağıdaki mesafeler kadar genişletilmelidir:

- Kod numarası 2, 3 veya 4 için 60 m;
- Kod numarası 1 ve aletli bir pist için 60 m;
- Kod numarası 1 ve aletsiz bir pist için 30 m.

Genişlik : Hassas yaklaşmalı bir pist içeren bir şerit, mümkün olduğu yerlerde, pist merkez hattının ve şerit uzunluğu boyunca uzatılmış merkez hattının her iki tarafında en az aşağıdaki mesafeler kadar yana doğru genişletilmelidir:

- Kod numarası 3 veya 4 için 150 m.
- Kod numarası 1 veya 2 için 75 m.

Hassas yaklaşmasız bir pist içeren bir şerit, pist merkez hattının ve şerit uzunluğu boyunca uzatılmış merkez hattının her iki tarafında en az aşağıdaki mesafeler kadar yana doğru genişletilmelidir:

- Kod numarası 3 veya 4 için 150 m.
- Kod numarası 1 veya 2 için 75 m.

Aletsiz bir pist içeren bir şerit, pist merkez hattının ve şerit uzunluğu boyunca uzatılmış merkez hattının her iki tarafında en az aşağıdaki mesafeler kadar yana doğru genişletilmelidir:

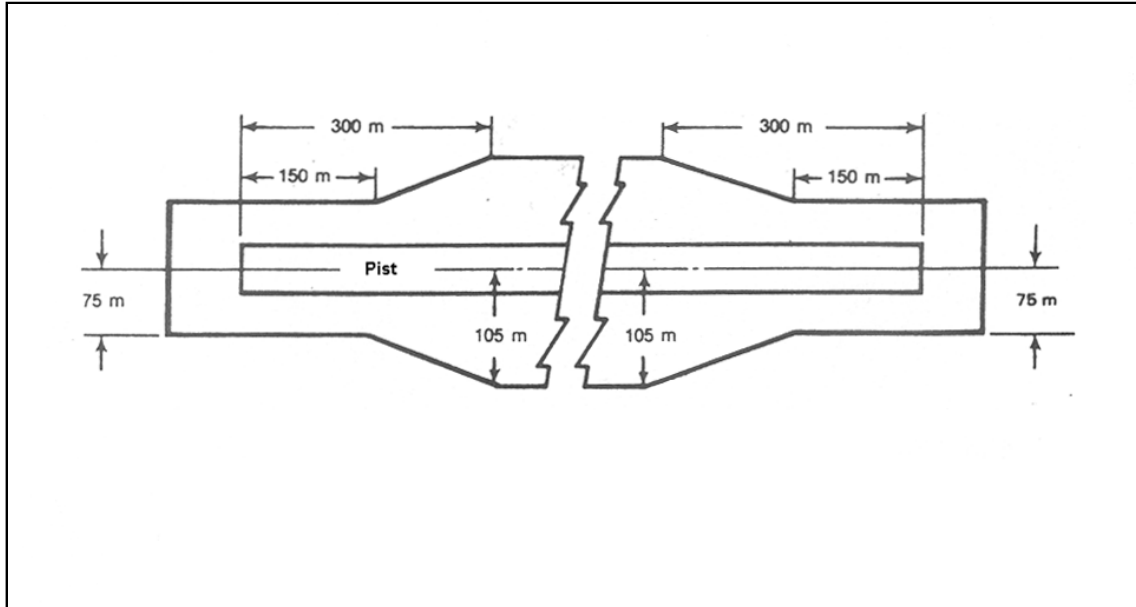
- Kod numarası 3 veya 4 için 75 m.
- Kod numarası 2 için 40 m.
- Kod numarası 1 için 30 m.

Eğim Verme : Aletli bir pistin şerit bölümü, bir uçağın pistten çıkması halinde pisti kullanacağı düşünülen uçaklar için, pist merkez hattından ve genişletilen merkez hattından aşağıdaki mesafeler kadar uzaklıkta eğimli bir alana sahip olmalıdır:

Kod numarası 3 veya 4 için 75 m.

Kod numarası 1 veya 2 için 40 m.

Hassas yaklaşmalı pistlerde şeridin tesviye edilmesi: Konu 3, paragraf 3.3.8, aletli bir pistin merkez hattının en az 75 m uzağında olan şerit bölümlerinin, kod numarası 3 veya 4 olan yerlerde tesviye edilmesini tavsiye eder. Kod numarasının 3 veya 4 olduğu hassas yaklaşmalı pistlerde daha büyük bir genişlik kullanılması tercih sebebi olabilir. **Çizim 1.2** 'de böyle bir pist için göz önünde bulundurulabilecek daha geniş bir şeride yönelik şekil ve boyutlar verilmiştir. Söz konusu şerit, pistten çıkan uçaklara yönelik bilgiler kullanılarak tasarlanmıştır. Tesviye edilmesi gereken bölüm, pist merkez hattından 105 m mesafeye uzanmakta, yalnızca, pist uçlarından 150'şer metre içeriye kadar yavaşça 105 m.den 75 m.ye düşürülmektedir.



Çizim 1.2 – Kod Numarası 3 veya 4 için, Hassas Yaklaşmalı bir Pist İçeren bir Şeridin Eğim Verilmiş Bölümü(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Aletsiz bir pistin şerit bölümü, bir uçağın pistten çıkması halinde pisti kullanacağı düşünülen uçaklar için, pist merkez hattından ve genişletilen merkez hattından aşağıdaki mesafeler kadar eğimli bir alana sahip olmalıdır:

Kod numarası 3 veya 4 için 75 m.

Kod numarası 2 için 40 m.

Kod numarası 1 için 30 m.

Bir pist, banket veya durma uzantısına bitişik olan bir şeridin yüzeyi, söz konusu pist, banket veya durma uzantısı ile aynı seviyede olmalıdır.

İniş yapan bir uçağın muhafazasız bir eşikten korunabilmesi için blast erozyonuna karşı bir eşikten en az 30 m. önce şeridin bir bölümü hazırlanmalıdır.

Uzunlamasına Eğimler :

Şeridin eğitim verilecek bölümü boyunca uzunlamasına eğitim aşağıdaki değerleri geçmemelidir:

Kod numarası 4 için yüzde 1.5;
Kod numarası 3 için yüzde 1.75;
Kod numarası 1 veya 2 için yüzde 2.

Uzunlamasına Eğitim Değişiklikleri :

Şeritteki eğitim değişiklikleri mümkün olduğunca yumuşak olmalı, beklenmedik ve ani eğitim değişikliklerinden kaçınılmalıdır.

Otomatik yaklaşma ve otomatik iniş yapabilen (hava koşullarından bağımsız olarak) uçaklar için hassas yaklaşmalı bir pistin eşiğinden önceki eğitim değişikliklerinin yapılmaması veya pistin uzatılmış merkez hattının her iki tarafında en az 30 m.lik bir mesafede kalacak şekilde şeridin söz konusu bölümünde en düşük değerde tutulması daha uygun olacaktır. Bunun nedeni ise, bu tip uçakların son yükseklik için telsiz altimetresi ve aydınlatma kılavuzu bulunmasıdır ve uçak eşiğin öncesinde inişe geçtiği anda telsiz altimetresi otomatik pilota bilgi göndermeye başlayacaktır. Bu bölümde eğitim değişiklikleri yapılması kaçınılmaz ise, iki eğitim arasındaki değişim oranı her 30 m. için yüzde 2 değerini geçmemelidir.

Enine Eğitimler :

Şeridin eğitim verilecek bölümlerindeki enine eğitimler, zemin üzerinde suyun birikmesini önleyecek şekilde olmalı; ancak pist, banket veya durma uzantısı sonundan ilk 3 m.lik eğitim, drenajın sağlanabilmesi için pistten uzaklaşma istikametinde (negatif) ve yüzde 5 değerine kadar çıkarılabilir. Bu istisna haricinde, enine eğitimler aşağıdaki değerleri geçmemelidir:

Kod numarası 3 veya 4 için yüzde 2.5;
Kod numarası 1 veya 2 için yüzde 3.

Şeridin bu noktanın ötesinde eğitim verilecek bölümlerindeki enine eğitimler, pistten uzaklaşma istikametinde yüzde 5 değerini geçmemelidir.

Mukavemet :

Aletli bir pistin şerit bölümü, bir uçağın pistten çıkması halinde pisti kullanacağı düşünülen uçakların yük mukavemet kapasitesindeki farklar nedeniyle oluşan zararların en aza indirilebilmesi için, pist merkez hattından ve genişletilen merkez hattından aşağıdaki mesafeler kadar uzaklıkta hazırlanmalı veya inşa edilmelidir:

Kod numarası 3 veya 4 için 75 m.
Kod numarası 1 veya 2 için 40 m.

Aletsiz bir pistin şerit bölümü, bir uçağın pistten çıkması halinde pisti kullanacağı düşünülen uçakların yük mukavemet kapasitesindeki farklar nedeniyle oluşan zararların en aza indirilebilmesi için, pist merkez hattından ve genişletilen merkez hattından aşağıdaki mesafeler kadar uzaklıkta hazırlanmalı veya inşa edilmelidir:

Kod numarası 3 veya 4 için 75 m.
Kod numarası 2 için 40 m.
Kod numarası 1 için 30 m.

1.3.4. Pist Sonu Emniyet Alanları

Yanlış manevra yapan veya zamanında duramayan bir uçağın zarar görme riskini azaltmak maksadıyla pist merkez hattına simetrik ve şerit sonuna komşu bir alandır. Kod numarası 3 veya 4 olan bir pist şeridinin ve kod numarası 1 veya 2 için aletli bir pistin şeridinin her iki ucunda bir pist sonu emniyet alanı sağlanmalıdır.

Uzunluk : Bir pist sonu emniyet alanı, pist şeridi sonundan mümkün olduğunca genişletilmeli, ancak en az 90 m. olmalıdır.

Gerekli uzunluğa karar verilirken, hassas yaklaşmalı bir pistte gerçekleşmesi muhtemel olumsuz işletim faktörlerinden kaynaklanan zamanında duramama ve iniş yapamadan tekrar havalanma gibi durumlar için yeterli alanın sağlanmış olmasına da dikkat edilmelidir. ILS lokalizörü normalde ilk karşılaşılan mania'dır ve pist sonu emniyet alanı bu cihaza kadar genişletilmelidir. Diğer durumlarda, hassas yaklaşmasız veya aletsiz bir pistte ilk karşılaşılan mania bir araç yolu, bir demiryolu, yapay veya doğal bir unsur olabilir. Bu gibi durumlarda, pist sonu emniyet alanı maniaya kadar uzatılmalıdır.

Genişlik : Bir pist sonu emniyet alanının genişliği, ilgili pist genişliğinin en az iki katı olmalıdır.

Cisimler : Hava seyrüseferi için gereken teçhizat veya tesisler dışında, bir pist sonu emniyet alanı üzerinde yer alan ve uçaklar için tehlike oluşturabilecek her türlü cisim, bir "mania" olarak nitelendirilmeli ve mümkün olduğu takdirde kaldırılmalıdır. Hava seyrüseferi için gereken her türlü teçhizat veya tesislerin pist sonu emniyet alanı üzerinde yer alması kaçınılmaz ise, mümkün olan en düşük ağırlık ve yükseklikte olmalı, uçağa vereceği hasarın en aza indirilmesi için kolayca tahrip edilebilir şekilde tasarlanmalı ve yerleştirilmelidir.

Ayrım ve Eğimlerin Sağlanması : Bir pist sonu emniyet alanı, bir uçağın pas geçmesi veya zamanında duramaması halinde pisti kullanacağı düşünülen uçaklar için yapılan açık ve eğimli bir alandır. Pist sonu emniyet alanındaki zemin yüzeyinin, pist şeridi ile aynı kalitede olması gerekmektedir.

Uzunlamasına Eğimler : Bir pist sonu emniyet alanının uzunlamasına eğimleri, yüzde 5 değerinden fazla olmamalıdır. Uzunlamasına eğim değişiklikleri mümkün olduğunca düşük olmalı, beklenmedik ve ani eğim değişikliklerinden kaçınılmalıdır.

Otomatik yaklaşma ve iniş yapan uçakların pisti kullanabilmesi için (hava koşullarından bağımsız olarak) hassas yaklaşmalı bir pist eşiğinden önce, pist merkez hattının uzatılmış bölgesine simetrik olacak şekilde yaklaşık 60 m. genişliğinde ve 300 m. uzunluğunda bir alanda eğim değişikliklerinden kaçınılmalı veya mümkün olan en düşük değişiklikler yapılmalıdır. Bunun nedeni ise, bu tip uçakların son yükseklik için telsiz altimetresi ve aydınlatma kılavuzu bulunmasıdır ve uçak eşiğin öncesinde inişe geçtiği anda telsiz altimetresi otomatik pilota bilgi göndermeye başlayacaktır. Bu bölümde eğim değişiklikleri yapılması kaçınılmaz ise, iki eğim arasındaki değişim oranı her 30 m. için yüzde 2 değerini geçmemelidir.

Enine Eğimler : Bir pist sonu emniyet alanının enine eğimleri, pozitif veya negatif olarak yüzde 5 değerini geçmemelidir. Farklı eğimler arasındaki geçiş mümkün olduğunca yumuşak olmalıdır.

Mukavemet : Bir pist sonu emniyet alanı, zamanında duramayan veya pisti pas geçmek zorunda kalan uçakların zarar görme riskini en aza indirecek, kurtarma ve itfaiye araçlarının hareketini kolaylaştıracak şekilde hazırlanmalı veya inşa edilmelidir.

1.3.5. Aşma Sahaları (Clearway)

Uçağın belirli bir yüksekliğe çıkana kadar kullanması amacıyla seçilen veya hazırlanan, uygun merciler tarafından kontrol altında tutulan, kara veya su üzerindeki dörtgen bir alandır.

Bir aşma sahasının başlangıç noktası, mevcut kalkış yüzeyinin sonunda olmalıdır.

Bir aşma sahasının uzunluğu, mevcut kalkış yüzeyi uzunluğunun yarısından fazla olmamalıdır.

Bir aşma sahası, pistin uzatılmış merkez hattının her iki yanından en az 75 m. mesafe olacak şekilde yana genişletilmelidir.

Eğimler : Bir düzlemin alt sınırının yatay bir hat olduğu varsayılırsa;

bu hat, pist merkez hattını içeren dikey yüzeye dik açı yaptığında;
bu hat, mevcut kalkış yüzeyinin sonundaki pist merkez hattı üzerindeki bir noktadan geçtiğinde;

aşma sahasının zemini, yüzde 1.25 değerinde pozitif bir eğim yapan düzlemin izdüşümünden farklı olmalıdır.

Bir pist, banket veya şerit üzerindeki uzunlamasına veya enine eğimler nedeniyle, yukarıda tanımlanan aşma sahası düzleminin alt sınırı pist, banket veya şeridin rakımına karşılık gelen değerden düşük olabilir. aşma sahası düzleminin alt sınırına uygun olacak şekilde bu yüzeylerin yükseltilmesi veya uçaklar için tehlike oluşturduğu düşünülmeyişi halde şerit sonunun ötesinde ve aşma sahası düzleminin üzerinde, fakat şerit seviyesinin altında bulunan arazi veya cisimlerin kaldırılması gerekmemektedir.

Bir aşma sahası zemininin eğimi düşük olduğunda veya ortalama eğim pozitif bir değer olduğunda, ani pozitif eğimlerden kaçınılmalıdır. Bu gibi durumlarda, aşma sahasında yer alan arklar gibi yalıtılmış çukurlar haricinde, uzatılmış merkez hattının her iki tarafındaki 22.5 m.lik bir mesafe içindeki aşma sahası bölümleri, aşma sahasının kullanıldığı pistlerle uyumlu olmalıdır.

1.3.6. Durma Uzantıları (Stopway)

Kalkıştan vazgeçme halinde uçağın durabilmesine elverişli şekilde hazırlanmış, kalkış için mevcut hareket mesafesinin sonunda ve yer üzerinde belirlenmiş sahadır.

Bir durma uzantısı, ilgili pist ile aynı genişlikte olmalıdır.

Bir durma uzantısının eğimleri ve eğim değışiklikleri ile bir pistten bir durma uzantısına geçiş bölgesi,

Pist uzunluğunun ilk ve son çeyreğinin yüzde 0.8'lik bir eğime sahip olması gerektiği kısıtlaması, durma uzantısı için zorunlu değildir;

durma uzantısı ile pistin kesişme noktasında ve durma uzantısı boyunca eğim değişimi oranı, kod numarası 3 veya 4 olan bir pistte en fazla her 30 m. için yüzde 0.3 değerinde (10000 m.lik kavisin en düşük yarıçapı) olmalıdır.

Bir durma uzantısı, başarısız bir kalkış halinde, hizmet edeceği düşünülen uçakları destekleyecek şekilde hazırlanmalı ve inşa edilmeli, uçağa fiziksel bir zarar vermemelidir.

Kaplamalı bir durma uzantısının zemini, ıslak olması halinde sürtünme katsayısı iyi olacak şekilde inşa edilmelidir.

Kaplamasız bir durma uzantısının sürtünme özellikleri, ilgili pistin sürtünme özelliklerine yakın olmalıdır.

1.3.7. Kaydırılmış Eşik

Bir mania yaklaşma yüzeyinin üzerine uzanıyor ve kaldırılması mümkün olmuyorsa, eşiğin yerinin kalıcı olarak kaydırılması düşünülmelidir.

Mania tahdit hedeflerine ulaşılabilmesi için eşik pist üzerinde aşağıya doğru, yaklaşma yüzeyinde mania kalmamasını sağlamak için gerekli mesafe kadar kaydırılmalıdır.

Bununla birlikte, eşiğin pist ucundan kaydırılması ister istemez mevcut iniş mesafesini azaltacaktır ki, bu zaman zaman yaklaşma yüzeyine işaretlenmiş ve ışıklandırılmış maniaların girmesinden daha önemli bir sorun oluşturabilir. Bu sebeple, eşiğin kaydırılması ve ne kadar kaydırılması gerektiği konusunda bir karar verilmesi gerekiyorsa, temiz bir yaklaşma yüzeyi sağlamakla yeterli iniş alanı temin etmek arasındaki dengeyi sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Bu soruya bir cevap aranırken, havaalanını kullanması amaçlanan uçak tipleri, pistin kullanılacağı görüş mesafesi ve bulut yüksekliği limitleri ve maniaların eşik ve uzatılmış merkez hattına göre yerleri ile hassas yaklaşmalı pistlerde mania tahdit yüzeyi sınırlarını belirlemede maniaların önemi göz önünde bulundurulmalıdır.

İniş mesafesi konusu göz ardı edilmeden seçilen eşik yeri, eşiğe giren maniasız yüzey, kod numarası 4 için %3.3'ten, kod numarası 3 için ise %5'ten daha dik olmayacak şekilde belirlenmelidir.

Belirlenen Mesafelerin Hesaplanması

Durma uzantısı ve aşma sahalarının geliştirilmesi ve kaydırılmış eşiklerin kullanılmaya başlanması ile birlikte, uçakların iniş ve kalkışı için kullanılan çeşitli fiziksel mesafeler konusunda güvenilir bilgilerin üretilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

EK 14'ün 1. Cildinde, uluslararası ticari hava taşımacılığı için kullanılması düşünülen bir pistin belirlenen mesafelerinin hesaplanması, EK 15'de ise pistin her iki yönü için belirlenen mesafelerin Havacılık Bilgi Yayını'na (AIP) bildirilmesi istenmektedir.

Mevcut Kalkış Yüzeyi (TORA) : Kalkış yapan uçağın yerdeki hareketi için mevcut bulunan pist uzunluğu; (Kaydırılmış eşik varsa dahil)

Mevcut Kalkış Mesafesi (TODA) : Mevcut kalkış yüzeyi ile aşma sahası uzunluğunun toplamı.

Mevcut Hızlanma-Durma Mesafesi (ASDA) : Mevcut kalkış yüzeyi ile durma uzantısı uzunluğunun toplamı.

Mevcut İniş Mesafesi (LDA) : İniş yapan uçağın yerdeki hareketi için mevcut bulunan pist uzunluğu. (Kaydırılmış eşik varsa hariç)

İşletim açısından yasak olması nedeniyle pistin bir yönü kalkış, iniş veya her ikisi için kullanılamıyorsa, bu durum bildirilmeli ve “kullanılamaz” sözü veya “NU” ifadesi girilmelidir.

1.3.8. Maniaların Kısıtlanması Ve Kaldırılması

Havaalanlarının çevresinde uçakların emniyetle uçabilmelerine imkan verebilecek şekilde, manialardan arındırılmış bir hava sahası belirleyip korumak ve geliştirilecek manialar nedeniyle havaalanlarının kullanılmaz hale gelmesini engellemektir. Bunun için, manialarca ihlal edilmemesi istenen sınırları belirleyen, bir dizi mania tahdit yüzeyinin belirlenmesi yöntemi geliştirilmiştir.

Mania tahdit yüzeylerini delen manialar, bazı durumlarda aletli yaklaşma planının, mania ayırım irtifasının/yüksekliğinin veya buna bağlı çeşitli görerek yaklaşma yüksekliklerinin arttırılmasına neden olabilir. Maniaların değerlendirilmesine ilişkin ölçüler, “Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Kurallar-Uçak İşletimleri (PANS-OPS) (Dok. 8168)” adlı dokümanda yer almaktadır.

1.3.9. Mania Sınırı Yüzeyleri

Konik Yüzey

Konik yüzey iç yatay yüzeyin dış hat hududundan başlayıp, dışa doğru ve pozitif eğimi olan bir yüzeydir.

İç Yatay Yüzey :

Havaalanı ve çevresinde, yatay düzlem üzerinde yer alan yüzeydir.

Dış hududunun yarıçapı, bu amaçla tespit edilmiş referans noktası veya noktalarından ölçülecektir.

Yüzeyin mutlaka yuvarlak olması zorunlu değildir

Yüksekliği, bu maksat için tespit edilmiş yükseklik referans noktasından olan yükseklik olarak ölçülecektir.

(İç yatay yüzeyin genişliği ve Yükseklik referans noktasının tespiti konusunda açıklayıcı bilgiler Meydan Hizmetleri Kılavuzu-Kısım 6’da verilmiştir.)

Yaklaşma Yüzeyi :

Yaklaşma yüzeyi, eşiği takip eden eğimli bir düzlem veya düzlemler bileşimidir.

Pist eşiğinin belirlenmiş uzaklık ve uzunluktaki merkez hattına yatay veya dik olan bir iç kenar.

İç kenarın iki ucundan başlayan, merkez hattı uzantısından belirli bir oranda uyumlu şekilde ayrılan iki yan kenar

İç kenara paralel bir dış kenar

İç kenarın yüksekliği eşiğin orta nokta yüksekliğine eşit olacaktır.

Yaklaşma yüzeyinin eğimi/eğimleri, pist merkez hattını da içine alan dikey bir düzlem üzerinde ölçülecektir

İç Yaklaşma Yüzeyi

Yaklaşma yüzeyinin eşiğine en yakın olan dikdörtgen şeklindeki bir bölümdür.

İç yaklaşma yüzeyi aşağıda belirtilen limitleri kapsayacaktır:

İç kenarı, yaklaşma yüzeyinin iç kenarı ile aynı yerde, ancak iç kenar uzunluğu kendisi için belirlenen uzunlukta olacaktır

İç kenar uçlarından başlayıp pistin merkez hattını içine alan ve dikey düzleme paralel uzanan “iki yan kenar”a sahip olacaktır

İç kenara paralel bir dış kenar hududu olacaktır.

Geçiş Yüzeyi :

İç yatay yüzeye kadar ulaşan dışa ve pozitif eğimi olan, şeridin tamamı ile yaklaşma yüzeyinin bir bölümünün yan kenarlarını takip eden birleşik bir yüzeydir.

Geçiş yüzeyi aşağıdaki özelliklere sahip olacaktır:

Alt kenar hududu yaklaşma yüzeyinin kenarı ile iç yatay yüzeyin kesiştiği yerden başlayıp yaklaşma yüzeyinin bir bölümünün yan kenarlarını takip eden bileşik bir yüzeydir.

Üst kenarı iç yatay düzlemini takip eder.

Alt kenar üzerinde bir noktanın yüksekliği aşağıda belirtildiği şekilde olacaktır:

Şerit boyunca bir noktanın yüksekliği, pist merkez hattı ve uzantısının en yakın noktasının yüksekliğine eşit olacaktır.

Yaklaşma yüzeyi kenarındaki kısım boyunca, yaklaşma yüzeyinin o noktadaki yüzeyine eşit olacaktır.

Not: “a” maddesinin sonucu olarak, geçiş yüzeyinin alt hududu pist profilinin eğimine bağlı olarak eğri veya düz olacaktır. Bu nedenle geçiş yüzeyinin iç yatay yüzeyle birleştiği yerde de aynı şekilde eğri veya düz bir hat oluşturacaktır.

Geçiş yüzeyinin eğimi, pistin merkez hattına dik açılardaki bir düzlem içerisinde ölçülecektir.

İç Geçiş Yüzeyi

Geçiş yüzeyine benzeyen ancak piste daha yakın olan bir yüzeydir.

(Bu yüzeyin tespiti ile kırılabilir cisimler dışındaki, piste yaklaşabilecek uçak ve diğer araçlar için gerekli mania yüzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Geçiş yüzeyi ile bina ve mania limitlerinin kontrolü amaçlanmıştır.)

İç geçiş yüzeyi aşağıda belirtilen limitleri kapsayacaktır:

Alt kenarı, iç yaklaşma yüzeyinin sonundan başlayıp, yan hududunu takiben iç kenarına, oradan pist merkez hattına paralel olarak şeridi takiben temkinli iniş yüzeyinin iç kenarına ve bu yüzeyin yan kenarını takiben iç yatay yüzeyle kesiştiği yere ulaşır.

Üst kenarı, iç yatay yüzey düzlemini takip eder.

Alt kenarın herhangi bir noktasının yüksekliği, aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.

İç yaklaşma yüzeyi ve temkinli iniş yüzeyi boyunca alt kenarın herhangi bir noktasının yüksekliği, bitişindeki yüzeyin o noktadaki yüksekliğine eşit olacaktır.

Şerit boyunca alt kenarın herhangi bir noktasının yüksekliği, merkez hattı ve uzantısının en yakın noktasının yüksekliğine eşit olacaktır.

Not: “b” maddesinin sonucu olarak, iç geçiş yüzeyinin alt hududu şerit boyunca, pist profilindeki eğimlere bağlı olarak eğri veya düz bir hat oluşturacaktır. Bu nedenle iç geçiş yüzeyinin iç yatay yüzeyle birleştiği yerde de aynı şekilde eğri veya düz bir hat oluşturacaktır.

İç geçiş yüzeyinin eğimi pistin merkez hattına dik açılarda dikey bir düzlem üzerinde ölçülecektir.

Temkinli İniş Yüzeyi

Eşikten sonra belirtilmiş bir mesafe ile iç geçiş yüzeyi arasında uzanan eğimli bir düzlemdir.

Temkinli iniş yüzeyi, aşağıda belirtilen limitleri kapsayacaktır:

İç kenarı, eşikten sonra belirtilmiş bir mesafede yer alarak, pistin merkez hattına yatay ve dik olacak

İç kenarın uçlarında başlayıp, pistin merkez hattın içine alan dikey düzlemden belirtilmiş bir oranda uyumlu şekilde uzaklaşan iki yan kenarı olacak ve, iç yatay yüzey düzlem üzerinde, iç kenara paralel bir dış kenarı olacaktır.

İç kenarın yüksekliği, pist merkez hattının aynı yerdeki yüksekliğine eşit olacaktır.

Temkinli iniş yüzeyinin eğimi, pistin merkez hattını içine alan dikey bir düzlem üzerinden ölçülecektir.

Kalkış Tırmanma Yüzeyi :

Kalkış tırmanma yüzeyi pistten ya da aşma sahasından sonra, eğimli bir düzlem veya başka şekilde belirlenmiş bir yüzeydir.

Kalkış tırmanma yüzeyi aşağıda belirtilen limitleri kapsayacaktır:

Pistin merkez hattına yatay ve dik olan, pistin sonundan itibaren belirlenmiş bir mesafede veya varsa aşma sahasının sonunda yer alacak ve belirtilmiş uzunlukta bir iç kenarı olacaktır. İç kenarının uçlarından başlayıp, kalkış rotasından belirtilmiş bir son genişliğe kadar belirli bir oranda uyumlu şekilde ulaşan ve bundan sonra aynı genişlikte kalkış tırmanma yüzeyi için belirtilmiş uzunluğun sonuna kadar devam eden iki yan kenarı olacaktır.

Belirtilmiş kalkış rotasına yatay ve dik olan bir dış kenarı olacaktır.

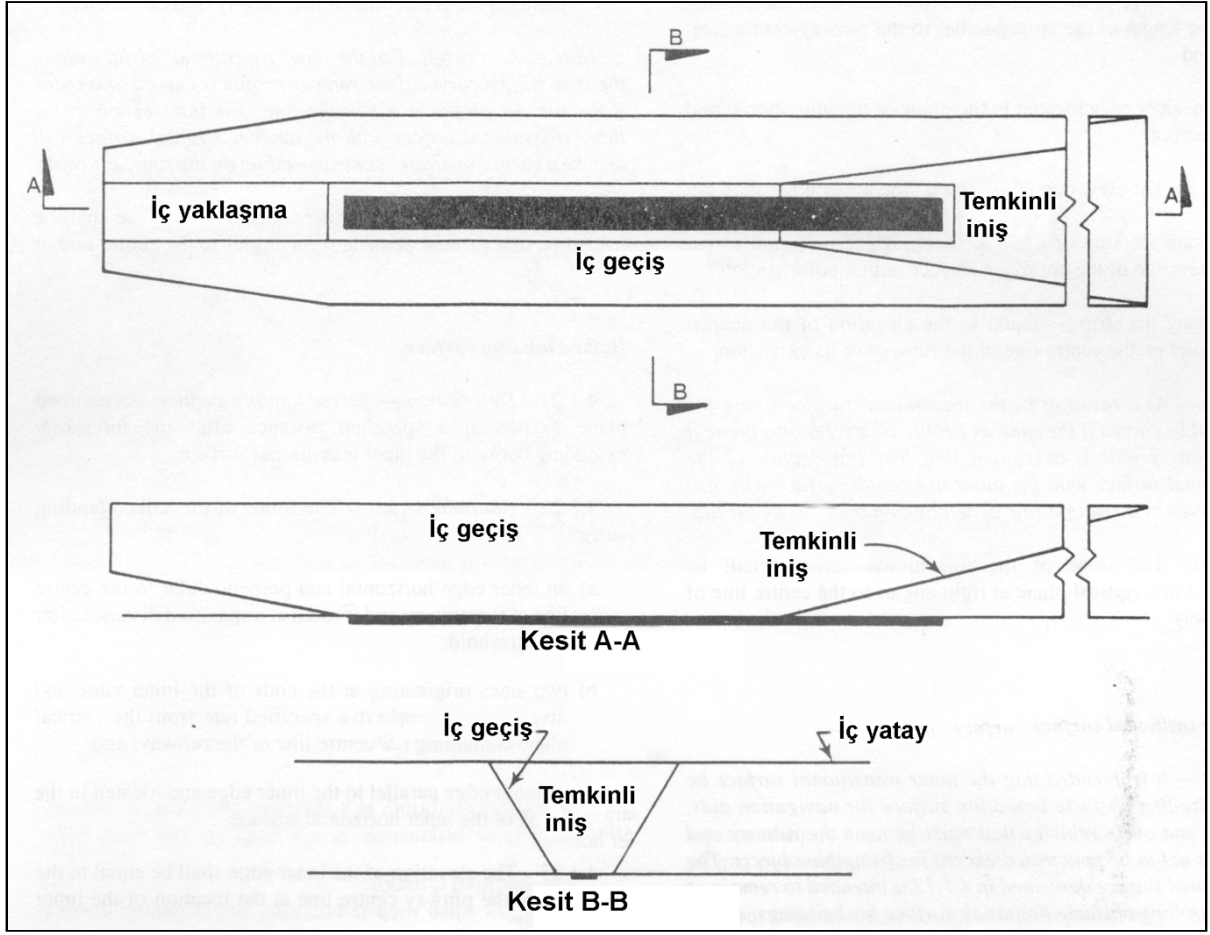
İç kenarın yüksekliği, pist sonu ile iç kenar arasındaki merkez hattı uzantısının en yüksek noktasının yüksekliğine eşit olacak, eğer aşma sahası varsa, bu yükseklik aşma sahasının merkez hattının yer üzerindeki en yüksek noktasının yüksekliğine eşit olacaktır.

Direkt bir kalkış uçuş yolunun mevcut olması halinde, kalkış tırmanma yüzeyinin eğimi, pistin merkez hattını içine alan dikey düzlem üzerinde ölçülecektir.

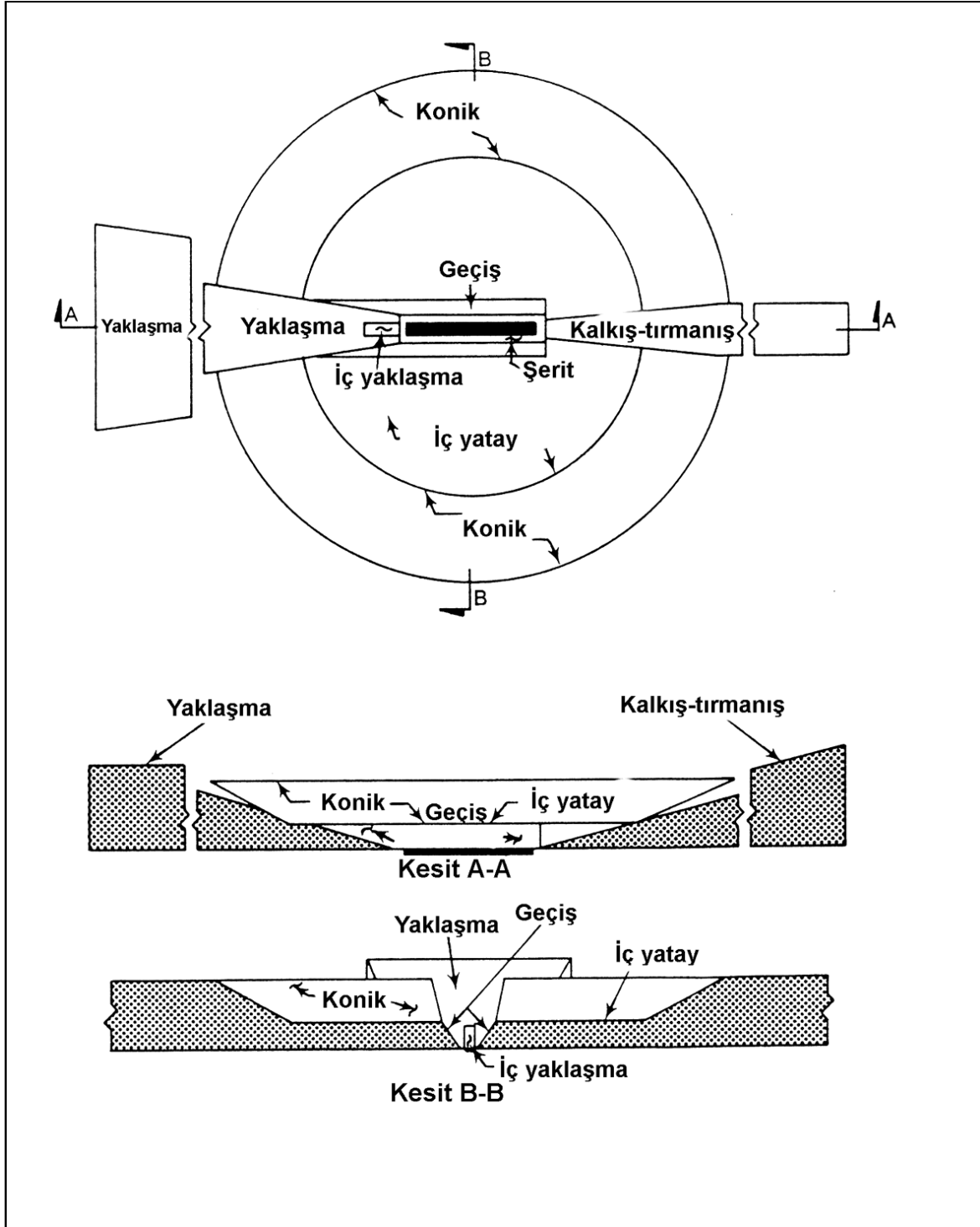
Kalkış tırmanma yolu üzerinde bir dönüş varsa, kalkış tırmanma yüzeyi kendi merkez hattına yatay değerleri de içeren birleşik bir saha olacaktır. Merkez hattının eğimi, bu durumda da direkt kalkış tırmanma yolunda olduğu kadar olacaktır.

Mania Tahdit Yüzeyleri Dışındaki Engeller

Yapılan bir havacılık çalışmasında uçaklara tehlike teşkil etmeyeceğine karar verilmeyen ve yer seviyesinden 150 metre yüksekliğe ulaşan engeller mania tahdit yüzeylerinin limitleri dışında da olsalar mania sayılmalıdırlar.



Çizim 1.3. Mania Tahdit Yüzeyleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)



Çizim 1.4. İç Yaklaşma, İç Geçiş ve Temkinli İnş Mania Tahdit Yüzeyleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

**Tablo 1.3. Yaklaşma Pistlerinde Mania Tahdit Yüzeylerinin Boyutları Ve Eğimleri.
(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)**

	PİST SINIFLAMASI									
	Aletsiz				Hassas Yaklaşmasız			Hassas Yaklaşmalı Kategori		
								I	II veya III	
	Kod Numarası				Kod Numarası			Kod Numarası		
Yüzey ve Boyutlar	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
KONİK										
Eğim	%5	%5	%5	%5	%5	%5	%5	%5	%5	%5
Yükseklik	35m	55m	75m	100m	60m	75m	100m	60m	100m	100m
İÇ YATAY										
Yükseklik	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m
Yarıçap	2000 m	2500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000m
İÇ YAKLAŞMA										
Genişlik	-	-	-	-	-	-	-	90m	120m	120m
Eşikten Uzaklık	-	-	-	-	-	-	-	60m	60m	60m
Uzunluk	-	-	-	-	-	-	-	900m	900m	900m
Eğim								%2.5	%2	%2
YAKLAŞMA										
İç Kenarın Uzunluğu	60m	80m	150m	150m	150m	300m	300m	150m	300m	300m
Eşikten Uzaklık	30m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m
Sapma (her iki tarafta)	%10	%10	%10	%10	%15	%15	%15	%15	%15	%15
Birinci Kesit										
Uzunluk	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000m
Eğim	%5	%4	%3.3 3	%2.5	%3.3 3	%2	%2	%2.5	%2	%2
İkinci Kesit										
Uzunluk	-	-	-	-	-	3600 m ^b	3600 m ^b	1200 0m	3600 m ^b	3600m ^b
Eğim	-	-	-	-	-	%2.5	%2.5	%3	%2.5	%2.5
Yatay Kesit										
Uzunluk	-	-	-	-	-	8400 m ^b	8400 m ^b	-	8400 m ^b	8400m ^b
Toplam Uzunluk	-	-	-	-	-	1500 0m	1500 0m	1500 0m	1500 0m	15000m
GEÇİŞ										
Eğim	%20	%20	%14.3	%14.3	%20	%14.3	%14.3	%14.3	%14.3	%14.3

İÇ GEÇİŞ										
Eğim	-	-	-	-	-	-	-	%40	%33.3	%33.3
TEMKİNLİ İNİŞ YÜZEYİ										
İç Kenar Uzunluğu	-	-	-	-	-	-	-	90m	90m	120m
Eşikten Uzaklık	-	-	-	-	-	-	-	^c	1800 m ^d	1800m ^d
Sapma (her iki tarafta)	-	-	-	-	-	-	-	%10	%10	%10
Eğim	-	-	-	-	-	-	-	%4	%3.3	%3.33
a. Aksi belirtilmedikçe, tüm boyutlar yatayda ölçülmüştür.										
b. Değişken uzunluğu (bakınız 4.2.9 veya 4.2.17)										
c. Şerit sonuna olan uzunluk										
d. Veya daha kısa ise, pist sonuna olan uzunluk.										

1.3.10 Uçak Özellikleri, Performans Ve Pist Uzunluğu

Uçak Özellikleri :

Uçakların kullanması için düşünülen tesislerin planlanması aşamasında uçak hakkında genel bir bilgiye sahip olunması çok önemlidir.

Tablo 4 ve Tablo 5'te gösterilen özellikler, havaalanı tasarımlarında aşağıda verilen açılardan önem taşımaktadır:

Ağırlık : Uçak ağırlığı pist, taksirut ve apron kaplamalarının kalınlıklarının belirlenmesi için önemlidir.

Büyüklik : Uçakların kanat açıklığı ve gövde uzunluğu, park apronlarının büyüklüğünü ve buna bağlı olarak da yolcu binalarının tarzını etkilemektedir. Büyüklik, aynı zamanda pist ve taksirutların genişliği ile bu trafik bölgeleri arasındaki uzaklığı da belirlemektedir.

Kapasite : Yolcu kapasitesi, yolcu binası içerisindeki ve yakınındaki tesislere önemli ölçüde bağlıdır.

Pist Uzunluğu : Pist uzunluğu, havaalanları için gerekli alanın büyük bölümünü etkilemektedir. Tablo 4 ve 5'te verilen pist uzunlukları yalnızca yaklaşık değerlerdir. Daha hassas değerler için bu bölümün sonunda verilen uygun kaynaklara baş vurmak gereklidir.

Tablo 4 ve Tablo 5'in incelenmesi sonucu şu veriler ortaya çıkmaktadır: Belli başlı hava yolu uçaklarının azami kalkış ağırlığı 33000 - 351000 kg arasında değişmektedir. Genel amaçlı daha küçük uçakların ağırlıkları 900 - 3600 kg iken, şirketlere ait uçaklar için bu ağırlık 6800 - 25800 kg arasındadır. Havayolu uçakları maksimum 20 - 800 yolcu kapasitesine sahipken, yolcu sayısı küçük uçaklar için 2 -6 kişi, şirket uçakları içinse uçağın iç yapısına bağlı olarak 10 - 30 kişi arasında değişmektedir. Tipik bir havayolu uçağı için gerekli pist uzunluğu 2100 - 3600 m civarındadır, ancak daha ağır uçaklar için daha uzun pist gerektiği düşüncesi geçerli değildir. Büyük uçaklar için kalkış ağırlığını ve dolayısıyla pist uzunluğunu etkileyen faktör yolculuğun uzunluğudur. Bu yüzden pist uzunluğu ihtiyacını belirlemeye yönelik analizlerde yolculuk mesafesinin hesaplanması gerekmektedir. Genel amaçlı küçük uçaklar için kullanılan pistlerin uzunluğu çok nadiren 600 m.yi geçmekte, bu uzunluk şirket uçakları içinse 1500 m. dolaylarında olmaktadır.

Tablo 1.4 ve **Tablo 1.5'te** uçaklar itici güç tiplerine göre verilmişlerdir. "Pistonlu motor" terimi benzinle çalışan motora sahip tüm pervaneli uçaklar için geçerlidir. "turbo pervaneli" terimi ise türbinli motora sahip pervaneli uçaklar için kullanılmaktadır. Bazı çift motorlu genel amaçlı küçük uçaklar ile eski tip havayolu uçaklarının bazıları bu şekilde uçarlar. "Turbo jet" terimi ise güç için pervanelere

Koltuk sayısına pilot da dahildir.

P = piston motorlu; T = turbo jet; TF = turbo fan; TP = turbo pervaneli

Kalkışta 15 m. yüksekliğe ulaşmak ve 15 m. yükseklikten iniş yapabilmek için gerekli uzunluğun en yakın 5 m. dilimine tamamlanmış değeri.

İniş uzunluğu belirleyicidir.

Tablo 1.4 Genel havacılık ve banliyö uçaklarının özellikleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Uçak tipi	Kanat açıklığı (m.)	Uzunluk (m.)	Maksimum kalkış ağırlığı (kg.)	Maksimum koltuk sayısı ¹	Motor sayısı ve tipi ²	Pist uzunluğu ³
Beech 23-Muskeeter(s)	9.98	7.62	997.90	4	1P	420
Beech V35-Bonanza	10.19	8.03	1542.21	6	1P	400
Beech 58-Baron	11.53	9.07	3073.09	6	2P	725 ⁵
Beech B80-Queen Air	15.32	10.82	3991.61	11	2P	550
Beech B200-Super King Air	16.61	13.34	5670.00	15	2TP	867 ⁴
Beech Model 1 900	16.61	17.63	7530.00	21	2TP	994
Bellanca 260C	10.41	6.99	1360.78	4	1P	305
Cessna 150	9.96	7.01	725.75	2	1P	420
Cessna 172 Skyhawk	10.90	8.20	1043.26	4	1P	465
Cessna 180 Skylane	10.92	8.53	1338.10	4	1P	410
Cessna T310	11.25	8.99	2494.76	6	2P	545
Cessna Conquest II	15.04	11.89	4468.00	11	2TP	751
Cessna Citation III	16.31	16.90	9525.00	11	2TF	1435
Dassault-Jet Falcon 20	16.54	18.29	13199.54	28	2TF	1350
Gulfstream II	20.98	24.36	26081.56	22	2TF	1240
Lear Jet 25	10.85	14.50	6803.89	8	2T	1580
Lockheed Jet Star	16.59	18.42	19050.88	12	4T	1490
North American Sabreliner-60	13.54	14.73	9071.85	12	2T	1485
Piper PA-23-250 Aztec	11.33	9.22	2358.68	6	2P	380
Piper PA180 Cherokee Archer	9.75	7.32	1110.00	4	1P	495
Piper PA-28R-201 Cherokee Arrow III	10.67	7.62	1247.00	4	1P	488
Piper Twin Comanche C	10.97	7.67	1632.93	6	2P	570
Piper PA-31T2	12.40	11.18	4297.00	8	2TP	896
Piper PA-42	14.53	13.23	5080.00	11	2TP	928 ⁴
Piper T 1040	12.52	11.18	4082.00	11	2TP	808

İhtiyaç duymayan ve gücü direkt olarak türbin motorundan alan uçakları tanımlamaktadır. Eski tip jet havayolu uçakları, özellikle Comet, B707 ve DC-8 turbo jet motorlarla donanmış olmalarına karşın daha ekonomik olan turbo fanlı motorlar tablolarında belirtilmiş ve turbo jet motorlar liste dışı bırakılmıştır. Turbo jet bir motorun önüne ya da arka tarafına bir fan eklendiğinde oluşan motora "turbo fan" adı verilir. Genelde fanlar ana motorun ön tarafına monte edilirler. Fan, ana motorun türbini tarafından çalıştırılan küçük çaplı bir pervane olarak düşünülebilir. Belirtilen nedenden ötürü artık neredeyse tüm havayolu ulaşım uçakları turbo fan motorlu olarak üretilmektedirler.

Uçak Performansı :

Pist uzunluğunu etkileyen faktörler üç genel grupta toplanabilir:

Hükümet tarafından uçak üreticileri ve operatörlerine sunulan performans beklentileri

Havaalanının çevre koşulları

Her uçak tipi için işletim, kalkış ve iniş brüt ağırlığını belirleyen şartlar

Pist uzunluğunu etkileyen en önemli havaalanı koşulları şunlardır:

Sıcaklık : Yüksek sıcaklıklardaki yerlerde daha uzun pistlere ihtiyaç vardır, çünkü yüksek sıcaklıklarda havanın yoğunluğu düşmekte ve bu da uçağın itiş gücünü azaltmaktadır. Sıcaklığın uçak performansı üzerindeki etkileri ve "uçak referans sıcaklığının" tanımı Ek 14 ve Meydan Tasarım Kılavuzu, Bölüm 1'de verilmiştir.

Yüzey rüzgarı : Uçağı ön taraftan etkileyen rüzgar pist uzunluğunu azaltırken, arkadan esen rüzgar gerekli pist uzunluğunu artırmaktadır. Havaalanı planlama çalışmaları için, özellikle havaalanında hafif rüzgar koşulları söz konusuysa rüzgarın hesaba katılmaması tercih sebebidir.

Pist Eğimi : Pozitif eğim, negatif eğimden daha uzun bir pist gerektirmektedir; bu farkın ne kadar olacağı ise havaalanı kotu ve sıcaklık tarafından belirlenir. Ortalama düzeltme faktörleri için Ek 14'e baş vurmak gerekmektedir. Yalnızca havaalanı planlanması amacına yönelik olarak Ek 14'te verilen "ortalama uzunlamasına eğim", ana pistin eksen hattı boyunca en alçak ve en yüksek noktalar arasındaki kot farkının pist uzunluğuna bölünmesiyle elde edilmektedir.

Meydan Yüksekliği : Diğer bütün faktörler sabit tutulduğunda, daha yüksekte bulunan havaalanları, alçak yerlerde kurulu olanlarına nazaran daha uzun pistlere ihtiyaç duymaktadırlar. Planlama amacına yönelik olarak, çok sıcak ya da yüksek yerlerde kurulu havaalanları dışındaki pek çok havaalanı için her 300 m yüksekliğe deniz seviyesinden %7'lik bir artış yeterli olacaktır.

Pist Yüzeyinin Durumu : Kirli bir pist yüzeyi, kalkış ve iniş için gerekli pist uzunluğunu artıracaktır. Artma miktarı pist yüzeyindeki kirlenme çeşidine bağlıdır. İklimin incelenmesi pist yüzeyinde su, karla kaplanma, buzlanma gibi etkilerden hangisinin sıklıkla beklenmesi gerektiğini ortaya koyacaktır.

Bu koşulların pist uzunluğunu ne kadar etkileyeceği yalnızca yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Bununla birlikte, bu etkinin oran şeklinde belirtilmesi yararlıdır ve bu yüzden bu şekilde verilmiştir.

Tablo 1.5. Temel Uçak Tiplerinin Özellikleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Uçak Tipi	İmalatçı	Kanat Açıklığı (m.)	Uzunluk (m.)	Maksimum Kalkış Ağırlığı (kg)	Maksimum İniş Ağırlığı (kg)	Motor Sayısı ve Tipi 1	Koltuk Sayısı 2
A-300	Airbus Industrie	44.83	54.08	165 000	138 000	2TF	267-375
A-310	Airbus Industrie	43.89	44.66	153 000	123 000	2TF	210-280
B707-120B	Boeing	39.88	44.22	116 727	86 183	4TF	137-174
B707-320B	Boeing	43.41	46.61	151 318	67 132	4TF	141-189
B720B	Boeing	39.88	41.68	106 277	79 379	4TF	131-149
B727-200	Boeing	32.92	46.69	76 657	68 039	2TF	134-163
B737-200	Boeing	28.35	30.48	45 586	44 452	2TF	86-125
B737-300	Boeing	28.88	32.18	61 220	51 700	2TF	122-149
B747SP	Boeing	59.64	53.82	294 835	204 117	4TF	288-364
B747-100B	Boeing	59.64	69.80	351 534	255 826	4TF	362-513
B747-300	Boeing	59.64	69.80	340 100	255 800	4TF	522-624
B747-400	Boeing	(62.) ³	(69.8) ³	(386 000) ³	N.A.	4TF	N.A.
B757-200	Boeing	38.06	46.97	108 800	89 800	2TF	178-217
B767-200	Boeing	47.57	47.24	142 900	123 400	2TF	216-290
B767-300	Boeing	47.57	54.94	159 210	136 070	2TF	254-312
BAC 111-200	BAC ⁴	26.97	28.19	35 834	31 298	2TF	65-79
BAe 146-100	BAe	26.34	26.19	37 308	32 817	4TF	82-93
BAe 146-200	BAe	26.34	28.60	40 579	35 154	4TF	82-109
Caravelle-B	Aerospatiale	34.29	32.99	56 001	49 501	2TF	86-104
Concorde	BAC Aerospatiale	25.55	61.65	176 447	108 862	4T	108-128
Dash 7	De Havilland Canada	28.35	24.58	19 958	19 051	4TP	48-52
DC-10-10	Douglas	47.35	55.55	195 045	164 881	3TF	270-345
DC-10-30/40	Douglas	50.39	55.35	251 744	182 798	3TF	270-345
DC-8-61/71	Douglas	43.41	57.12	147 418	108 862	4TF	196-259
DC-8-62/72	Douglas	45.23	46.18	158 757	108 862	4TF	189
DC-8-63/73	Douglas	45.23	57.12	161 025	117 027	4TF	196-259
DC-9-32	Douglas	28.44	36.37	48 988	44 906	2TF	115-127
DC-9-50	Douglas	28.44	40.23	54 431	49 895	2TF	130
F-27-500	Fokker	29.00	25.06	20 412	19 051	2TP	52-60
F-28-6000	Fokker	25.07	27.40	33 112	31 300	2TF	65-85
Ilyushin-62	USSR	43.21	53.11	161 937	105 233	4TF	168-186
L-1011	Lockheed	47.35	53.75	195 045	162 386	3TF	256-330
MD 81	Douglas	32.87	45.06	63 503	58 060	2TF	115-172
MD 82	Douglas	32.87	45.06	67 812	58 967	2TF	115-172
MD 83	Douglas	32.87	45.06	72 575	63 276	2TF	155-172
MD 87	Douglas	32.87	39.75	63 503/67 812*	58 060/58 967*	2TF	109-130
Mercure	Dassault	30.53	33.99	52 000	49 002	2TF	124-134
Super VC-10	BAC ⁴	42.67	52.32	151 953	107 501	4TF	100-163
Trident 2E	Hawker Siddley	29.87	34.98	65 091	51 256	3TF	82-115
Tupolev-154	USSR	37.54	47.90	90 000	84 000	3TF	128-158

1 T = turbojet; TF = turbolan; TP = turbo pervaneli

2 Yaklaşık koltuk sayısı : oturma düzenine ve kabinlerin yerine göre değişmektedir.

3 Preliminary figures only : Yaklaşık değer

4 British Aircraft Corporation

* Opsiyonel

1.3.11. Pist Uzunluğunun Belirlenmesi :

"A" havaalanına ait pist uzunluğu, "A" havaalanından "B" havaalanına yapılan bir uçuşa bağlı olarak şu şekilde hesaplanmalıdır:

Uçağın boş işletim ağırlığı belirlenir.

Uçağın taşıyacağı yük belirlenir.

Yakıt rezervi belirlenir.

Birinci, ikinci ve üçüncü maddeler toplanır. Bulunan değer, uçağın "B" şehrine iniş ağırlığıdır.

Bu ağırlık uçağın yapısal iniş ağırlığını aşmamalıdır.

Yükselme, yolculuk süreci ve iniş için gerekli yakıt ihtiyacı belirlenir.

Uçağın kalkış ağırlığı, dördüncü ve beşinci maddeler toplanarak bulunur. Bu ağırlık, uçağın yapısal kalkış ağırlığını aşmamalıdır.

"A" havaalanının sıcaklık, yüzey rüzgarı, pist eğimi ve yükseklik koşulları belirlenir.

Altıncı ve yedinci maddelerde belirtilen veriler ve uçağın onaylanmış uçuş kılavuzu kullanılarak pist uzunluğu hesaplanır.

Yukarıda verilen maddeler aşağıdaki koşullar kullanılarak, Boeing 707-320B tipi bir uçağın "A" ve "B" havaalanları arasında yaptığı 3000 deniz millik bir yolculuk için örneklenebilir:

Tablo 1.6. Boeing 707-320B Uçuş Verileri

	Uçuş İrtifası	:	9450 m	
	Uçuş, kalkış, iniş	:	Standart koşullar	
	Uçuşta karşıdan gelen rüzgar	:	37 km/saat (20 kt)	
	Hız	:	0.82 Mach	
	Meydan rakımı	:	Deniz seviyesi	
	Havaalanı yüzey rüzgarı	:	Sıfır	
	Pist Eğimi	:	Düz	
	Havaalanı Sıcaklığı	:	16°	
	Boş uçuş ağırlığı	:	61 235 kg	
	Yük	:	16 330 kg	
	Yakıt rezervi	:	5 433 kg	
	1. Adım	Boş uçuş ağırlığı: 61 235 kg		
	2. Adım	Yük: 16 330 kg		
	3. Adım	Yakıt rezervi: 5 433 kg		
	4. Adım	İniş ağırlığı: 61 235 + 16 330 + 5 433 = 83 008 kg. Bu değer azami yapısal iniş ağırlığı olan 97 522 kg.dan azdır.		
	5. Adım	Uçuş irtifasına ulaşmak için kullanılacak yakıt miktarı 4 560 kg, alçalmak için gereken miktar 545 kg ve 9 450 m irtifada 0.82 Mach'lık bir hızda uçmak için kullanılan toplam yakıt miktarı 34 020 kg.dır. Bu durumda kullanılan toplam yakıt 4 560 + 34 020 + 545 = 39 125 kg olmaktadır.		
	6. Adım	Kalkış ağırlığı 83 008 + 39 125 = 122 133 kg.dır, ki bu değer azami yapısal kalkış ağırlığı olan 151 317 kg.ı aşmamaktadır.		
	7. Adım	Havaalanı şartları problemde belirtildiği şekildedir.		
	8. Adım	Geliştirilmiş ve onaylanmış Boeing 707-320B uçuş kılavuzundan yararlanılarak kalkışla sınırlandırılmış ağırlığın 122 133 kg.dan az olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu problemde az değildir ve böylece problemde belirtilen koşullar kullanılarak gerekli olan pist uzunluğu 2 135 m olarak belirlenebilir.		

1.3.11.1. Rakım, Sıcaklık Ve Eğime Göre Pist Uzunluğunun Düzeltilmesi

Uygun uçuş kılavuzunun bulunmadığı durumlarda pist uzunluğu, genel düzeltme faktörlerinin kullanılması yoluyla belirlenmelidir. İlk adım olarak, pisti kullanacağı düşünülen uçakların işletimi için gerekli koşulları karşılayacak temel bir pist uzunluğu seçilmelidir. Bu temel uzunluk, meydan planlaması amacıyla standart atmosfer koşullarında, deniz seviyesinde, rüzgarsız bir havada ve sıfır pist eğiminde kalkış veya iniş için gerekli bir pist uzunluğudur. Pist için seçilen temel uzunluk, her 300 m.lik rakım için yüzde 7 oranında arttırılmalıdır.

Meydan referans sıcaklığının, standart atmosfer koşullarında meydan rakımındaki sıcaklığı geçtiği her 1°C için 3.5.2'de belirlenen pist uzunluğu yüzde 1 oranında arttırılmalıdır. Ancak, rakım ve sıcaklığa göre yapılan düzeltmelerin tümü yüzde 35 oranını geçiyorsa, gerekli düzeltmeler özel bir çalışma yapılarak belirlenmelidir. Bazı uçakların işletimi için gereken koşullar, söz konusu düzeltme katsayılarının bu rakım ve sıcaklık için uygun olmadığını ve belirli bir alanda bu tip uçakların işletim gereklerine göre yapılan bir havacılık çalışması sonuçlarının kullanılarak düzeltme katsayılarının düzenlenmesi gerektiğini ortaya çıkarabilir.

Kalkış için gerekli koşullara göre temel pist uzunluğunun 900 m. ve fazlası bir mesafe olması halinde, bu uzunluk pist eğiminin her yüzde 1'lik oranı için, **Ek 14 Bölüm 1 Madde 5.1.2'de** tanımlandığı üzere, yüzde 10 oranında arttırılmalıdır. Gerekli iniş mesafesi de pist eğiminden etkilenebilir. Pist eğiminin, gerekli pist uzunluğunu nasıl etkilediği konusu **Annex 14 Ek 2'de** detaylı olarak ele alınmıştır. Sıcaklık ve nem oranının yüksek olduğu meydanlarda, **Ek 14 Bölüm 1 Madde 3.5.4'de** belirlenen pist uzunluklarının arttırılması gerekebilir, ancak arttırılmış uzunlukların tam değerlerini vermek mümkün değildir.

Pist Uzunluğunun Düzenlenmesi Üzerine Örnekler

Aşağıdaki örneklerde pist uzunluğunun nasıl düzenleneceğine yer verilmiştir.

1. Örnek

Tablo 1.7a. Pist Uzunluğunun Düzenlenmesi Üzerine Örnekler 1

a)	Veriler:		
	1)	Deniz seviyesinde ve standart atmosfer koşullarında iniş için gereken pist uzunluğu	2100 m.
	2)	Deniz seviyesinde ve standart atmosfer koşullarında kalkış için gereken pist uzunluğu	1700 m.
	3)	Meydan rakımı	150 m.
	4)	meydan referans sıcaklığı	24°C
	5)	standart atmosferde 150 m. için sıcaklık	14.025 °C
	6)	pist eğimi	% 0.5
b)	Kalkış için pist uzunluğunda düzeltmeler:		
	1)	Rakıma göre : $(1700 * 0.07 * 150/300) + 1700 = 1760 \text{ m.}$	
	2)	Rakım ve sıcaklığa göre : $(1760 * (24 - 14.025) * 0.01) + 1760 = 1936 \text{ m.}$	
	3)	Rakım, sıcaklık ve eğime göre : $(1936 * 0.5 * 0.10) + 1936 = 2035 \text{ m.}$	
c)	İniş için pist uzunluğunda düzeltmeler:		
		Rakıma göre : $(2100 * 0.07 * 150/300) + 2100 = 2175 \text{ m.}$	
d)	Gerçek pist uzunluğu :		2175 m.

2. Örnek

Tablo 1.7b. Pist Uzunluğunun Düzenlenmesi Üzerine Örnekler 2

a)	Veriler:		
	1)	Deniz seviyesinde ve standart atmosfer koşullarında iniş için gereken pist uzunluğu	2100 m.
	2)	Deniz seviyesinde ve standart atmosfer koşullarında kalkış için gereken pist uzunluğu	2500 m.
	3)	Meydan rakımı	150 m.
	4)	meydan referans sıcaklığı	24°C
	5)	standart atmosferde 150 m. için sıcaklık	14.025 °C
	6)	pist eğimi	% 0.5
b)	Kalkış için pist uzunluğunda düzeltmeler:		
	1)	Rakıma göre : $(2500 * 0.07 * 150/300) + 2500 = 2587$ m.	
	2)	Rakıma ve sıcaklığa göre : $(2587 * (24 - 14.025) * 0.01) + 2587 = 2845$ m.	
	3)	Rakım, sıcaklık ve eğime göre : $(2845 * 0.5 * 0.10) + 2845 = 2985$ m.	
c)	İniş için pist uzunluğunda düzeltmeler:		
		Rakıma göre : $(2100 * 0.07 * 150/300) + 2100 = 2175$ m.	
d)	Gerçek pist uzunluğu :		2985 m.

Pist yönü : Ek 14, Bölüm 3 ve Ek A pist yönlerine ait çeşitli konularda detaylı bilgi verilmiştir.

Pist yönlerinin uçakları yerleşim yerlerine doğru yöneltilmemesine dikkat edilir.

Genel kural olarak, havaalanı ana pistin yönü her zaman hakim rüzgar yönünde yapılmalıdır. İniş ve kalkışlarda uçaklar ancak çapraz rüzgar bileşeninin büyük olmadığı durumlarda pistte manevra yapabilirler. Müsaade edilecek maksimum çapraz rüzgar miktarı uçağın boyutlarına, kanat konfigürasyonuna ve kaplama yüzeyinin durumuna bağlıdır. Ulaşım kategorisindeki uçaklar çapraz rüzgarlarda 56 km/h (30 kt) hıza kadar manevra yapabilirler. Fakat bu hıza ulaşılması oldukça zordur ve bu nedenle havaalanı planlaması için daha düşük değerler kullanılır.

Ek 14 de, pistlerin yönlerinin uçakların çapraz rüzgar bileşenleri ile en az zamanın yüzde 95'ni kullanarak aşağıdaki şekilde yapılmasını belirler.

Tablo 1.8. Çapraz rüzgar bileşenleri ve Pist Yapımına Etkisi

Çapraz rüzgar bileşeni	Uçak referans alan uzunluğu
37 km/saat (20 kt)	1500 m ve yukarısı
24 km/saat (13 kt)	1200 m ile 1500 m. arası
19 km/saat (10 kt)	1200 m.den az

1500 m. veya daha uzun pistlerde, yetersiz sürtünme katsayısından kaynaklanan zayıf frenleme ile karşılaşıldığında, 24 km/h (13 t) 'den fazla olmayan bir çapraz rüzgar birleşeni kabul edilir.

Kabul edilebilecek maksimum çapraz rüzgar bileşeni seçildikten sonra, aşağıda verilen durumlarda rüzgar karakteristikleri irdelenerek rüzgarı karşılayabilecek en uygun pist yönü belirlenebilir.

Görüş ve bulut tavanı göz önüne alınmadan yapılan toplam rüzgar karşılanması, tavan 60 m ile 300 m ve/veya görüş 0.8 km ile 4.8 km arasıdayken oluşan rüzgar koşulları. İlk durum mükemmelden zayıfa doğru bütün görüş aralıklarını temsil eder. Sonraki durum ise iniş için alet kullanmayı gerektiren değişik zayıf görüş derecelerini belirtir. Görüş kısıtlandığında rüzgarın şiddetinin bilinmesi önemlidir. Tavan 60 m olduğunda görüşün 0.8 km'ye ulaşmasıyla az miktarda rüzgar olduğu ve sis, duman veya birleşimlerinin görüşü azalttığı anlaşılır. Bazen bulut tavanı olmamasına rağmen görüş oldukça azalabilir. Bu durumda bulut olmasına bile gerek yoktur. Bu konum için sis, duman, vb. gibi örnekler verilebilir.

ICAO tarafından verilen "% 95" kriteri her türlü hava durumu için uygulanabilir. Buna rağmen mümkün olduğu koşullarda verileri gruplar halinde incelemek faydalı olur.

Hava durumu kayıtları Meteoroloji istasyonlarından alınır. Hızlar 22.5 derecelik artışlara (pusulanın 16 noktasına) bölünür. Hava durumu kayıtları oluşan tavan ve görüş kombinasyonlarının gerçekleştiği zaman yüzdelerini (örneğin, tavan 500'de 274 m'ye; görüş 4.8'den 9.7 km'ye) ve belirlenen hızdaki rüzgarların değişik yönlerden oluşmasına ait zaman yüzdelerini (örneğin, KKD 4.8'den 8.5 km/saate (2.6'dan 4.6 kt'ye) kadar). Yönler kuzeye referans edilerek verilir.

Genellikle, tamamen yeni bir bölge için rüzgar verileri kaydedilmez. Bu durumlarda, çevredeki ölçüm istasyonlarına ait kayıtlara başvurulmalıdır. Bölgenin yeteri derecede düz olması halinde, bu istasyonlardan elde edilen kayıtlar teklifi yapılan havaalanı alanı için kullanılabilir. Rüzgar modellerinin belirlenmesinde topografyanın önemi olduğundan, arazinin dağlık ve engebeli olması halinde bu civar alanlara ait verileri kullanmak tehlikeli olabilir. Bu durumda, bölgenin topografyasının incelenmesi ve uzun süredir bölgede yaşayanlardan bilgi alınması faydalı olacaktır.

Pist yönleri aşağıda açıklanan şekilde grafik olarak belirlenebilir. Her tür görüş durumu için rüzgar verilerinin **Tablo 1.9'daki** gibi olduğu düşünülürse, bu verilere dayanarak **Çizim 1.6'daki** rüzgar gülü çizilebilir.

Verilen rüzgar yüzdesine ait yön ile hız aralığı rüzgar gülü üzerindeki uygun bölümde işaretlenir. En uygun pist yönü, rüzgar gülü üzerinden uygulanacak transparan bir hat üzerine çizilecek üç paralel ve eşit uzaklıktaki çizgiyle bulunabilir. Orta çizgi pist merkez hattını ve dış çizgilerle arasındaki

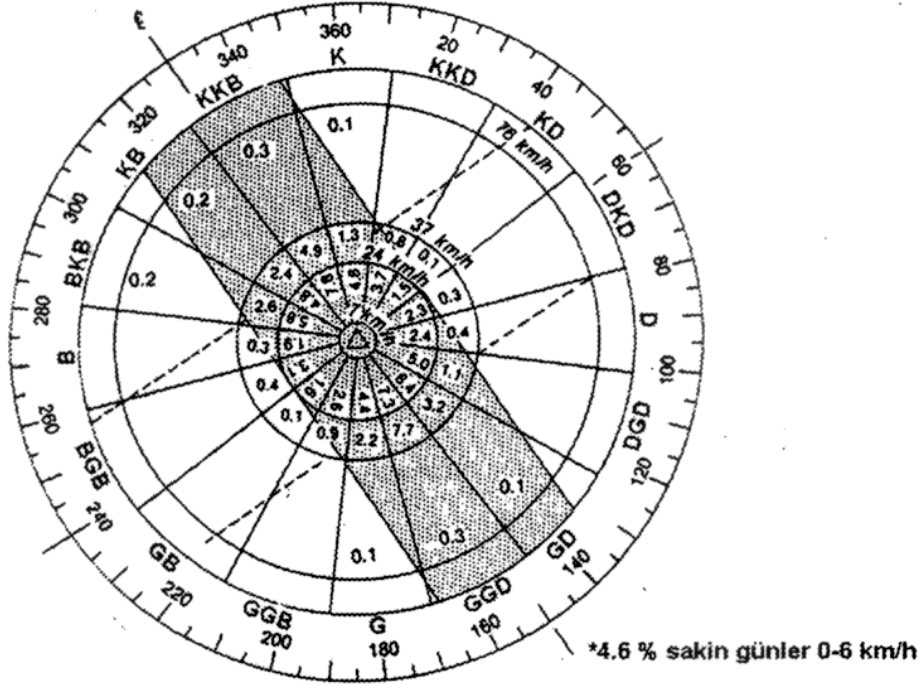
Tablo 1.9. Rüzgar Dağılımı

	Rüzgar Yüzdeleri				
Rüzgar Yönü	7-24 km/saat (4-13 kt)	26-37 km/saat (14-20 kt)	39-76 km/saat (21-41 kt)	Toplam	
K	4.8	1.3	0.1	6.2	
KKD	3.7	0.8	---	4.5	
KD	1.5	0.1	---	1.6	
DKD	2.3	0.3	---	2.6	
D	2.4	0.4	---	2.8	
DGD	5.0	1.1	---	6.1	
GD	6.4	3.2	0.1	9.7	
GGD	7.3	7.7	0.3	15.3	
G	4.4	2.2	0.1	6.7	
GGB	2.6	0.9	---	3.5	
GB	1.6	0.1	---	1.7	
BGB	3.1	0.4	---	3.5	
B	1.9	0.3	---	2.2	
BKB	5.8	2.6	0.2	8.6	
KB	4.8	2.4	0.2	7.4	
KKB	7.8	4.9	0.3	13.0	
Sakin günler - (0-6 km/saat (0-3 kt))				4.6	
Toplam				100.0	

mesafe ise, ölçekli olarak, müsaade edilen çapraz rüzgar bileşeninin iki katını belirtir (örnekte, 48 km/s veya 26 kt).

Transparan hat rüzgar gülü üzerine, orta çizgisi rüzgar gülünün merkezinden geçecek şekilde yerleştirilir. Bu merkez nokta sabit tutularak üstteki transparan dış çizgiler içinde kalan yüzdelere maksimuma ulaşana kadar kaydırılır. Transparan üzerindeki dış çizgiler rüzgar yönüne ait bölümü keserse, kesirli kısım en yakın % 0.1'e kadar gözle belirlenir. Bu işlem rüzgar verilerinin doğruluğuna bağlıdır.

Bir sonraki aşama transparan üzerindeki merkez hattının yön ölçeğini geçtiği durumlarda, pistin rüzgar gülü dışındaki ölçek üzerinden kerterizini okumaktır. Gerçek kuzey, yayınlanan rüzgar verileri için kullanıldığından bu pistlerin numaralandırılmasında kullanılan kerteriz, manyetik kerterizlerden farklı



Çizim 1.5 Tipik bir rüzgar gülü(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

olacaktır. **Çizim 1.5'e** göre 150 ile 330 derece arasında yerleştirilmiş pistler (S30°E gerçek), %95 olarak çapraz rüzgar bileşenlerinin 24 km/s veya 13 kt.yi geçmediği koşullarda işletimlere müsaade ederler.

Bu işlem 24 km/h veya 13 kt.de hız kırılmasına sahip rüzgar kayıtları için geliştirilmesine rağmen, herhangi bir hız kırılmasındaki rüzgar tahminlerini elde etmek için de kullanılır. Rüzgar gülü üzerindeki ortak merkezli daireler ölçekli olarak çizilmiştir ve rüzgar hız verilerindeki kırılmalarını gösterir. Bu kırılmanın 24 km/s yerine 19 km/saatte olduğu düşünülürse (13 kt yerine 10 kt), 24 km/s veya 13 kt müsaade edilebilir maksimum çapraz rüzgar bileşenini temsil eden paralel çizgiler, 19 km/s veya 10 kt dairesine tanjant olmayacak ve bu dairenin dışında yer alacaktır. Bu durum kesirli hesap tahmini yapılmasını gerektirir. 19 km/s (10 kt) dairesi ile 24 km/s (13 kt) paralel çizgileri arasındaki kesirli yüzdeli parçanın tahmini bir hesabı yapılır ve bu sayı 19 km/s /10kt) dairesi ile 24 km/s (13 kt) paralel çizgileri arasındaki yüzdeli parçalar ve 19 km/s (10 kt) dairesi içinde kalan yüzdelerle toplanır.

Zayıf görüş rüzgar analizi

Bir sonraki aşama daha önceden kaydedilmiş sınırlı görüş koşulları altındaki rüzgar verilerini incelemek ve bu verileri kullanarak rüzgar gülü çizmektir. Bu analiz sonunda, pistlerin sınırlı görüş koşulları oluştuğunda % 95 oranında uçak kabul etme kapasitesi kesinleşmiş olur. Analiz aynı zamanda her koşulun oluştuğu toplam zaman içindeki yüzdeleri hakkında da bilgi sağlar. Sınırlı görüş verilerine ait bir tablo **Çizim 1.2'**de gösterilmiştir. **Çizim 1.2** sadece bir pusula yönüne ait, bu durumda kuzeydoğudan alınmıştır, rüzgar gözlemlerini belirtir. Bütün pusula yönlerine ait toplam gözlem sayısı 24081'dir ve bunlardan 1106 tanesi kuzeydoğudan esen rüzgarlara aittir. Bu analizi tamamlamak için diğer pusula yönlerine ait aynı tipte tablolar kullanılmalıdır. Örnek için 290 m olan tavan değerinin 300 m.ye eşit olduğu varsayılmıştır.

Yuvarlak içine alınmış 7 rakamı, rüzgar şiddeti kuzeydoğudan 8-15 km/s (4-8 kt), tavan değeri 0 ile 30 m ve görüş 0 ile 400 m arasındayken yedi adet gözlem yapıldığı anlamına gelir. İki kere taranmış bölge daha önceden kullanılan tavan ve görüş kriterlerini sağlayan kısımdır.

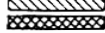
Pist Sayısı :

Ek 14, Bölüm 3 ve Ek A, pistlerin sayılarını etkileyen faktörlere ait gerekli bilgileri içerir. Uçak sayısı, uçak tipleri karışımı, yoğun dönemlerdeki bir saat içindeki kalkış ve iniş düzenlemelerine göre bulunan tahmini uçak trafik talebini karşılamak için yeterli sayıda piste ihtiyaç vardır.

Ek 14'de yüzey çapraz rüzgar hızına ait olarak verilen % 95 kullanılabilirlik faktörü minimum bir değerdir. İşlek havaalanlarında, kalan % 5 içinde çalışılmaması, ki bu değer yılda 18 gün eder, ciddi bir dezavantaj olarak sayılabilir. Şiddetli çapraz rüzgarlardaki uçak trafiğinin düzenlenmesi için ana pistler dışında, bir yada daha çok tali pistin planlanması da yapılmalıdır. Tali pistler, havaalanı bakım işlerinin verilen hava servisinin düzenini bozduğu durumlarda kullanıma sokulabilir. Çapraz rüzgar pistleri sadece yüksek rüzgar bileşenleri altında kullanılacağından, uzunlukları ana pistten daha kısa olabilir.

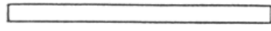
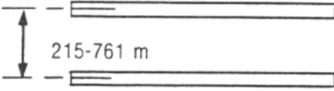
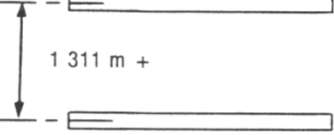
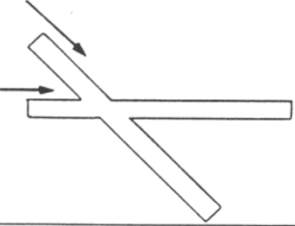
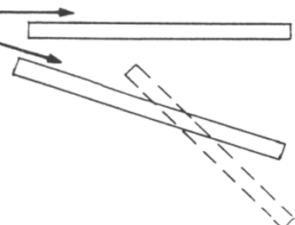
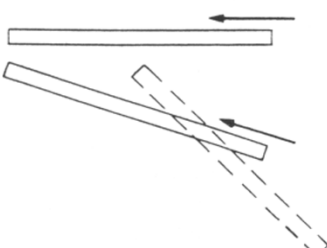
Tablo1.10. Görüş koşullarının kısıtlı olduğu zamanlarda belirli bir yönde esen rüzgar dağılımının analiz etmede kullanılan veri örnekleri. (Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

KD rüzgarı		Toplam gözlem sayısı : 24081						
Tavan gruplar (metre cinsinden)	Hız Grupları (km cinsinden)	Görüş - metre						
		0~400	400~800	800~1 200	1 200~1 600	1 600~2 400	2 400~4 800	4 800+
300	1~7	4		1	2	4	14	202
	8~15	1	5	1	3	6	17	383
	16~23	2			1		5	277
	24~47							114
	48+							
	Toplam	7	5	2	6	10	36	976
180 thru 270	1~7		1			1		3
	8~15			1	1	1	1	12
	16~23				1		3	8
	24~47							
	48+							
	Toplam		1	1	2	2	4	23
150	1~7			1				2
	8~15						2	2
	16~23							
	24~47							
	48+							
	Toplam			1		2	1	4
120	1~7			1				1
	8~15				1	1	2	4
	16~23						1	1
	24~47							
	48+							
	Toplam			1	1	1	3	6
90	1~7	1	1		1	1	1	5
	8~15	1						2
	16~23						1	2
	24~47							
	48+							
	Toplam	2	1		1	1	2	9
60	1~7					1		1
	8~15	1	1	1			1	5
	16~23							1
	24~47				1			1
	48+							
	Toplam	1	1	1	1	1	2	8
30	1~7	3						3
	8~15	⑦	1					8
	16~23		3					3
	24~47							
	48+							
	Toplam	10	4					14
	Hız gruplarına göre oranı		1.6~7 km 10	8~15 km 19	16~23 km 12	24~47 km 5	48 km	

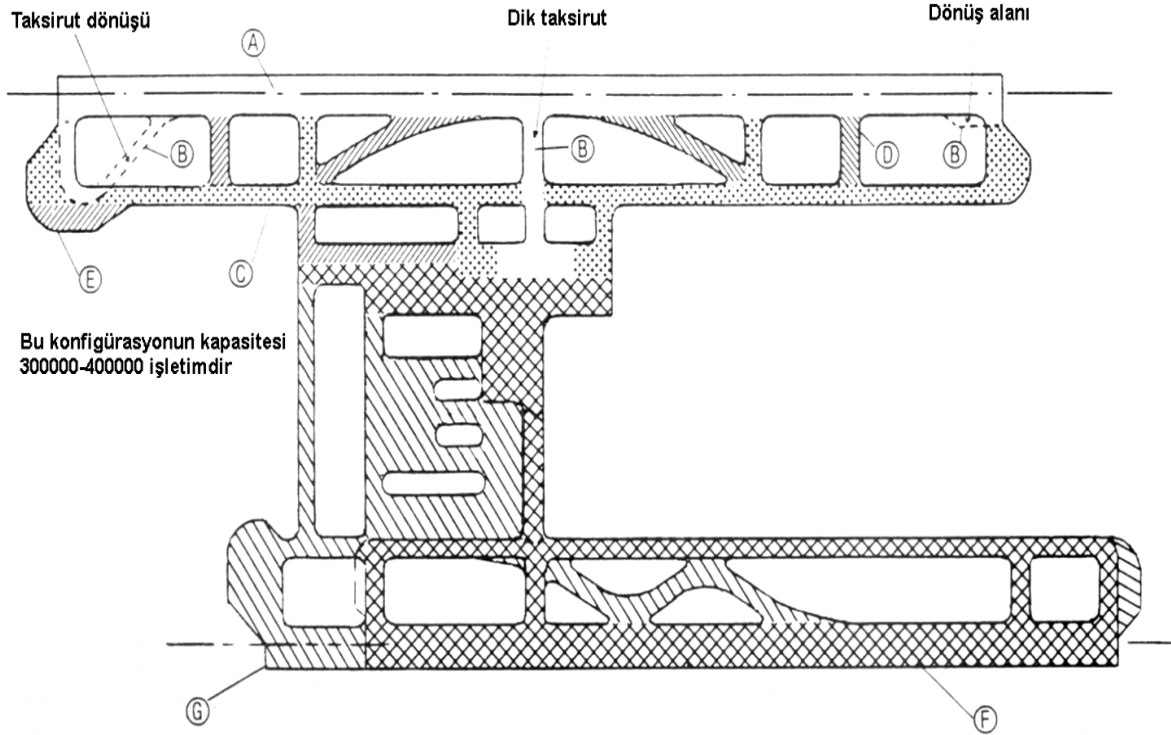
 Tavan koşulları nedeniyle değerlendirilen gözlemler
 Görüş koşulları nedeniyle değerlendirilen gözlemler
 Tavan ve görüş koşulları nedeniyle değerlendirilen gözlemler

1.4. Havaalanı Kapasitesi

Havaalanı planlaması ve tasarımı için havaalanı kapasitesi ve uçak rötarlarının hesaplanması amacıyla Federal Havacılık İdaresi (FAA) bir yöntem sunmaktadır. Bu yöntemde "kapasite" bir saatte gerçekleştirilebilecek maksimum işletim sayısıyken, "rötar" ise sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış iki uçak işletimi arasındaki zaman farkı olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlara göre, rötarın sebebi tesise sürekli olarak sunulan taleptir. Kabul edilebilir rötar seviyesi ise bir havaalanından diğerine değişmektedir. Havaalanının kapasitesini ve uçak başına düşen ortalama rötar miktarını hesaplamak için kullanılan yöntem, FAA'nın havaalanı kapasitesini analiz etmek ve uçak rötarlarını azaltmak için kullandığı bilgisayar modellerinden türetilmiştir. Saatlik kapasite hesabı ortalama rötarı belirlemek için gereklidir. Havaalanı kapasitesi ve bunun bir parçası olan saatlik havaalanı kapasiteleri; pist kullanımı, uçak tipi, ATC kuralları gibi faktörlerdeki farklılıklara bağlı olarak gün içerisinde değişiklik gösterdikleri için, birden fazla hesaplamaya gereksinim duyulabilir. Değişik pist düzenlemeleri için saatlik kapasite ve yıllık hizmet hacimlerine ait değerler **Çizim 1.6'da** verilmiştir. Her pist düzenlemesi için bu değerler uçak tipi, varış yüzdesi, görüş mesafesi vs.ye bağlı olarak verilen sınırlar içerisinde farklılık gösterebilmektedir. Detaylı bilgi için FAA'nın tavsiye yayını olan "Havaalanı Kapasitesi ve Rötarları" kaynağına başvurmak gerekmektedir.

No:	Pist kullanım konfigürasyonu	Saatlik kapasite işletim / saat		Yıllık hizmet hacmi işletim / kapasite
		VFR	IFR	
1		51-98	50-59	195 000-240 000
2		94-197	56-60	260 000-355 000
3		103-197	62-75	275 000-365 000
4		103-197	99-119	305 000-370 000
5		72-98	56-60	200 000-265 000
6		73-150	56-60	220 000-270 000
7		73-132	56-60	215 000-265 000

**Çizim 1.6. Uzun vadeli planlama için saatlik kapasite ve yıllık hizmet hacmi değerleri.
(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)**



KISIM	KRİTERLERİN YERİ
	KESİT
A	6.3.2
B	6.3.5 a)
C	6.3.5 b)
D	6.3.5 c)
E	6.3.5 d)
F	6.3.4 a) to c)
G	6.3.4 d)

İNŞA EDİLMESİ GEREKEN SEVİYE

- 20000-30000 İşletim arası
- ▨ 30000-60000 İşletim arası
- ▨ 50000-99000 İşletim arası
- ▨ 75000-150000 İşletim arası
- ▨ 150000-250000 İşletim arası

* Yukarıdaki aralıklar , söz konusu talimatların yerine getirilmesi halinde oluşan faaliyet düzeylerinin değerlerini göstermektedir. Hesaplanan değerler bu aralıklara tekabül etse bile , bu tablo kriteri temsil etmemektedir

Çizim 1.7. Aşamalı gelişme krokisi(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Pist Kapasitesi :

Uygun taksirut, apron ve hava trafik kontrol tesisleri sağlandığında, tek pistli havaalanlarının yıllık kapasitesi 195 000 işletimi aşabilmektedir. Esas olarak yerel ve yerleşik uçaklar tarafından kullanılan havaalanı pistlerinin yıllık işlemleri yerel uçak sayısının 200'ün altında olduğu hallerde 150 000 işletimi aşmaz. Bununla birlikte, trafiğin artış gösterdiği durumlarda, 150 000'lik bir sabit işletim talebine sahip havaalanlarında kapasite ihtiyaçları göz önünde bulundurulur ek bir pist inşası düşünülebilir.

Kapasite ihtiyaçlarının yanı sıra, havaalanının hizmet ettiği topluluğun önem seviyesi; (örneğin ülke başkenti havaalanı gibi); kaza, pist onarımı, kar küreme, havaalanının kısmen de olsa kanun dışı yollarla zapt edilmesi gibi hallerde havaalanının tamamen uçaklara kapanmasını engellemek üzere ek bir pist yapımını gerektirebilmektedir.

Kapasiteyi artırmak amacıyla yeni bir pist gerekip gerekmediğini belirlemek için kullanılacak kriterler aşağıda verilmiştir:

Geçmiş beş yıldaki mevcut pist kapasitesine ulaşmak için talep görüldüğünde paralel bir pist planlanabilir.

Beş yıl içerisinde mevcut pist kapasitesinin %60 fazlası bir talep oluşacağı tahmin edilen havaalanlarında kısa bir paralel pist yapılabilir. Yeni pist ve terminal alanı arasındaki taksi mesafesi elverişli olmalıdır. Aksi bir durumda, aşırı uzun taksi mesafeleri yeni piste duyulan talebi düşürecektir. Kısa bir paralel pist, gelecek beş yıl süresince değişen havaalanı nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için tekrardan ek inşaatlar yapılmasını gerektirmeyecek kadar uzun ve geniş olmalıdır.

Ulaşım amaçlı 30 000 ya da daha fazla uçaktan oluşan 75 000 işletimli bir havaalanı için küçük uçaklara hizmet verecek kısa bir paralel pist planlanabilir.

Gelecek beş yıl içerisinde, ek talebin mevcut pist kapasitesinin %75'i ya da daha fazlasına ulaşmasının beklendiği hallerde, kapasiteyi artırmak için kısa bir paralel pist düzenlenebilir. Kapasiteyi artırmak amacıyla kesişen ya da geniş V şeklindeki pistlerin genellikle tavsiye edilmiyor olmasına karşın; arazi, gürültü ve mania koşullarının göz önünde bulundurulmasıyla, sözü geçen pist yerleşimleri daha pratik çözümler sunabilirler. Böyle bir durumda, seçilen pist düzeninin, gelecek için tahmin edilen talebi karşılayacak yeterli pist kapasitesini sağlayacağı, ya da paralel piste göre daha düşük bir maliyete pist kapasitesinde gözle görülür bir artış temin edileceği kanıtlanmalıdır. Ayrıca seçilen pist tipinin yarattığı kapasite artışı, paralel pist ile karşılaştırılmalıdır.

Taksirut Kapasitesi :

Pist düzenine taksirut imkanlarının eklenmesi, pistin azami kapasite potansiyeline ulaşmasını sağlayarak havaalanının işlevsel verimliliğini artırır.

Asgari düzeyde bir taksirut sistemi için aprona bağlı bir dip taksirut ve dönüş yastıkları ya da pistin her iki ucunda bulunacak dönüşler tavsiye edilmektedir.

Aşağıda belirtilen kriterlerden herhangi birinin beş yıl içerisinde gerçekleşeceğinin tahmin edildiği durumlarda, paralel taksirutlar inşa edilebilir. (Aşağıda adı geçen normal "pik saat", haftalık pik saat değerlerinin yıllık ortalamasıdır. Bununla birlikte, aletli yaklaşımlarda kullanıldığında, pik saat, aletli yaklaşımların yapıldığı zaman sürecindeki saatlerin en yüksek değere sahip %10'unun ortalamasıdır)

Normal pik saat süresince yıllık aletli yaklaşımlar cinsinden hesaplanan dört aletli yaklaşmanın olması;

Yıllık işletim sayısının toplam 50 000 olması;

Normal pik saat seyyar işletimlerinin sayısının 20 olması ya da;

Toplam saat başı işletimlerin (seyyar artı yerel) sayısı:

%90 oranında küçük uçaklara hizmet veren ve ikmal işlemlerine yönelik iniş kalkışların %20'den az olduğu pistler için normal pik saat başına 30 işletim; %20'den fazla ikmal iniş kalkışı olanlar içinse 40 işletim bulunması (her ikmal iniş kalkışı iki işlem sayılır);

%60 -%90 oranında küçük uçaklara hizmet veren pistler için pik saat başına 30 işletim olması

%40 - %100 oranında büyük uçaklara hizmet veren pistler için pik saat başına 20 işletim olması

Paralel taksirutlar verimliliği artırmalarının yanı sıra ekstra güvenlik imkanları da sağlamaktadırlar. Sağlanan ekstra güvenlik imkanlarını hesaplamak kolay bir iş değildir. Bununla birlikte, verilmiş olan kriterler taksirut dönüşü inşasını takiben kademeli bir gelişim sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Paralel taksirut inşasının maliyetinin, dönüşlerin maliyetini 1/3 oranından daha az miktarda aştığı durumlarda; tercih edilmesi gereken değişiklik taksirut yapımıdır. Kısmen paralel taksirut ya da muadili (kesişen pistlerden elde edilenler gibi) yeterli verimlilikle birlikte uçak işletimlerinde güvenlik de sağlamaktadır. Pek çok durumda, yeterli kapasiteye ulaşmak için kısmen paralel taksirut inşası yeterli olmaktadır. İnşaat maliyetlerinin yüksek olduğu durumlarda, bu çözüm sıklıkla tercih edilmektedir. Tam paralel için verilen değerlerin %60'ı civarındaki faaliyet seviyeleri için kısmen paralel çözüm ekonomik açıdan tatminkar olmaktadır. Tam ya da kısmen paralel taksirutların taksirut dönüşlerine tercih edildiği durumlarda, bu taksirutlar yıllık işletim sayısı 20 000 civarındaysa, mevcut bir dönüş yoksa ve maliyeti ortalama maliyetin yarısından az ise planlanabilir.

Temel yerleşimleri olan pistin iki ucunda bulunmaları dışındaki şekillerde yerleştirilmiş çıkış taksirutları, ortalama taksirut maliyeti koşullarında pist kapasitesinin %40'ını aşan bir talep tahmin edildiğinde, ya da yüksek taksirut maliyetlerinde, tahmin edilen talep pist kapasitesinin %75'i civarında olursa tatminkar bir çözüm sunarlar. Yeni yapılacak çıkışların sayısı, inşaatın bitişini takip eden beş yıl içerisinde yeni çıkış yapılmasını gerektirmeyecek şekilde ayarlanmalıdır.

Bekleme alanları ve geçiş taksirutları, havaalanı kapasitesini artırmaktadır. Havaalanı yerleşimleri normalde bu tesislerin inşaatına elverişli olduğundan, söz konusu tesisler çok seyrek olarak havaalanlarının tam kapasitesine ulaşmasına engel teşkil ederler. Bununla birlikte, bu tesislerin eksikliğinden kaynaklanacak rötarların engellenmesi için, söz konusu yapılara duyulan ihtiyaç tam olarak belirlenmelidir. Bekleme alanları ve geçiş taksirutlarına duyulan ihtiyacı belirlemek için, paralel bir taksirut yapımını takiben aşağıda verilen kriterler kullanılmalıdır:

Tahmin edilen işletim sayısının normal pik saat başına 30 işletimi, ya da 20 000 seyyar işletimi, ya da 75 000 toplam işletimi geçtiği koşullarda, diğer faktörler de göz önünde bulundurulmak üzere, bir bekleme alanı planlanmalıdır. Söz konusu faktörler şunlardır:

Hava taşımacılığı veya askeri uçaklarla birlikte genel seyrüsefer uçakları gibi söz konusu uçak tipleri

Havaalanı yerleşimi (ilk planlandığı şekilde)

Seyrüsefer destek elemanlarının yerleşimi (NAVAID'i çevreleyen mevcut ya da teklif edilen kritik alan, olası bekleme alanı yerleşimleriyle ilintili olarak verilmelidir.)

İki uçaktan daha az sayıda uçağa hizmet verecek bir bekleme alanı yapılması ekonomik tatmin sağlanması açısından yetersiz kalmaktadır. Ayrıca dört uçaktan fazlası için düşünülen tesisler de tatminkar olmamaktadır. Trafik yoğunluğunun dört bekleme alanını gerektirdiği koşullarda araştırmalar problemin başka yollarla çözülebileceğini göstermektedir.

Taksirutlar :

Taksiruta girmiş olan uçakların, hızlarının pist üzerinde bulunanlar kadar yüksek olmaması sebebiyle, taksirutların boyutlandırılmasına yönelik kriterler pistleri ilgilendirenler kadar sert değildir. Aynı şekilde, söz konusu bu düşük hızlar taksirutların genişliklerinin pistlere oranla daha az olmasını mümkün kılmaktadır. Taksirut banketlerinin inşaa nedeni taksirut yapan uçakların taksirutlara yakın alanlarda yarattıkları blast sebebiyle erozyona yol açmalarıdır. Söz konusu

taksirut banketlerinin inşa edilip edilmemesi jet hareketlerinin sıklığına, toprak koşullarına ve taksirutlara yakın alanların çimenlendirilmesinin yaratacağı bakım maliyetine bağlıdır. Taksirut banketlerinin tasarımı ile ilgili detaylı bilgiler Ek 14 ve Meydan Tasarım Kılavuzu Bölüm 2'den bulunabilir.

Çıkış için ayrılan taksirutların ya da sapakların fonksiyonu, inen uçakların pisti işgal ettikleri sürenin minimuma indirgenmesidir. Çıkış taksirutları, pistle doksan derece ya da farklı bir açı yapacak şekilde yerleştirilebilirler. Bu açının 25-45° olması halinde, çıkış taksirutu, diğer çıkış taksirutu düzenlemelerinden farklı olarak yüksek hızlar için kullanılmakta ve bu ayrımın yapılabilmesi için de “hızlı çıkış taksirutu” olarak adlandırılmaktadır. Hızlı çıkış taksirutların sonunda sapma

Tablo 1.11 Taksirut genişlikleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

	Kod harfi	Taksirut genişliği	Taksirut ve banketlerinin toplam genişliği	
	A	7.5 m.	--	
	B	10.5 m.	--	
	C	Taksirutun tekerlek yüzeyi 18 m.den küçük uçaklar tarafında kullanılması düşünülüyorsa 15 m., 18 m. ve daha geniş tekerlek yüzeyli uçaklar tarafından kullanılması düşünülüyorsa 18 m. olmalıdır.	25 m.	
	D	Taksirutun dış tekerlek açıklığı 9 m.den küçük uçaklar tarafından kullanılması düşünülüyorsa 18 m., dış tekerlek açıklığı 9 m. ve daha büyük uçaklar tarafından kullanılması düşünülüyorsa 23 m. olmalıdır.	38 m.	
	E	23 m.	44 m.	
	Not – Yukarıdaki değerler, taksirutların düz bölümleri içindir.			

eğrisinden hemen sonra, uçakların taksirut, başka bir taksirut ya da pist ile kesişmeden önce tam olarak durabilecekleri uzunlukta düz bir mesafe bulunmalıdır.

Çıkış taksirutlarının yerleşim yeri uçağın tipine, yaklaşma ve iniş hızına, çıkış hızına, kaplama yüzeyinin ıslak ya da kuru olmasına göre farklılık gösteren yavaşlama hızına ve çıkış sayısına bağlıdır. Hava trafik kontrolünün havaalanına varan uçakların düzenini hangi hızda ve hangi yöntemle sağladığı da çıkış taksirutların yerleşim yerini etkileyen önemli bir faktördür. Çıkış taksirutların yerleşimi, ayrıca, pistlerin terminal alanına göre konumları ile de ilişkilidir.

Genel olarak, gereksiz taksi yapmayı engellemeye yönelik bir plan doğrultusunda çalışılması gerekmektedir. Bunun nedeni ise gereksiz taksi süresini, yakıt sarfiyatını ve uçak yıpranmasını artırmasıdır. Ayrıca, çok uzun mesafeler, tekerleklerin tehlikeye yol açabilecek şekilde ısınmasına yol açabilmektedir.

1.5. Apronlar

Apron, bir havaalanında uçakların yolcu indirme-bindirme, posta ve kargo yükleme-boşaltma, yakıt ikmali, park ve bakım amacıyla durdukları bölgeye verilen isimdir. Apronlar, ana amaç ve fonksiyonlarına göre sınıflandırılabilirler. Bu konu başlığı altında çeşitli tipteki apronların özellikleri ve bunların planlanmasına yönelik bilgiler tarif edilmektedir. Burada sunulan tüm apron tipleri her havaalanı için gerekli olmamakla birlikte, havaalanında beklenen trafik tipi ve hacmine bağlı olarak bunlara ihtiyaç duyulup duyulmadığı ve eğer bir ihtiyaç söz konusu ise, büyüklüklerinin ne olması gerektiği hesaplanmalıdır. Uçak park yerlerinin yanı sıra, ilgili apron taksiturları, apron servis yolları ve yer hizmeti ekipmanı için park yerleri de apron sisteminin elemanları arasına dahil edilmelidirler. Apronlarla ilgili diğer bilgiler, apronların bütün terminal kompleksine ait parçalar olmaları sebebiyle diğer bölümlerinde verilmiştir. Yararlı diğer referans kitapları ise bu konunun sonunda sunulmuştur.

Apron Yerleşim Yeri :

Apronlar terminal kompleksi ile ilişkili oldukları için, optimum bir çözüm elde edilebilmesi amacıyla terminal binalarıyla bağlantılı olarak planlanmalıdırlar. master planda apronların yerleşimi ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken esaslar aşağıda verilmiştir:

Pistler ve uçak park yerleri arasında, yakıt, zaman ve bakım konularında tasarruf sağlamak amacıyla asgari taksi mesafesi olmalıdır.

Programlı uçuşların zamanında gerçekleşmesini sağlamak ve gereksiz rötaları engellemek için uçak hareketleri mümkün olduğunca serbest olmalıdır.

Gelecekteki genişlemeler ve teknoloji yenilikleri için yeterli alan ayrılmalıdır.

Her apron kompleksi ve bütün havaalanı için azami verimlilik, işletim güvenliği ve kullanıcı rahatlığı sağlanmalıdır.

Apron ve çevresinde motor blastı, gürültü ve hava kirliliği gibi olumsuz etkiler engellenmelidir.

Apron Boyutlarının Belirlenmesi :

Belirli bir apronun planlanması, bu apronun amacı ve fonksiyonuna bağlıdır. Bununla birlikte, göz önünde bulundurulması gereken temel parametreler aşağıdaki gibidir (Detaylı bilgiler Meydan Tasarım Kılavuzunun 2. Bölümünde verilmiştir) :

Günümüzde ve gelecekte ihtiyaç duyulacak uçak park yeri sayısı

Günümüzde ve gelecekteki uçak tipleri

Uçak boyutları ve manevra kabiliyetleri

Terminalin şekli ve gelişmeler için uygun çevre araziler de dahil olmak üzere uçak park düzenleri

Uçakların diğer uçaklar, binalar ve diğer sabit cisimlerle arasında bulunması gereken minimum mesafe

Uçağın park yerine yerleştirilmesi ile ilgili bilgiler

Uçaklar için yer hizmeti ihtiyaçları (taşıt - mevcut bakım hizmetleri karşılaştırmaları gibi)

Taksirutlar ve servis yolları

Uçak Park Düzenleri :

Bu konu, uçağın park yerine giriş ve çıkış metodunu, yani, kendi gücüyle mi (kendisi manevra yaparak) girip çıkacağını, yoksa park yerinden içeri taksi yapıp dışarı çekici yardımıyla mı itileceğini açıklamaktadır. Değişik uçak park düzenleri **Çizim 1.8'de** verilmiştir ve her yöntemin avantaj ve dezavantajları da **Tablo 1.12'de** açıklanmıştır. Genel bir kural olarak, burun içeri park etme yöntemi, çekici maliyetinin kısıtlı apron alanının daha verimli kullanımı sayesinde karşılanabildiği trafik yoğunluğu çok olan havaalanlarında kullanılmaktadır. Diğer park şekilleri, apron alanından tasarruf etmek yöntemiyle çekici maliyetini azaltmanın zorlaştığı daha az trafiğe sahip havaalanlarında uygulanmaktadır. Belirli bir uçak tipi için gereken apron alanı, park düzeniyle doğrudan bağlantılı olduğu ve aynı şekilde yolcu / kargo işlemleri de uçak park düzeniyle ilintili olduğu için, park düzeni konusu erken bir aşamada çözüme ulaştırılmalıdır.

Özellikle bir yolcu terminal apronu için, yolcu yükleme köprüleri ile desteklenmiş bir burun içeri park düzeni aşağıda verilen avantajları sunmaktadır:

Daha az apron alanına ihtiyaç duyulması

Daha verimli yolcu işlemleri ve daha uygun yerleştirilebilen yer hizmeti ekipmanı sayesinde, uçağın yerde durduğu sürenin azaltılabilmesi

Apronda araç hareketini azaltacak şekilde servis yollarının yapılabilmesi

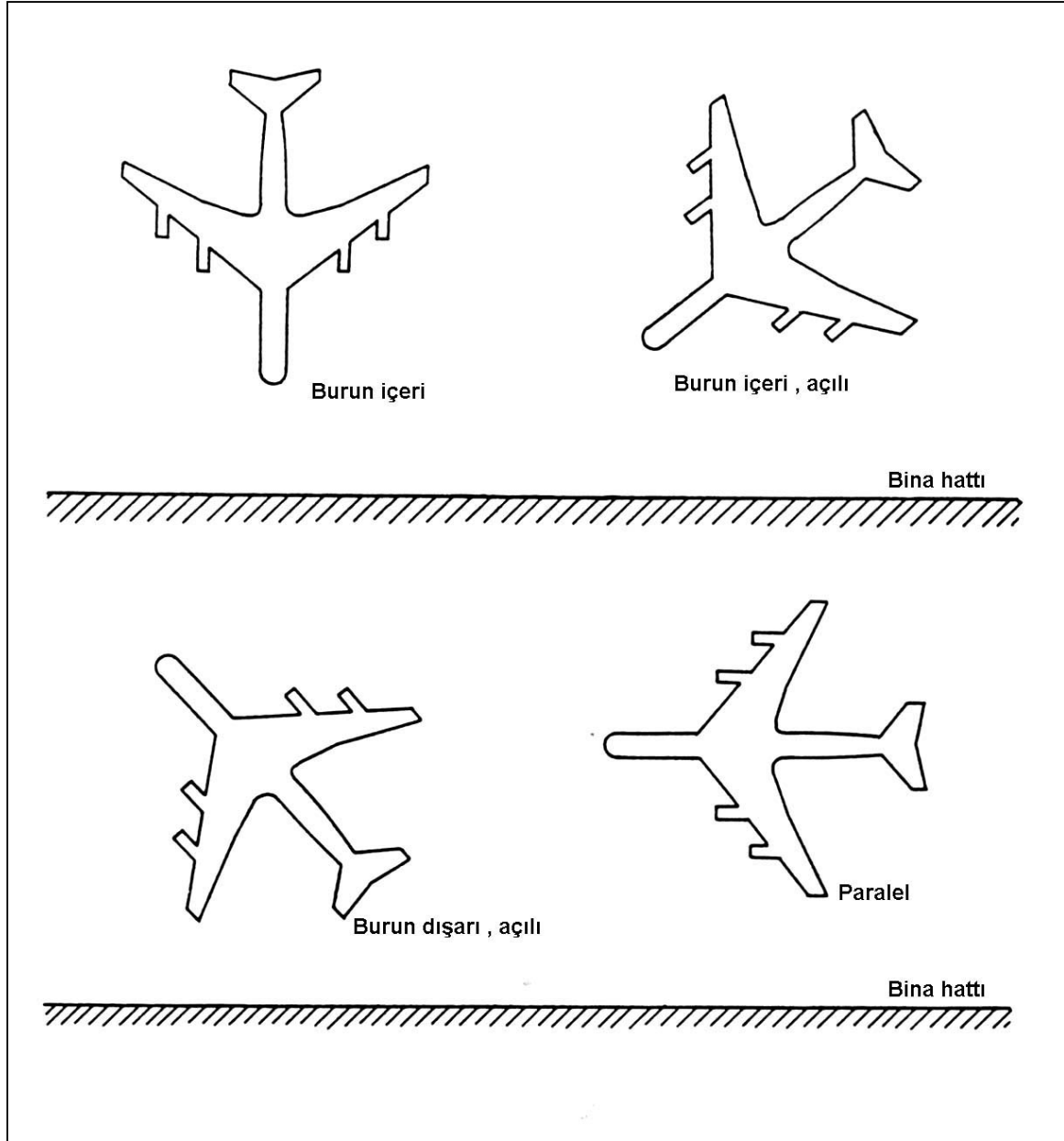
Yolcuların apronda yürümeleri, merdiven inip çıkmaları ve yağmur, kar, rüzgar ve sıcaklık gibi hava koşullarından etkilenmeleri engellendiği için güvenlik, rahatlık ve konfor açısından yolculara daha iyi hizmet verilebilmesi

Jet blastı sesi ve motor egzosu gibi olumsuz faktörlerin yer ekipmanlarını, çalışanları ve terminal tesislerini daha az etkilemesi

Hava tarafında bulunan yolculara daha iyi güvenlik kontrolü sağlanabilmesi

Bununla birlikte, burun içeri park düzeni, çekicilerin alınması ve işletilmesi ile yolcu köprülerinin sağlanması gibi ek harcamalar gerektirmektedir.

Trafik yoğunluğu çok olan havaalanlarında, dünya genelinde, burun içeri/dışarı itilme sistemi yaygınlaşmaktadır. Bu sistemin sunduğu avantajların ekonomik açıdan ifade edilmesi zor olmakla birlikte, beklenen yıllık yolcu hacminin iki ya da üç milyondan fazla olduğu koşullarda, bu sistem düşünülmelidir.



Çizim 1.8. Park Şekilleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Tablo 1.12. Farklı uçak park konfigürasyonlarının karşılaştırılması

	Burun İçeri (içeri taksi yapan- dışarı çekilen)	Açılı burun içeri (kendi gücüyle içeri/dışarı hareket)	Açılı burun dışarı (kendi gücüyle içeri/dışarı hareket)	Paralel (kendi gücüyle içeri/dışarı hareket)
Avantajları	Belirli bir uçak için en küçük park yeri boyutlarını gerektirir.	Çekiciye gerek yoktur.	Çekiciye gerek yoktur.	Uçağın en kolay manevralarla her iki yönde taksi yapabilmesi. Çekiciye gerek yoktur.

	Jet blastının teçhizat, personel ve terminal binaları üzerindeki etkisi oldukça azdır.			
	Uçak yanaşmadan önce yer teçhizatları hazırlanabileceğinden ve uçak ayrılırken daha az malzeme taşınacağından uçağa hizmet süresi daha kısadır.			
	Yolcu yükleme köprüsü kullanımı kolaydır.			
Dezavantajları	Dışarı çekme işleminde çekici gerekmektedir.	Burun içeri düzeninde olduğundan daha büyük apron alanı gerekmektedir.	Açılı burun içeri düzeninde olduğundan daha büyük apron alanı gerekmektedir.	Belirli bir uçak için en büyük apron alanına ihtiyaç vardır.
	Çekme işlemi için zamana ve kalifiye operatörlere ihtiyaç vardır.	Terminal binası önemli ölçüde motor blastına maruz kalmaktadır.	Terminal binası hızlanma esnasında motor blastına ve gürültüye maruz kalmaktadır.	Uçakları içeri ve dışarı taksi yaparken bitişindeki park yerinde bulunan uçaklara yer hizmetleri kısıtlanmaktadır.

1.5.1. Yolcu Terminali Apronu

Gerekli Uçak Park Yeri Sayısı :

Bir yolcu terminali apronundaki uçak park yeri sayısı, pik saat süresince uçakların tiplerine göre yolcu uçağı hareketlerine ve bu uçakların kapılarının açık kalış süresine bağlıdır. Park yeri sayısı apron büyüklüğü ve çoğu zaman da terminal düzenini belirlediği için, bu konu, master planda ele alınması gereken en önemli esaslardan biridir. İhtiyaç duyulan uçak park yeri sayısı kısa, orta ve uzun vade için hesaplanmalı, düzenli ve zamana bağlı bir gelişme programı hazırlanmalıdır. Gerektiğinde, apronun aşamalı olarak geliştirilmesi de planlanmalı, ancak söz konusu ihtiyaçların zaman içerisinde farklılık gösterebileceği de unutulmamalıdır. Örneğin, orta vadeli planlamada, yolcu sayısındaki artışa karşın uçak hacmindeki gelişmeler

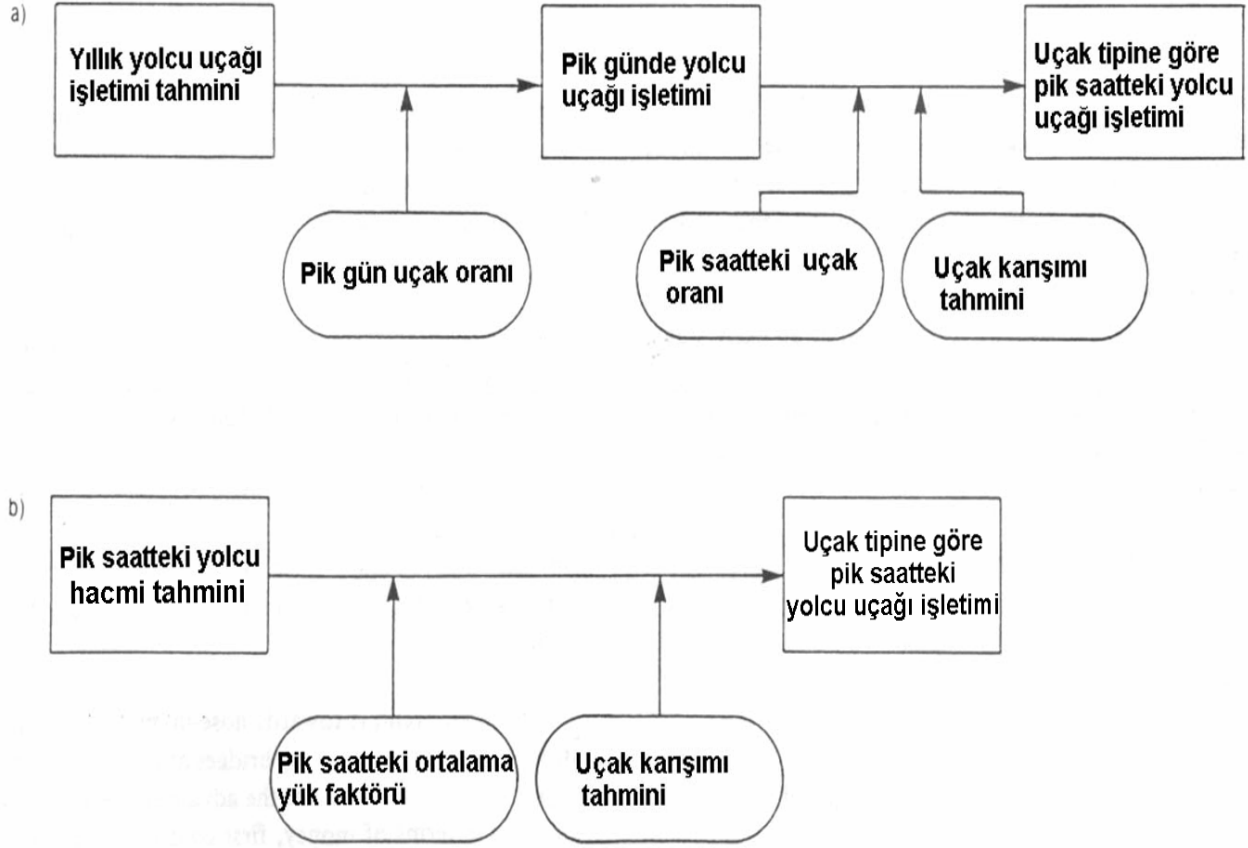
sayesinde ihtiyaç duyulan uçak park yeri sayısı sabit kalabilmektedir. Böyle bir durumda, ilk aşamadan büyük bir apron inşa etmek akıllıca olacaktır.

Pik saatteki uçak hareketleri, uçak tipine bağlı olarak **Çizim 1.9'da** gösterilen iki yöntemle hesaplanabilir. Uçaklar için pik gün/pik saat oranları geçmiş verilerden türetilmeli ve yerel şartlar da göz önünde bulundurulmalıdır. İç hat ve dış hat yolcu trafiği, ya da yerli ve yabancı uçaklar için duyulan ihtiyacın ayrı ayrı değerlendirilmesi faydalı olabilir. Turistik ya da hacca yönelik mevsimsel artışlar (planlı ve plansız uçuşların karşılaştırılması) için özel bir çalışma gerekebilir. Bu oranla ilgili önemli bir başka nokta ise trafik hacmi arttıkça, genel olarak bu oranın küçülmesidir. Bu yüzden, benzer trafik özelliklerine sahip diğer hava yollarının da incelenmesi yararlı olabilir.

Gelecekte ortaya çıkabilecek uçak tiplerinin tahmin edilmesi zor bir işlem olduğu için dünya genelindeki yaklaşımlar göz önünde bulundurulmalı ve en iyi sonuca ulaşmak için havaalanlarını kullanan havayolu şirketleriyle temas kurulmalıdır.

Bir uçağın kapısının açık kalma süresi, uçağın park yerinden içeri ve dışarı manevrası, yolcuların inip binmeleri, bagaj ve kargonun yüklenip boşaltılması, yakıt ikmali, kabinin temizlenmesi, rutin hizmet ve küçük onarımların yapılması için gerekli olan süredir. Bu süre uçak büyüklüğü, uçuş tipi (iç hat ve dış hat) ve uçağın havaalanında bulunma sebebine (kalkış/iniş, aktarma ya da transfer/transit amaçlı) (**Ek 14 Bölüm 1 9.2.21 ve 9.2.31**'inci bölümlere bakınız) bağlı olarak değişmektedir. Bu süre için tipik bir örnek Tablo 7.2'de verilmiştir.

Bir sonraki aşama, havaalanındaki mevcut ve gelecekteki uçak hizmetlerini ihtiyaç duyulan park yeri büyüklüklerine göre sınıflandırmaktır. Sınıflandırmanın amacı belirli bir uçak park yerinin değişik tipteki uçaklar tarafından kullanılmasını sağlamak olduğu için, yolcu yükleme köprüleri ve hidrant sistemleri gibi sabit



Çizim 1.9. Pik saatteki yolcu uçağı işletimleri

apron tesislerinin de ortak kullanımları göz önünde bulundurulmalıdır. Sınıflandırma için **Tablo 1.13'te** bir örnek verilmiştir.

Bir yolcu terminalinde ihtiyaç duyulan uçak park yeri sayısı aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$S = \sum (T_i \times N_i / 60) + \alpha$$

Bu formülde: S=İhtiyaç duyulan uçak park yeri sayısı

T_i = i tipi uçak grubuna ait dakika cinsinden kapı açıklığı süresi

N_i = Pik saat süresince havaalanına varan i grubu uçak sayısıdır

Tablo 1.13. Çıkış kapısı kullanma süresi (dakika cinsinden)

	İç Hatlar	Dış Hatlar	
Uçak Tipi	Direkt Uçuş	Transit Uçuş	Transit Uçuş
B737, DC9, F28	25	45	--
B707, B757	45	50	60
A300, DC10, L1011	45-60	60	120
B747	--	60	120-180

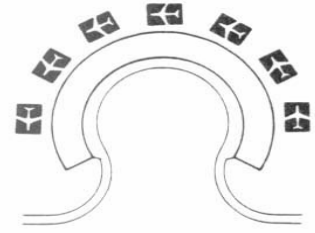
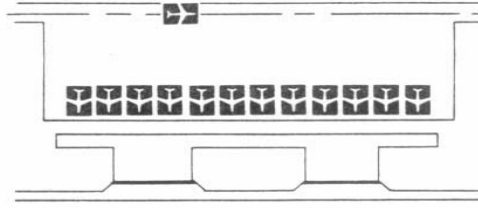
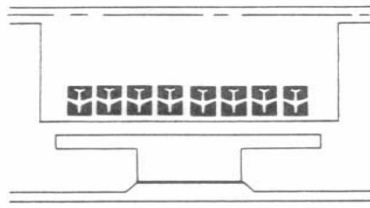
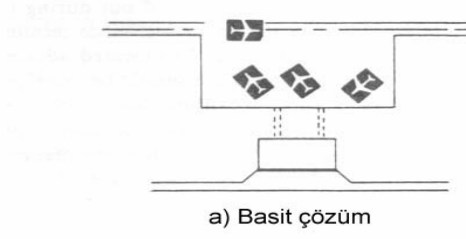
Tablo 1.14. Uçak kategorilerine örnekler

Grup	Uçak Tipi
S	F28, B737
M	B707-200, A300, L1011, DC10
L	B747 SP, B747
LL	B747 II (geleceğin uçağı)

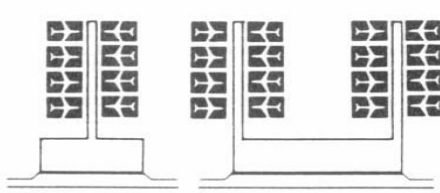
Havaalanına varan uçak sayısı basit olarak daha önceden hesaplanmış uçak hareketlerini ikiye bölerek ya da havaalanına yönelik ve 0.6-0.7 arasına daha büyük bir doğrultu faktörü kullanılarak hesaplanabilir. Söz konusu 0.6 -0.7 faktörü pik saatte havaalanında meydana gelen varış ve kalkış hareketlerinin %60-%70 oranında varış işlemlerinden oluştuğunu göstermektedir. Havaalanının iç hatlar ve dış hatlar ile yerli ve yabancı uçuşlar için ayrı yolcu terminaline sahip olmasının planlandığı durumlarda, yukarıda verilen formül tek tek her durum için uygulanmalıdır.

Apron/Terminal İlişkisi

Daha önce de belirtildiği üzere, apron düzenlemeleri yolcu terminali konusuyla doğrudan bağlantılıdır. Çeşitli yolcu terminali kavramlarına yönelik detaylar **Ek 14 Bölüm 1 9.2.37'de** tanımlanmıştır. Bu bölüm, bazı kavramları şematik olarak



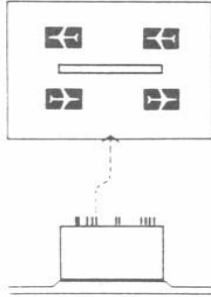
b) Lineer çözüm ve türevleri



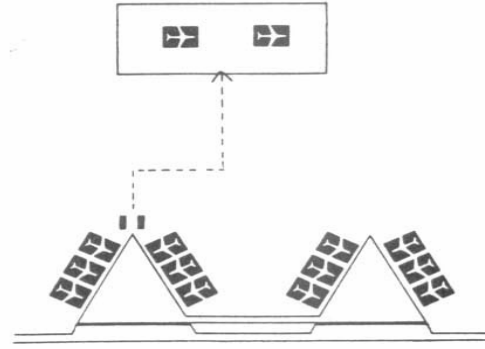
c) İskele (parmak) çözümü



d) Uydu çözümü



e) Taşıyıcı (açık apron) çözümü



f) Karma çözüm

Çizim 1.10. Yolcu Terminali Kavramsal Çözümleri(Döküman 9184, AN/902 Bölüm 1 Master Plan,1987)

Çizim 1.10'da vermekte ve her kavramın özelliklerini apron açısından ana hatlarıyla tarif etmektedir.

Basit Kavram : Trafik hacmi az olan havaalanlarında uygulanmalıdır. Uçaklar içeri ve dışarı kendileri taksi yapabilecekleri şekilde burun içeri ya da burun dışarı yerleşmişlerdir. Jet blastının olumsuz etkilerini en aza indirmek için apron ucunun ve terminal önünün hava tarafına bakan kesimlerinde uygun boşluk bırakılmasına dikkat edilmelidir. Bunun

yapılmadığı koşullarda jet blastını kesecek çitler oluşturulmalıdır. Talebe bağlı olarak, havaalanı işlemlerini çok az engelleyecek şekilde kademeli apron genişletilmesi yapılabilir.

Doğrusal Kavram : Bu kavram, basit kavramın geliştirilmiş tiplerinden biri olarak kabul edilebilir. Uçaklar açılı ya da paralel bir düzende park edilebilirler. Bununla birlikte, apron kenarlarının kullanımını ve uçak ile yolcu işlemlerini daha verimli hale getirmek için, bu düzende apron kenarıyla terminal arasında asgari boşluk bırakılarak burun içeri park ve çekiciyle itilme sistemi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Gate pozisyonunda taksi yapmakta olan uçaklar için burun içeri park, daha basit ve kolay manevra imkanı sağlamaktadır. Çekici ile itilme işlemleri, komşu gate pozisyonlarındaki apron faaliyetlerini az da olsa olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte, yedekte çekebilen çekiciler ve uzman operatörlere ihtiyaç vardır. Yoğun trafiğe sahip havaalanlarında, itme işlemleri yüzünden taksirutların bloke olmasını engellemek için çiftli apron taksirutların sağlanması gerekli olabilmektedir. Apron trafiği, apron kenarı ve terminal önü arasındaki koridora verilebilir ve park etmiş uçakların burunları etrafındaki alan ise yer hizmeti ekipmanları için park amaçlı olarak kullanılabilir. Apron derinliğinin en uzun uçak gövdesinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde baştan planlanması durumunda, doğrusal kavram, en az basit kavram ve açık apron kavramı kadar esneklik ve geliştirilebilirliğe sahiptir.

İskele (parmak) Kavramı : **Çizim 1.10'de** görüldüğü gibi, bu kavramın iskelenin şekline göre çeşitli varyasyonları mevcuttur. Uçaklar, iskelenin her iki yanına, açılı paralel ya da dik (burun içeri) düzende gate pozisyonunda park edebilirler. Yalnızca bir iskelenin mevcut olduğu hallerde, daha sınırlı bir aşamalı geliştirilebilme özelliği dışında, iskele düzeni, doğrusal düzenin hava tarafı işlemlerinde sahip olduğu pek çok avantaja sahiptir. İki ya da daha fazla iskelenin bulunduğu hallerde, iskeleler arasında uygun mesafe bırakılmasına dikkat etmek gerekir. Eğer her iskele, fazla sayıda kapıya hizmet ediyorsa, gate pozisyonuna giren ve gate pozisyonundan çıkan uçaklar arasında oluşabilecek bir karışıklığı önlemek amacıyla iskeleler arasında çiftli taksirutlar oluşturulması gerekebilir.

Uydu Kavramı : Uydu kavramı, terminalden ayrılmış gate pozisyonlarıyla çevrili bir uydu ünitesinden oluşmaktadır. Terminalden uydu ünitesine yolcu ulaşımı apron alanının en iyi şekilde kullanılması açısından yer altından ya da yerden yüksek bir koridordan sağlanabileceği gibi yer seviyesinden de yapılabilir. Uydunun şekline bağlı olarak, uçaklar uydu etrafında dairesel, paralel veya başka bir şekilde park edilebilirler. Daha yaygın bir yöntem olan dairesel park durumunda geri itilme işlemleri daha kolay yapılabilmeyle birlikte, daha geniş bir apron alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Kama şeklindeki park düzenleri, gate pozisyonuna ulaşabilmek için istenilmeyen sert taksi hareketleri gerektirdiği gibi, aynı zamanda uydu çevresindeki yer hizmeti ekipmanları açısından da trafik karışıklığına neden olabilmektedir.

Taşıyıcı Kavramı : Bu kavram açık ya da uzakta bir apron yerleşimi olarak algılanabilir. Uçaklar söz konusu olduğunda apronların pistlere yakın ve diğer yapılara uzak bir yerleşime sahip olmaları gerektiğinden, bu kavram, toplamda daha kısa taksi mesafesi, daha kolay manevra imkanı ile apronlarda daha fazla esneklik ve genişletilebilme sağladığı için avantajlı olabilmektedir. Bununla birlikte, terminalle uçak arasında yolcuların, bagaj ve kargonun taşıyıcılar (hareketli koridorlar / otobüsler) ve arabalarla daha uzun mesafeler kat etmesini gerektirdiği için, hava tarafında trafik karışıklığı problemlerine yol açabilmektedir.

Karma Kavram : Karma kavram, yukarıda adı geçen yerleşimlerin birden fazlasının bir arada kullanıldığı düzenlemeleri ifade etmektedir. En fazla trafiğin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, taşıyıcı kavramının diğer kavramlardan biriyle bir arada uygulanması oldukça yaygın bir yöntemdir. Terminalden uzakta yerleştirilmiş uçak park yerleri genel olarak uzak apronlar ya da uzak park yerleri olarak adlandırılırlar.

1.5.2. Kargo Terminali Apronu

Kargo miktarının nispeten az olduğu ve yolcu uçaklarıyla taşındığı havaalanlarında, bu amaca yönelik uçaklar için ayrı bir kargo terminali apronu inşa etmek gereksizdir ve kargo terminal binası, her iki alanda da gelecekteki gelişmeleri göz önünde bulunduracak şekilde, yolculuk mesafesini minimize etmek amacıyla yolcu terminali apronuna yakın bir alana yerleştirilmelidir.

Son yıllarda, hava kargo taşımacılığı çok gelişmiştir ve pek yok havaalanı yalnızca kargo taşımaya yönelik uçaklar tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Plancı, hava kargo tahminlerine dayanarak kargo apronuna duyulacak ihtiyacı incelemelidir. Kargo uçakları, normalde paralel ya da burun içeri park etmektedirler, ancak park düzenleri genel olarak tahmin edilen trafik hacmi ve kullanılacak kargo işlem sistemine bağlıdır. Kargo terminali park detayları için 10. Bölüme baş vurmak gerekmektedir.

1.5.3. Bakım Terminali Apronu

Güvenli ve zamanında gerçekleşen işletimler için uçak bakımı önemli bir uçuş öncesi faaliyetidir. Uçak bakımı sıklıkla aşağıdaki düzende sınıflandırılmaktadır:

- Hat bakımı
- Gövde bakımı
- Güç kaynağı bakımı
- Parçaların bakımı

Her bakım türü ve süresi normalde değişik tipteki uçaklar için önceden belirlenmiştir. Hat bakımları, yolcu apronunda gerçekleştirilebilir ve hava yolları uçaklarını kendi tesislerinde diğer bakım işlemlerinden geçecek şekilde programlayabilirler. Bu sebeple, bütün havaalanlarında bir ana bakım terminal bölgesinin ve apronun bulunması gerekmemektedir.

Bir havayolu şirketinin merkezi olarak hizmet veren havaalanlarında hangar, atölye, ambar ve aprondan oluşan bir bakım terminalinin bulunması gerekmektedir. Bakım alanının büyüklüğü, havayolu şirketinin filo genişliğine ve bakım politikasına bağlı olduğu için plancı, planlamanın ilk evrelerinde kullanıcı havayolu şirketlerine danışarak konu hakkında bilgi almalıdır. Bakım apronuna ek olarak, ayrıca motor blastı ve gürültüsünü asgariye indirmek için tüm olanaklara sahip bir motor test ve çalıştırma alanı da sağlanmalıdır.

Bakım işlemleri gece boyunca da sürdürülebileceği için, bakım terminali alanını yolcu terminal apronuna bitişik durumda olan park apronuna yakın bir mekana yerleştirmek tercih sebebidir (7.6'ya bakınız). Bununla birlikte, yolcu ve bakım terminallerinin apronları da dahil olmak üzere, gelecekteki olası genişlemeler için yeterli alan ayrılmasına özen gösterilmelidir. Bakım terminal apronlarının, yolcu apronlarından mümkün olan en uzak mesafede yerleştirilmeleri genellikle tavsiye edilmektedir.

1.5.4. Park Apronu

Uçakların havaalanında 6 ila 8 saat gibi uzun süreler beklemelerini ya da geceyi havaalanında geçirmelerini gerektiren durumlarda, bir park apronu inşa edilebilir. Bu gibi durumların sıklıkla tekrarlanmadığı ya da havaalanının pik saatleriyle çakışmadığı koşullarda

ise, beklemesi gereken uçakların terminalde durmaları mümkündür. Bununla birlikte, bu tip uçakların sayısı arttıkça, bu uçakların yolcu terminal apronundan uzaklaştırılmaları daha ekonomik olmaktadır ve bu yüzden bazı havaalanları ayrı bir park apronuna ihtiyaç duyabilmektedirler. Park apronunda ihtiyaç duyulan uçak park yerlerinin sayısı gelecekteki uçak filosu büyüklüğüne ve havaalanındaki işletim düzenlerine dayanarak hesaplanmalıdır. Park apronu, yolcu terminaline pratik olarak mümkün olan en yakın mesafeye yerleştirilmelidir.

Ayrıca sıklıkla karşılaşılan bir durum da, gün içerisinde kısa süreler ya da mevsime bağlı bazı zamanlar için azami gate pozisyonuna ihtiyaç duyulmasıdır. Bu nedenle, sabit kapılarla bu talebin en yüksek olduğu anlardan doğan ihtiyacı karşılamak için yeni terminal inşaatını gerçekleştirmek zor olabilir. Böyle durumlarda en ekonomik çözüm, terminal dışı park alanlarıyla desteklenmiş taşıyıcılar kullanmaktır. Bu gibi park alanları genellikle yolcu terminali binalarından uzakta bulundukları için uzak park apronları olarak adlandırılırlar.

1.5.5. Bekleme Alanları

Kalkışa hazırlanan uçaklar pist sonlarına geliş sıralarına göre bekletileceklerse, taksirut üzerinde tek sıra halinde tutulabilirler. Uygulamada, hareketlerin gerçekleşebilmesi için bu uçakların istenilen sırada boşaltılabilmesi gerekmektedir. Buna ek olarak, piston motorlu uçaklar kalkıştan önce rüzgara doğru kontrol ve denemeler gerçekleştirebilmek için ekstra alana ihtiyaç duyarlar.

Bunun sonucu olarak pistlerin kalkış amaçlı olarak kullanılabilmesi için uçakların bekletilmesini ve geçişlerini sağlayacak bekleme alanları ya da geçiş taksirutları inşa edilmelidir. Bu tesisler aşağıdaki şartları yerine getirecek şekilde yerleştirilmelidirler:

Pistten ve taksirutu kullanan uçaklardan yeterli mesafede bulunma

Pervane ve jet blastının diğer uçakları etkilememesi

Yaklaşma ve iniş işlemlerini olumsuz yönde etkilememe

Limanda bulunan uçakların halka açık alandan gelen kanun dışı bir etkileşime maruz kalmaması

Ayrıca, Meydan Tasarım Kılavuzunun 2. Bölümüne bakınız.

1.5.6. Genel Havacılık Apronu

Havaalanının genel havacılık uçakları tarafından da kullanılmasının amaçlandığı durumlarda, ayrı bir aprona ve diğer ilgili tesislere sahip bir genel havacılık terminalinin oluşturulması gerekli olabilir. Bununla birlikte, genel havacılık terminalinin ve ona ait apronun, tarifeli uçak işletimleriyle olası çakışmaların asgariye indirgenebileceği bir yerleşime sahip olması gerekmektedir.

1.5.7. Helikopter Apronu

Havaalanının geniş kapsamlı helikopter işletimlerine de hizmet vermesinin amaçlandığı durumlarda, ayrı bir helikopter terminali ve apronunun planlanması gerekli olabilmektedir. Böyle bir terminalin yerleşim yeri, helikopter trafiğinin tipine (örneğin halk taşımacılığı) bağlıdır. Helikopter apronunun planlanması ile ilgili detaylı bilgi için Heliport Kılavuzu'na bakınız.

1.6. Türkiye'de Hava Alanlarının Sınıflandırılması

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nce yayımlanan "Hava Alanı Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliği" SHY14-a da havaalanları sınıflandırılarak 3 kategoride neleri kapsadığı belirtilmiştir.

Küçük Hava Alanı :

Küçük hava alanı, EK-14 Tablo 1.1 de kod numarası 1, 2 ve kod harfi A,B,C olarak belirlenen uçak referans baz uzunluğu 1200 m'den küçük olan hava alanıdır.

Ana pist için gerekli gerçek uzunluk, uçak referans baz uzunluğunun yöresel şartların gerektirdiği düzeltmelerin (yükseklik, sıcaklık ve eğim) yapılması ile elde edilen metre biriminden pist boylarıdır.

Hava Alanı Tasarım Kılavuzu EK inde yayımlanan liste ve benzeri uçakların manevra yapabileceği ebatları içeren pisti olan, ancak aydınlatma ve gelişmiş seyrüsefer cihazlarının bulunmadığı, pilotların aletsiz ve görerek (VFR) iniş-kalkış yapabildikleri, basit teknik yapılar dışında önemli üstyapı tesisleri bulunmayan hava alanıdır.

Bu hava alanlarına hava yolu işletmeleri tarafından yapılacak iniş ve kalkışlar hava yolu işletmecisi ve kaptan pilotun yetki ve sorumluluğundadır.

Orta Büyüklükteki Hava Alanı :

Orta büyüklükteki hava alanı, EK-14 Tablo 1.1 de kod numarası 3 olan, kod harfi A,B,C,D olarak tariflenen, uçak referans baz uzunluğu 1200 ile 1800 m arasında olan hava alanıdır.

Ana pist için gerekli gerçek uzunluk, uçak referans baz uzunluğunun yöresel şartların gerektirdiği düzeltmelerin (yükseklik, sıcaklık ve eğim) yapılması ile elde edilen metre biriminden pist boylarıdır. En az iki uçak kapasiteli apronu olan ve uçuş emniyeti bakımından asgari uçuş ünitelerine sahip hava alanlarıdır. Bu tür hava alanlarının iç hatlarda ve Hava Alanı Tasarım Kılavuzu EK inde yayımlanan liste ve benzeri uçakların manevra yapabileceği ebatları içeren yolcu ve personel ihtiyacını karşılayabilecek terminal, teknik blok, kule, seyrüsefer cihazları, donanım yapıları, güvenlik ve benzeri gibi üstyapı binalarının yer aldığı; gece uçuşları düşünüldüğü hallerde ise, gerekli basit pist aydınlatma ve yeterli enerji teminine yönelik tesisleri de içeren ünitelere sahip olması gerekmektedir.

Bu hava alanlarının dizayn kriterleri bakımından üst grup uçaklarının fiziki boyutlarına gelişebilirliğinin tasarım aşamasında dikkate alınması zorunludur.

Büyük Hava Alanı :

Büyük hava alanı, **EK-14 Tablo 1.1** de kod numarası 4 olan, kod harfi C,D,E,F olarak tariflenen, uçak referans baz uzunluğu 1800 m'den büyük olan hava alanıdır.

Ana pist için gerekli gerçek uzunluk, uçak referans baz uzunluğunun yöresel şartların gerektirdiği düzeltmelerin (yükseklik, sıcaklık ve eğim) yapılması ile elde edilen metre biriminden pist boylarıdır.

Hava alanı trafik kapasitesine göre apron ve taksi yollarını içeren büyük hava alanları, orta ve büyük gövdeli uçakların değişik hava koşullarında aletli (IFR) iniş ve kalkış yapabilecekleri, ICAO tarafından yayımlanan EK-2, 3, 9, 10, 11, 14, 15 ile 17 nin ve bunlara

ilişkin yayımlanan dokümanların son şeklinde belirtilen tüm standart ve tavsiyelere uygun iç ve dış hat trafiğine müsait alt ve üst yapı kriterleri ile hava alanının seçilmiş kategorisine göre aydınlatma, sinyalizasyon ve uçuş güvenliği gibi elektronik ve seyrüsefer sistemlerine sahip ve bulunduğu yerleşim bölgesinin gelişimine göre büyüme potansiyeli olan hava alanıdır.

2. HAVAALANLARININ DAYANIKLILIĞINI RAPORLAMAK İÇİN PROSEDÜRLER

2. Havaalanlarının Dayanıklılığını Raporlamak İçin Prosedürler

2.1. Büyük Uçaklar için düşünülen kaplama prosedürleri (ACN/PCN Metodu)

2.1.1. Giriş

Ek 14, Madde 2.5.2., ağırlığı 5700 kg.dan daha büyük olan uçaklar için tasarlanan bir kaplamanın taşıma kapasitesinin, uçak sınıflandırma numarası-kaplama sınıflandırma numarası (ACN-PCN) metodunu kullanarak elde edilmesi gerektiğini bildirir. ACN-PCN metodunu daha iyi anlaşılır ve kullanılabilir hale getirmek için aşağıdaki maddeler açıklanır.

- a) Metodun konsepti
- b) Bir uçağın ACN'sinin nasıl belirlendiği

2.1.2. ACN-PCN Metodunun konsepti

Ek 14 ACN ve PCN aşağıdaki şekilde tanımlanır

ACN : Bir uçağın kaplama üzerinde belli bir zemin dayanıklılığı satandardı için yaptığı göreceli etkiyi ifade eden numara

PCN : Bir kaplamanın sınırsız operasyon için dayanıklılığını ifade eden numara

İlk başta, ACN-PCN metodunun sadece kaplama dayanıklılığı verilerinin Havacılık Bilgileri Yayınında (Aeronautical Information Publications (AIP's)) yayınlanması için belirlendiğini belirtmek gerekir. Bu metot, kaplamaların tasarımı yada değerlendirmesi için kullanılmadığı gibi, havaalanı yetkililerince kaplamaların tasarımı ve değerlendirmesi için belli bir metodun kullanılmasını da telkin etmek maksadında değildir. Aslında ACN-PCN metodu eyaletlerin kendi seçecekleri herhangi bir tasarım/değerlendirme metodunu kullanmalarına izin vermektedir. Bu noktada metot, kaplamaların değerlendirmesine uçakların yük oranının değerlendirmesi için bir prosedür içermektedir. Bir kaplamanın dayanıklılığı, kaplamanın sınırsız olarak kaldırabileceği bir uçak yükü oranını dikkate alan bir metotla raporlandırılır. Havaalanı yetkilisi, kaplamanın yük oranını belirlemek için seçeceği herhangi bir metot kullanabilir. Şayet, teknik değerlendirme mevcut değilse yetkili uçaklarla edindiği tecrübelerini kullanarak devam eder ve aşağıda belirtilen prosedürlerden birini kullanarak en kritik uçağın ACN'sini hesaplar, bu sayıya eşdeğerde bir PCN'sine dönüştürür ve bunu AIP'de kendi havaalanının yük oranı olarak yayınlar. Bu şekilde raporlanan PCN, bu sayıya eşit veya daha küçük bir ACN'si olan bir uçağın, lastik basıncında herhangi bir sınırlamaya maruz kalmaksızın bu kaplama üzerinde iniş kalkış yapabileceğini gösterir.

ACN-PCN metodu, kaplama dayanıklılığını sürekli bir cetvel üzerinde raporlanmasını gerektirir. Bu cetvelin alt noktası sıfır '0' olup, bir üst noktası yoktur. Ayrıca aynı cetvel, hem uçakların hemde kaplamaların yük oranını ölçmek için kullanılır.

Metodun kullanılmasını mümkün hale getirmek için, uçak üreticileri ürettikleri uçağın detaylı özellikleri içerisinde, hem esnek kaplamalar, hemde rijit kaplamalar için standart dört ayrı zemin altı dayanıklılık kategorisinde maksimum apron ağırlığı ve çalışırkenki boş ağırlığı temsil eden iki farklı ağırlık için hesaplanmış ACN'lerini yayınlayacaklardır. Bununla beraber, bu işin rahatça yapılabilmesi için Ek 14, B Bölümü ve buna yapılan Ek 5 bir çok uçağın ACN'sini gösteren bir tablo içermektedir. ACN hesaplanırken kullanılan ağırlığın "Statik" bir

ağırlık olduğunu ve dinamik unsurların eklenmesi suretiyle yüklemeye bir artışa izin verilmediğini de belirtmek gerekir.

ACN-PCN Metodu, aynı zamanda her bir kaplama türüne göre aşağıdaki bilgilerin raporlanması konusundada bir fikir vermektedir.

- a) Kaplama Türü
- b) Zemin Altı Kategorisi
- c) İzin verilebilecek maksimum lastik basıncı; ve
- d) Kullanılan Kaplama Değerlendirme Metodu

Yukarıdaki veriler temel olarak, uçak operatörlerinin izin verilebilecek uçak türlerini ve iletişim ağırlıklarını belirlemelerine ve uçak üreticilerine geliştirmekte oldukları uçakların pist kaplamaları ile uyumlu olmasını temin etme imkanı sağlamak amacı taşımaktadır. Ancak mevcut zemin altı dayanıklılığını veya izin verilebilecek maksimum lastik basıncını raporlamaya gerek yoktur. Sonuç olarak, normalde karşılaşılan zemin altı dayanıklılığı lastik basınçları aşağıda 1.1.3.2.'de gösterildiği şekilde kategoriler halinde gruplandırılmıştır. Havaalanı yetkilisinin kendi kaplaması için uygun olan kategorileri belirlemesi yeterli olacaktır. (Ayrıca: Ek 14'te 2.5.6. maddesinde bulunan örneklerde bakınız.)

2.2. ACN'ları nasıl belirlenir?

Aşağıdaki akış şeması, uçakların ACN'larının ACN-PCN metoduna göre hesaplanabileceğini kısaca açıklamaktadır.

Çeşitli terimlerin tanımlanması ve ACN-PCN metodunda kullanılan standart değerler

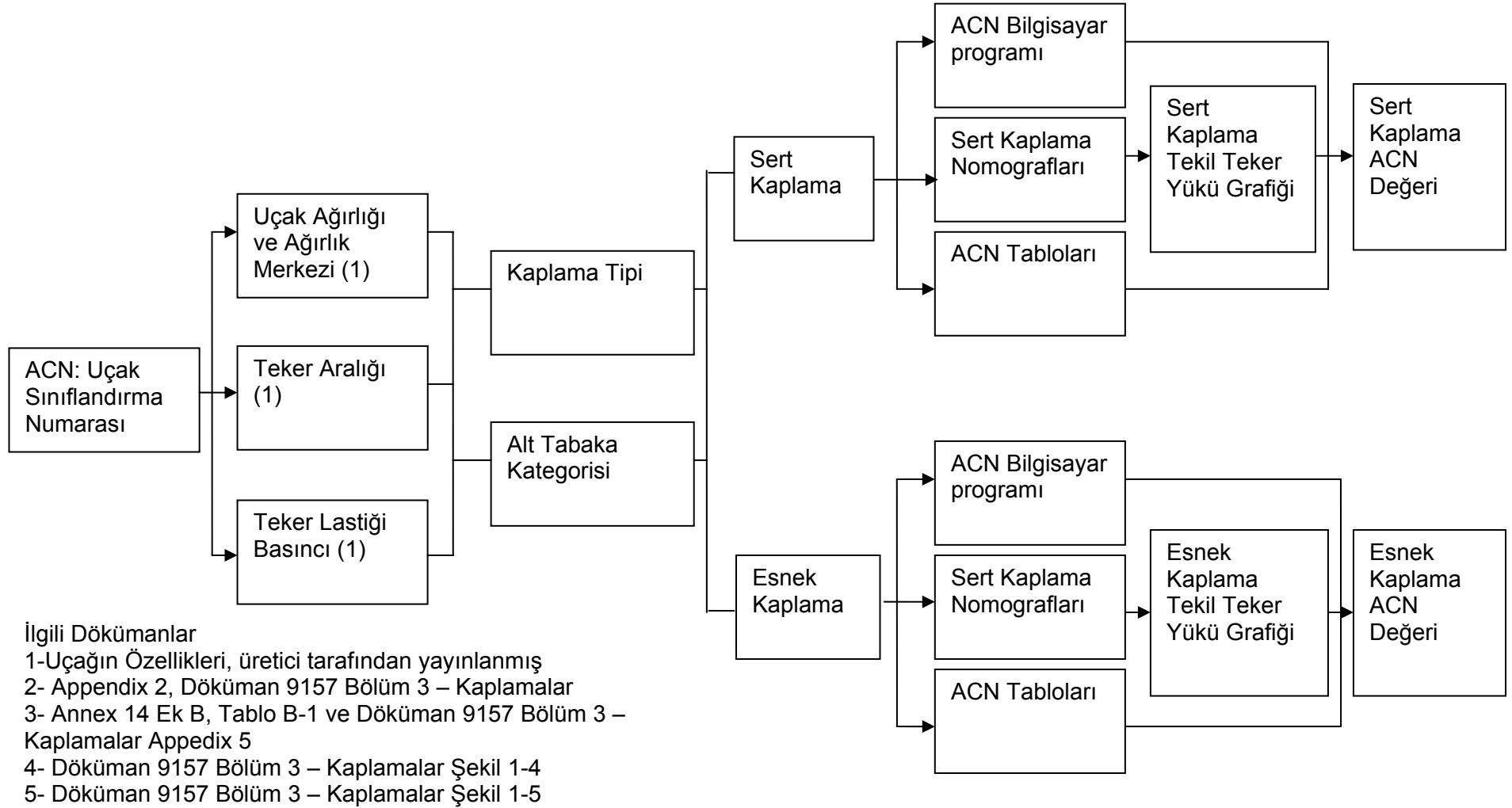
Zemin altı kategorisi : ACN-PCN Metodunda, sürekli bir zemin altı dayanıklılık cetveli yerine, daha çok sekiz standart değer (yani, dört rijit kaplama k değeri ile dört esnek kaplama CBR değeri) kullanılır. Her bir grup için cetvelin orta değerlerindeki standart bir değerle zemin altı gruplandırması, raporlama için tamamıyla uygun kabul edilir. Zemin altı dayanıklılık kategorileri, yüksek orta, düşük ve çok düşük olarak belirlenir ve aşağıdaki sayısal değerlerle tespit edilir.

Zemin altı dayanıklılık kategorisi

Yüksek dayanıklılık; $k=150 \text{ MN/m}^3$ şeklinde karakterize edilir ve 120 MN/m^3 üzerinde olan bütün k değerleri rijit kaplamaları temsil ederken CBR 15 ile karakterize edilir ve 13 üzerindeki CBR değerleri esnek kaplamaları temsil eder.

Orta dayanıklılık; $k=80 \text{ MN/m}^3$ şeklinde karakterize edilir ve 60 ile 120 MN/m^3 arasında olan bütün k değerleri rijit kaplamaları temsil ederken CBR 10 ile karakterize edilir ve 8 ile 13 arasındaki CBR değerleri esnek kaplamaları temsil eder.

Düşük dayanıklılık; $k=40 \text{ MN/m}^3$ şeklinde karakterize edilir ve 25 ile 60 MN/m^3 arasında olan bütün k değerleri rijit kaplamaları temsil ederken CBR 6 ile karakterize edilir ve 4 ile 8 arasındaki CBR değerleri esnek kaplamaları temsil eder.



Çizim 2.1. ACN Hesaplanmasını Gösteren Şema (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Aşırı düşük dayanıklılık; $k=20 \text{ MN/m}^3$ şeklinde karakterize edilir ve 25 MN/m^3 altında olan bütün k değerleri rijit kaplamaları temsil ederken $\text{CBR}=3$ ile karakterize edilir ve 4 altındaki CBR değerleri esnek kaplamaları temsil eder.

Rijit kaplamaların beton çalışma stresi: Rijit kaplamalar için, raporlama amaçlı olarak, sadece tek tip bir raporlama sağlamak için, standart bir stres tespit edilir ($s=2.75 \text{ Mpa}$). Kaplamaların tasarımı ve/veya değerlendirmesi için kullanılacak olan standart bir stres ile ilgisi yoktur.

Lastik basıncı: Kaplamada yapılan incelemenin sonuçları ile eski test sonuçlarının yeniden değerlendirilmesi, sıra dışı kaplama yapılarının haricinde (yani, ince bir asfalt beton kaplaması olan yada üst tabakaları zayıf olan esnek kaplamalar) lastik basıncının yük ve teker boşluğu üzerinde ikincil etkilere sahip olduğunu ve bu nedenle, raporlama amaçlı olarak; yüksek, orta, düşük ve çok düşük şeklinde dört grupta kategorize edilebileceğini, bunlar da aşağıdaki sayısal değerlerin verilebileceğini teyit etmektedir.

Yüksek- Basınç Limiti Yok

Orta – Basınç Limiti 1.50 Mpa (15.3 kg/cm^2) kadar

Düşük- Basınç Limiti 1.00 Mpa (10.2 kg/cm^2) kadar

Çok düşük – Basınç Limiti 0.50 Mpa ($5.1. \text{ kg/cm}^2$) kadar

Tek teker yükünün Matematiksel Türevi: Tek teker yükünün matematiksel türevinin alınması konsepti, ACN-PCN Metodunda, kaplama kalınlığı bir ACN parametresi olarak belirtmeksizin iniş takımları ile kaplama arasındaki etkileşimi belirlemek için bir araç olarak kullanılmıştır. Bu, bir uçağın iniş takımları için kullanılan matematiksel modeli aracılığıyla verilen kalınlık ile 1.25 Mpa standart lastik basıncında tek bir teker kalınlığının denklemini kurarak yapılır. Bu şekilde elde edilen tek teker yükü daha sonra kalınlığa daha fazla atıfta bulunmaksızın kullanılır. Bunun böyle olmasının sebebi, kalınlığın eşit olmasından dolayı, “kaplama üzerinde aynı stresi uygulayacağı” düşünülerek, kalınlığın büyüklüğünden çok, eşit kalınlıklara gereken önemin verilmesidir. Yukarıda bahsedilen durum, bir uçağın kaplama üzerinde yapacağı yük etkisini göreceli olarak değerlendirmek için kullanılan ACN-PCN Metodunun amcına uygundur.

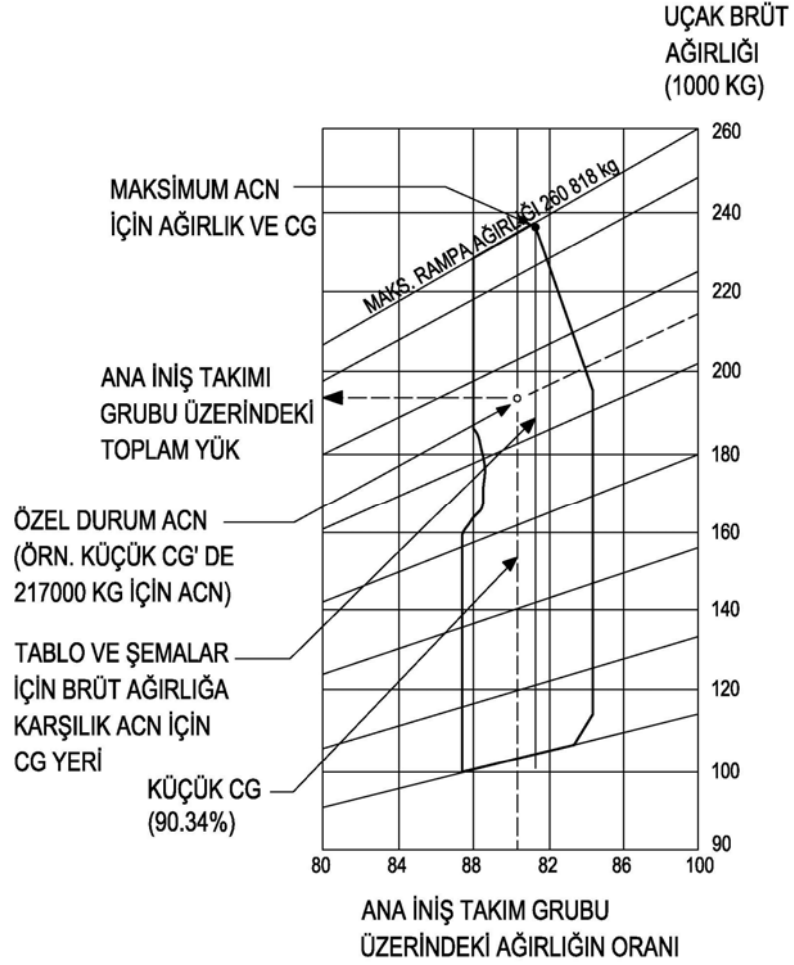
Uçak Sınıflandırma Numarası (ACN): Bir uçağın ACN'si, sayısal olarak türetilen tek teker yükünün bin kilogram olarak ifade edildiği tek teker yükünün iki katı şeklinde tanımlanır. Daha öncede belirtildiği gibi, tek bir tekerin lastik basıncı 1.25 Mpa olarak standartlaştırılmıştır. Ayrıca, tek teker yükünün türevi zemin altı taşıma kapasitesinin bir fonksiyonudur. Uçak sınıflandırma numarası (ACN) sadece dört zemin altı kategorisi için (yani, yüksek, orta, düşük ve çok düşük dayanıklılık) tanımlanır. ACN'sinin sayısal tanımındaki “iki”, 2 faktör , ACN'lerinin tam sayısının makul bir doğrulukta kullanılabilmesi için, brüt ağırlık cetveline karşı daha uygun bir ACN elde etmekte kullanılır.

Bir uçak çeşitli ağırlıklarda ve çekim merkezi şartlarında çalıştığından, ACN hesaplamalarında, aşağıdaki kurallar kullanılmıştır. (Bakınız **Çizim 2.2**)

- 1) Bir uçağın maksimum ACN'si, ağırlık ile kaplama üzerinde, genellikle maksimum rampa ağırlığı ve buna karşılık gelen kuyruk c.g. sinde, en yüksek esas iniş yükünü üreten c.g.'de hesaplanır. Uçağın lastiklerinin üreticinin şartlara göre tavsiye ettiği oranda şişirilmiş olduğu kabul edilir.
- 2) Göreceli uçak ACN şemaları ve tabloları, ACN'sini, en yüksek ACN değerine karşılık gelen (yani, genellikle, azami rampa ağırlığı için kuyruk c.g.si) sabit bir

değerdeki c.g. ve azami rampa ağırlığındaki lastik basıncı ile uçağın brüt ağırlığının bir fonksiyonu olarak göstermektedir ve ..

- 3) Özel durum ACN değerleri, lastik basıncının etkileri ve/veya yeri için uçağın belli bir ağırlığına göre ayarlanan ACN değerleridir.



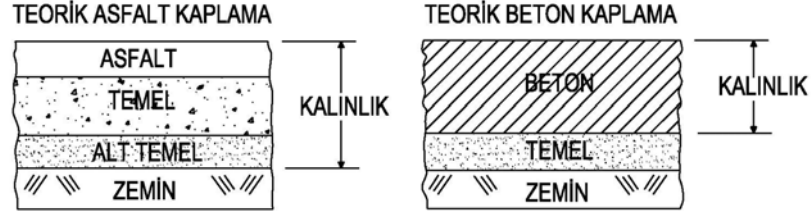
Çizim 2.2. Kaplama üzerinde iniş takımı yükü.

Model DC-10 Seri 30, 30CF, 40 ve 40CF(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3
Kaplamlar,1983)

2.2.1.Kısaltmalar

- a) Uçak Parametreleri
MRGM – Maksimum Rampa Brüt Ağırlığı, kilogram olarak
- b) Kaplama ve Zemin Altı Parametreleri
s-raporlama için standart çalışma stresi
t – Kaplama kalınlığı, santimetre olarak

Rijit kaplama için katman kalınlığı, veya esnek kaplamalar için kaplamanın yapısal sisteminin toplam kalınlığı (yüzeyden zemin altına) bakınız **Çizim 14)**



Çizim 2.3. Kaplama Tabakaları

k – Zemin altı reaksiyonu için Westergaard modülü, MN/m³
l = Westergaard göreceli sertlik yarı çapı , santimetre olarak,

$$l = \sqrt[4]{\frac{Et^3}{12(1-\mu^2)k}}$$

E: Elastik Modülü
m= Poisson Oranıdır (m=0.15)

CBR= Kaliforniya Taşıma Oranı, yüzde
 P_s =Tek teker yükü türevi için lastik basıncı, 1.25 Mpa
 P_q =Maksimum rampa ağırlığı şartlarındaki uçak için lastik basıncı

2.2.2. Matematiksel Modeller

ACN-PCN Metodunda kullanılan iki matematiksel metot bulunmaktadır: Rijit kaplamalar için, bir Winkler temeli üzerinde (iç yük kutusu) yüklü bir elastik tabaka için Westergaard çözümü ve esnek kaplamalar için, yüzey yükünün altındaki homojen izotropik elastik yarı boşlukta bulunan stres ve yer değişiklikleri için Boussinesq çözümü. Geniş bir alanda kullanılan bu iki model, dünyanın her yerindeki kaplama tasarımı metodolojilerine minimum kaplama parametresi değerleriyle (yani sadece yaklaşık zemin altı k veya CBR değeri gereklidir) maksimum korelasyon sağlar.

2.2.3. Bilgisayar Programları:

Bu matematiksel modelleri kullanarak geliştirilen iki bilgisayar programı Döküman 9157 Bölüm 3 Ek 2’de verilmiştir. Rijit kaplamalar üzerinde uçakların değerlendirilmesi için yapılan program, Portland Çimento birliği, Illinois, ABD’den Mr. R.G. Packard’ın geliştirdiği programı, esnek kaplamalar üzerinde uçakların değerlendirilmesi için yapılan program ise, ABD Kara Kuvvetleri Su Yolları Deney İstasyonu Talimatnamesi S-77-1 Nolu ve “CBR Tasarım Kavisleri Geliştirme Prosedürleri” başlıklı raporunu baz almıştır. Ancak, Döküman 9157 Bölüm 3 elkitabının Ek 14, B bölümünde ve Ek 5’te bulunan tabloların halen kullanılmakta olan uçaklar için bu programların kullanımına hiç ihtiyaç bırakmadığıda bu arada belirtilebilir.

2.2.4. Grafik Prosedürleri:

Gerekli olan kaplama kalınlıkları üreticiler tarafından yayınlanan uçaklar için aşağıda açıklanan grafik prosedürlerini kullanmak suretiyle de değerlendirilebilir.

2.2.5. Rijit Kaplamalar:

Bu prosedür, **Çizim 15.**'te gösterilen dönüştürme şemasını ve uçak üreticileri tarafından yayınlanan gerekli kaplama kalınlığı tablolarını kullanır. **Çizim 2.4** geliştirilirken **2.2.3**'te bahsedilen Portland Çimento Birliğinin bilgisayar programı kullanılmıştır. Bu şekil, 1.25 Mpa sabit lastik basıncındaki tek teker yükü türevini, referans olan bir kaplama kalınlığına bağlar ve yukarıda **2.2.** de ayrıntısı verilen dört standart zemin altı k değeri ile 2.75 Mpa'lık standart bir beton stresini dikkate alır. Şekil ayrıca birde ACN'sının doğrudan okunmasına imkan veren bir ACN cetveli içermektedir. Bir uçağın ACN'sını belirlemek için aşağıdaki adımlar takip edilir.

- Üretici tarafından yayınlanan kaplama ihtiyacı tablosu kullanılarak, uçağın verilen ağırlığı için referans kalınlık, zemin altı k değeri ve raporlama için standart beton stresi yani 2.75 Mpa ile elde edilir.
- Yukarıdaki referans kalınlık ve **Çizim 2.4** kullanılarak, seçilen zemin altı için tek teker yükü türevi bulunur ve
- Uçak sınıflandırma numarası, seçilen ağırlık ve zemin altı k değeri için, 1000 kg olarak, tek teker yükü türevinin iki katıdır. ACN doğrudan tablodan da okunabilir. Ayrıca, yukarıdaki prosedür kullanıldığı zaman lastik basıncı düzeltmelerinde de gerekir.

2.2.6. Esnek Kaplamalar:

Bu prosedür, **Çizim 2.5**'da gösterilen dönüştürme şemasını ve ABD Hava Kuvvetleri Mühendisleri CBR prosedürünü baz alarak uçak üreticileri tarafından yayınlanan gerekli kalınlık tablolarını kullanır. Önceki tablo aşağıdaki denklem kullanılarak geliştirilmiştir.

$$t = \sqrt{\frac{DSWL}{C_1 CBR} - \frac{DSWL}{C_2 P_s}}$$

Burada;

t = referans kalınlık, santimetre olarak

$DSWL$ =1.25 Mpa lastik basıncında tek teker yükü

P_s =1.25 Mpa

CBR =standart zemin altı (tablonun 3,6,10 ve 15 olmak üzere dört standart değer kullanıldığında dikkat ediniz)

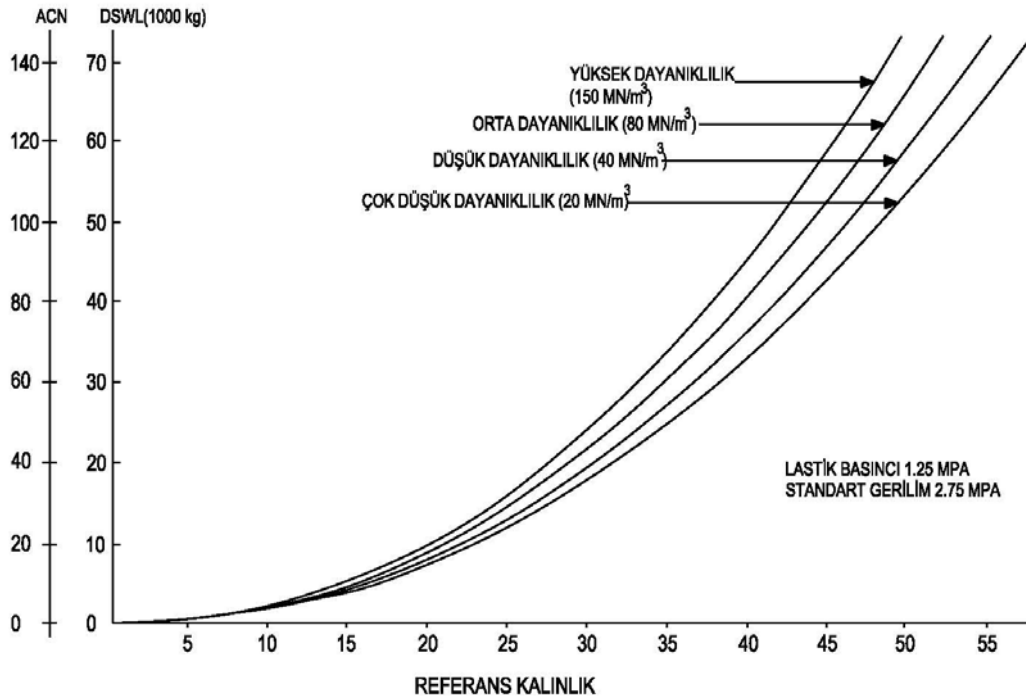
C_1 = 0.5695 , C_2 =32.035

Sonraki tabloyu kullanma sebebi, Boussinesq Yansıma Faktörleri aracılığıyla "iniş takımlarının etki grubu" ile tek teker yükünün bir türevi arasında bir eşitlik elde etmektir. Bir uçağın ACN'sını belirlemek için aşağıdaki adımlar takip edilir.

- Üretici tarafından yayınlanan gerekli kaplama tablosu kullanılarak, söz konusu uçağın ağırlığı, zemin altı kategorisi ve 10000 eşdeğer trafik sayısı için referans kalınlık belirlenir.
- Birinci adımda belirlenen referans kalınlıkla birlikte zemin altı karşılık gelen CBR **Çizim 2.5**'ya bakılır ve buradan tek teker yükü okunur.
- Seçilen ağırlık ve zemin altı kategorisindeki ACN, 1000 kg.da tek teker yükü türevinin iki katıdır. Yukarıdaki proseür uygulandığı takdirde, lastik basıncında düzeltme yapmaya gerek kalmaz.

2.2.7. Lastik basıncının ACN'na ayarlanması:

Normal olarak uçakların lastikleri maksimum brüt ağırlıklarına uygun bir basınca kadar şişirilir ve bu basınç kalkış ağırlığındaki değişikliklere bakılmaksızın muhafaza edilir. Ancak düşük ağırlıkta ve düşük lastik basıncında çalışmanın verimli olduğu zamanlarda vardır ve bu durumlarda düşük ACN'sının hesaplanması gerekir. Bunu rijit kaplamalar için yapmak maksadıyla, PCA (Portland Çimento Birliğinin) bilgisayar programı PDILB'i kullanmak amacıyla bir tablo hazırlanmış ve bu tablo **Çizim 2.6**'de gösterilmiştir. Tabloda verilen örnek de Tablonun nasıl hazırlandığını açıklamaktadır.



Çizim 2.4. ACN Rijit Kaplama Dönüştürme Şeması(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Esnek kaplamalar için aşağıdaki denklemi vermek suretiyle, kalınlığı dengelemek ve düşük ağırlıktaki maksimum lastik basıncı ACN açısından düşük basınç ACN için

CBR Denklemi

$$t = \sqrt{\frac{DSWL}{C_1 CBR} - \frac{DSWL}{C_2 P_s}}$$

ACN Düşük Basınç = ACN Yüksek Basınç

$$\left[\frac{\frac{1}{C_1 CBR} - \frac{1}{C_2 P_{Düşük}}}{\frac{1}{C_1 CBR} - \frac{1}{C_2 P_{maksimum}}} \right]$$

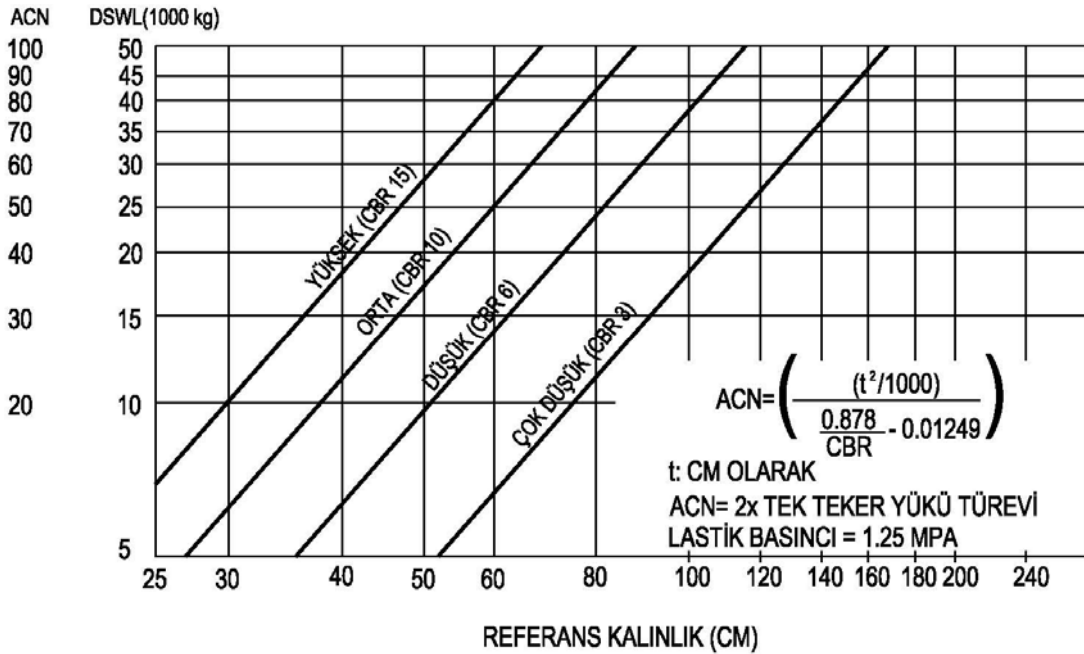
C_1 ve C_2 değerleri için bakınız 2.2.6

2.2.8. Çalışılan Örnekler

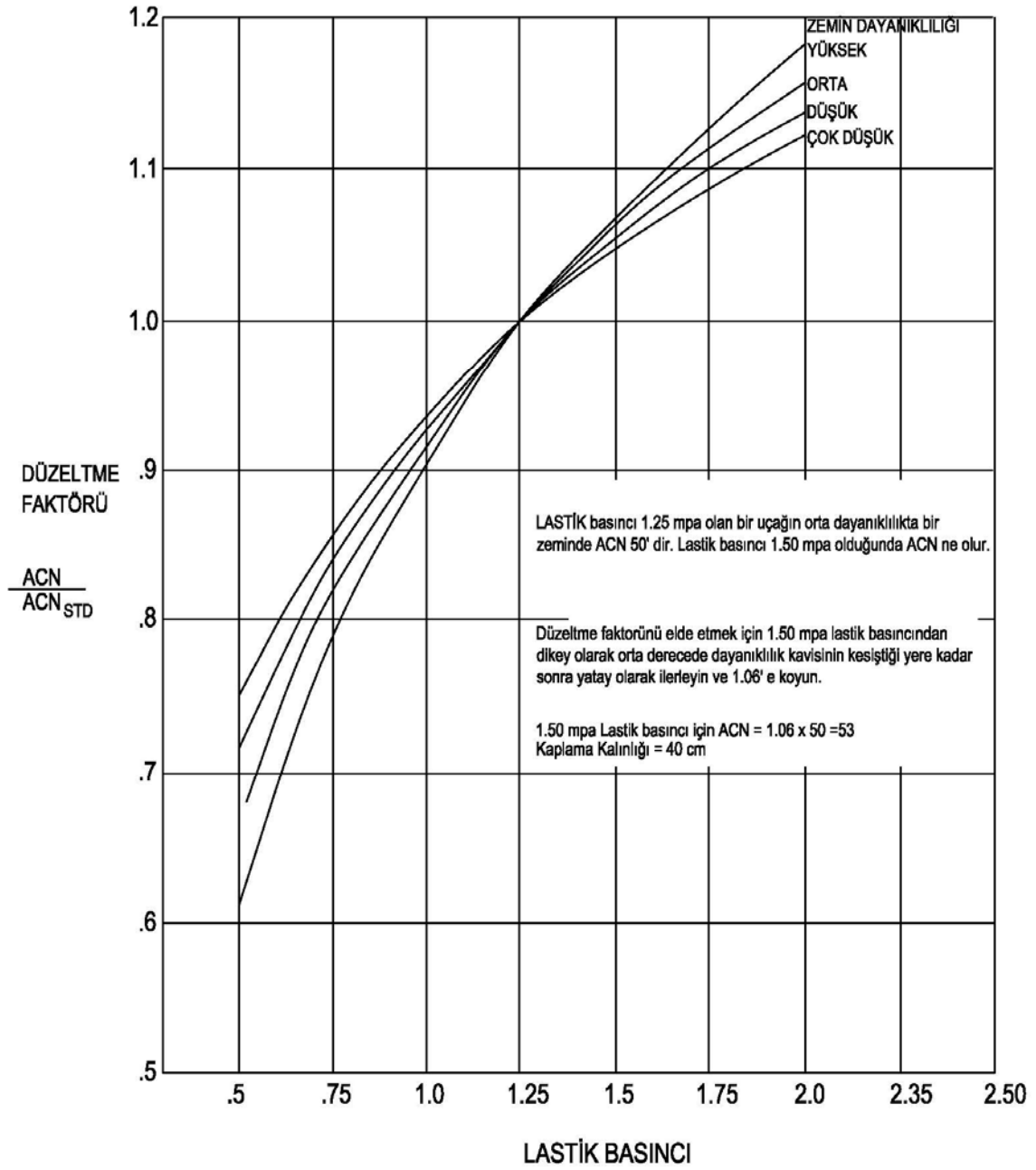
Örnek 1. Orta derecede taşıma kapasitesi (yani, $k=80 \text{ MN/m}^3$) olan bir zemin altı üzerinde bulunan rijit bir kaplamada 78 500 kg.daki standart bir B727-200 için, ACN'ini bulunuz. Ana tekerleklerin basıncı 1.15 Mpa dır.

Çözüm 1. Bu Elkitabındaki Ek 5'te bulunan tabloya göre ACN 48'dir. Uçağın ACN'nı **Çizim 15**'ü, uçak için gerekli olan kaplama şemasında **Şekil 18**'yi kullanarak bulmakta mümkündür. Bu metot aşağıdaki işlemleri içerir.

- Şekil 1-7'den, 80 MN/m³ ve 2.75 Mpa olan standart beton stresi 31.75 cm olarak, 78 500 kg olan uçak ağırlığı için gerekli beton ağırlığı okunur ve
- Bu kalınlıkta **Çizim 2.4**'e bakılarak uçağın orta derecede dayanıklılıkta zemin altı için ACN 48 olarak okunur.



Çizim 2.5. ACN Esnek Kaplama Nomografı (ICA, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar, 1983)



Çizim 2.6 ACN Lastik Basıncı Ayarlaması – Sadece Rijit Döşemeler İçin(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Örnek 2. Bir pist kaplamasıyla ilgili olarak aşağıdaki bilgileri içeren bir AIP

Kaplama PCN = 80

Kaplama Tipi = Rijit

Zemin Altı Kategorisi = Orta Dayanıklılıkta

Lastik Basıncı Sınırlaması = yok

Kaplamanın **Tablo 2.1** de belirtilen uçakları gösterilen çalışma ağırlıkları ve lastik basınçlarıyla kabul edip edemeyeceğini belirleyin.

Tablo 2.1. Uçak Ağırlıkları ve Lastik Basınçları

Model	Ağırlık	Lastik Basıncı
Airbus A 300 Model B2	142 000 kg	1.23 Mpa
B747-100	334 751 kg	1.55 Mpa
Concorde	185 006 kg	1.26 Mpa
DC-10-40	253 105 kg	1.17 Mpa

Çözüm 2: ICAO 9157/Bölüm 3 Kaplamalar Ek 5'e göre bu uçakların ACN'ları sırasıyla 44,51,71 ve 53'tür. Söz konusu kaplamanın PCN 80 olduğundan, bu uçakların hepsini kabul edebilir.

Örnek 3: DC-10-10 için orta derecede dayanıklılığı olan bir zemin altı (CBR 10) üzerindeki esnek döşemede 157 400 kg ağırlıktaki ACN'nı bulunuz. Ana tekerlek lastik basıncı 1.28 Mpa'dır.

Çözüm 3: ICAO 9157/Bölüm 3 Kaplamalar Ek 5'e göre bu uçağın ACN'i

$$57 - \frac{(196406 - 157400)}{(196406 - 108940)} \times (57 - 27) = 57 - \frac{39006}{87466} \times 30 = 43.6 \cong 44$$

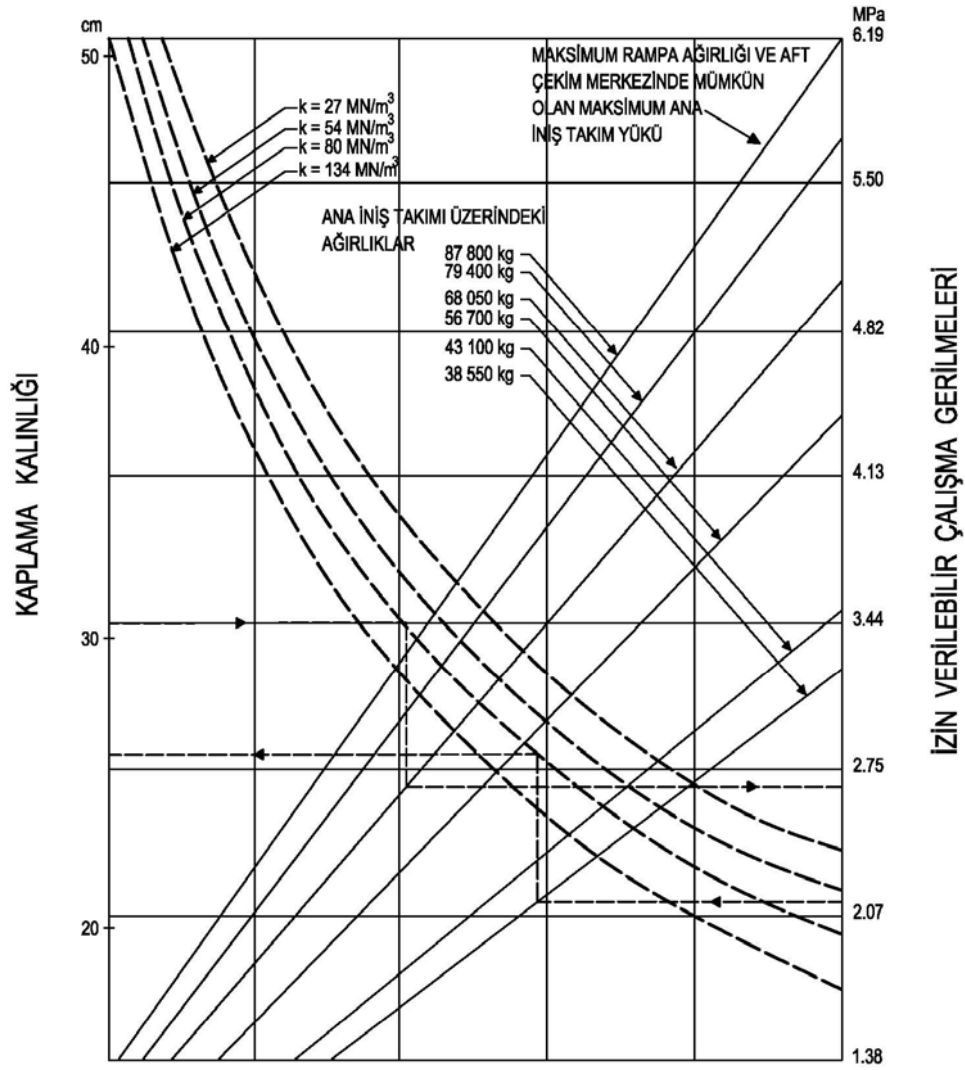
Uçağın ACN'nı **Çizim 2.5** ve **Çizim 2.8'**de gösterilen gerekli kaplama şemasını kullanarak belirlemek de mümkündür. Bu metot aşağıdaki işlemleri içermektedir.

- Çizim 2.8'**den, 10 olan zemin altı CBR'ı 57 cm olarak, 157 400 kg olan uçak ağırlığı için gerekli beton kalınlığı okunur ve
- Bu kalınlıkla **Çizim 2.5'e** bakılarak uçağın zemin altı CBR'ı için 10 ACN 44 olarak okunur.

Küçük uçaklar için düşünülen kaplama prosedürleri

Madde 2.1.2.'de tanımlanan ACN-PCN Metodu, sadece 5 700 kg ağırlığındaki küçük uçaklar için düşünülmemiştir. Ek 14, bu tür kaplamalar için basit bir prosedür belirlemektedir. Bu prosedür, iki unsurun raporlamasını göz önüne getirmektedir. İzin verilebilecek maksimum uçak ağırlığı ve izin verilebilecek maksimum lastik basıncı ACN-PCN Metodunun (2.1.2) lastik basıncı kategorilerinin izin verilebilecek maksimum lastik basıncını raporlamakta kullanılmadığını da belirtmek gerekir. Bunun yerine, aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi, gerçekte mevcut olan lastik basıncı limitleri kullanılır.

Örnek: 4 000 kg/0.50 Mpa



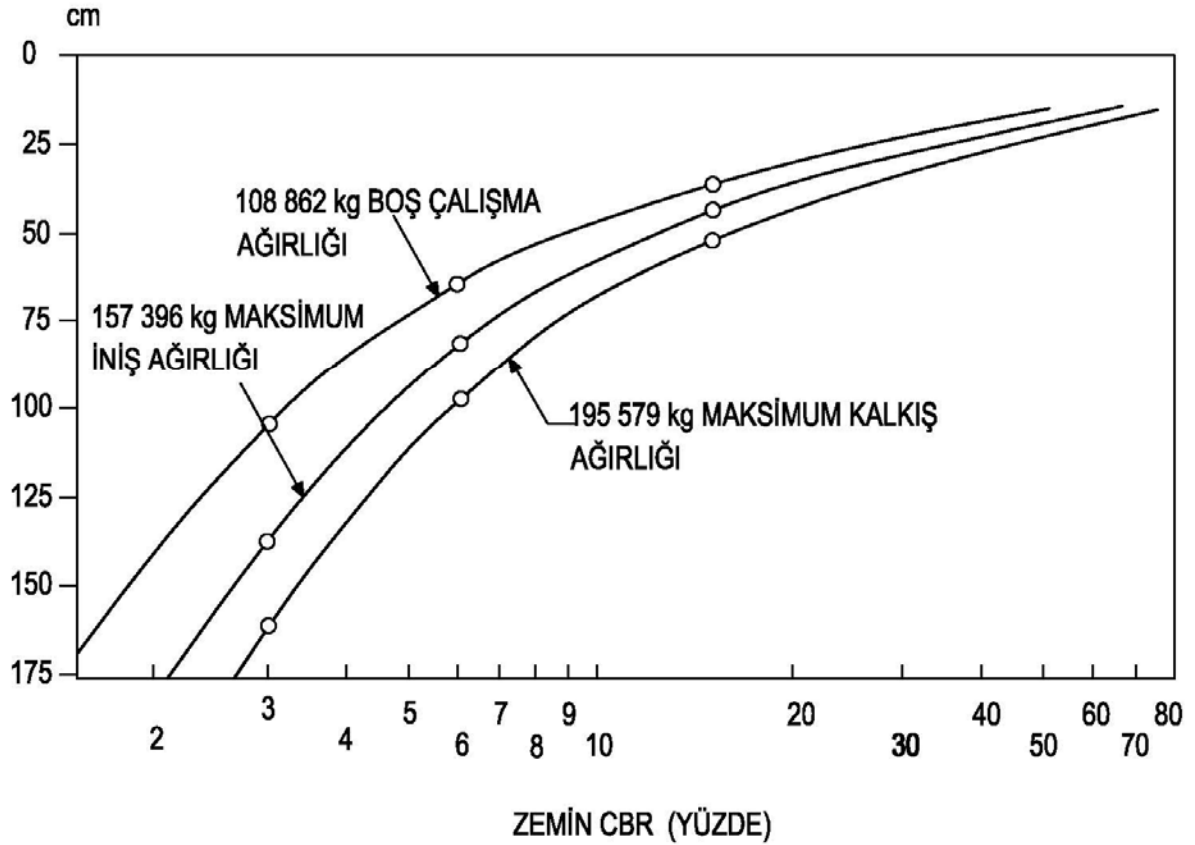
NOT : MAKSİMUM YÜK REFERANS ÇİZGİSİNİ KULLANARAK ELDE EDİLEN DEĞERLER İLE HER TÜRLÜ k DEĞERİ TAMDIR. MAKSİMUNDAN DAHA AZ OLAN YÜKLER İÇİN EĞRİLER k=80 İÇİN TAMDIR AMA DİĞER k DEĞERLERİ İÇİN HAFİF SARMA GÖSTERİRLER

Çizim 2.7.Rijit Kaplama Gereklilikleri

Portland Çimento Birliği Tasarım Metodu

Model 727-100 – 100C için 77 200 kg'da, 727-200 Standart için 78 500 kg'da gelişmiş 727-200 için 89 800 kg ve 95 300 kg'da Maksimum rampa ağırlığı(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

ESNEK KAPLAMA KALINLIKLARI



Çizim 2.8. DC10-10 Esnek Kaplama İçin Gerekli Olanlar

10 000 Kuyruk c.g. Tasarım Eşdeğeri(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

2.3. LCN Metodu

Yük sınıflandırılması sayısı demek olan LCN (Load Classification Number) ingilizce aslının baş harflerinin alınmasıyla oluşturulmuş uluslararası bir kısaltmadır LCN Sistemi :Meydan kaplamaları ile uçakların kıymetlendirilmesinde ve ayrıca meydan kaplamalarının kalınlık tasarımında kullanılan LCN sistemi uçak ve kaplama mühendisliğince bilinen gerilme esaslarının bazı kavramlar şeklinde düzenlenmesine dayandırılmıştır

Meydanların kıymetlendirilmesi için metodun esası bir uçağın yükleme karakteristikleri ile kaplamaların yük taşıma kapasitelerinin mukayesisine dayanmaktadır. Bir uçağın inis kalkış yapabileceğini LCN sistemine göre ortaya koyabilmek için:

1.)Hava meydanındaki uçuş pistlerinin hakiki yük taşıma kapasitelerinin tayin edilerek kaplamaların kıymetlendirilmesi ve sınıflandırılmasının yapılması ile
2.)Kullanılan çeşitli tip uçakların yükleme karakteristiklerine göre kıymetlendirilmesinin yapılması gerekmektedir

Meydan kaplamaları,kullanılacak uçaklara göre belirli tekerlek yük (Wheel Load) ile verilmiş lastik basıncı (Tire Pressure) gözönüne alınarak, bu değerleri karşılayacak şekilde tasarlanır ve inşa edilir. Her ne kadar, tasarım sonucunda bulunan minimum kalınlıklar ile dayanımların sağlanması amacıyla,

her türlü malzeme ,imalat ve işçilikler teknik şartnamelere bağlanmışsada, genel olarak inşaat sırasında kalınlıklar kadar temel ve temelaltı tabakalarının sıkışması beton ve bitümlü kaplamaların özellikleri ve dayanımlarındaki değişiklikler, kaplamalardan istenilen son dayanımı değiştirerek azaltabilir. Ayrıca, hizmete açılan kaplamaların dayanımı bir kaç sene sonra gözle görülmeyen bazı etkilerle mesela rutubet içeriğinin değişmesi , veya tasarımında kabul edilmiş yüklerin üstündeki yüklerle yüklenmesi gibi sebeplerle değişerek, kaplamalarda çatlak ve kırılmalar meydana gelebilir.

Yukarıda belirtilen hususlar dolayisiyle, tasarım şekili değişebilen bir kaplamanın her zaman LCN deyiminde, gerçek yük taşıma kapasitesinin ölçülmesi gerekmektedir.Bu kapasite, yalnız tam ve hassas yükleme testleriyle bulunabilir.

Bir kaplamanın gerçek yük taşıma kapasitesinin tayini için, en elverişli yöntem Plaka Taşıma deneyi (Plate Bearing Test) dir. Dolayisile , neticenin doğruluğu deneylerle, adedine ve deney hasasiyetine bağlı olmaktadır.

Deneylerin adedi bakımından yeterliliği ise, emniyetli taşıma mukavemetinin doğru olarak değişmez değerlerinin alınmış olması ile ilişkilidir. Eğer inşaat sırasında şartlar uygun ise, yükleme deney adedi azaltılır. Şayet, meydana kaplama kalınlıkları ile tiplerin farklı olduğu ve zeminin profilinin değişikliği biliniyorsa deney adedi arttırılır yine eğer deneyler sırasında birbirine benzer bir veya iki sonuç arasında mukavemette beklenmeden çok farklar tesbit edilirse deney adedini arttırmak zorunludur

Öte yandan yük taşıma kapasitesinin ölçülmesinde plaka taşıma deneyinin seçilmesinin nedenleri meydana

1. Kullanılan teçhizatın mobil ve kolaylıkla taşınabilmesi
2. Yüklerin azar azar arttırabilmesi ve sehim ile çökmelerin ölçülebilmesi
3. Kırılma yükünün kolaylıkla tatbik edilebilmesi ve son yükleme şartlarının tetkik edilebilmesi
4. Yükler ile temas alanlarının çok geniş aralıklarla aynı teçhizat tarafından tahmin edilebilmesi gibi hususlar sayılabilir

Deneyisel Aletler

Meydan kıymetlendirilmelerinde kullanılan plaka taşıma deneyi üç tiptir

- (40)tonluk plaka taşıma teçhizatı
- (70)tonluk plaka taşıma teçhizatı
- (100)tonluk plaka taşıma techizatı
-

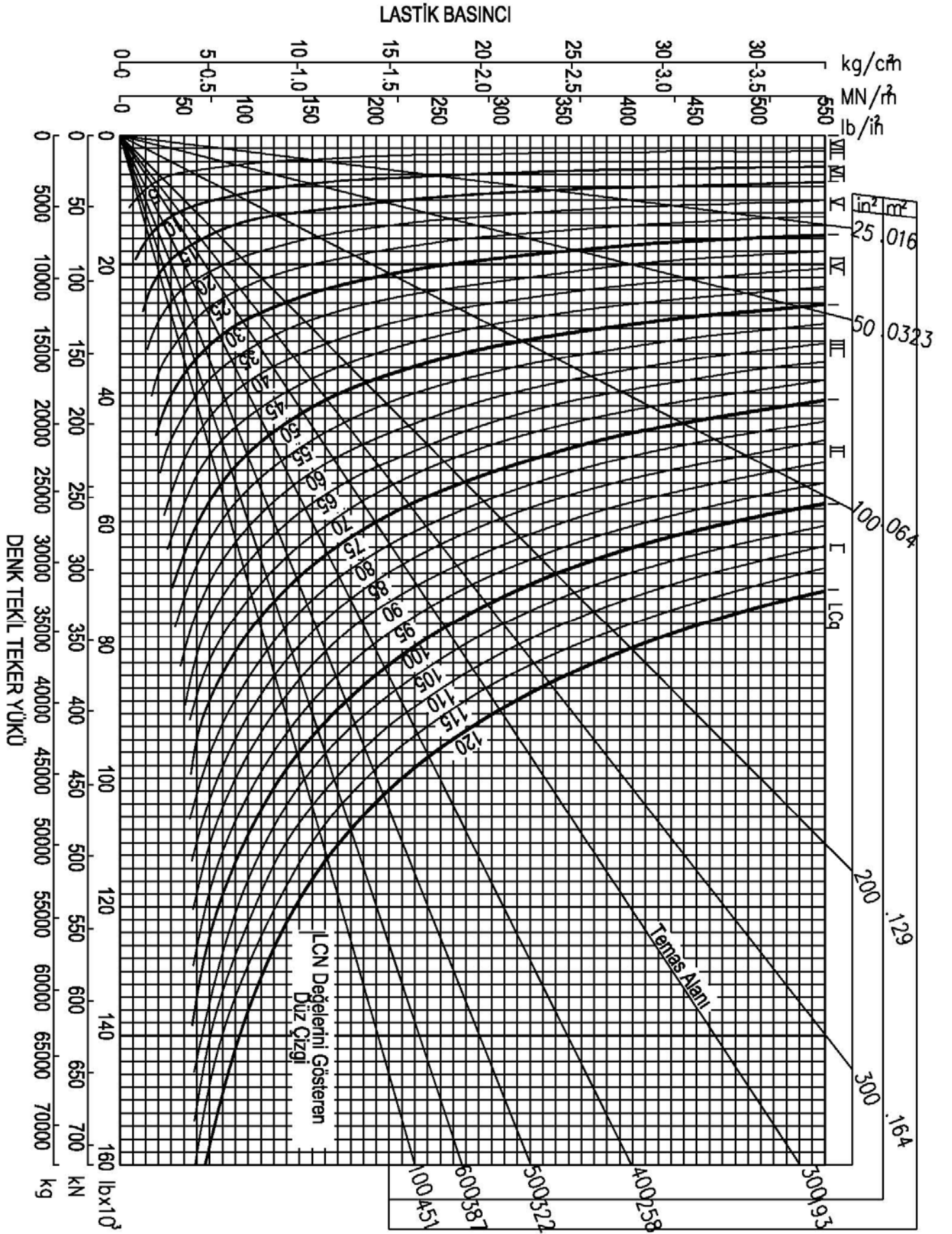
Deneyin Yapılışı

Plaka taşıma deneyi kaplama tiplerine göre farklılık gösterildiğinden çalışma tarzı üç gruba toplanmıştır

1. Rijit kaplamalarda deney
2. Esnek kaplamalarda deney
3. Esnek satırlı rigid kaplamalarda deney

her üç gruba toplanmış olan plaka taşıma deneyinde kullanılacak plakanın seçimi çok önemlidir.

Yukarıda da belirtildiği gibi ulaşım ve kargo hizmetleri için geişen uçakların iniş takımlarındaki lastiklerin tertibi değiştirilerek tek tekerleğe isabet eden yükler azatılmış ve temas alanları hemen hemen sabitleştirilmiştir bu sebeble sivil meydanlar 254,5 inç karelik temas alanlı 18 inç çaplı plaka standardize edilmiştir.



Çizim 2.9. LCN Metodu – Parametreler ve LCN Değerlerinin Bulunması

3. KAPLAMALAR

3. Kaplamalar

Not: Bu bölümdeki spesifikasyonlar ve bunların dayalı oldukları hesaplamalar, ICAO'da inç ve alt birimleri olarak ele alınmıştır. Her ne kadar metrik sistemdeki karşılıkları alınmış isede, standart ICAO uygulamasına göre, rakamlar inç olarak verildiği için bunlar tam doğru olarak kabul edilemezler.

3.1. Giriş

ABD Havacılık dairesinin havaalanı kaplamalarının dayanıklılığı konusundaki tasarım ve raporlama metodu, her bir iniş takımı tipi için brüt uçak ağırlığı ile ifade edilir. Bu, çeşitli tip ve ağırlıklardaki uçakları takviye etme kabiliyeti açısından bir kaplamanın değerlendirilmesine imkan verir. Kaplama dayanıklılığı (tek tekerli, çift tekerli ve çift tandem tekerli iniş takımına sahip uçaklar için brüt ağırlık rapor edilir) ile belli bir uçağın gerçek brüt ağırlığı arasındaki kıyaslama kaplamanın uçağıbarındırma kabiliyetini verecektir. 1978'de ABD Federal Havacılık Dairesi, esnek kaplamalar için Kaliforniya Dayanıklılık Oranı (CBR) metodunu, rijit kaplamalar için ise kenar yük varsayımı ile bütünleştirilmiş Toprak Sınıflandırma Sistemini kabul etti. Bu bölüm ABD federal Havacılık Dairesinin kaplama tasarımında ve bir kaplama değerlendirilmesinin gerçekleştirilmesi sırasında takip edilmesini gerekli bulduğu mevcut prosedürlerin ve kriterlerin ayrıntılı bir özetini sunmaktadır.

3.1.1. Temel Araştırma

Kaplamanın ve bileşenlerin kalınlığı, dikkate alınacak faktörlerden sadece bir tanesidir. Hem iklime bağlı hemde topografik çevresel özellikler, kuruluş şartları, malzemelerin kalitesi ve inşaat metotları hep herhangi bir değerlendirme tekniği açısından dikkate alınması gerekli unsurlardır. Herhangi bir kayda değer değerlendirme için aşağıdaki temel incelemelerinin yapılması gerekir.

Mevcut kaplamaların trafik şartlarında nasıl durduğunu gösteren kaplama şartları incelemesi ayrıntılı olarak yapılmalıdır. Yetersiz olan bütün bölgeler doğru bir şekilde harita üzerinde gösterilmeli ve bu yetersizliklerin sebepleri kesinleştirilmelidir. Trafik veya yükten kaynaklanan yetersizliklerin iklimden, drenajdan ve/veya malzemelerin ve işçiliğin kötülüğünden kaynaklanan yetersizliklerden ayrılması son derece önemlidir.

Toprak yapısındaki önemli varyasyonlar, nem oranındaki değişiklikler, su tutan katmanlar yeraltı sularının yüzeyi ve benzer belirlemelerin açıklığa kavuşturulması için bir toprak araştırmasının tamamlanması gerekir.

Kaplamanın temelini ve bileşenlerini değerlendirmede hem sahada hem de laboratuvar şartlarında uygun testler uygulanmalıdır.

Herhangi bir rehabilitasyon çalışması yapılmadan önce alınacak düzeltici tedbirlerin kesinleştirilmesi için drenaj şartlarının yerinde incelenmesi gerekir.

Hem uçak ağırlıkları hem de trafik yoğunluğuyla birlikte operasyon sayısı açısından incelenmekte olan bölgeye özel olarak havaalanının bir tarihçe analizi yapılmalı ve bu kaplama performansı ile uygun bir şekilde ilişkilendirilmelidir.

Gerekli standartlara ve spesifikasyonlara uygunluk derecesi açısından kaplama malzemelerinin ve inşaat metotları ile uygulamalarının uygunluğu değerlendirilmelidir.

Toprak incelemesi, sınıflandırma sırasında karşılaşılan toprak larla veya havaalanı yerinin sınırları içerisindeki topraklarla sınırlı değildir. Bölgeden temin edilebilecek olan malzemelerin muhtemel kaynakları veya agrega kaynakları da araştırılmalıdır.

Karşılaşılan çeşitli toprakların farklı katmanlarını temsil eden ve tespit edilen çeşitli inşaat malzemelerinden örnekler alınmalı ve bunların fiziksel olarak ve mühendislik açısından sağladıkları

imkanları belirlemek için labaratuarda test eilmelidirler. Bir testin sonuçları, alınacak örneğe bağlı olacağından, her bir örneğin belli bir toprak tipinin temsilcisi olması hususuna azami dikkat gösterilmeli ve örnekler çeşitli malzemelerin ayırım yapılmaksızın ve dikkatsiz bir şekilde alınmış örnekleri olmamalıdır.

Yerinde taşıma testleri yapmak, karışmamış örnekler almak, çeşitli toprak katmanlarının haritalarını çıkarmak vs. ... için çukurlar, açık kesitler veya her ikisi birden gerekli olabilir. Yüksek bir doğruluk derecesini garanti altına alan veya arazi şartlarının karmaşık olduğu ve geniş çaplı araştırma gerektirdiği durumlar için ilave toprak incelemelerinin yapılması tavsiye edilir.

3.1.2. Toprak Testleri

Toprağın fiziksel Özellikleri Bir toprağın fiziksel özelliklerini belirlemek ve çeşitli şartlar altında nasıl tepki verebileceğine dair bir tahmin oluşturmak için belli toprak testlerinin gerçekleştirilmesi gerekir. Bu konuda bir dizi arazi ve labaratuvar testleri geliştirilmiş ve standartlaştırılmıştır. Toprak testlerinin gerçekleştirilmesiyle ilgili ayrıntılı metotlar Amerikan Test ve Malzeme Topluluğu (ASTM) yayınlarında bulunmaktadır.

Test Şartları: Toprak testleri genellikle, testin ortaya koyacağı toprak özelliklerini gösteren şartlarla tanımlanırlar. ASTM işaretleri ve kısa açıklamalarıyla birlikte havaalanı kaplaması için minimum ya da temel ihtiyaç olduğu kabul edilen testleri belirleyen şartlar aşağıdaki gibidir.

Partikül büyüklüğü analizi ve toprak sabitlerinin belirlenmesi için kuru toprak örneklerinin preparasyonu (ASTM D-421) veya parça büyüklüğü analizi ve toprak sabitlerinin belirlenmesi için ıslak toprak örneklerinin preparasyonu (ASTM D-2217) Kuru metot (D-421) sadece temiz, kohezyonsuz granüler malzeme için kullanılmalıdır. Islak metot (D-2217) bütün kohezyonlu ve dış hat malzemelerinde kullanılmalıdır.

Topraklar için partikül büyüklüğü analizi (ASTM C-422) : Bu analiz toprağın içerisindeki partikül büyüklükleri dağılımının nicel olarak belirlenmesini sağlar.

Toprakların plastisite limiti (ASTM D-424): Bir toprağın plastisite limiti, toprağın yarı rijit durumdan plastik duruma geçtiği en düşük nemlilik oranı olarak tanımlanır. Plastisite limitinin üzerindeki nemlilik oranlarında, toprağın stabilitesinde keskin bir düşüş söz konusudur.

Toprağın sıvı limiti (ASTM D-423) Bir toprağın sıvı limiti, toprağın plastik durumdan sıvı suruma geçtiği en düşük nemlilik oranı olarak tanımlanır. Sıvı durum toprağın ayrışma direncinin küçük bir kuvvetin uygulanmasıyla akmasını sağlayacak kadar hafif olduğu durum olarak tanımlanır.

Toprakların plastisite indeksi (ASTM D-424) Plastisite indeksi, plastik limit ile sıvı limit arasındaki sayısal farktır, bir toprağın sıvı duruma geçmeden önce plastik durumdaki nemlilik oranı aralığını gösterir.

Toprakların nem yoğunluğu ilişkileri (ASTM D-698 , D-1557): İnşaat sırasında sıkışmayı kontrol altında tutmak amacıyla, farklı tipteki toprakların nem-yoğunluluk oranını belirleyecek testler gerçekleştirilmelidir.

13 000 kg veya üstü ağırlığa sahip olan uçaklara hizmet vermek üzere tasarlanan kaplamalar için ASTM D-1557 kullanılır.

13000 kg'ın altında bir ağırlığa sahip olan uçaklara hizmet vermek üzere tasarlanan kaplamalar için ASTM D-698 uygulanır.

İlave testler: Pek çok durumda, yukarıdaki Madde 2.1.3.'de listelenen testlere ilaveten başka toprak testlerinde yapılması gerekebilir. Gerekli olabilecek ilave testlerin tamamından bahsetmek mümkün değildir fakat aşağıda birkaç örnek verilmiştir. Bu liste hiçbir şekilde tam bir liste olarak kabul edilmemelidir.

- Toprağın Büzülme Faktörleri (ASTM D-427) Bu test toprakta kabarmaların görüldüğü yerlerde gerekli olabilir.
- Granüler toprağın geçirgenliği (ASTM D-2334) Bu teste alt yüzey drenajının tasarımında takviyede bulunmak için ihtiyaç duyulabilir.
- Islakken yakmak suretiyle toprakta bulunan organik maddelerin belirlenmesi (AASHTO T-194): Bu test, derin organik madde ceplerinin tespit edildiği yada tahmin edildiği bölgelerde gerekebilir.
- Labaratuarda sıkıştırılmış toprakların dayanıklılık oranı (ASTM D-1883): Bu test esnek kaplamaların tasarımında kullanılacak olan zemin altı topraklarının Kaliforniya Dayanıklılık Oranını (CBR) belirlemek için kullanılır.
- Toprak reaksiyonu modülü (AASHTO T-222) Bu test rijit kaplamaların tasarımı için kullanılacak olan oprak reaksiyonu modülü K belirlenmesinde kullanılır.
- Kaliforniya Dayanıklılık Oranı, yerinde arazi testleri: Saha dayanıklılık testleri, arazi şartlarının tasarımı yapılmakta olan kaplamanın altında bulunacak olan yoğunluk ve nem şartları açısından tatminkar olduğu durumlarda yapılır.

3.1.3. Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sistemi

Mühendislik amaçlı olarak standart toprak sınıflandırma metodu genellikle Birleştirilmiş Sistem olarak adlandırılan ASTM D-2487'dir. FAA sisteminden Birleştirilmiş Sisteme geçiş, toprak sınıflandırmasında üç farklı metodu kıyaslayan bir araştırma çalışmasının sonuçlarına dayalıdır. Araştırma çalışmasında, Birleştirilmiş Sistemin, havaalanı kaplamasının performansını etkileyen toprak özelliklerinin incelemesi hususunda avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır. Toprak sınıflandırmasının belirlenmesindeki temel amaç, mühendisin toprağın muhtemel saha davranışını tahmin edebilmesine imkan vermektir. Toprak sabitleri de kendi içlerinde performans tahminlerinde temel oluşturan bir yönlendirme sağlarlar. Birleştirilmiş sistem, toprağı öncelikle dane boyutu açısından, sonra toprağın alt gruplarında plastisite sabitleri açısından sınıflandırır. **Tablo 3.1'**de de gösterildiği gibi, toprakların ilk bölünüşü, kaba ve ince tanecikli topraklarla yüksek oranda organik toprakların ayırımına dayalıdır. Kaba ve ince taneciklerin ayrımı No 200 bir elek üzerinde kalan malzemenin miktaryla belirlenir. Kaba tanecikli topraklar daha sonra No. 4 elek üzerinde kalan malzemenin miktarı baz alınarak çakıllı ve kumlu alt gruplara ayrılır. Çakıllar ve kumlar daha sonra ince malzemenin bulunup bulunmamasına göre sınıflandırılır. İnce tanecikli topraklar, sıvı limiti baz alınarak iki gruba ayrılır.

Tablo 3.1- Havaalanı Kaplaması Uygulamaları için Toprakların Sınıflandırılması(ICAQ, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

ANA BÖLÜMLER			GRUPLARIN SEMBOLLERİ
Kaba taneli topraklar, 200 No.lu elekte %50den fazlası üstte kalır	Çakıllar, kaba parçaların %50 veya daha fazlası 4 No.lu elekte üstte kalır	Temiz Çakıllar	GW GP
		İnce Taneli Çakıl	GM GC
	Kumlar, kaba parçaların %50 den daha azı 4 No.lu elekte üstte kalır	Temiz Kumlar	SW SP
		İnce Taneli Kum	SM SC
İnce taneli topraklar, 200 No.lu elekte %50den daha azı üstte kalır	Çamur ve killer, sıvı limiti %50 veya daha az		ML
			CL
			OL
	Çamur ve killer, sıvı limiti %50 veya daha fazla		MH
			CH
			OH
Yüksek oranda organik maddeli topraklar			PT

Yüksek derecede organik toprakların ayrı bir bölümlenmesi, genellikle inşaat için uygun olmayan malzemeler açısından yapılır. Toprakların nihai sınıflandırması malzemeleri 15 ayrı alt gruba böler. Grup sembolleri ve her birinin kısa bir tanımı aşağıda bulunmaktadır.

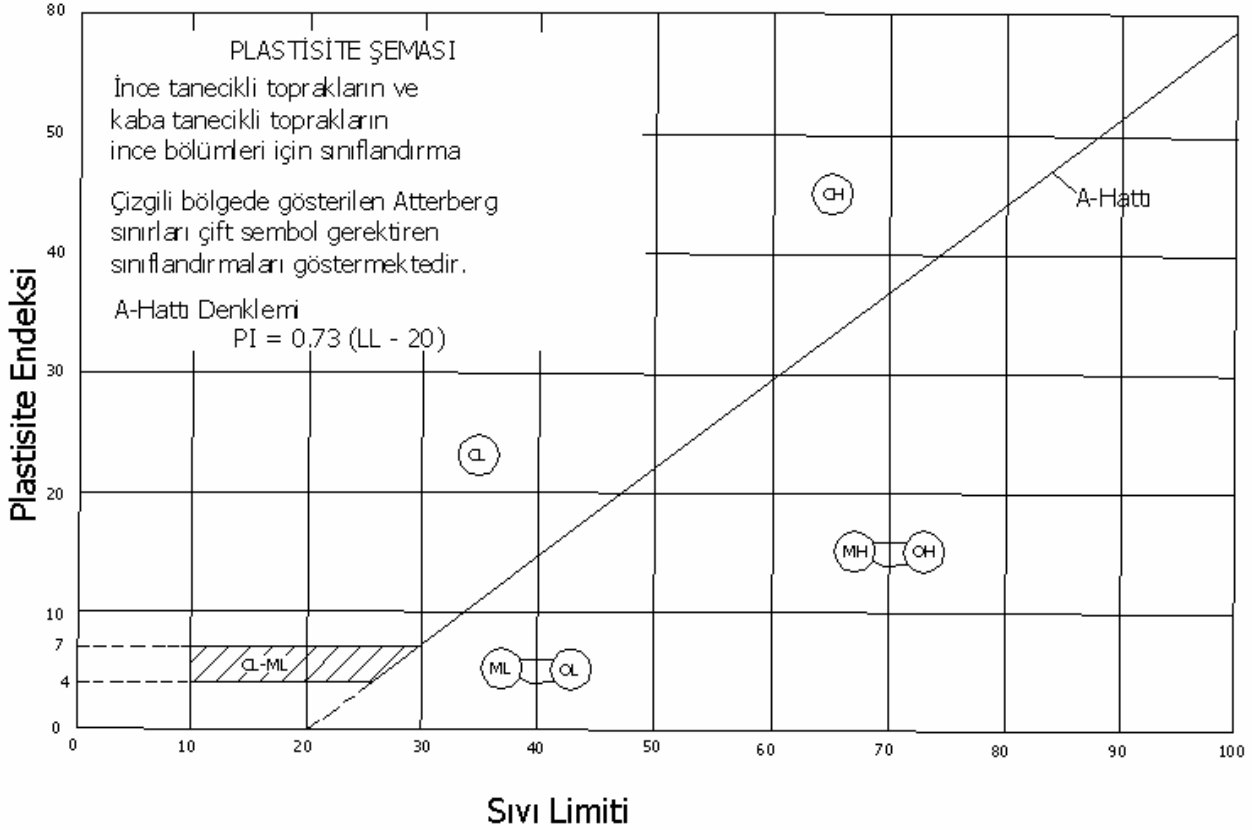
- GW – İyi derecede çakıl ve çakıl-kum karışımı, çok az veya sıfır ince parçalı
- GP – Zayıf derecede çakıl ve çakıl-kum karışımı, çok az veya sıfır ince parçalı
- GM – Çamurlu çakıl, çakıl-kum-çamur karışımı
- GC – Killi çakıl, çakıl-kum-kil karışımı
- SW – İyi derecede kum ve çakıllı kum karışımı, çok az veya sıfır ince parçalı
- SP – Zayıf derecede kum ve çakıllı kum karışımı, çok az veya sıfır ince parçalı
- SM – Çamurlu kum, kum-kil karışımı
- SC – Killi kum, kum-kil karışımı
- ML – İnorganik killi, çok ince kum , kaya tozu, killi veya çamurlu ince kum
- CL – Düşük ila orta plastisitede inorganik kil, çakıllı kil, çamurlu kil, zayıf kil
- OL – Organik çamur ve düşük plastisitede organik çamurlu kil
- MH – İnorganik çamur, mikamsı veya silisli ince kum veya çamur , plastik çamur
- CH – İnorganik çamur, mikamsı veya silisli ince kum veya çamur, plastik çamur
- OH – Orta ila yüksek plastisitede organik kil
- PT – Bataklık kömürü, gübre ve diğer yüksek organik maddeli topraklar

Nihai sınıflandırma grubunun belirlenmesi, Tablo 15 verilenlere ilave olarak başka kriterlerde gerektirir. Bu ilave kriterler Çizim 12’de sunulmuş olup hem kaba hemde ince taneli topraklar için uygulanabilir.

Toprak sınıflandırma sürecinin ana hatlarını gösteren bir akış şeması geliştirilmiş ve **Çizim 3.1** olarak buraya dahil edilmiştir. Bu akış şeması, ASTM D-2487’ye göre toprakların sınıflandırılması için gerekli olan adımları göstermektedir.

ASTM D-2487 Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sisteminin ana avantajlarından birisi, basit, hızlı bir saha sınıflandırması metodunda geliştirilmiş olmasıdır. Bakınız ASTM D-2488. Toprakların tanımlanması (Görsel Manuel prosedür) Bu prosedür saha personelinin minimum zaman ve ekipmanla oldukça doğru bir şekilde sınıflandırma yapmasına imkan sağlamaktadır.

SINIFLANDIRMA KRİTERLERİ		
Küçük parçacıklar bazında sınıflandırma	200 No.lu elekten geçen %5 ten az GW,GP,SW,SP 200 No.lu elekten geçen %12'den fazla GM,GC,SM,SC 200 No.lu elekten geçen %5 ile % 12 arası Çift Sembol	$C_u = D_{60}/D_{10}$ 4ten Büyük
		$C_z = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$
		GW için her iki kriteride karşılamıyor
		Atterberg sınırları noktası "A" çizgisinin altında veya plastisite indeksi 4'ten az
		Atterberg sınırları noktası "A" çizgisinin üstünde veya plastisite indeksi 7'den büyük
		$C_u = D_{60}/D_{10}$ $C_z = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$
		6'dan büyük 1 ile 3 arasında
		SW için her iki kriteride karşılamıyor
		Atterberg sınırları noktası "A" çizgisinin altında veya plastisite indeksi 4'ten az
		Atterberg sınırları noktası "A" çizgisinin üstünde veya plastisite indeksi 7'den büyük
		Tasarlanan bölgede Atterberg sınırları noktaları çift sembol kullanımını gerektiren belirsiz sınıflamalardır



Çizim 3.1. Toprak sınıflandırma kriterleri(İCAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Kaplama temelleri için kullanılan toprakların ilgili özelliklerini gösteren tablo, Çizim 12 'de sunulmuştur. Bu özellikler takribi ve listelenen değerler testlerde yerinde olarak kullanılmaması gereken genellemeler olarak düşünülmelidir.

3.1.4. Toprak Sınıflandırma Örnekleri

Aşağıdaki örnekler Birleştirilmiş Sistem aracılığı ile yapılan toprak sınıflandırmasını göstermektedir. Sınıflandırma süreci **Çizim 3.2'te** gösterildiği gibi yürütülür.

Örnek 1: Bir toprak örneğinin aşağıdaki özelliklere sahip olduğunu ve bunu birleştirilmiş sisteme göre sınıflandırmamız gerektiğini düşünelim.

200 Nr elekten geçen yüzde oranı - % 98
-40 malzemedede sıvı limiti - %30
-40 Malzemedede plastik limiti - % 10

Çözüm **Çizim 3.1'de** "A" hattının üzerine bakınız. Toprak düşük ila orta plastisiteye sahip CL zayıf kil olarak sınıflandırılabilir. **Tablo 3.2**, malzemenin buzlanmaya maruz kaldığı zaman bir temel olarak orta ila zayıf bir değere sahip olacağını gösterir. Buzlanma faaliyeti için potansiyel orta ila yüksektir.

Örnek 2: Bir toprak örneğinin aşağıdaki özelliklere sahip olduğunu ve bunu birleştirilmiş sisteme göre sınıflandırmamız gerektiğini düşünelim.

200 Nr. elekten geçen yüzde oranı - % 48
4 Nr. Elek üzerinde kalan kaba parça oranı - % 70
-40 parçada sıvı limiti - %60
-40 parçada plastik limiti - %20
Plastisite indeksini LL-PL-yüzde 40 olarak hesaplayınız.

Çözüm: **Çizim 3.1'de** "A" hattının üzerine bakınız. Bu örnek , GC, killi çakıl olarak sınıflandırılabilir. **Tablo 3.2**, malzemenin buzlanmaya maruz kalmadığı zaman bir kaplama temeli olarak iyi bir malzeme olacağını gösterir. Buzlanma faaliyeti için potansiyel düşük ila ortadır.

3.1.5. Buzlanma ve Permafrost

Buzlanmaya maruz kalan bölgelerde veya permafrost bölgelerinde kaplama tasarımı ayrıntılı çalışma gerektiren karmaşık bir problemdir. Buzlanmanın zararlı etkileri buzlanmadan kaynaklanan şişmeler veya buzların erimesiyle temelin takviye gücündeki kayıplarla ortaya konulabilir.

Mevsimsel buzlanma şartları için kaplama tasarımı dört farklı şekilde gerçekleştirilebilir.

Komple koruma metodu, buzlanmaya karşı hassas malzemeleri buzlanmadan etkilenmeyecekleri kadar derine koymayı ve bu tür malzemeleri buzlanmadan etkilenmeyen malzemelerle ikame etmeyi kapsar.

Sınırlı zemin altı buzlanma penetrasyonu metodu, buzlanmanın, buzlanmaya karşı hassas olan zemin altında belli bir derinliğe kadar işlemesine izin verir. Be metotta küçük kabul edilebilir deformasyonlar olabilir.

Düşürülmüş zemin altı dayanıklılık metodu genelde yukarıda tartışılan iki metottakinden daha düşük kaplama kalınlığına izin verir ve uçak hızlarının düşük olduğu ve buzlanmadan dolayı meydana gelen şişme etkilerinin daha az kabul edilebileceği yerlerde uygulanmalıdır. Bu

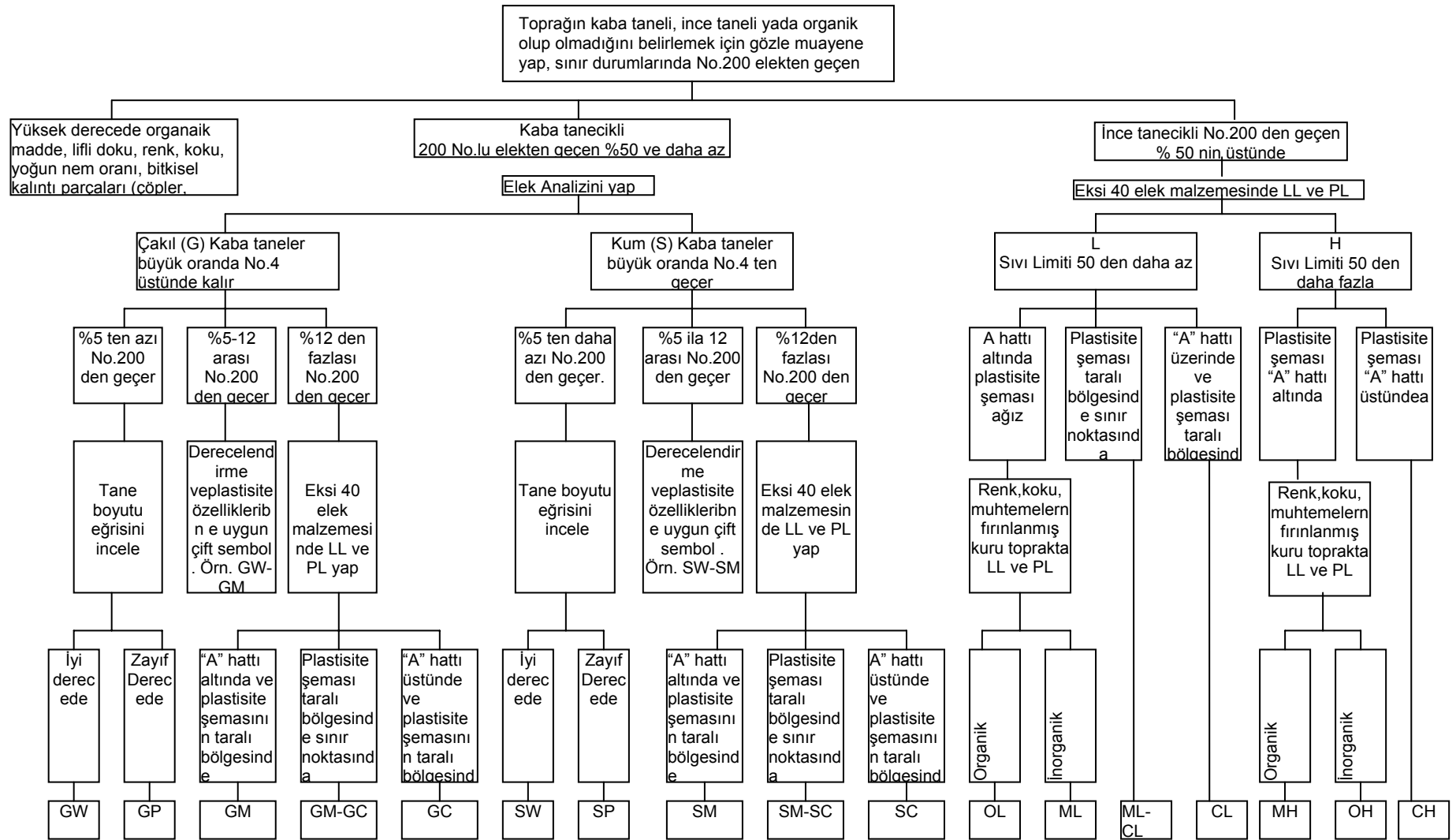
metodun temel amacı buzların erime döneminde kaplama için uygun yapısal kapasite sağlamaktır. Bu metotta buzlanmadan kaynaklanan şişmeler birinci derecede önemli değildir. Düşürülmüş zemin altı buzlanmadan koruma metodu, tasarımcıya buzlanma tasarımını istatistiksel olarak ele alma imkanı sağlayan bir metottur. Bu metot sadece uçak hızlarının düşük olduğu ve buzlanmadan kaynaklanan şişmenin tolere edilebileceği yerlerde kullanılmalıdır. İstatistiksel yaklaşım, tasarımcıya yukarıda tartışılan diğer üç metottan daha çok serbestlik sağlar.

Permafrost bölgelerde kaplama tasarımı, erime derinliği azaltma çabalarını gerekli kılar. Permafrost erimesi taşıma kapasitesinde kayıplara neden olabilir. Erimiş olan permafrost tekrar donarsa , şişmeler ortaya çıkabilir ve kaplama yüzeyinde engebelere ve çatlamalara neden olabilir. Permafrost bölgelerinde inşaat için iki tasarım metodu bulunmaktadır. Bunlara, komple koruma metodu ve düşürülmüş zemin altı dayanıklılık metodudur. Bu metotlar mevsimsel buzlanma tasarımı konusunda **Madde 2.2.6.**'da tartışılan metotlara biraz benzemektedirler.

Buzlanma penetrasyonu derinliği, değiştirilmiş Berggren denklemi kullanılarak hesap edilebilir. Berggren denklemi, yerel toprak şartları ile yerel iklim verileriyle ilgili birkaç girdinin bulunmasını gerektirir. Bölgede bulunan kamu şirketleri buzlanma derinliği konusunda değerli verile sağlayabilirler. Tasarımcı, hizmet hatlarının (elektrik, telefon vs. hatları gibi) karınması için gerekli kaplama konusunda bir tutuculuk olduğunu ve bunların genellikle buzlanma penetrasyonundan daha derinde bulunduğu konusunda dikkatli olmalıdır.

Tablo 3.2. . Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sistemi(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Ana Bölümler		Har f	İsim	Kullanmaya Maruz Kalmadığı Zaman Temel Olarak Değeri	Aşınma Yüzeyinin Altında Zemin Olarak Değeri	Potansiyel Buzlanma	Sıkıştırılabilirlik ve Dağılıma	Drenaj Özellikleri	Sıkıştırma Teçhizatı	Kuru Birim Ağırlık (lb/ft ³)	Saha CBR	Zemin Modülü (lb/in ³)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
aba taneli topraklar	Çakıl ve Çakıllı Topraklar	GW	Çakıl veya Kumlu Çakıl İyi Derecede	Mükemmel	İyi	Sıfır ile çok hafif	Nerdeyse yok	Mükemmel	Crawler tipi traktör, Lastik tekerli teçhizat, çelik tekerli silindir	125-140	60-80	300 veya üstü
		GP	Çakıl veya Kumlu Çakıl Zayıf Derecede	İyi ile Mükemmel Arası	Zayıf ile orta	Sıfır ile çok hafif	Nerdeyse yok	Mükemmel	Crawler tipi traktör, Lastik tekerli teçhizat, çelik tekerli silindir	120-130	35-60	300 veya üstü
		GU	Çakıl veya kumlu çakıl, tek tip olarak derecelendirilmiş	İyi	Zayıf	Sıfır ile çok hafif	Nerdeyse Yok	Mükemmel	Crawler tipi traktör, Lastik tekerli teçhizat	115-125	25-50	300 veya üstü
		GM	Çamurlu çakıl veya çamurlu kumlu çakıl	İyi ile Mükemmel Arası	Orta ile iyi	Hafif ila Orta	Çok hafif	Orta ila Zayıf	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	130-145	40-80	300 veya üstü
		GC	Killi çakıl veya killi kumlu çakıl	İyi	Zayıf	Hafif ila Orta	Hafif	Zayıf ila Pratikte su geçirmez	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir	120-140	20-40	200-300
	Kum ve kumlu topraklar	SW	Kum veya çakıllı kum, iyi derecede	İyi	Zayıf	Sıfır ila Çok Hafif	Nerdeyse yok	Mükemmel	Crawler tipi traktör, Lastik tekerli teçhizat	110-130	20-40	200-300
		SP	Kum veya çakıllı kum, zayıf derecede	Orta ile İyi	Zayıf ile Uygunsuz	Sıfır ila Çok Hafif	Nerdeyse yok	Mükemmel	Crawler tipi traktör, Lastik tekerli teçhizat	105-120	15-25	200-300
		SU	Kum veya çakıllı kum, tektip olarak derecelendirilmiş	Orta ile İyi	Uygun Değil	Sıfır ila Çok Hafif	Nerdeyse Yok	Mükemmel	Crawler tipi traktör, Lastik tekerli teçhizat	100-115	10-20	200-300
		SM	Çamurlu kum veya çamurlu çakıllı kum	İyi	Zayıf	Hafif ila Yüksek	Çok hafif	Orta ila Zayıf	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	120-135	20-40	200-300
		SC	Killi kum veya killi çakıllı kum	Orta ile İyi	Uygun Değil	Hafif ila Yüksek	Hafif ila orta	Zayıf ila Pratikte su geçirmez	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir	105-130	10-20	200-300
İnce Taneli Topraklar	Düşük sıkıştırılabilirlik LL<50	ML	Çamurlar, kumlu çamurlar, çakıllı çamurlar veya silisli topraklar	Zayıf ile Orta	Uygun Değil	Orta ila çok Yüksek	Hafif ila Orta	Orta ila Zayıf	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	100-125	5-15	100-200
		CL	Zayıf killer, kumlu killer veya çamurlu killer	Zayıf ile Orta	Uygun Değil	Orta ila Yüksek	Orta	Geçirgen Değil	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	90-125	5-15	100-200
		OL	Organik çamurlar veya zayıf organik killer	Zayıf	Uygun Değil	Orta ila Yüksek	Orta ila Yüksek	Zayıf	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	90-105	4-8	100-200
	Yüksek sıkıştırılabilirlik LL>50	MH	Mikamsi killer veya silisli topraklar	Zayıf	Uygun Değil	Orta ila çok Yüksek	Yüksek	Orta ila Zayıf	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	80-100	4-8	100-200
		CH	Yağlı killer	Zayıf ile çok Zayıf	Uygun Değil	Orta	Yüksek	Geçirgen Değil	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	90-110	3-5	50-100
		OH	Yağlı organik killer	Zayıf ile çok Zayıf	Uygun Değil	Orta	Yüksek	Geçirgen Değil	Lastik tekerli teçhizat, keçi ayağı silindir, sıkı nemlilik takibi	80-105	3-5	50-100
ataklık kömürü ve diğer Lifli organik topraklar		Pt	Bataklık kömürü, humus ve diğerleri	Uygun Değil	Uygun Değil	Hafif	Çok Yüksek	Orta ila Zayıf	Sıkıştırma pratik değil			



Çizim 3.2. Birleştirilmiş toprak sınıflandırma sisteminin akış şeması(ICAQ, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Burada tartışılan buzlanmada tasarım prosedürleri, FAA-RD-74-30 sayılı ve Mevsimsel Buzlanma ve Permafrost Şartlarında Sivilaşma başlıklı FAA Araştırma Raporunda bulunabilir. Buzlanma ve permafrost konusunda mevcut olan bir başka değerli başvuru kaynağıda TM 5-818-2 sayılı ve Buzlanma Şartlarında Kaplama Tasarımı başlıklı ABD Kara Kuvvetleri Mühendislik Birliği Teknik Elkitabıdır.

3.1.6. Toprak Dayanıklılık Testleri

Mühendislik maksatlı olarak toprak sınıflandırması, bir kaplamanın temel altı olarak toprağın göstereceği muhtemel davranışıyla ilgili bir gösterge sağlar. Ancak bu davranış göstergesi takribidir. Sıkıştırma derecesi, doyma oranı, aşırı yük yüksekliği vb. Gibi çeşitli sebeplere bağlı olarak beklenilenden farklı performanslar elde etmek mümkündür. Temel altı davranışının yanlış olarak tahmin edilme ihtimali, toprağın dayanıklılığı ölçülmek suretiyle büyük ölçüde bertaraf edilebilir. Esnek kaplama yapılarında kullanılması düşünülen malzemelerin dayanıklılığı ise, plaka taşıma metodu testleriyle kontrol edilir. Bu testlerin her birisi aşağıdaki paragraflarda daha ayrıntılı bir şekilde tartışılacaktır.

Kaliforniya Dayanıklılık Oranı (CBR): CBR testi temel olarak, tek tip bir gerilme oranında yürütülen bir penetrasyon testidir. Test edilmekte olan malzemede belli bir penetrasyon gerçekleştirebilmek için gerekli olan kuvvet, standart olarak ezilmiş bir kireç taşında aynı penetrasyonu gerçekleştirmek için gerekli olan kuvvet ile karşılaştırılır. Sonuç, iki kuvvetin oranı olarak ifade edilir. Bundan dolayı, CBR değeri 15 olan bir malzeme demek bu malzemenin standart ezilmiş kireç taşının penetrasyona direncinin %15'i oranda bir direnme gösterdiği anlamına gelir. Laboratuvar CBR testleri, ASTM D 1883, Laboratuarda Sıkıştırılmış Toprakların Dayanıklılık Oranı ile uyumlu olmalıdır. Saha CBR testleri ise, Asfalt Enstitüsünün 10 Seir No'lu (MS-10) elkitabında verilen prosedürlere uygun olmalıdır.

a) Laboratuvar CBR testleri, bölgeden alınan ve inşaat sırasında elde edilecek yoğunlukta tekrar kalıplanan malzemeler üzerinde yapılmalıdır. Malzemenin yeterli doygunluğa erişmesi için örnekler dört gün boyunca suda bekletilir. Doygunluğa ulaşmış bir CBR testi, bir süredir hizmet vermekte olan bir kaplamada ortaya çıkma ihtimali olan şartları taklit etmek için kullanılırlar. Kaplama temelleri, yaklaşık üç yıldan sonra tam bir doyum noktasına ulaşma eğilimi gösterirler. İlk baharda olduğu gibi, nem oranının yüksek olduğu dönemlerde trafiğin devam etmesi gerektiğinden, mevsimsel nemlilik değişiklikleride doymuş bir CBR tasarım değerini gerekli kılar.

b) Arazi CBR Testleri birkaç yıl önce yapılmış olan temeller hakkında değerli bilgiler sağlayabilirler. Malzemelerin nemliliğin bir denge düzeyine erişmesine imkan sağlayacak kadar uzunca bir süredir orada bulunuyor olması gereklidir. Bu şartlara bir örnek, kaplama yapılmadan uzun bir süre önce inşa edilmiş ve fazladan yük yüklenmiş olan bir dolgudur.

c) Çakıllı malzemeler üzerinde yapılan CBR testlerini yorumlamak çok zordur. Çakıl üzerinde yapılan laboratuvar CBR testleri çoğu zaman, kalıbın sınırlandırıcı etkilerinden dolayı çok yüksek CBR değerleriyle sonuçlanırlar. Çakıllı zemin altı malzemesinin CBR değerlerinin belirlenmesi akıl yürütme ve tecrübelerle dayalı olarak yapılabilir. **Tablo 3.2'**de verilen bilgiler, çakıllı bir toprak için tasarım CBR değerinin belirlenmesinde faydalı bir klavuzluk sağlayabilir. Ancak, Tablo 16'nın, tek bir veri kaynağı olarak ayırım yapımaksızın kullanılması doğru değildir. Tabilize olmayan zemin altı için maksimum CBR değerinin 50 olarak kabul edilmesi tavsiye edilir.

d) Uygun bir tasarım değeri tespit etmek için gerekli olan CBR testlerinin sayısını vermek mümkün değildir. Toprak şartlarında bölgede karşılaşılan değişkenliklerin gerekli olan test sayısının belirlenmesi konusunda büyük etkisi vardır. Pratik bir usul olarak, her bir ana toprak için yaklaşık olarak üç CBR testinin yapılması gözönünde bulundurulmalıdır. Topraktaki ön inceleme kaç çeşit

toprakla karşılaşılacağını gösterecektir. Tasarım CBR değerinin seçiminde tutucu olunmalıdır. Yaygın olan kaplama mühendisliği uygulaması, ortalamanın altında bir standart sapma değerinin seçilmesidir.

Plaka Taşıma Testi: İsimdende anlaşılacağı gibi, plaka taşıma testi, kaplama temelinin dayanıklılık kapasitesini ölçer. Plaka taşıma testi sonucu, uzunluk üzerinde basınç birimlerine sahip olan bir k değeri olarak ifade edilir. K değeri, bir dayanıklılık plakasının kaplamanın temelinde neden olduğu bir birim deformasyon için gerekli olan basınç olarak ifade edilir. Plaka taşıma testleri AASHTO T 22’de tespit edilen prosedürlere uygun olarak yapılmalıdır.

Rijit kaplama tasarımı, k değerine karşı çok hassas değildir. Bir k değeri tespit edilirken yapılacak bir hatanın, rijit kaplamanın tasarım kalınlığı üzerinde hayati önem taşıyan bir etkisi olmayacaktır. Plaka taşıma testleri sahada yapılmak zorunda olup, en iyi performansı tasarım sıkıştırmasına ve nemlilik şartlarına uygun olarak inşa edilmiş bölgelerde sağlarlar. Hizmette olan kaplamanın maruz kalma ihtimali olan nemlilik şartlarını taklit etmek için, k değerinde doygunluk açısından bir düzeltme yapmak gerekli olabilir.

Plaka taşıma testleri gerçekleştirilmesi nispeten pahalı olan testlerdir ve bu nedenle bir tasarım değeri tespit etmek için yürütülecek olan testlerin sayısı sınırlıdır. Genellikle, her bir kaplama özelliği için sadece iki yada üç test yapılabilir. Tasarım k değeri tutucu bir şekilde seçilmelidir.

Bu elkitabında sunulan rijit kaplama tasarım ve değerlendirme eğrileri 76.2 cm çapında bir plaka kullanılan statik bir plaka yük test aracılığı ile belirlenen bir k değerini baz almıştır. Daha küçük bir çapa sahip plaka kullanılması, tasarım ve değerlendirme eğrilerinde sunulandan daha yüksek bir k değeri ile sonuçlanacaktır.

a) Plaka taşıma testlerinin zemin üzerinde yapılması ve sonuçların zemin etkisi dikkate alınarak ayarlanması tavsiye edilir. **Çizim 3.3** belli bir k değerine sahip temel üzerindeki temel altının çeşitli kalınlıklardaki k değerindeki artışı göstermektedir. 76.2 cm çapında bir taşıma plakası altındaki etkinin derinliği bir uçağın iniş takımlarının yükünü taşıyan katmaz üzerindeki etki kadar büyük olmadığından temel altı tabakalarının üzerinde yapılan plaka taşıma testleri bazen hatalı sonuçlar verebilir. Bu örnekte bir zemin altı tabakası, bir taşıma plakası tepkisini, yüklü bir kaplamanın etkisinden daha çok etkileyebilir.

Stabilize tabakalar için k değerinin belirlenmesi zor bir problemdir. Bunlar için k değerinin şu şekilde tahmin edilmesi önerilir. Stabilize tabakanın kalınlığı, iyi derecedeki ezilmiş agreganın eşdeğer kalınlığını belirlemek için 1.2. ile 1.6 arasında bir faktörle çarpılır. 1.2. ile 1.6 arasındaki gerçek değer, stabilize tabakanın kalitesini ve stabilize tabakanın kalınlığa oranla katman kalınlığı baz almalıdır. Yüksek oranda stabilize ediciyle stabil hale getirilmiş yüksek kalitede malzemelere, düşük kalitedeki stabilize edici malzemeden daha yüksek bir eşdeğerlik faktörü tayin edilmelidir. Belli bir rijit kaplama kalınlığı için, daha kalın bir stabilize tabaka, kaplamanın performansını, ince bir stabilize tabakadan daha çok etkileyecektir ve bu nedenle buna daha yüksek bir eşdeğerlik faktörü tayin edilmelidir.

b) Hiçbir tesis için 136 MN/m³ lik bir tasarım k değerinin aşılması tavsiye edilir. Tablo 16’da sunulan bilgiler çeşitli toprak tipleri için muhtemel k değerlerine genel bir klavuzluk teşkil etmektedir.

3.1.7. Kaplama tasarımı felsefesi

FAA’nın uçak iniş takımlarının tasarımı ve havaalanı kaplamalarının tasarımı ve değerlendirilmesini üç ayrı husus olarak ele alma politikası **ICAO Döküman 9157 Bölüm 2 Madde 2.1.**’de açıklanmıştır. Havaalanı kaplamalarının tasarımı, birbirini etkileyen pek çok değişkenin bulunduğu karmaşık bir mühendislik problemidir. Bu bölümde sunulan tasarım eğrileri esnek kaplamalar için CBCR tasarım metoduna, rijit kaplamalar için ise bağlantılı kenar gerilim analizine dayalı olarak hazırlanmıştır. Bu prosedürler, önceki FAA tasarım metodlarından bir değişikliği temsil ederler ve biraz farklı kaplama kalınlıkları ile sonuçlanacaklardır. Kalınlıktaki değişkenlerden dolayı, tasarım sırasında kullanılan metodun aynı şekilde kullanılarak mevcut kaplamaların değerlendirmesi yapılmalıdır. Yeni FAA tasarım metodlarının nasıl geliştirildiğini gösteren ayrıntılar aşağıdadır.

Esnek Kaplamalar: Bu bölümde sunulan esnek kaplama eğrileri, tasarım metodu olarak CBR metodunu baz almaktadır. CBR tasarım metodu temel olarak ampiriktir.; fakat bu metotla çok sayıda inceleme yapılmış ve güvenilir korelasyonlar geliştirilmiştir. İniş takımı konfigürasyonları ampirik metotlarla geliştirilen veriler kadar teorik kavramları da kullanmaktadır. Tasarım eğrileri, belli bir zemin altı üzerinde belli bir uçak ağırlığını takviye etmek için, ihtiyaç duyulan toplam esnek kaplama kalınlığı (yüzey, zemin ve zeminaltı) sağlar. Eğriler aynı zamanda gerekli yüzey kalınlığının da gösterir. Minimum pist zemini kalınlıkları ayrı bir eğri üzerinde gösterilir. CBR ile ilgili daha detaylı açıklama Ek 4'te verilmiştir.

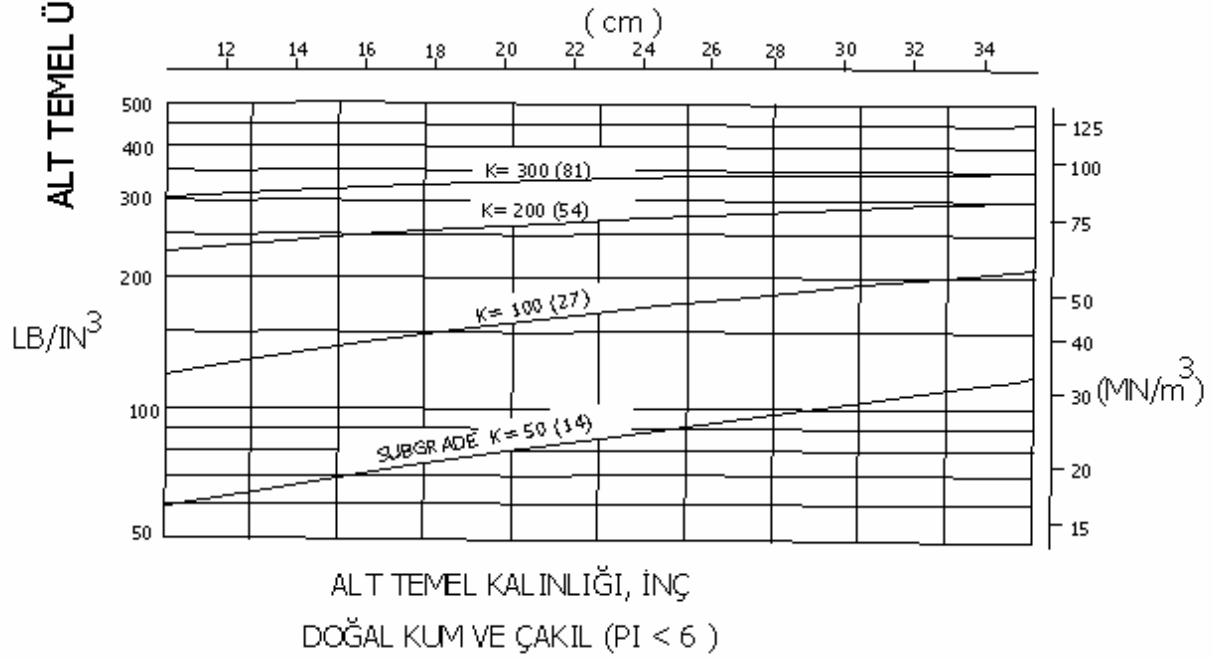
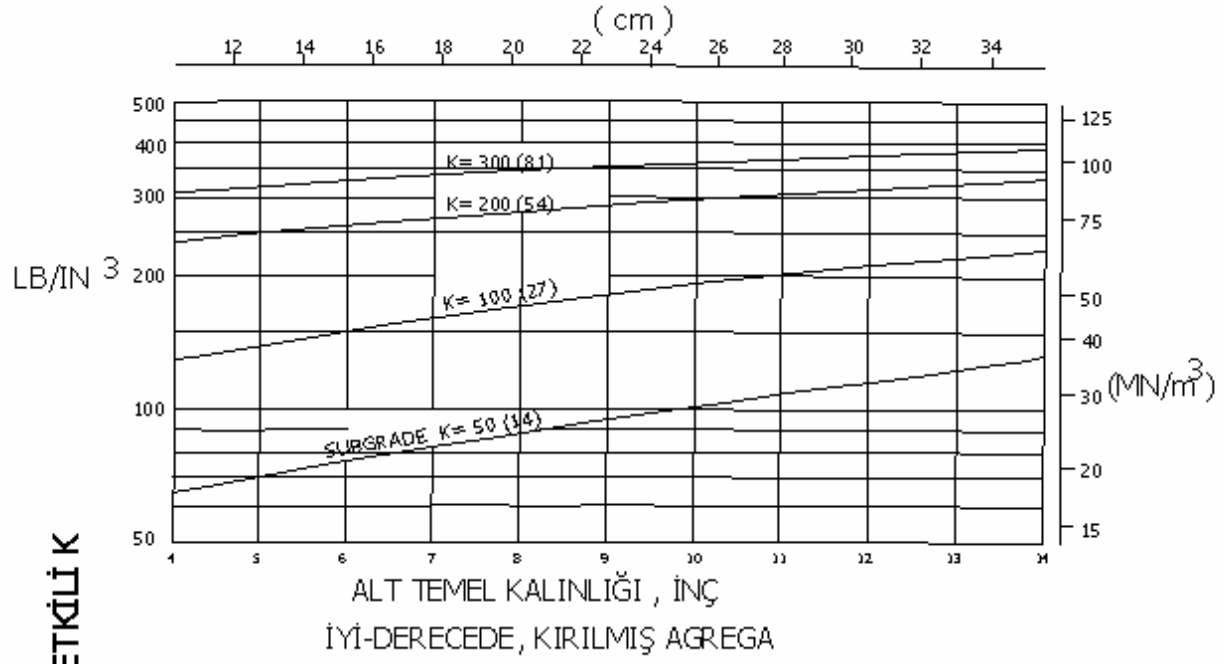
Rijit Kaplamalar: Bu bölümdeki rijit kaplama tasarım eğrileri Westergaard kenar yükleri analizini baz almaktadır. Kenar yükleri analizi, bağlantılı kenar şartlarını temsil edecek şekilde değiştirilmiştir. Tasarım eğrileri, trafiğin ağırlıklı olarak bağlantılara paralel bir şekilde seyrettiği ve trafiğin bağlantıları bazı dar açılı hareketlerle geçme eğiliminde olduğu bölgeler için hazırlanır. Geçmişte FAA rijit kaplama kriterleri bir iç yük varsayımına dayanmaktaydı. Kaplama gerilimleri bağlantılı kenarlarda ano iç bölümlerinden daha yüksektir. Test geçerlilikleri ve saha performansı pratik olarak bağlantılı kenarlarda yükten kaynaklanan bütün çatlaklıkları göstermekte ve katmanın içerisine doğru hareket etmektedir. Bu sebeplerden dolayı tasarımın temel aldığı husus iç kısımlardan bağlantılı kenarlara değiştirilmiştir. Tasarım eğrileri, yıllık olarak beş (5) ayrı trafik hacmi için çizgiler içerirler. Eğrilerle belirlenen kaplama kalınlığı sadece ano kalınlığı içindir. Temel altı kalınlıkları ayrıca belirlenir. Rijit kaplama tasarımı ile ilgili daha detaylı bir tartışma **ICAO Döküman 9157/Ek 4**'te sunulmaktadır.

3.1.8. Temel Bilgiler

Bir havaalanı kaplaması ve bunu kullanan uçaklar, kaplama tasarım süresince bilinmesi gereken etkileşimli bir sistemi temsil ederler. Tatmin edici bir tasarım üretmek için, tasarım düşüncelerinin hem uçaklar hemde kaplama ile ilgili olarak tatmin edici seviyede olması gerekir. İstenilen tasarım ömrüne sahip bir kaplama üretmek için dikkatli inşaat kontrolü ve belli bir derecedeki bakım gerekli olacaktır. Kaplamalar sınırlı bir süre hizmet edecek şekilde tasarlanırlar ve kaplamadan kaynaklanan yetersizlikler beklenir. Zayıf bir inşaat ve koruyucu bakımın bulunmaması genellikle en iyi kaplamaların bile performansında hayalkırıklığına sebep olur.

İhtiyaç duyulan kaplama kalınlığının belirlenmesi, karmaşık bir mühendislik problemidir. Kaplamalar geniş bir yük ve iklim şartları yelpazesine maruzdurlar. Tasarım süreci çoğu zaman belirlenmesi zor çok olan birçok etkileşimli değişken ihtiva eder. Her ne kadar konuyla ilgili pek çok araştırma tamamlanmış ve çok sayıda araştırma yapılmakta ise de, ihtiyaç duyulan kalınlık konusunda doğrudan bir matematiksel çözüme ulaşmak imkansızdır. Bu sebepten dolayı, kaplama kalınlığının belirlenmesi, kaplamalar ve toprak katmanları üzerindeki yük dağılımının teorik analizine, deneysel kaplama verilerinin analizine ve gerçek hizmet şartları altındaki kaplama performansının incelenmesine dayalı olmalıdır. Bu bölümde sunulan kaplama kalınlığı eğrileri, bu kaynaklardan eşde edilen verilerin korelasyonuna dayalı olarak geliştirilmiştir. Bu standartlara uygun olarak tasarlanan kaplamaların yirmi yıllık bir yapısal ömre sahip olmaları ve öngörülen trafikte esaslı değişiklikler olmadığı sürece ana bakım faaliyetleri gerektirmemesi hedeflanır. Yıkıcı iklim etkileri ile normal kullanımın bozucu etkilerine bağlı olarak yüzey şartlarındaki rehabilitasyon ve yenilenmiş takoz direnci özelliklerinin 20 yıldan önce yapılması ihtimali vardır.

Havaalanı kaplamalarının yapısal tasarımı, hem genel kaplama kalınlığının hemde kaplamadaki her bir tabakanın kalınlığının belirlenmesini kapsar. Tatmin edici bir hizmet sunulması için gerekli olan kaplama kalınlıklarını etkileyen pek çok faktör vardır. Tatmin edici bir hizmet sunulması için gerekli olan kaplama kalınlıklarını etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlara, takviye edilecek onal uçak yüklerinin büyüklüğü ve özellikleri, trafik hacmi belli bölgelerdeki trafik yoğunluğu ile kaplamanın yapısını oluşturan zemin toprağının malzemelerinin kaliteside dahildir.



Çizim 3.3. Alt temel reaksiyon modülü üzerindeki zemin etkisi (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3
Kaplamlar,1983)

3.1.9. Uçaklarla ilgili hususlar

Yük: Kaplama tasarım metodu uçağın brüt ağırlığına dayalıdır. Tasarım amaçlı olarak, kaplama uçakların maksimum kalkış ağırlığı dikkate alınmalıdır. Tasarım prosedürü, yükün %95 oranında ana iniş takımları üzerinde, yüzde 5 oranındada burun iniş takımları tarafından taşındığını varsayar. Maksimum kalkış ağırlığı hesaplanırken kullanılmalıdır. Maksimum kalkış ağırlığının kullanılması tasarımda belli derecede muhafazakarlık sağlamak için tavsiye edilir ve bu durumun doğruluğu operasyonel kullanımda sık sık karşılaşılan değişikliklerle gösterilmektedir. Gelen trafik gözardı edilerek bu muhafazakarlık belli ölçüde dengelenmektedir.

İniş takımı tipi ve geometrisi

İniş takımı tipi ve konfigürasyonu, uçak ağırlığının kaplama üzerinde nasıl dağıtılacağını belirtir ve kaplamanın uçak yüklerine vereceği tepkiyi belirler. Her bir uçak tipi için tasarım eğrileri geliştirmek çok pratik olmayabilir. Ancak, hem esnek hemde rijit kaplamaların kalınlığı iniş takımı ebatlarına ve tiplerine bağlı olduğundan , değişkenlerin sayısını azaltmak için bazı geçerli varsayımlar yoksa ayrı tasarım eğrilerinin geliştirilmesi gerekir. Yaygın olarak kullanılmakta olan iniş takımı konfigürasyonlarının lastik temas bölgelerinin ve lastik basıncının incelenmesiyle elde edilen sonuçlar, bunların, uçağın ağırlığı ile belli bir eğilim izlediğini göstermiştir. Bu nedenle, makul varsayımlarda bulunulabilir ve tasarım eğrileri varsayılan veriler üzerine kurulabilir. Varsayılan bu veriler aşağıdaki gibidir.

1-Tek iniş takımı olan uçaklar: Özel bir varsayım gerektirmez.

2-Çift iniş takımlı uçaklar: Bu uçaklar için teker çiftlerinde hafif uçakların lastiklerinin merkez çizgileri arasında 51 cm , ağır uçakların lastiklerinin merkez çizgileri arasında 86 cm bir mesafenin makul olduğu görülmektedir.

3-Çift tandem iniş takımı olan uçaklar: Yapılan incelemeler, hafif uçakların lastiklerinin merkez çizgileri arasında 51 cm ve tandemler arasında 1.14 m , ağır uçakların lastiklerinin merkez çizgileri arasında 86 cm ve tandemler arasında 1.40 m bir mesafenin uygun tasarım değerleri olduğunu göstermektedir.

4-Geniş yapılı uçaklar: Geniş yapılı uçaklar, yani, B-747, DC-10, L-1011 yukarıdaki 3. maddede tanımlanan çift tandemli uçaklar için varsayılan geometriden radikal bir ayrılık gösterirler. Brüt ağırlığı ve iniş takımlarının geometrisindeki büyük farklılıklara bağlı olarak, geniş yapılı uçaklar için varsayılan geometriden radikal bir ayrılık gösterirler. Brüt ağırlığı ve iniş takımlarının geometrisindeki büyük farklılıklara bağlı olarak geniş yapılı uçaklar içinayrı tasarım eğrileri hazırlanmıştır.

Lastik basıncı , iniş takımı kanfigürasyonuna ve brüt ağırlığa bağlı olarak, 0.52-1.38 Mpa arasında değişir. Brüt ağırlık arttıkça lastik basıncının kaplama gerilimi üzerinde daha az bir etki yaptığını ve diğer parametrelerin aşılması kaydıyla, maksimum 1.38 Mpa olan varsayımın güvenli bir şekilde aşılabileceğini belirtmek gerekir.

Trafik Hacmi: Yıllık uçak kalkışlarının uçak tipine göre tahmin edilmesi, kaplama tasarımı için gerekli değildir. Uçakların operasyonları hakkındaki bilgiler Havaalanı Yönetim planları, Terminal Saha Tahminleri, Ulusal Havaalanı Sistem Planı, Havaalanı Faaliyet İstatistikleri ve FAA Hava Trafik Faaaliyetlerinden elde edilebilir. Bu yayınlar, uçakların tipine göre kalkış tahminlerinde bulunmak için kullanılması gereken başvuru kaynaklarıdır.

3.1.10. Tasarım için uçak belirlenmesi

Yıllık uçak kalkışlarının uçak tipine göre tahmini, bir dizi uçak tipinin bulunduğu bir liste ile sonuçlanır. Tasarımda dikkate alınacak olan uçak en fazla kaplama kalınlığı gerektiren uçak olarak seçilmelidir. Gerekli kaplama kalınlığı belirlemek için yıllık kalkış sayısı hakkındaki tahmin ile uygun tasarım eğrisini kullanmak suretiyle, tahminde dikkate alınan her bir uçağın kontrol edilmesi gerekir. En fazla kaplama kalınlığı gerektiren uçak tipi, tasarımda dikkate alınacak olan uçak tipidir. Tasarımda dikkate alınacak olan uçağın, tahminlerdeki en ağır uçak olması gerekmez.

3.1.11. Tasarım uçağı vasıtasıyla yıllık kalkışların eşdeğerinin belirlenmesi

Trafik tahmini farklı iniş takımlarına ve farklı ağırlıklara sahip olan çeşitli uçakların bir karışımı olduğundan, toplam trafiğin etkileri, tasarımda kullanılan uçağın iniş takımlarına dönüştürülmelidir. Bir iniş takımını bir başkasına dönüştürmek için **Tablo 3.2** deki dönüştürme faktörleri kullanılmalıdır.

Tablo 3.2 Teker Diziliş Tipleri ve Kalkış Sayıları İlişkisi

Dönüştürülecek İniş Takımı	Neye	Kalkışlar Çarpılacak
Tek Teker	Çift Teker	0,8
Tek Teker	Çift Tandem	0,5
Çift Teker	Çift Tandem	0,6
Duble Çift Tandem	Çift Tandem	1,0
Çift Tandem	Tek Teker	2,0
Çift Tandem	Çift Teker	1,7
Çift Teker	Tek Teker	1,3
Duble Çift Tandem	Çift Teker	1,7

İkinci olarak, uçaklar aynı iniş takımı konfigürasyonunda gruplandırıldıktan sonra, tasarımda dikkate alınan uçağın yıllık kalkışlarının eşdeğerine dönüştürme, aşağıdaki formüle göre belirlenmelidir.

$$\log R_1 = \log R_2 x \left(\frac{W_2}{W_1} \right)$$

Burada R_1 = Tasarımda dikkate alınan uçağın yıllık kalkışlarının eşdeğeri

R_2 = Tasarımda dikkate alınan uçağın iniş takımı ile ifade edilen yıllık kalkışlar

W_1 = Tasarımda kullanılan uçağın teker yükü

W_2 =Söz konusu uçağın teker yükü

Bu hesaplamada, uçağın brüt ağırlığının %95'inin ana iniş takımları üzerinde olduğu varsayılır. (geniş yapılı uçaklar bu hesaplamada özel bir ilgi gerektiriler.) Yukarıda tartışılan prosedür, farklı uçaklarla tasarımda dikkate alınan ortak bir uçağı dikkate alan izafi bir sınıflamadır. Geniş yapılı uçaklar diğer uçaklardan köklü bir şekilde ayrılıklar gösteren iniş takımlarına sahip olduklarından, göreceli etkileri muhafaza etmek için özel bir dikkat gerekir. Bu yıllık kalkışların eşdeğeri hesaplanırken her bir geniş yapılı uçağı, 136,000 kg çift tandemli bir uçak olarak ele alınmak suretiyle yapılır ve bu, tasarımda dikkate alınan uçak geniş yapılı bir uçak bile olsa bile her bir örnek için yapılmalıdır. Yıllık kalkışların eşdeğeri belirlendikten sonra tasarımda dikkate alınan uçak için uygun bir tasarım eğrisi kullanarak tasarıma devam edilmelidir. Örneğin tasarımda kullanılan uçak geniş yapılı bir uçak ise, bütün eşdeğer kalkışlar yukarıdaki şekilde yapılmalı ve geniş yapılı uçakların tasarım eğrisi yıllık kalkışların eşdeğer hasaplanmasıyla birlikte kullanılmalıdır.

Örnek: Bir havaalanı kaplamasının aşağıdaki tahmini trafik için tasarlanacağını varsayalım

Tablo 3.3. Bazı Uçakların İniş-Kalkış Teknik Özellikleri (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Uçak	İniş Takımı Tipi	Tahmini Yıllık Kalkış	Maksimum Kalkış Ağırlığı (kg)
727-100	Çift	3760	72600
727-200	Çift	9080	86500
707-320B	Çift Tandem	3050	148500
DC-9-30	Çift	5800	49000
CV-880	Çift Tandem	400	83948
737-200	Çift	2650	52440
L-1011-100	Çift Tandem	1710	204120
747-100	Duble Çift Tandem	85	317800

Çözüm: Tasarım için kullanılacak uçağın belirlenmesi: Tahmin sırasında uygun tasarım eğrileri kullanılarak her bir uçak için bir kaplama kalınlığı belirlenir CBR,k değeri gerilmeye karşı dayanıklılık vs. ..gibi kaplama girdi verileri, bütün uçaklar için aynı olmalıdır. Uçak ağırlıkları ve kalkış dereceleri tahminlerde kullanılan belli bir uçağinkine karşılık gelmelidir. Bu örnekte 727-200 en büyük kaplama dayanıklılığını gerektirir ve bundan dolayı tasarımda kullanılacak olan uçaktır.

b)Tasarımda kullanılacak uçağın iniş takımlarına göre tahmini trafiğin gruplandırılması. Bu örnekte, tasarımda kullanılacak olan uçakta çift tekerli iniş takımı bulunduğundan, trafiğin tamamı çift tekerli konfigürasyonda gruplandırılmalıdır.

c) Uçağın yıllık kalkışlarının tasarımda kullanılan uçağın yıllık kalkışları eşdeğerine dönüştürülmesi: Karışık uçakların iniş takımı konfigürasyonları ortak bir grupta toplandıktan sonra, tasarımda kullanılan uçağın yıllık kalkışlarının eşdeğeri hesaplanır.

Tablo 3.4. Bazı Uçakların İniş-Kalkış Teknik Özellikleri (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Uçak	Çift İniş Takımlı Kalkışlar	Teker Yüğü (kg)	Tasarım Uçağının Teker Yüğü (kg)	Tasarım Uçağının Eşdeğer Yıllık Kalkışları
727-100	3760	17240	20520	1891
727-200	9080	20520	20520	9080
707-320B	5185	17610	20520	2764
DC-9-30	5800	11630	20520	682
CV-880	680	9940	20520	94
737-200	2650	12440	20520	463
L-1011-100	1450	16160*	20520	83
747-100	2907	16160*	20520	1184
Geniş yapılu uçaklar için teker yükleri, eşdeğerde yıllık kalkış hesaplamaları için 136 100 kg ağırlığındaki bir uçağın teker yükü olarak alınacaktır.				

d) Bu örnek için kaplama tasarımının 86 500 kg ağırlığındaki çift tekerli bir uçağın yıllık 16 000 kez kalkışı için yapılması gerekir. Ancak, sıkıştırma derinliği, asfalt yüzeyin kalınlığı, drenaj yapıları vs. dikkate alındığında tasarımın trafik karışımındaki en ağır uçağa hizmet verebilmelidir.

3.2. Esnek kaplamaların tasarımı

Esnek kaplamalar, zemin şartları gerektiriyorsa, bir zemin altı ve bir pist zemini üzerine yerleştirilmiş olan bitüm aşınma yüzeyinden oluşurlar. Esnek kaplama yapısının tamamı nihai olarak bir zemin tarafından taşınır. Çeşitli bileşenlerin fonksiyonlarıyla ilgili açıklamalar aşağıdaki paragraflarda bulunmaktadır. Bazı uçaklar için temel ve temel altı stabilize malzemeden yapılmak zorundadır.

Esnek kaplamalar için tasarım eğrilerinin kullanılması temel malzemesi için CBR, temel altı malzemesi için bşr CBR, tasarımda kullanılan uçağın brüt ağırlığı ve tasarımda kullanılan uçağın yıllık kalkış sayısını gerektirir. **Çizim 3.4'den 3.12'ye** kadar olan çizimler gerekli olan toplam kalınlık ve bitüm yüzeyin kalınlığını göstermektedir. 25 000'i aşan yıllık kalkışlarda toplam kaplama kalınlığının bitüm yüzeyi 3 cm arttırılmalıdır.

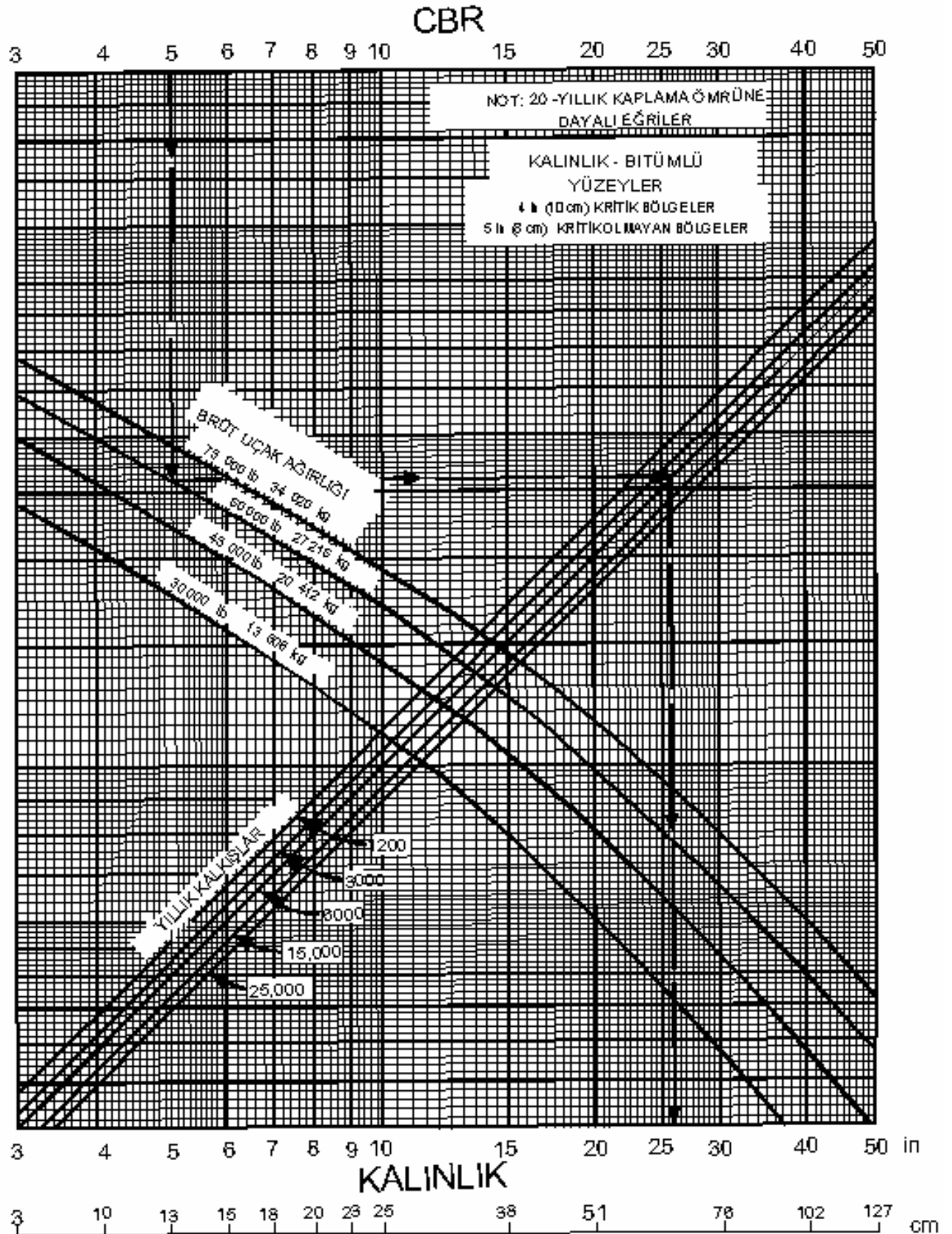
3.2.1. Kritik ve kritik olmayan bölgeler

Çizim 3.4'den 3.12'ye kadar olan tasarım eğrileri, toplam kritik kaplama ağırlığı T ve pist yüzeyi kalınlık ihtiyacının belirlenmesinde kullanılır. Kritik olmayan kaplamalar için temel ve temel altı tabakalarına 0.9T faktörü uygulanır, pist yüzeyi kalınlığı tasarım eğrileri üzerinde not alınır. Geçiş bölgesi ve inceltilmiş kenarların değişken bölümleri için, azaltma sadece pist zeminine uygulanır. Temel için minimum 0.7T kalınlığa izin verilebilir ve temel ve temel altı kalınlığı yüzeyinin tamamı için pozitif yüzey drenajı sağlamak için artırılmalı veya değiştirilmelidir. 0.5 cm ve fazlası için bir üst tamsayı, altı için ise tamsayı değer kullanılır.

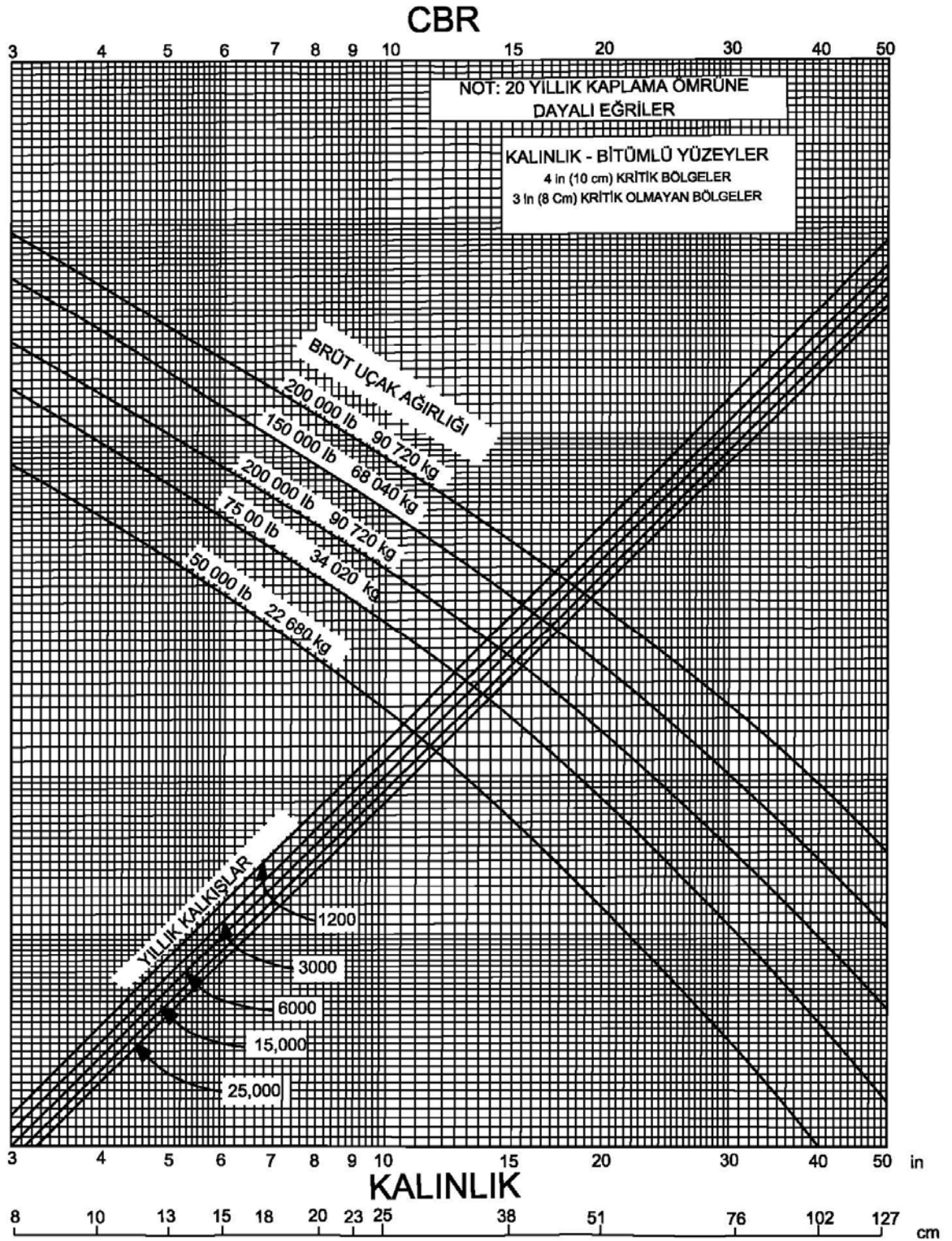
3.2.2. Stabilize Temel ve Temel Altı

Tasarımı, 45 359 kg veya daha fazla olan jet uçaklarına hizmet verebilmek için yapılan yeni kaplamalar için stabilize temel ve temel altı tabakaları gereklidir. Bu stabilize tabakalar, Madde **3.2.3'de** tartışılan eşdeğerlilik faktörlerini kullanmak suretiyle granüler tabakaların yerine kullanılabilirler. Faktör, tabaka kalınlığı, stabilize eden malzemenin tipi ve miktarı, stabilize tabakanın kaplama yapısı içerisindeki yeri vs. gibi bir dizi değişkene bağlı olduğundan, bir eşdeğerlilik faktörleri aralığı verilmiştir.

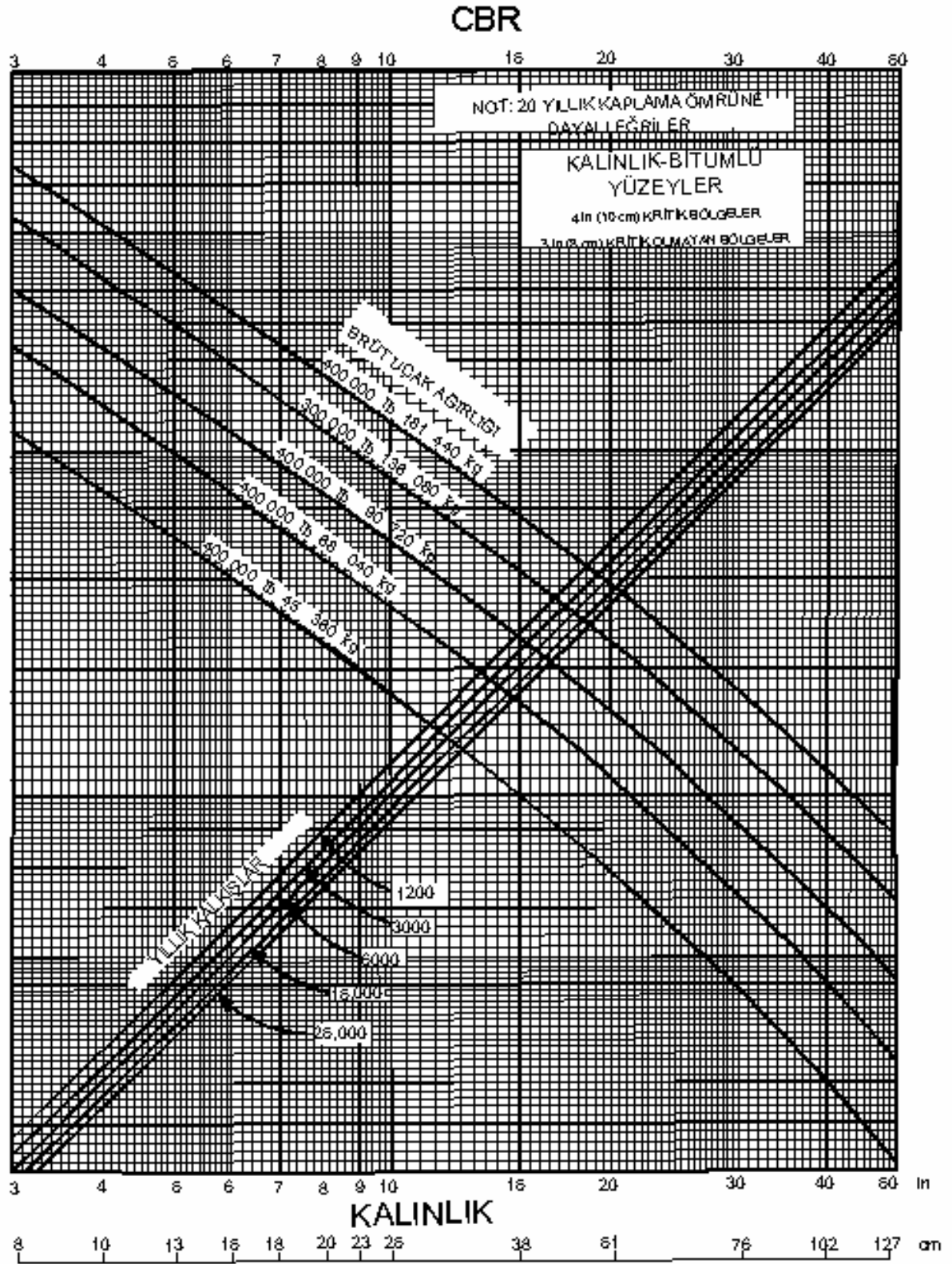
Stabilize temel ve temel altı gerektiren politikanın istisnaları granüler bir malzemenin ispatlanmış performansına dayalı olmalıdır. Bu konuda ispatlanmış performans, bu malzemeyi kullanan havaalanı kaplamalarının tatminkar bir tarihçesinin bulunması demektir. Bu tatminkar performansın tarihçesi, uçak yüklerinin ve iklim şartlarının beklenenle kıyaslanabilecek durumda olduğu bir ortamda geçmiş olmalıdır.



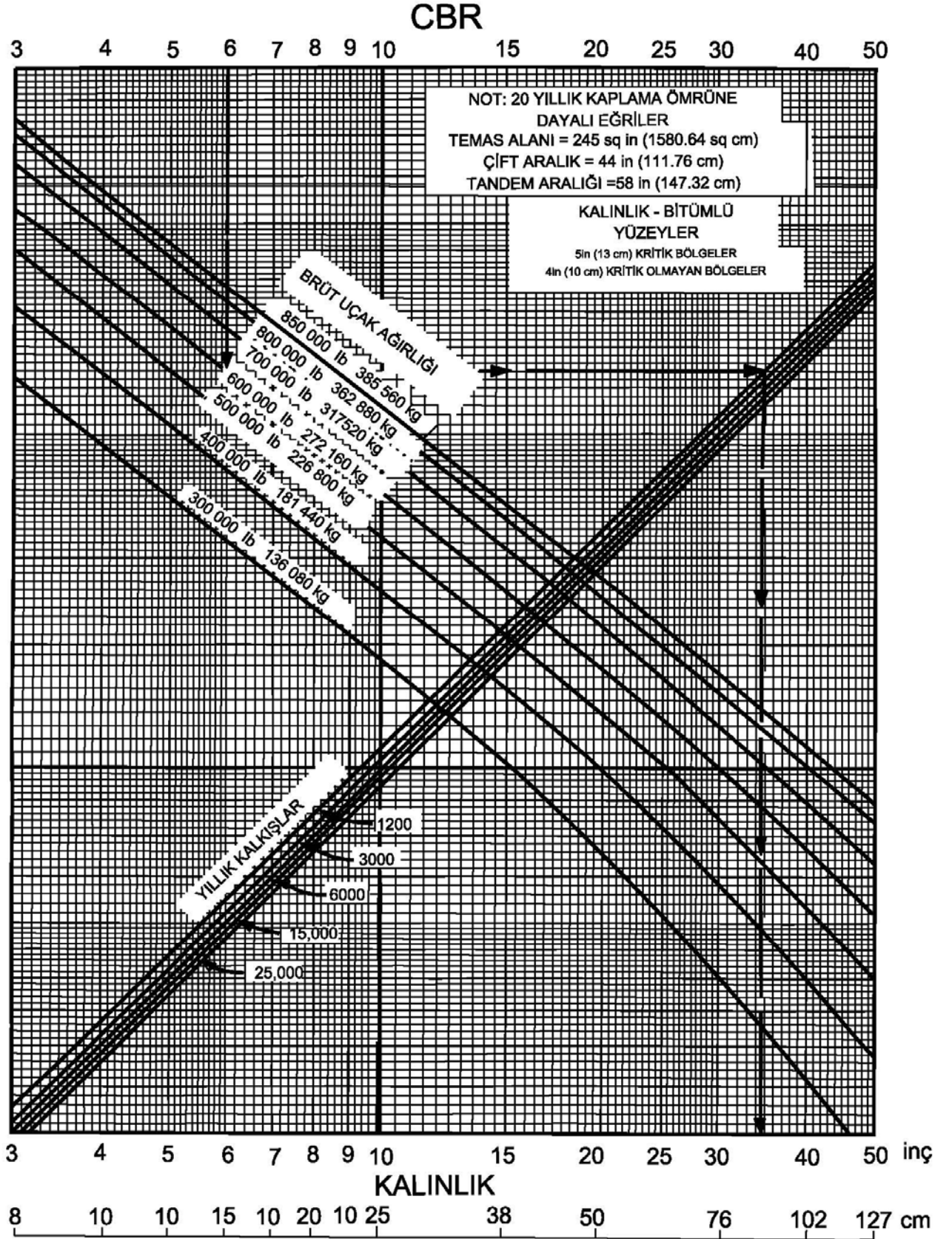
Çizim 3.4. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, tek tekerli iniş takımı (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



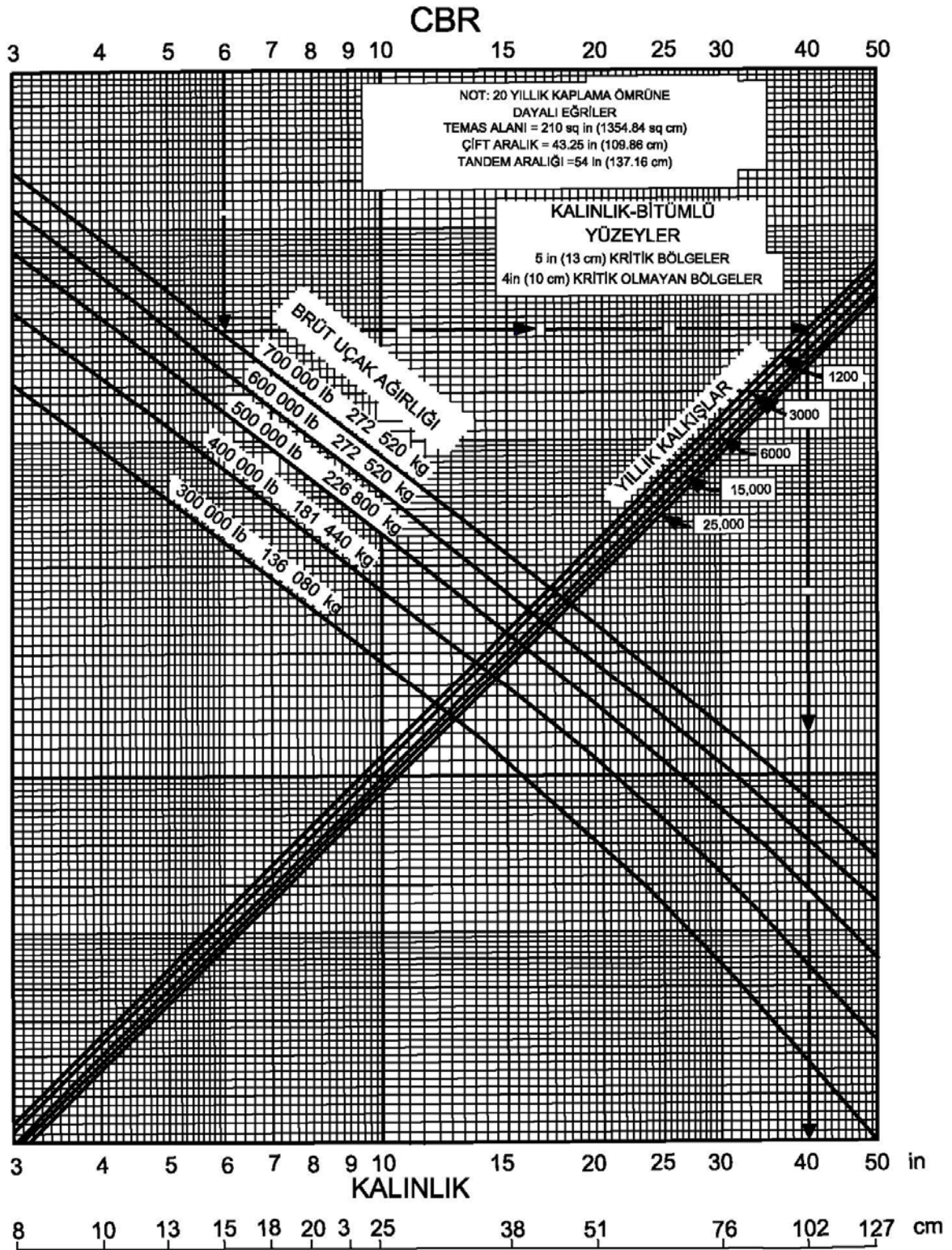
Çizim 3.5. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, çift tekerli iniş takımı(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



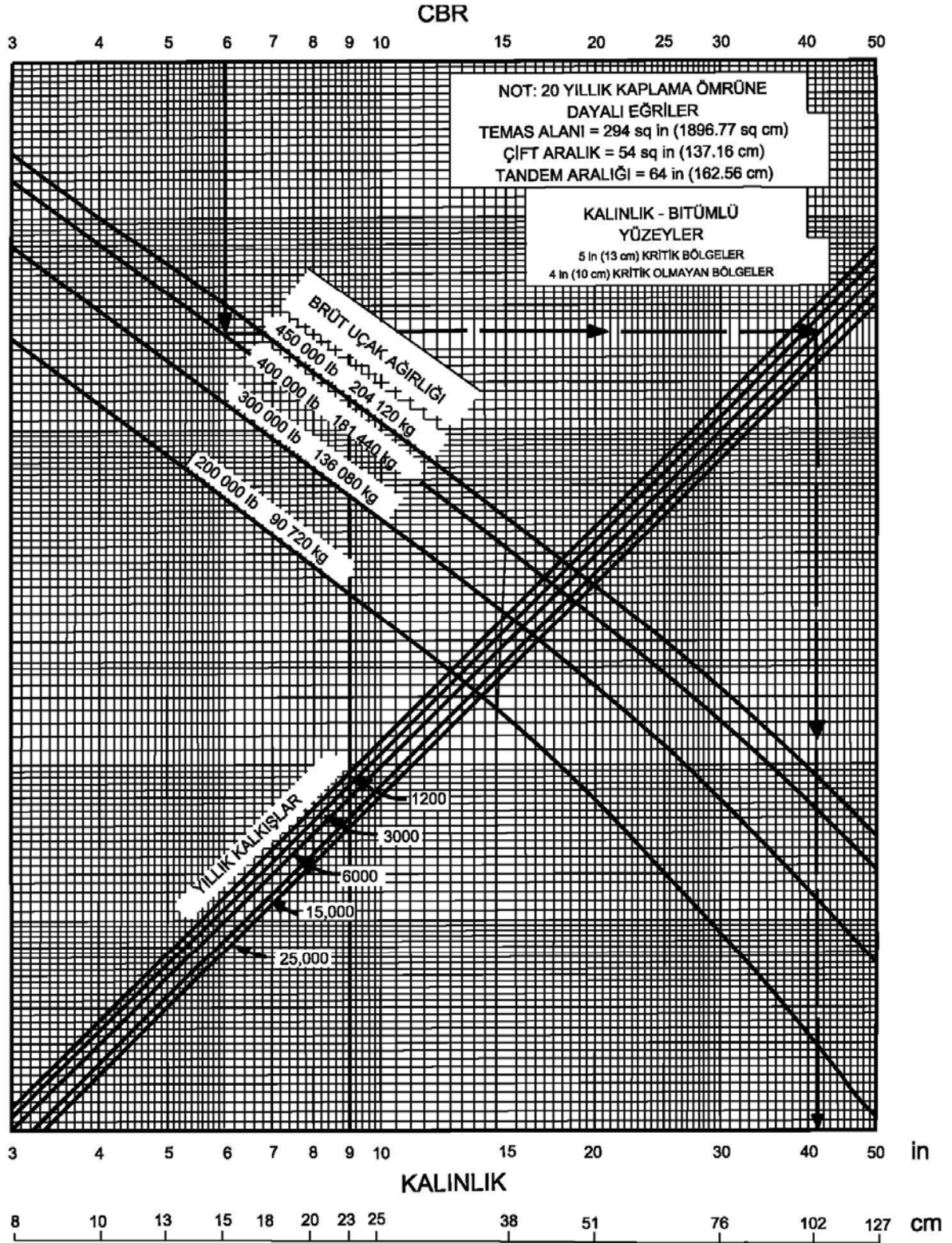
Çizim 3.6. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, çift tandemli iniş takımı(ICAQ, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



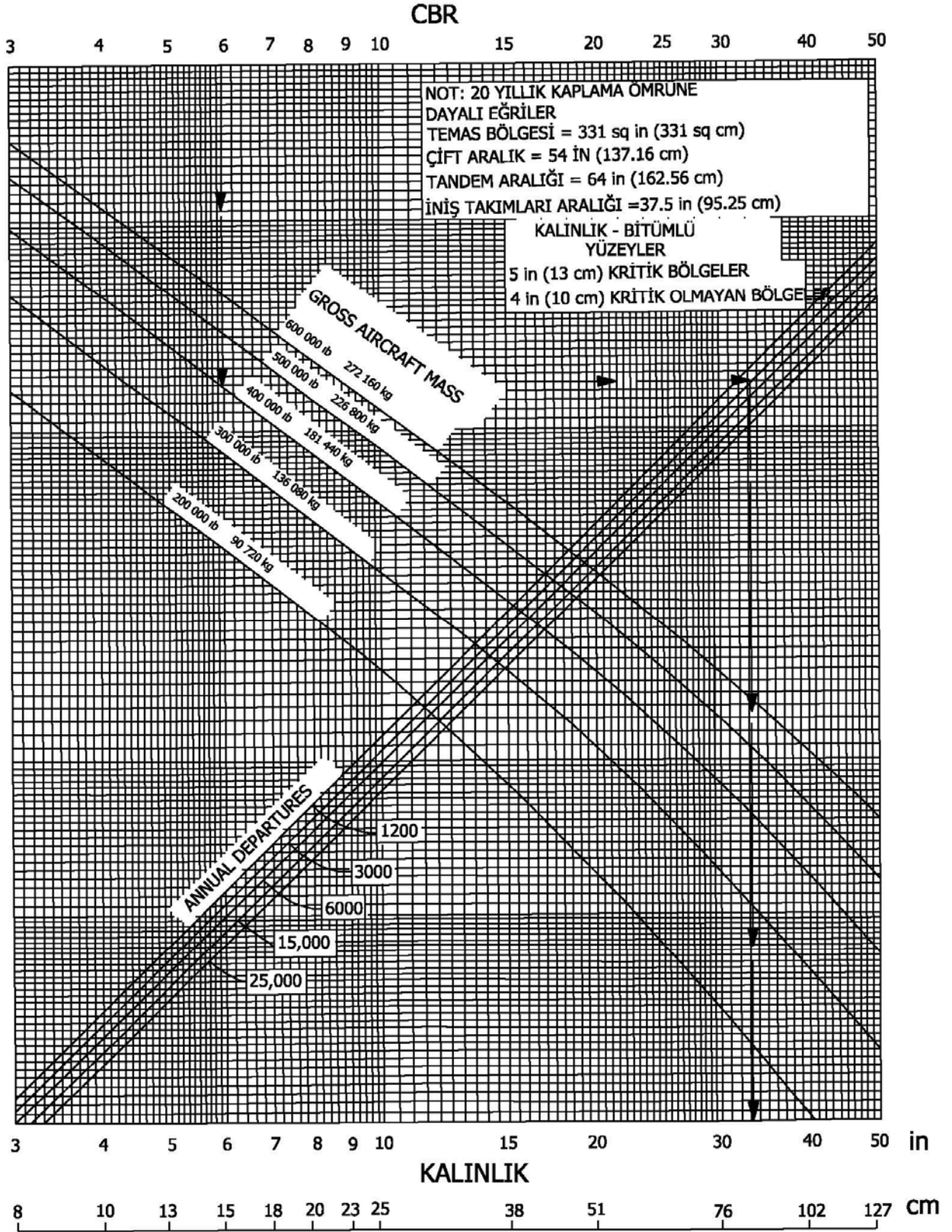
Çizim 3.7. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, B747-100,SR,200 B,C,F(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



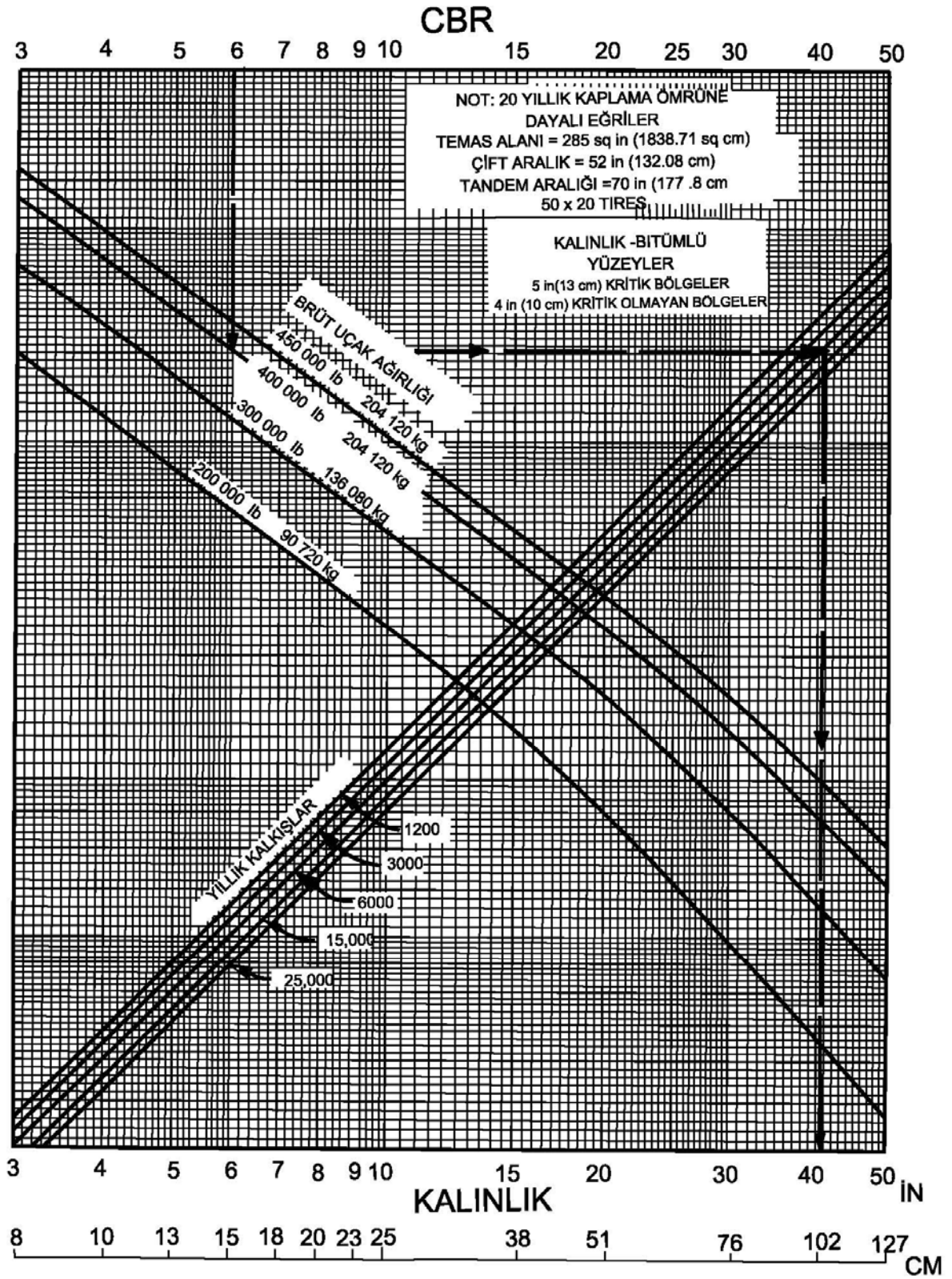
Çizim 3.8. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, B747-SP(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



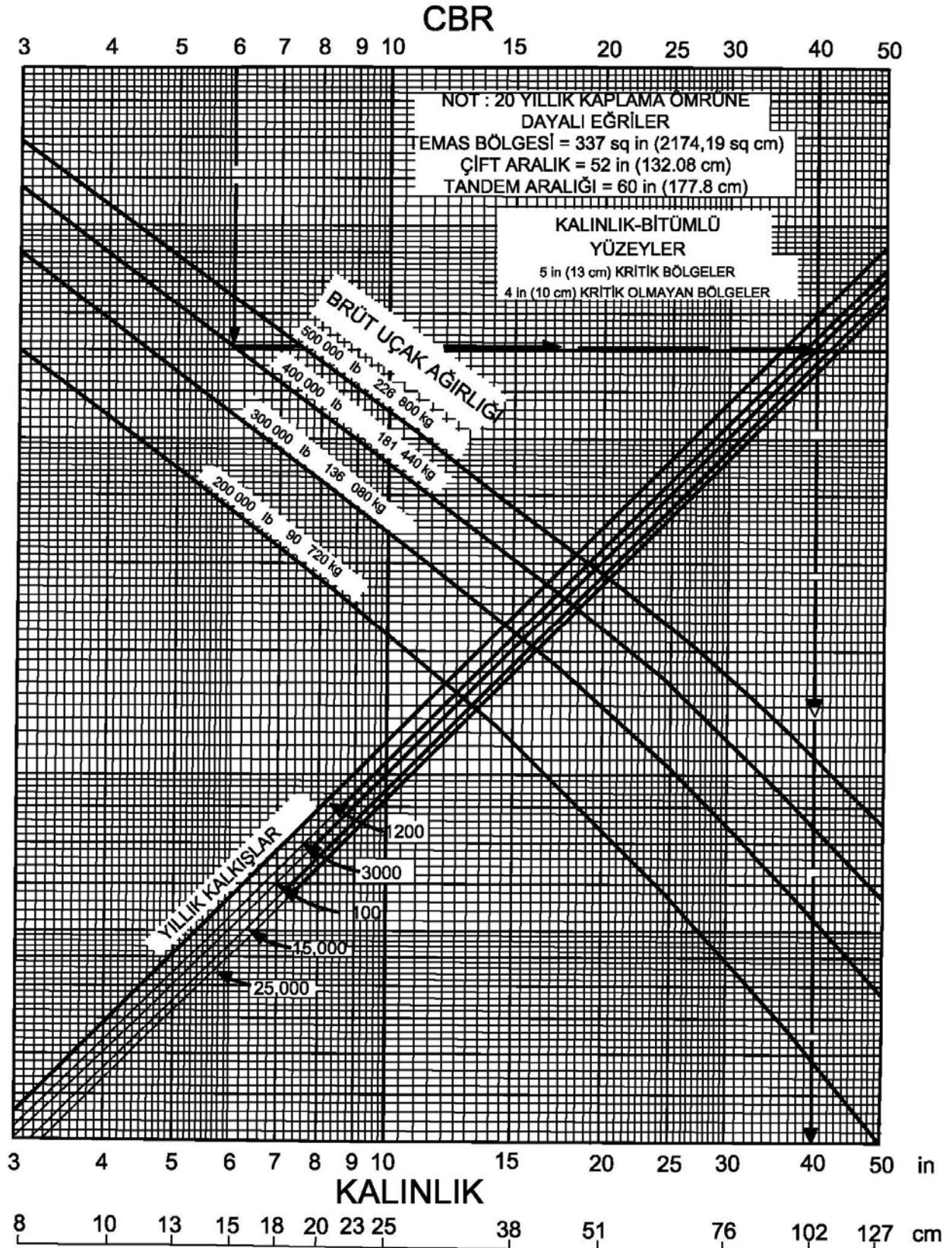
Çizim 3.9. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, DC-10-10,10CF(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



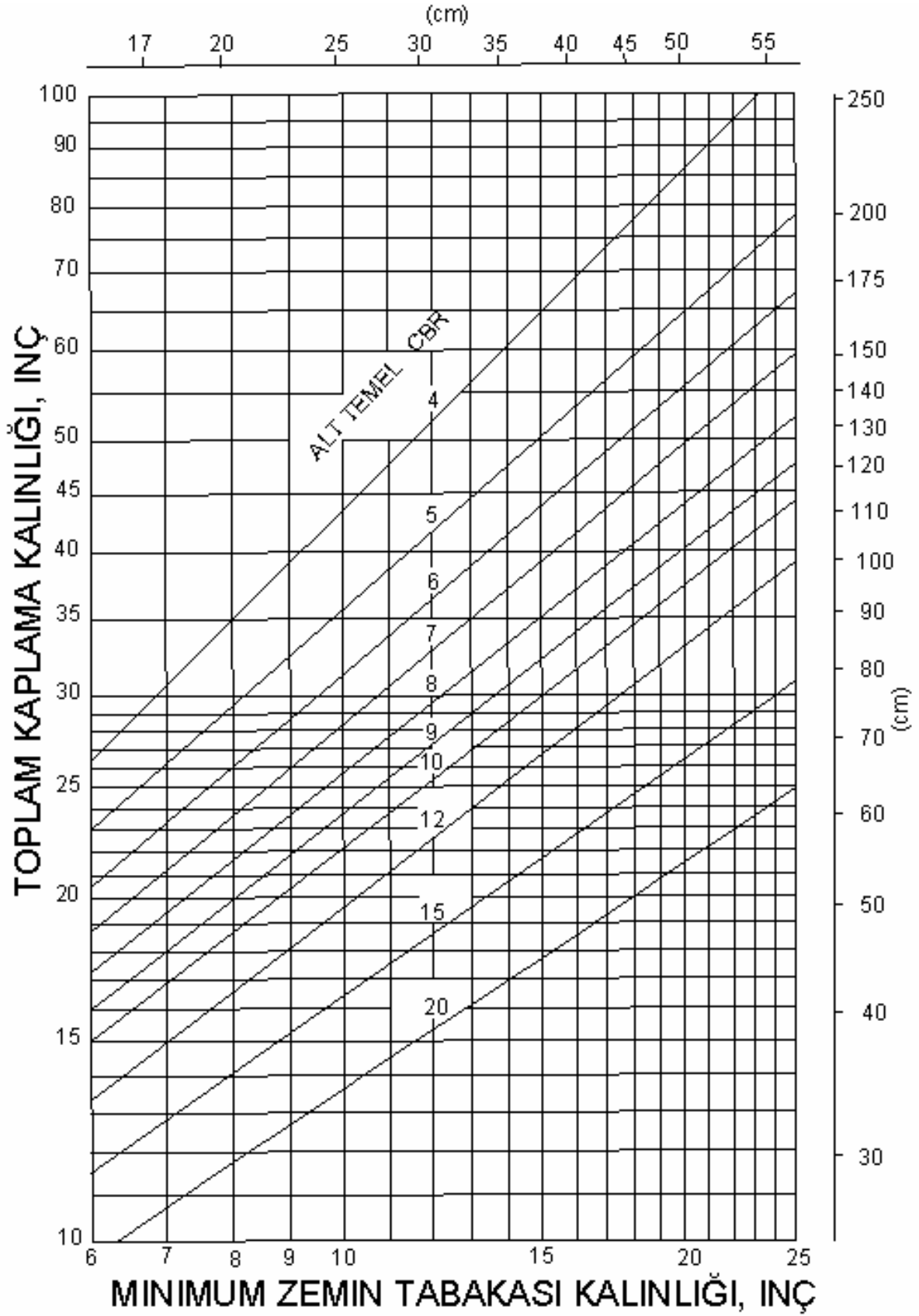
Çizim 3.10. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, DC-10-30, 30CF, 40, 40CF(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.11. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, L-1011,100(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.12. Kritik bölgeler için esnek kaplama tasarım eğrileri, L-1011-100,200(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.13. Minimum Zemin Tabakası Kalınlığı (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3
Kaplamlar,1983)

Diğer istisnalar %100 kırılmış, katı yakın dereceli taş gibi mevcut üst malzemelere dayalı olarak yapılabilir. Bu malzemeler ıslak ve yeniden kalıplanmış olarak temel için minimum 100, temel altı için minimum 35 değerinde bir CBR göstermelidir. Buzlanma penetrasyonuna maruz kalan bölgelerde malzemeler CBR şartlarına ilave olarak , geçirgenlik ve buzlanmaya karşı hassasiyet testlerinin şartlarına uygun olmalıdır.

Minimum toplam kaplama kalınlığı, uygun tasarım eğrisi üzerinde 20 CBR bir zemin için gereken toplam kaplama kalınlığından daha az olmamalıdır. Çimento ile işlenmiş temeller kullanıldığı zaman bazen yansıma çatlaklıklarıyla karşılaşılır. Çimento ile işlenmiş temeller kullanıldığı zaman yansıma çatlaklıklarının olma şansını minimize etmek için, bitüm yüzey tabakasının kalınlığı en azından 10 cm kalınlıkta olmalıdır.

3.2.3. Stabilize temel ve temel altı eşdeğerlilik faktörleri

Stabilize temel altı tabakaları, esnek bir kaplama için bazı yapısal avantajlar sunar Bu avantajlar çeşitli stabilize katmanlara uygulanabilecek ikame kalınlık oranlarını gösteren eşdeğerlilik faktörleri şeklinde ifade edilir. Stabilize malzemenin kalınlığı, granüler temel altı kalınlığı ihtiyacını eşdeğerlilik faktörüne bölmek suretiyle hesaplanabilir. Eşdeğerlilik faktörünün aralıkları aşağıda **Tablo 3.5**'de gösterilmektedir.

Tablo 3.5 .Stabilize Temel Altı İçin Tavsiye Edilen Esdeğerlilik Faktörü

Malzeme	Eşdeğerlilik Faktörü Aralığı
Bitüm yüzey tabakası	1.7-2.3
Bitüm temel tabakası	1.7-2.3
Soğuk olarak yapılmış bitüm temel	1.5-1.7
Yerinde karışık temel tabakası	1.5-1.7
Çimentodan yapılmış temel tabakası	1.6-2.3
Toprak çimento temel tabakası	1.5-2.0
Kırılmış agrega temel tabakası	1.4-2.0
Çakıl temel altı tabakası	1.0

Yukarıda gösterilen eşdeğerlilik faktörlerini tespit ederken, çakıl temel altı tabakasının CBR 20 olarak var sayılmıştır.

Stabilize temel tabakaları daha çok stabilize temel altı ile aynı durumdaki esnek kaplamalar için yapısal avantajlar sağlar. Avantajlar, stabilize temel altı için gösterilenlere benzer eşdeğerlilik faktörleri ile ifade edilir. Bu oranlar, granüler temel ihtiyacını eşdeğerlilik faktörlerine bölmek suretiyle stabilize temel kalınlığını hesaplamak için kullanılır. Eşdeğerlilik faktör aralıkları aşağıdaki **Tablo 3.6**'de gösterilmektedir.

Tablo 3.6 Eşdeğerlilik Faktörü Aralığı

Malzeme	Eşdeğerlilik Faktörü Aralığı
Bitüm yüzey tabakası	1.2-1.6
Bitüm temel tabakası	1.2-1.6
Soğuk olarak yapılmış bitüm temel	1.0-1.2
Yerinde karışık temel tabakası	1.0-1.2
Çimentodan yapılmış temel tabakası	1.2-1.6
Toprak çimento temel tabakası	N/A
Kırılmış agrega temel tabakası	1.0
Çakıl temel altı tabakası	N/A

Yukarıda gösterilen eşdeğerlilik faktörlerini tespit ederken, ezilmiş agrega temel tabakasının CBR 80 olarak varsayılmıştır.

3.2.4. Tasarım Örneği

Tasarım eğrilerinin faydasına bir örnek olarak 34 000 kg brüt ağırlığa sahip bir uçağın çift iniş takımlı bir ve tasarım için kullanılan uçağinkine eşdeğerde yıllık 6 000 kalkış yapan bir uçak için tasarlanacak olan esnek bir kaplama düşünelim. Zemin altı ve temel altı için tasarım CBR değerleri sırasıyla 20 ve 6'dır.

Toplam Kaplama Kalınlığı:

Gerekli olan toplam kaplama kalınlığı **Çizim 3.5** ' den belirlenir. Temel altı CBR değeri 6 ile birlikte üst apsisler girilir. Tasarımda kullanılan 34 000 kg uçağın brüt ağırlığına doğru dikey olarak aşağıya bir izdüşümü ile brüt ağırlığın kesişme noktasından, yıllık 6 000 kalkış eşdeğerinin yatay izdüşümü alınır. Yatay izdüşümü ile yıllık kalkış seviyesinin kesişme noktasından aşağıya, alt apsislere doğru dikey bir izdüşümü yapılır ve toplam kaplama kalınlığı okunurki bu örnek için 51.2 cm'dir.

Temel altı tabakasının kalınlığı

Temel altı tabakasının kalınlığıda toplam kaplama kalınlığına benzer bir şekilde belirlenir. **Çizim 3.5** kullanılarak tasarım CBR değeri 20 ile birlikte üst apsisler girilir. Yukarıda belirtildiği şekilde, yani, brüt ağırlığın dikey izdüşümü alınır ve alt apsislere doğru dikey bir izdüşüm kullanılır. Bu örnekte elde edilen kalınlık 21.8 cm dir, bundan dolayıda temel altı kalınlığının $54.0-21.8=32.2$ cm olması gerektiği anlamına gelir.

Bitüm yüzeyin kalınlığı:

Çizim 25'deki nottada gösterildiği gibi, bitüm yüzeyin kalınlığı kritik bölgeler için 10 cm kritik olmayan bölgeler için 8 cm dir.

Pist temelinin kalınlığı:

Pist temelinin kalınlığı, bitüm yüzeyinin kalınlığı yukarıda belirtilen birleşik yüzey ve temel kalınlığından çıkarmak suretiyle hesaplanabilirki bu örnek için pist temeli $21,5-9,8=11,7$ cm'dir. Kritik bölgeler için minimum pist temeli kalınlığının 15 cm olduğunu belirtmek gerekir. Yukarıda belirlenen ve bu örnekte 51.2 cm olan toplam kaplama kalınlığı ile birlikte **Çizim 3.13**'ün sol ordinatına girilir. Bu örnekte 6 olan temel altı CBR hattına doğru yatay bir izdüşümü alınır. Yatay izdüşümü ile temel altı CBR hattının kesişme noktasından alt apsislere aşağıya doğru dikey bir izdüşümü alınır ve minimum pist yüzeyi kalınlığı okunur, bu örnekte gerekli olan minimum pist yüzeyi kalınlığı 15 cm olacaktır. Önceki hesaplamanın aksine, Çizim 24'te gerekli olan extra temel kalınlığı, toplam kaplama kalınlığına ilave edilmeyen toplam temel altı kalınlığından çıkarılır; bu örnekte $32,3 - 3,6=28,7$ cm'dir.

Kritik olmayan bölgeler için kalınlık: Kritik olmayan bölgeler için toplam kaplama kalınlığı, kritik kaplama temeli ve temel altı kalınlığının 0.9'u ile buna ilave olarak tasarım tablolarında verilen gerekli bitüm yüzeyi kalınlığı alınarak elde edilir. Kritik ve kritik olmayan kaplamaların inceltilmiş kenar kısımları için, sadece pist temeline 0.7T faktörü uygulanır çünkü temel altı çarpazlama drenaja izin vermek durumundadır.

Özet: Yukarıdaki paragraflarda hesaplanan kalınlıklar düz sayılara yuvarlanmalıdır. Kaplamaya zarar verecek buzlanma hareketine meydan verebilecek şartlar varsa, balka bir analiz gereklidir. Bu örnek için son kalınlıklar aşağıdaki şekilde olacaktır.

Tablo 3.7. Esnek Kaplama Tasarım Örneği Sonuçları

Tabakalar	Gerekli Kalınlıklar	
	Kritik olan (cm)	Kritik Olmayan (cm)
Bitüm Yüzey	10	8
Pist Temeli	15	13
Temel Altı Tabakası	28	25
Çarpazlama Drenaj	0	8

Bu örnekteki tasarımda kullanılan uçak 45 300'dan daha düşük bir ağırlığa sahip olduğundan, stabilize temel ve temel altı gerekli değildir ancak istenirse kullanılabilir.

3.3. Rijit Kaplama Tasarım

Esnek kaplamanınkine benzer yani, tek ve çift ve çift tandem iniş takımlı uçaklar ile geniş yapılı jet uçakları için ayrı ayrı eğriler olacak şekilde, tasarım eğrileri rijit kaplamalar içinde hazırlanmıştır. **Çizim 3.14** ila **3.22**'te bakınız. Bu eğriler yükün, bağlantı tanjantı olduğu bir bağlantılı kenar yük varsayımına dayalıdır. Tasarım eğrilerinin kullanılması dört tasarım girdi parametresi gerektirir. Betonun gerilmeye karşı dayanıklılığı, temel altı modül, tasarımda kullanılan uçağın brüt ağırlığı ve tasarım kullanılan uçağın yıllık kalkış sayısı. Rijit kaplama tasarım eğrileri sadece betonun kalınlığını gösterirler. Rijit kaplama yapısının diğer bileşenlerinin kalınlıkları ayrıca belirlenmek zorundadır.

Betonun gerilmeye karşı dayanıklılığı: Beton kaplama için gerekli kalınlık, kaplamada kullanılan betonun dayanıklılığına bağlıdır. Beton dayanıklılığı, beton bir kaplama katmanının temel özelliği gerilme olduğu için, gerilmeye karşı dayanıklılığı açısından değerlendirilir. Betonun gerilmeye karşı dayanıklılığı, ASTM C-78 test metodu ile belirlenmelidir. Normal olarak tasarım için 90 günlük bir dayanıklılığının 28 günlük bir dayanıklılıktan %10 daha yüksek olacağını kabul edebilir.

k değeri : Aslında k değeri, rijit kaplamayı takviye eden malzemenin yay sabitidir ve takviye edici malzemenin dayanıklılık değerinin göstergesidir.

Uçağın Brüt ağırlığı: Tasarımda kullanılacak uçağın brüt ağırlığı her bir tasarım eğrisinde gösterilmektedir. Tasarım eğrileri ayrı eğriler üzerinde gösterilen geniş yapılı uçaklar haricinde ana iniş takımlarının tipine göre gruplandırılır. Gerekli olabilecek herhangi bir iç değerlendirmede yardımcı olmak amacıyla bütün tasarım eğrileri üzerinde geniş bir brüt ağırlık aralığı gösterilmiştir. Bu örneklerde, gösterilen brüt ağırlıklar aralığı mevcut uçakların ağırlıklarını kapsamaya uygundur.

Tasarımda kullanılan uçağın yıllık kalkışları: Dördüncü girdi parametresi, tasarımda kullanılan uçağın yıllık kalkışlarının sayısıdır. Kalkışlar, **3.1.11**'de anlatılan prosedüre uygun olarak hesaplanmalıdır.

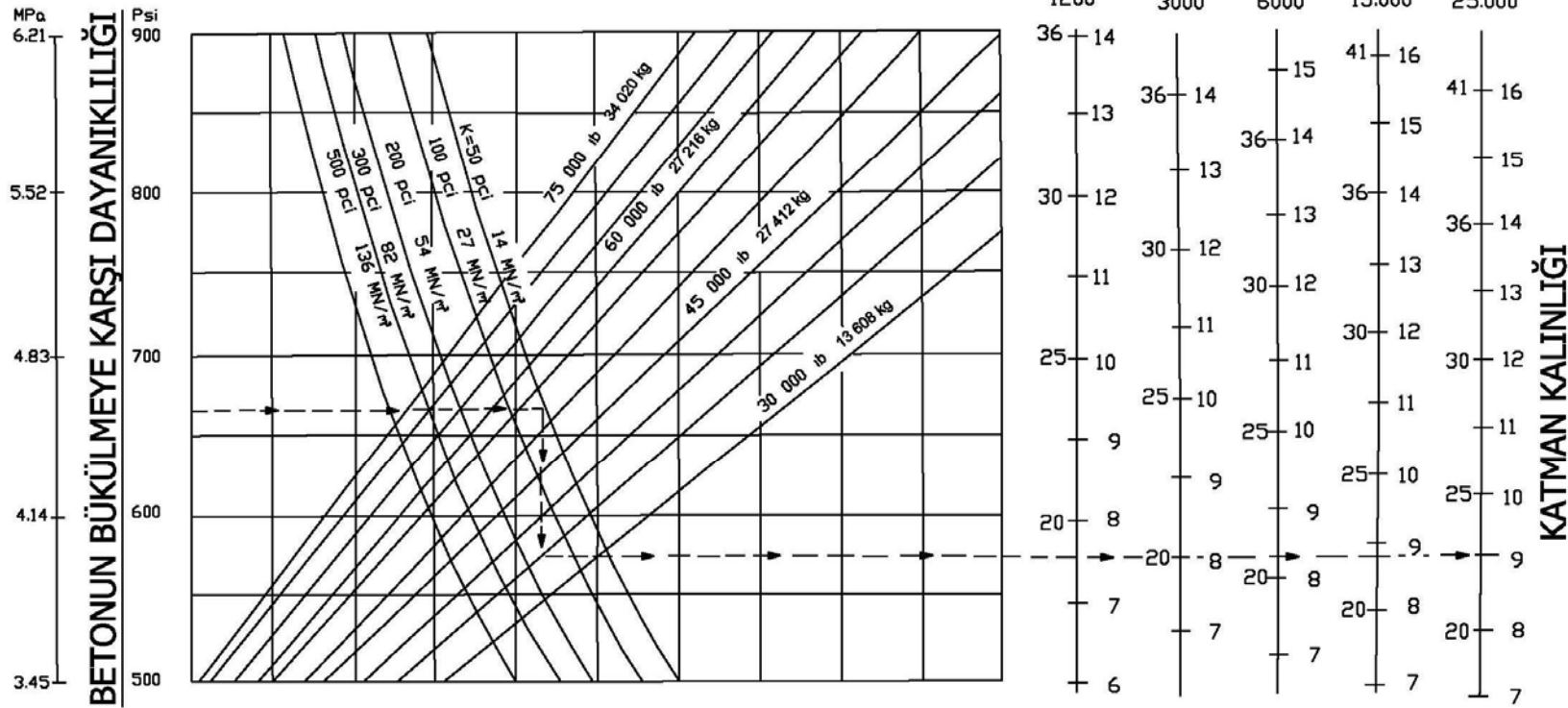
Tasarım eğrilerinin kullanılması: Rijit kaplama tasarım eğrileri, tasarım girdileri yukarıda açıklandıkları sıralamaya uygun olarak giilecek şekilde yapılandırılırlar. Betonun gerilmeye karşı dayanıklılığı ilk girdidir. Tasarım eğrisinin sol ordinatına betonun gerilmeye karşı dayanıklılığı girilir. Uygun temel modülü hattı ile kesişinceye kadar burada dikey bir izdüşümü alınır. Kesişme noktasından tasarımda kullanılan uçağın brüt ağırlığına doğru yatay bir izdüşüm alınır. Yıllık kalkışları gösteren sağ ordinata doğru yatay bir izdüşüm alınır. İlgili yıllık kalkış çizgisi üzerinden kaplama kalınlığı okunur. Gösterilen kaplama kalınlığı, temel altı hariç olmak üzere, sadece beton kaplamanın kalınlığını ifade eder.

3.3.1. Temel altı şartları

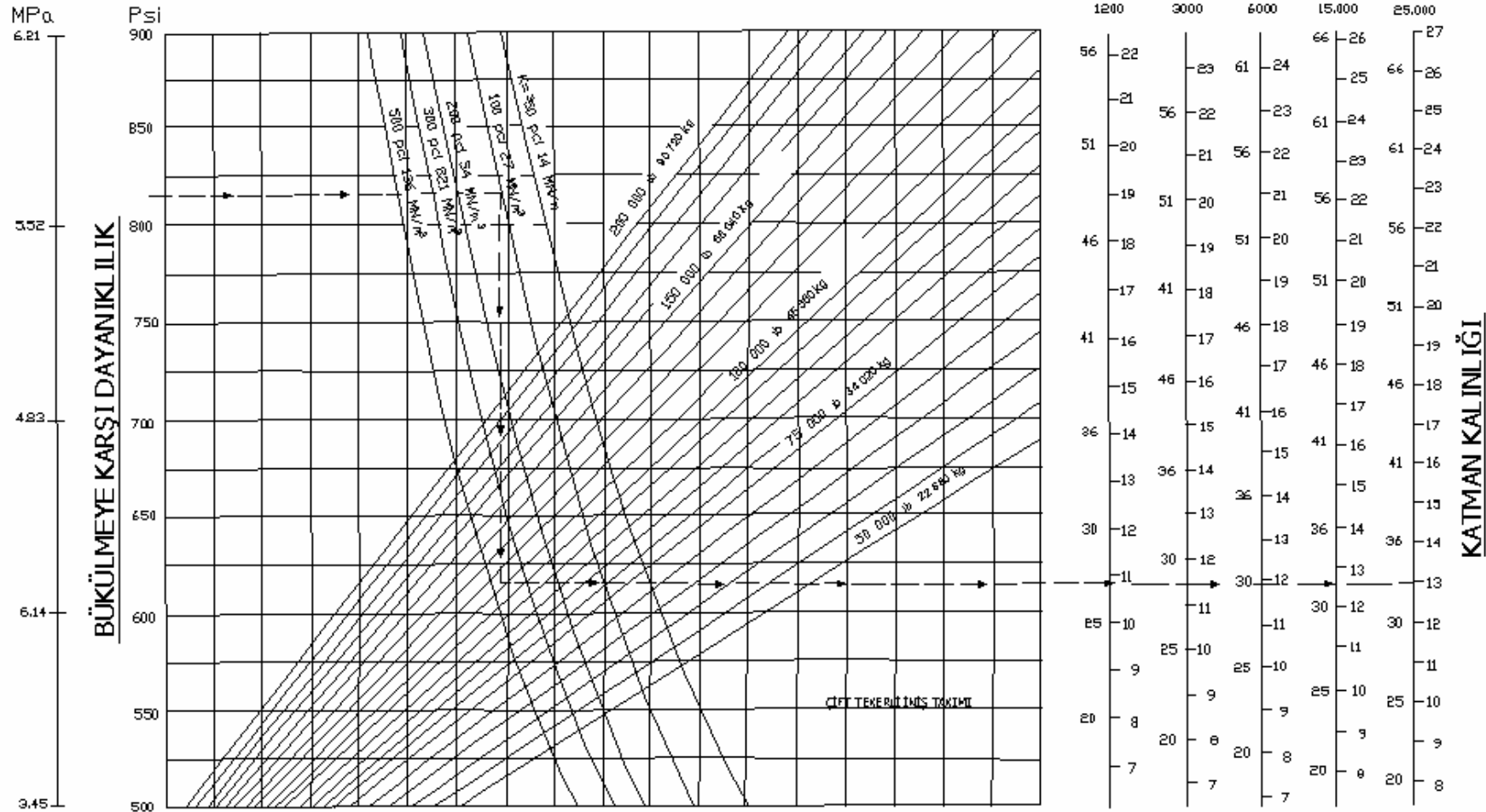
Rijit bir kaplamanın altındaki temel altının amacı kaplama katmanları için tek tip istikrarlı bir takviye sağlamaktır. Aşağıda **Tablo 3.8**'de gösterilen durum haricinde bütün rijit kaplamalar için minimum 10 cm bir temel altı kalınlığı gereklidir.

Tablo 3.8 –Drenaj ve Buzlanmaya göre Toprak Sınıflandırması

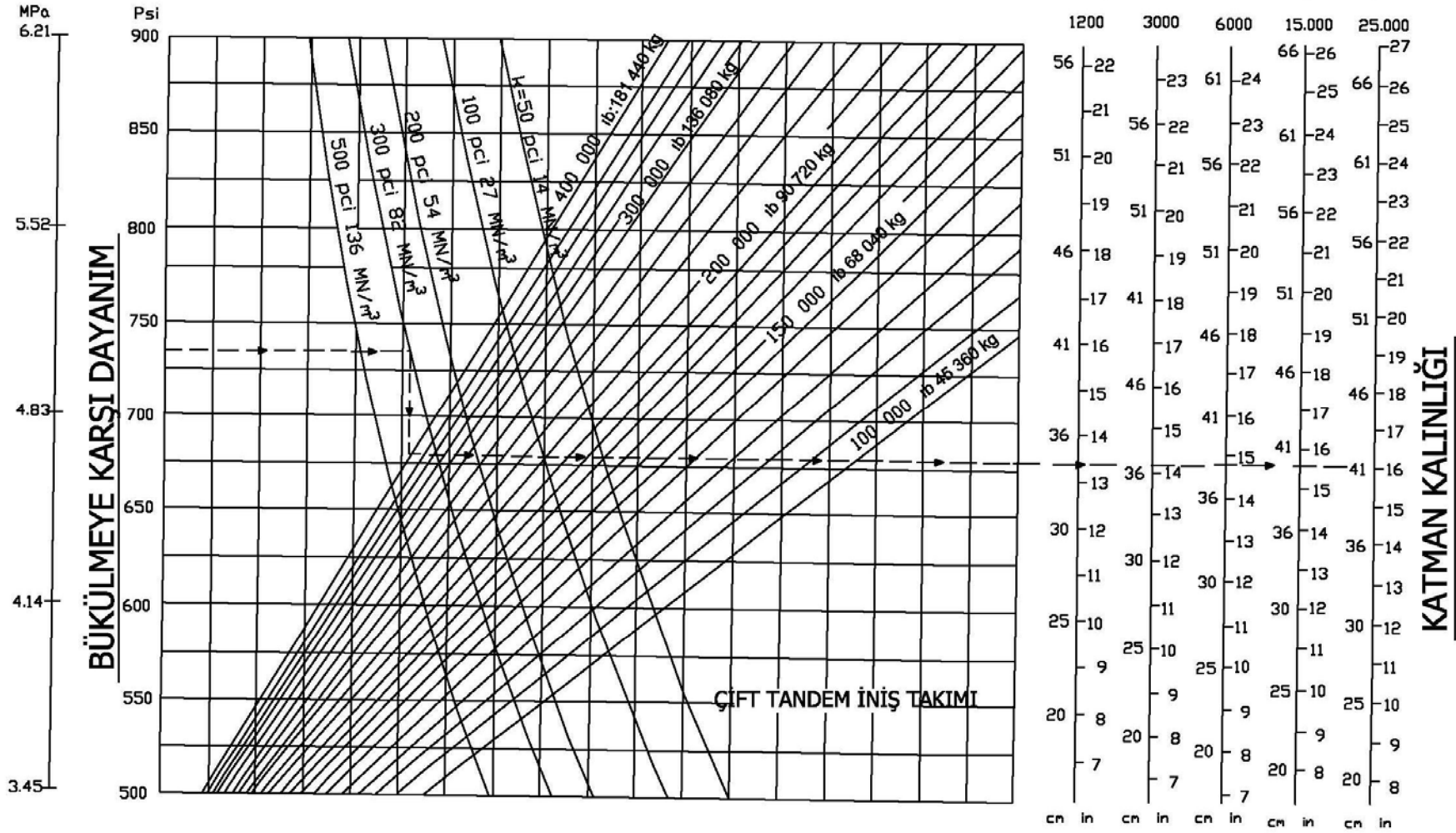
Toprak Sınıflandırması	İyi Drenaj		Zayıf Drenaj	
	Buzlanma Yok	Buzlanma Var	Buzlanma Yok	Buzlanma Var
GW	X	X	X	X
GP	X	X	X	
GM	X			
GC	X			
SW	X			



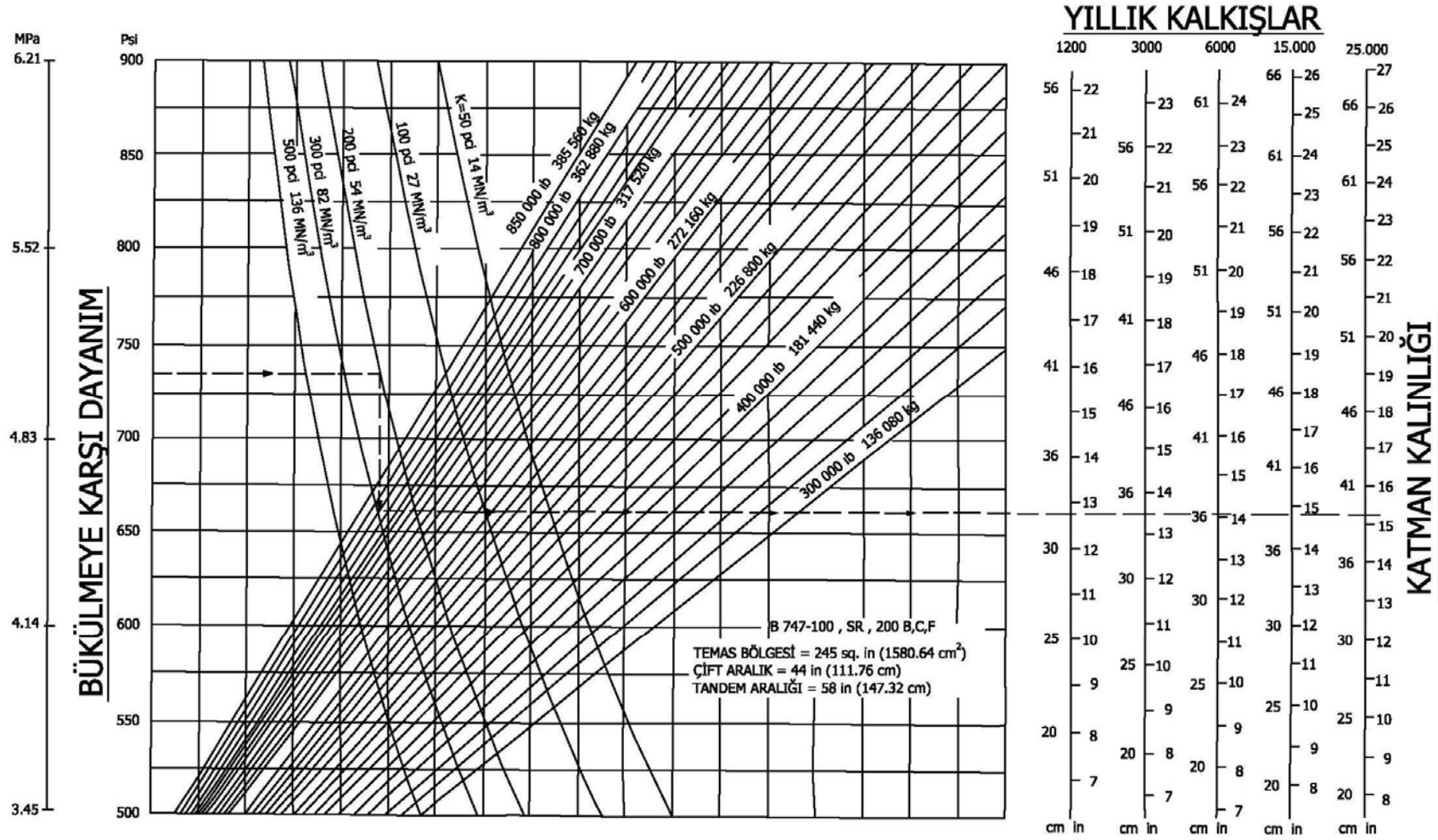
Çizim 3.14. Rijit kaplama tasarım eğrileri – tek tekerli iniş takımı (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



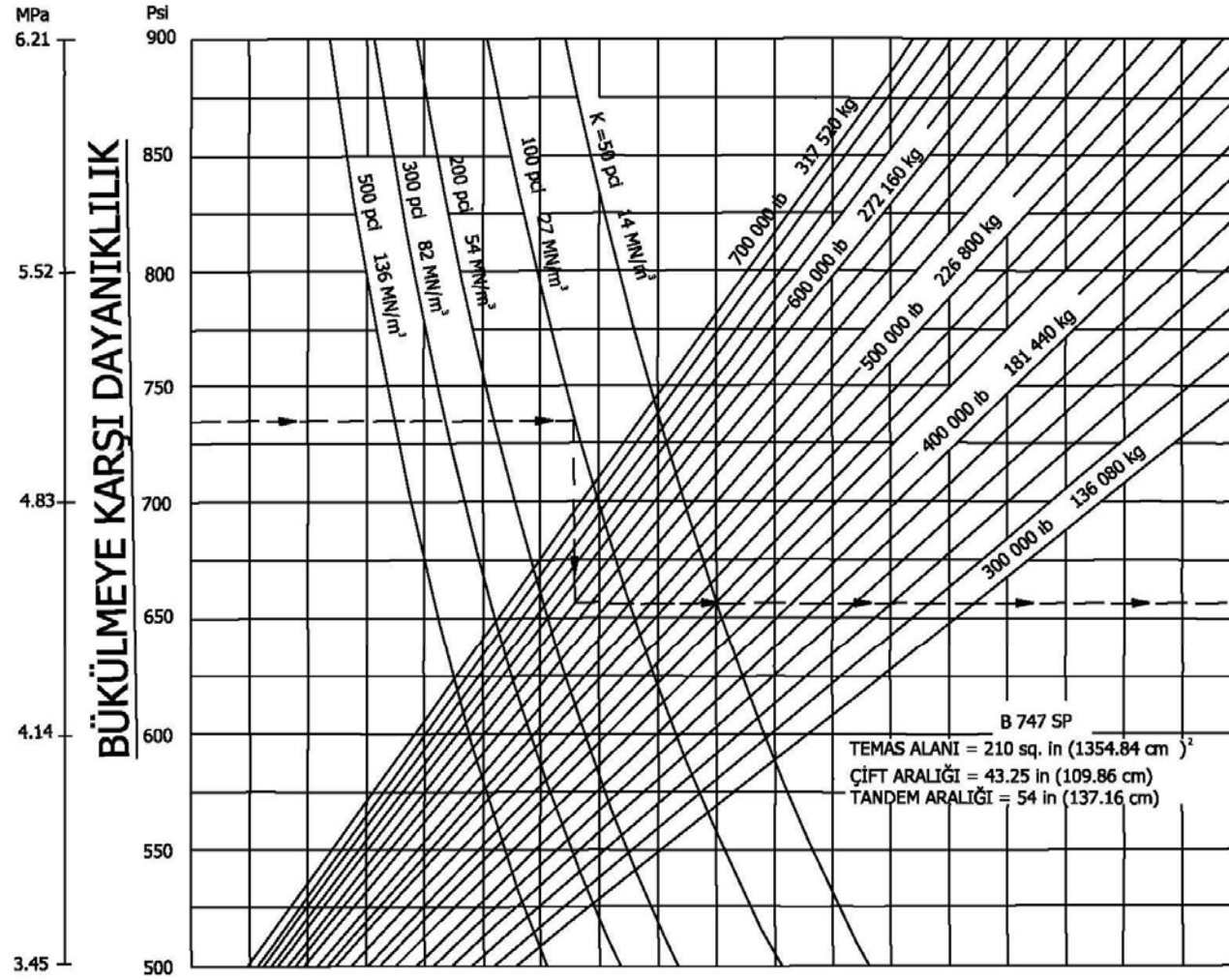
Çizim 3.15. Rijit kaplama tasarım eğrileri –çift tekerli iniş takımı(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.16. Rijit kaplama tasarım eğrileri –çift tandem iniş takımı(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



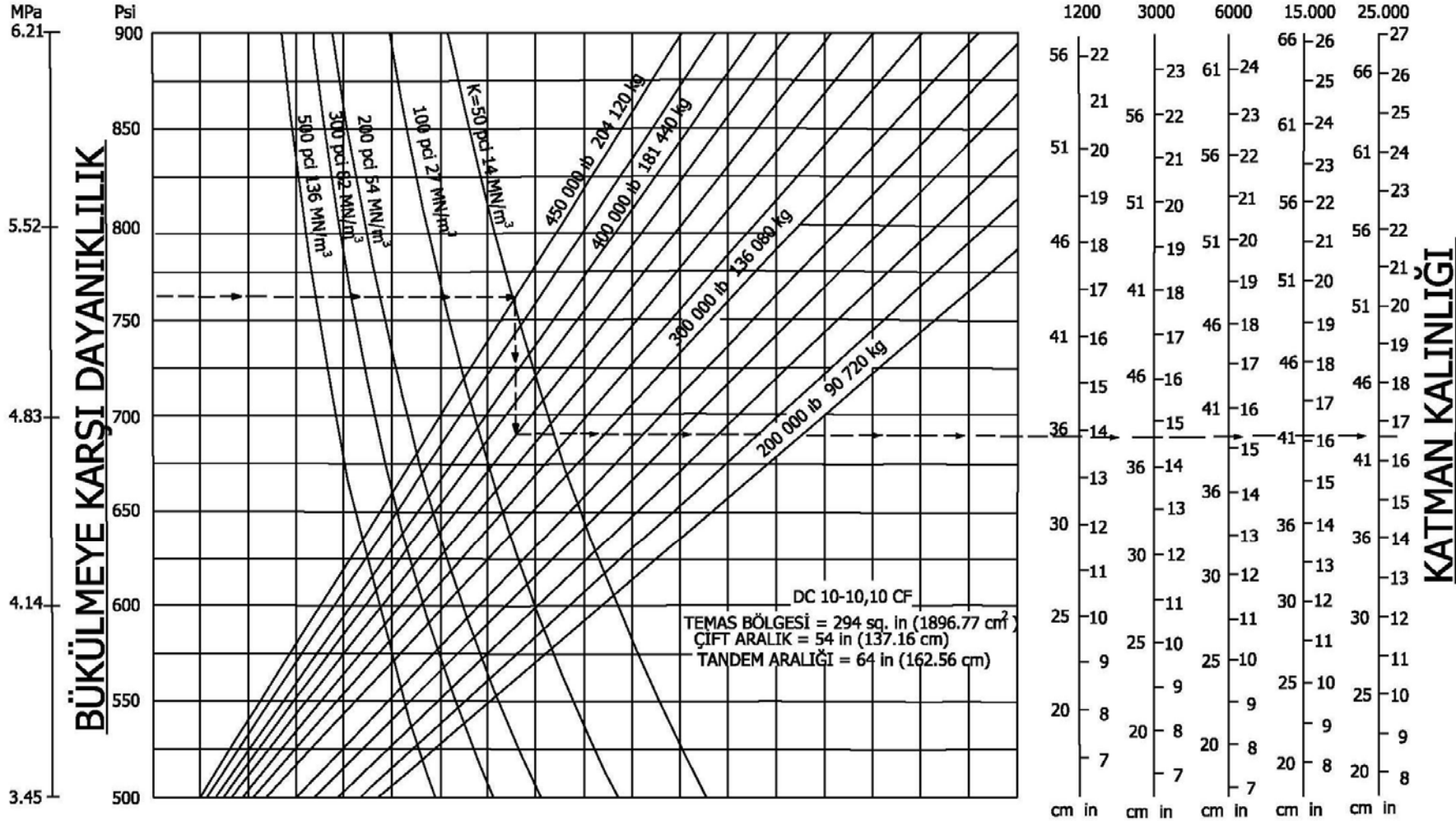
Çizim 3.17. Rijit kaplama tasarım eğrileri –B747-100,SR,200B,C,F(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



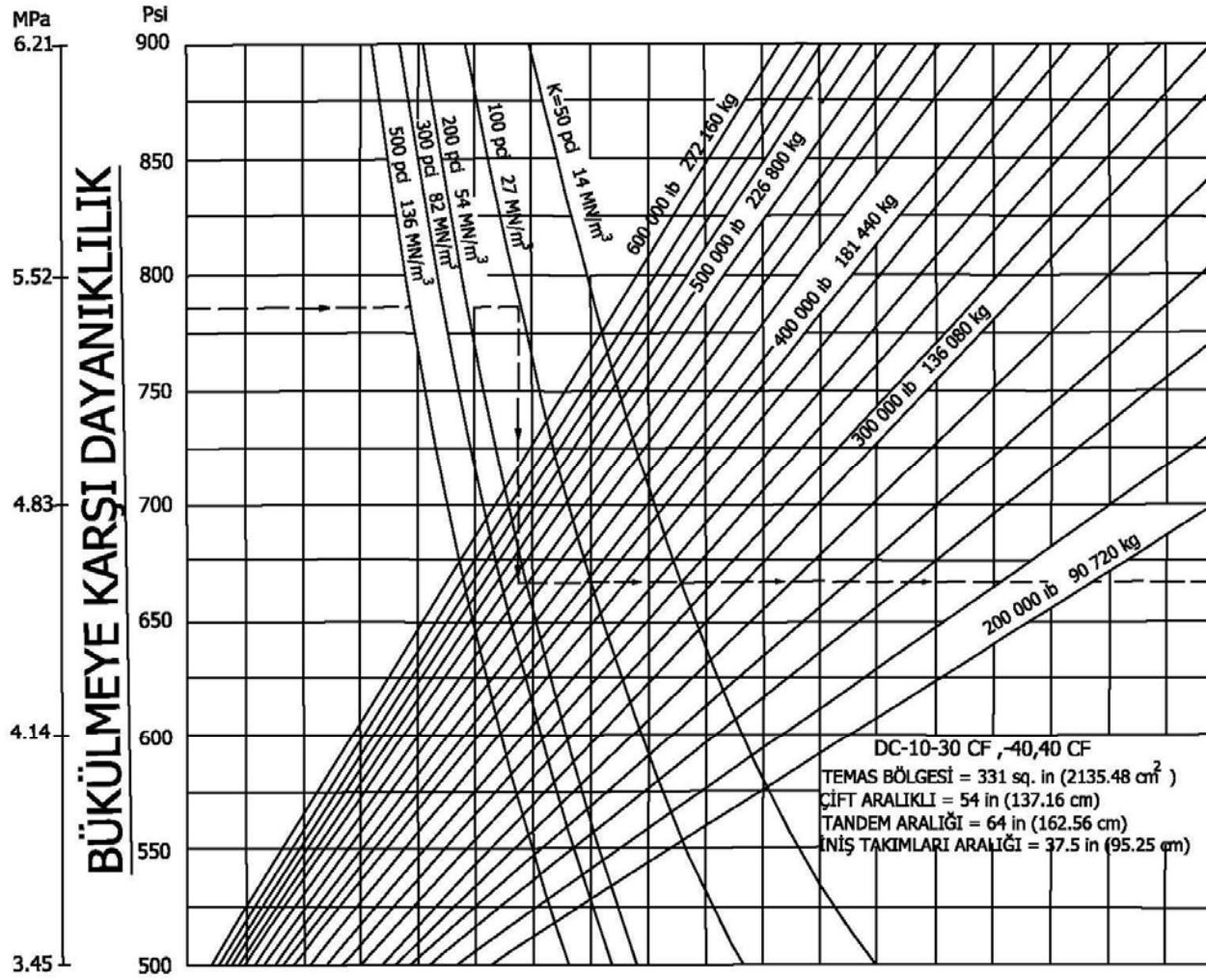
YILLIK KALKIŞLAR

1200	3000	6000	15.000
56	22	61	26
21	23	23	25
51	20	21	24
19	51	20	23
46	18	19	21
17	41	18	20
41	16	17	19
15	46	16	18
36	14	15	17
13	36	14	16
30	12	13	15
11	30	12	14
25	10	11	13
9	25	10	12
20	8	9	11
7	20	8	10
	7	20	9
		7	8
cm in	cm in	cm in	cm in

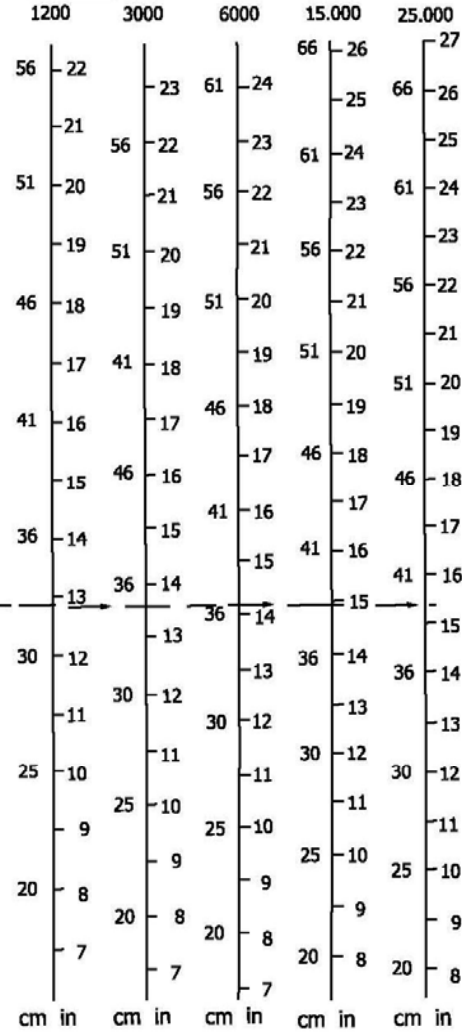
Çizim 3.18. Rijit kaplama tasarım eğrileri –B747-SP(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.19. Rijit kaplama tasarım eğrileri –DC-10-10,10CF(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

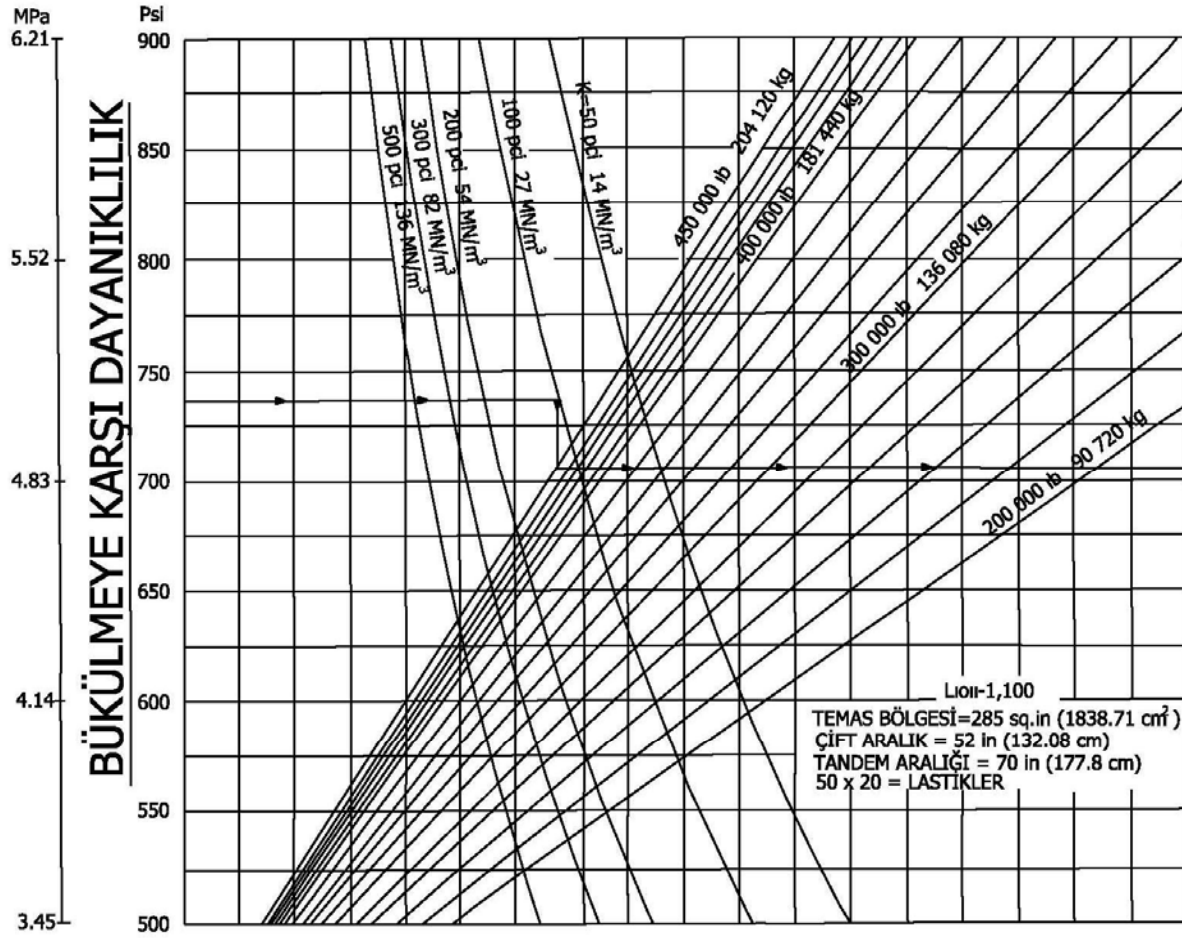


YILLIK KALKIŞLAR



KATMAN KALINLIĞI

Çizim 3.20. Rijit kaplama tasarım eğrileri –DC-10-30,30 CF,-40, 40 CF(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

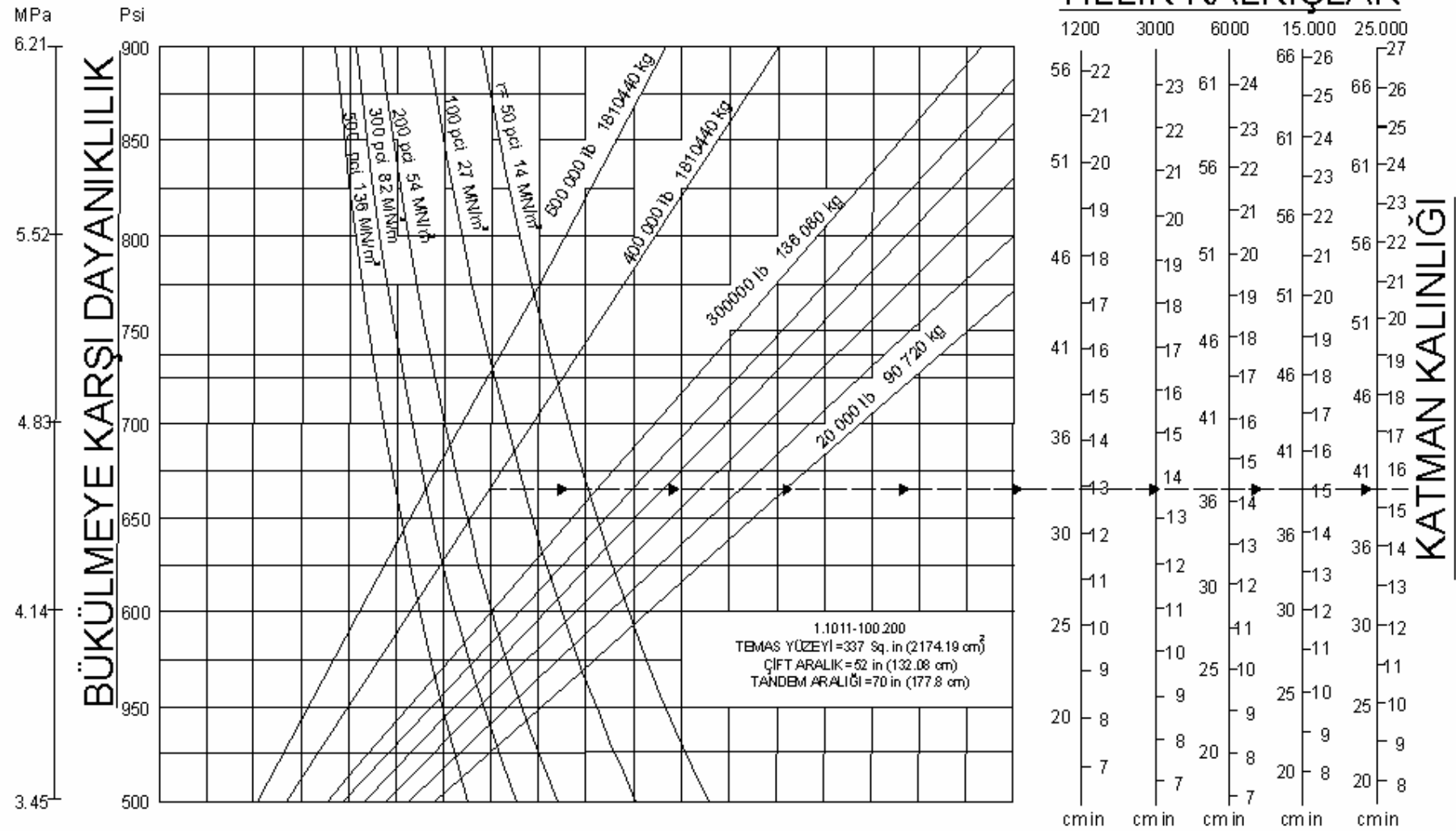


YILLIK KALKIŞLAR

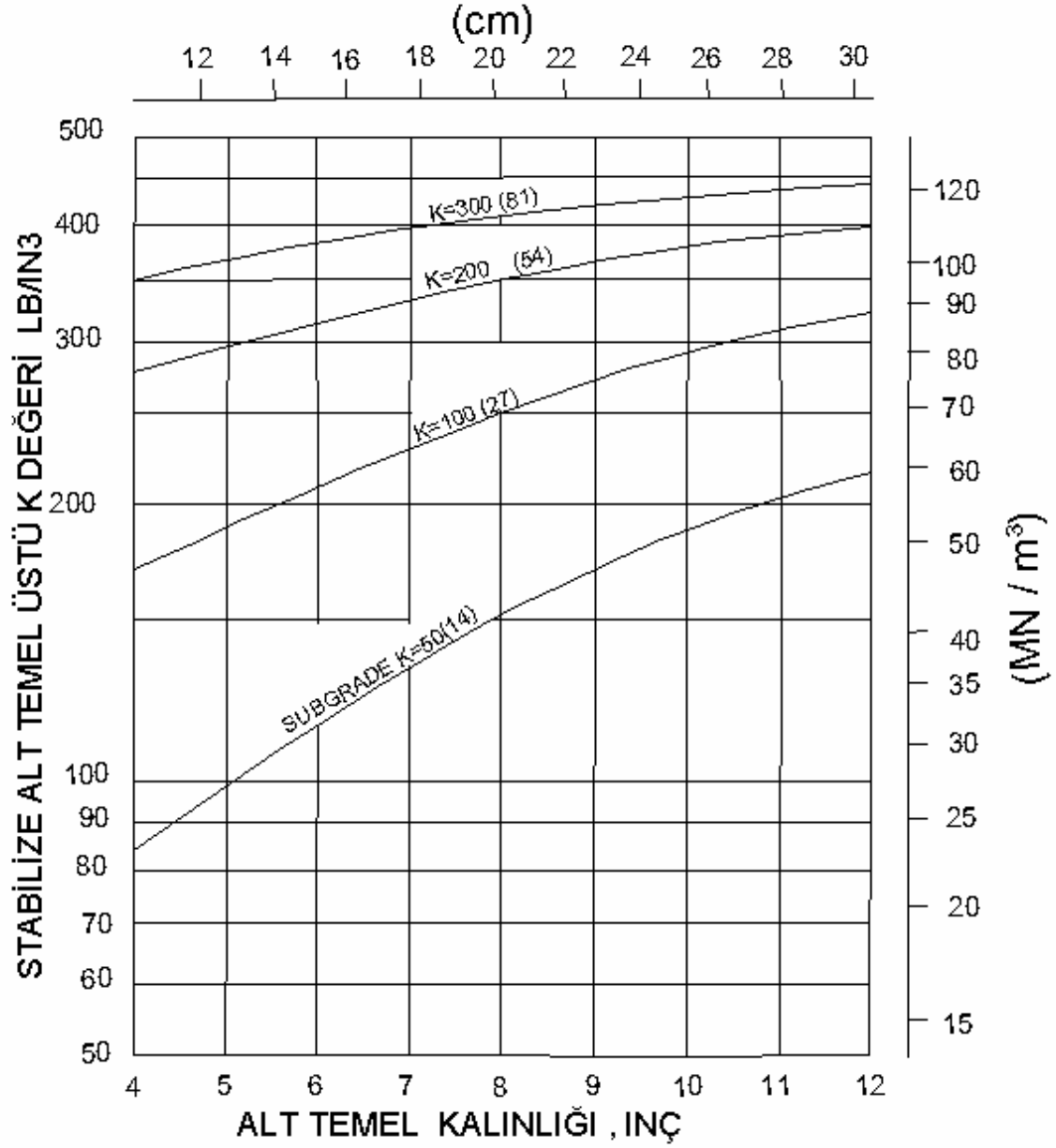
1200	3000	6000	15,000	25,000
56-22	56-22	61-24	66-26	66-26
51-20	51-20	56-22	61-24	61-24
46-18	46-18	51-20	56-22	56-22
41-16	41-16	46-18	51-20	51-20
36-14	36-14	41-16	46-18	46-18
30-12	30-12	36-14	41-16	41-16
25-10	25-10	30-12	36-14	36-14
20-8	20-8	25-10	30-12	30-12
15-7	15-7	20-8	25-10	25-10
10-6	10-6	15-7	20-8	20-8
7-5	7-5	10-6	15-7	15-7
5-4	5-4	7-5	10-6	10-6
4-3	4-3	5-4	7-5	7-5
3-2	3-2	4-3	5-4	5-4
2-1	2-1	3-2	4-3	4-3
1-0	1-0	2-1	3-2	3-2
0-0	0-0	1-0	2-1	2-1
0-0	0-0	0-0	1-0	1-0
0-0	0-0	0-0	0-0	0-0

KATMAN KALINLIĞI

Çizim 3.21. Rijit kaplama tasarım eğrileri –L-1011-1,100(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.22. Rijit kaplama tasarım eğrileri –L-1011-100,200(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.23. Stabilize alt temelin zemin modülüne etkisi (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar, 1983)

Eğer daha ekonomik olacaksa, toprak reaksiyon modülünü artırmak ve gerekli beton katmanı kalınlığını düşürmek için, 10 cm den daha fazla bir temel altı kalınlığı kullanılabilir. Temel altı için ilave kalınlık kullanılmasının maliyeti, beton kalınlığından sağlanan tasarrufa göre değerlendirilmelidir. Rijit kaplamaların altında bulunmaya elverişli olan temel altı malzemeleri aşağıda listelenmiştir.

- Çakıl temel altı tabakası
- Bitüm temel tabakası
- Agrega temel tabakası
- Kırılmış agrega temel tabakası
- Toprak çimento temel tabakası
- Çimentoyla işlenmiş temel tabakası

Granüler temel altı için k değerinin belirlenmesi : Farklı temel altı malzemelerinin çeşitli kalınlıklarıyla ilişkili olarak k değerindeki muhtemel artışlar **Çizim 3.23**'te gösterilmiştir. **Çizim 3.23**, temel altı stabilize olmayan malzemelerden yapılmışsa kullanılmak üzere hazırlanmıştır. **Çizim 3.23**'te gösterilen değerlerin klavuz olarak kabul edilmesi ve yerel tecrübelerle ayarlanması gerekir.

3.3.2. Kritik ve kritik olmayan bölgeler

Kritik kaplama bölgelerindeki beton katmanı kalınlığını belirlemek için **Çizim 3.14 – 3.22** arasındaki tasarım eğrileri kullanılır. Kritik olmayan bölgelerde beton katmanı kalınlığına 0.9T bir kalınlık uygulanır. Geçişlerdeki kalınlık değişikliği bir katmanın enine ve boyuna tamamen uygulanmalıdır. Farklı katman kalınlığı olan bölgelerde, temel altı yüzeyinin tamamından yüzey drenajı sağlayabilmek için, temel altı kalınlığı ayarlanmalıdır 0.5'ten büyük sayılar bir üste düşük olanlarda bir alta yuvarlama yapılır.

3.3.3. Stabilize temel altı

Stabilize edilmiş temel altı için k değerinin belirlenmesi: Stabilize edilmiş temel altı etkisi temel modülüne yansıtılır. Temel modülünü belirlemedeki zorluk, tasarım aşamasında test verilerinin mevcut olmamasıdır. **Çizim 3.23**, çeşitli modüllerdeki temel altı üzerine yerleştirilmiş olan çeşitli stabilize temel altı kalınlıkları ile k değerindeki muhtemel artışları göstermektedir. **Çizim 3.23**, stabilize edilmiş olan tabakanın, temel altı modülünü artırmada iyi derecede kırılmış olan tabakanın, temel altı modülünü artırmada iyi dereceli kırılmış olan agregadan iki kat daha etkili olduğu varsayılarak geliştirilmiştir. Daha düşük kalitedeki stabilize tabakalara daha düşük k değerleri verilmelidir. Stabilize temel altı için bir k değeri belirlendikten sonra, tasarım prosedür **3.3**'de anlatıldığı şekildedir.

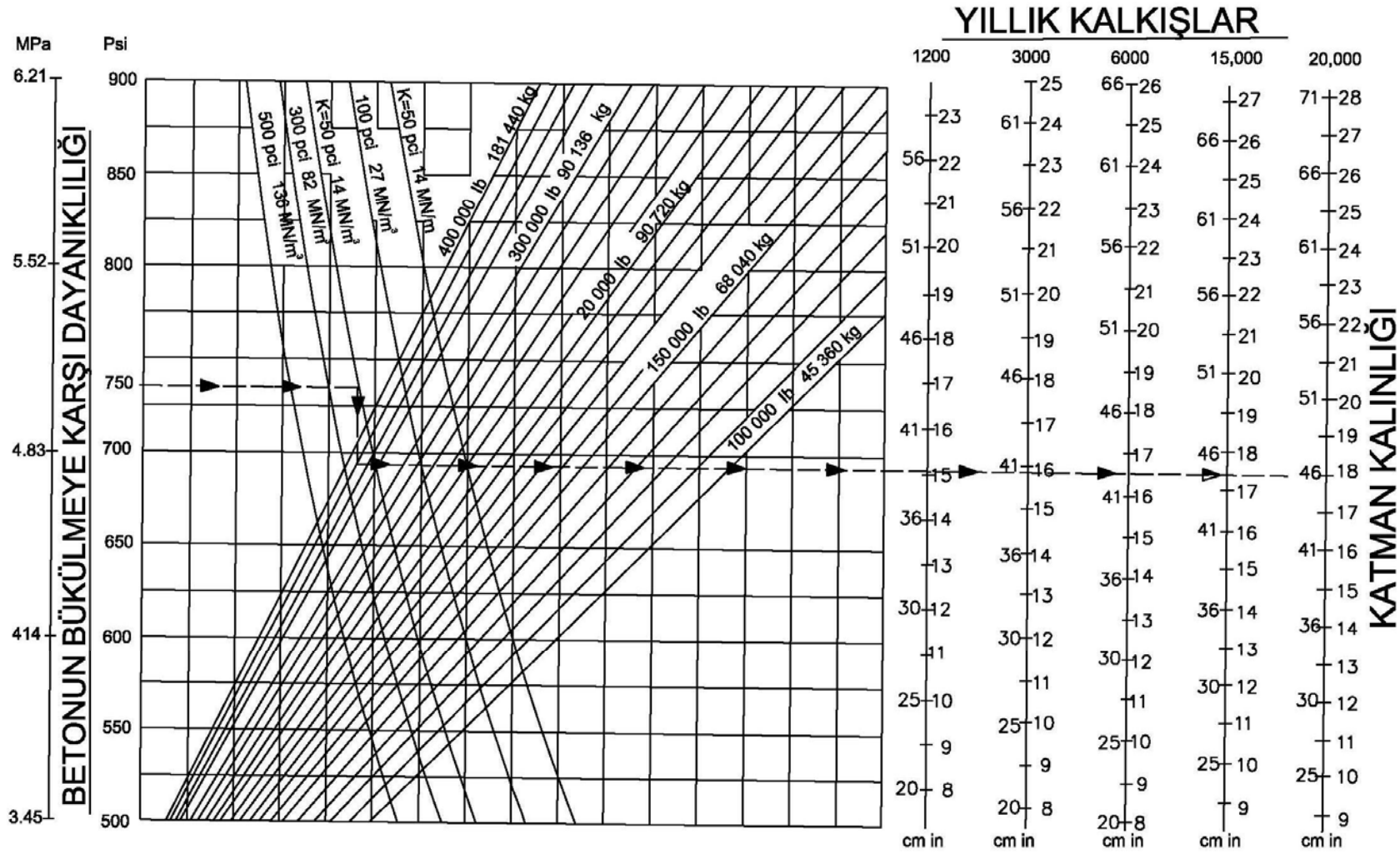
3.3.4. Tasarım örneği

Tasarım eğrilerinin kullanımına bir örnek olarak, rijit bir kaplama tasarımının 160 000 kg brüt ağırlığı olan ve tasarımda kullanılan uçağınkine eşdeğerde yıllık 6 000 kalkış yapacak olan çift tandemli uçaklar için yapılacağını varsayalım. Yıllık 6 000 eşdeğer kalkış, 350 000 brüt ağırlığı olan B-747 uçaklarının yıllık olarak 1 200 kalkışına karşılık gelmektedir. Drenajın zayıf ve buzlanma penetrasyonunun 45 cm olduğu 25 MN/m³ temel altı modülünde tasarımı yapılacak olan özelliğ bir ana pisttir ve buzlanmaya karşı %100 koruma gerektirir. Zemin toprağı CL'dir. Beton karışımı tasarımları gerilmeye karşı 4.5 MN/m² bir dayanıklılığın yerel olarak mevcut olan agrega tarafından zaten üretilbildiğini göstermektedir.

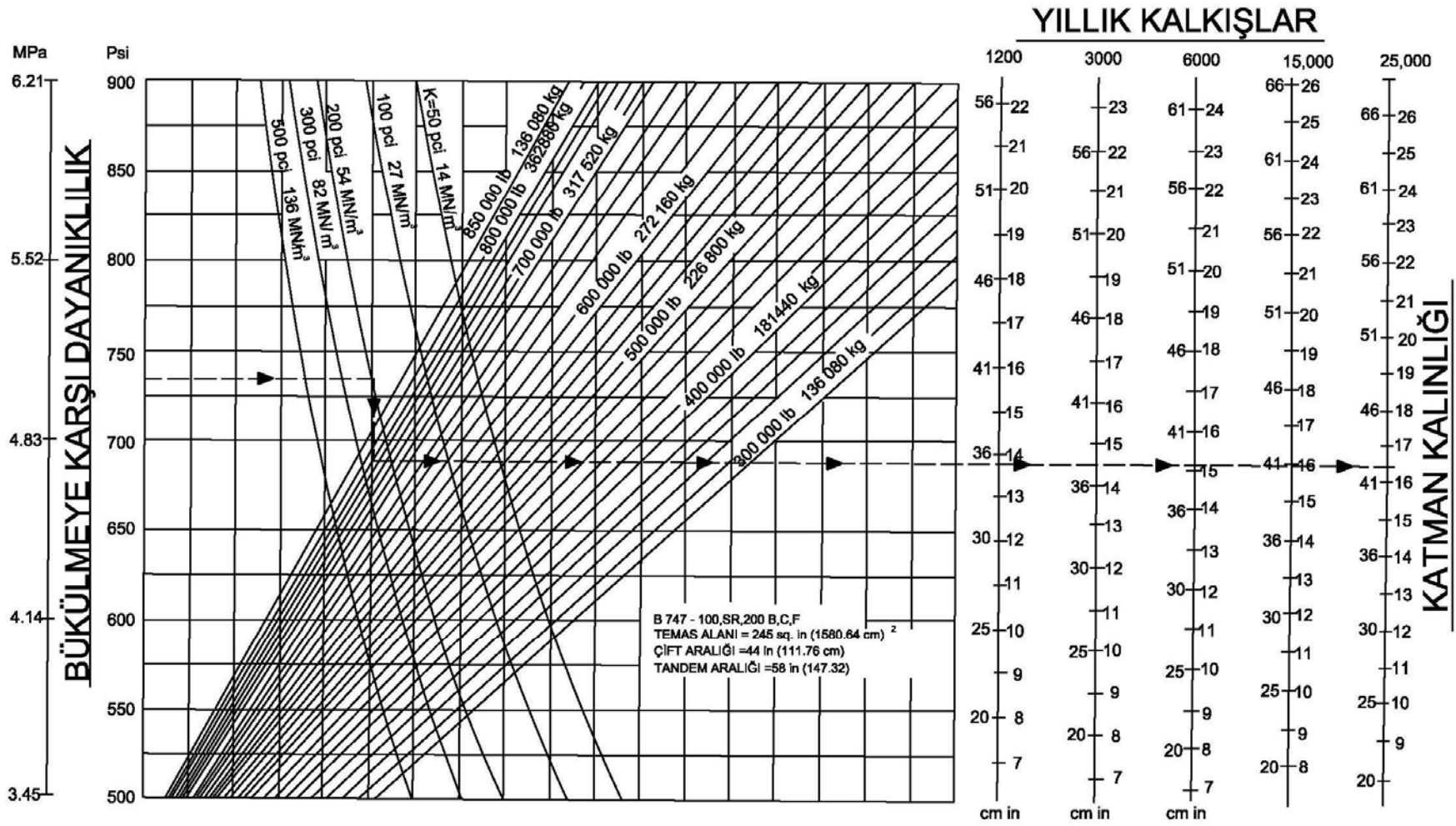
Tasarımda kullanılan uçağın brüt ağırlığı, stabilize bir temel altı kullanımını zorunlu kılar. En ekonomik kısmı belirlemek için çeşitli stabilize temel altı kalınlıkları denenmelidir. Çimentoyla stabilize edilmiş bir temel altı kalınlığını varsayalım. 15 cm kalınlıkta bir temel altı deneyelim. **Çizim 3.23**'ü kullanarak, 15 cm kalınlığın temel modülünün 25 MN/m³ den 57 MN/m³e kadar artırma ihtimali vardır. Varsayılan tasarım verileriyle **Çizim 27**'yi kullanarak, çift tandem tasarım eğrisi ~42cm'lik bir beton kaplama kalınlığını getirecektir. Bu kalınlık 43 cm ye yuvarlanır. Buzlanma penetrasyonu sadece 45 cm ve stabilize temel altı ile beton kaplamanın bileşik kalınlığı 58 cm olduğundan, buzlanmaya karşı daha fazla korunmaya gerek yoktur. Geniş yapılu uçaklar katmanının kalınlığını kontrol etmediği halde bağlantı ihtiyaçları ve drenaj yapılarının tasarımı tespit edilirken geniş yapılar göz önünde bulundurulmalıdır. En ekonomik kısmı belirlemek için diğer stabilize temel altı kalınlıkları denenmelidir.

3.3.5. Opsiyonel rijit kaplama tasarım eğrileri :

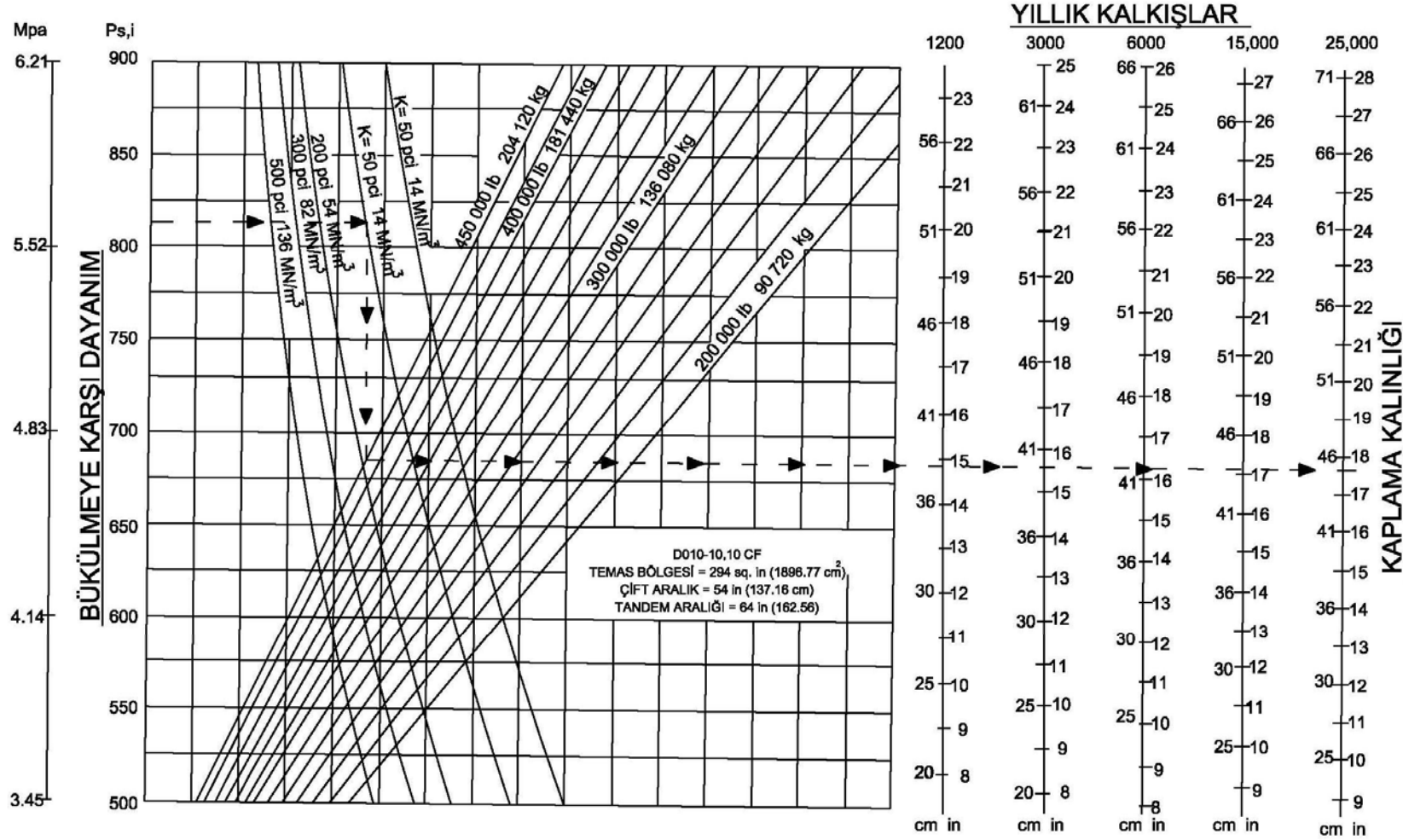
Bağlantılı bir kenara uçak yükleri uygulandığı zaman, iniş takımının bağlantılı kenara olan açısı,katmandaki gerilimin büyüklüğünü etkiler.**Çizim 3.14 ve 3.15**, tek tekerli ve çift tekerli iniş takımları,baglantıya paralel olarak yerleştirildikleri zaman maksimum gerilimdedirler.Çift tandemi bağlantılı kenara dar bir açıyla yerleştirmek maksimum gerilimi üretecektir.**Çizim 3.24 ile 3.30** arasındaki tasarım eğrileri bağlantılı kenarlara tanjant olarak yerleştirilen ama maksimum gerginliği oluşturan açıya döndürülen çift tandemli iniş takımları için hazırlanır.Bu tasarım eğrileri, uçakların kaplama bağlantılarını apronların bulunduğu pistlerde,pist sonlarında,pist-taksi yolu kavşakları,apronlar vs.. gibi açılı olarak düşük hızla geçme ihtimali olan bölgelerdeki kaplamaların tasarımında kullanılabilir.**Çizim 3.24 ile 3.30** in kullanılması isteğe bağlı olup,sadece uçakların kaplama bağlantılarını açılı olarak düşük hızla geçme ihtimalinin bulunduğu yerlerde uygulanmalıdır.



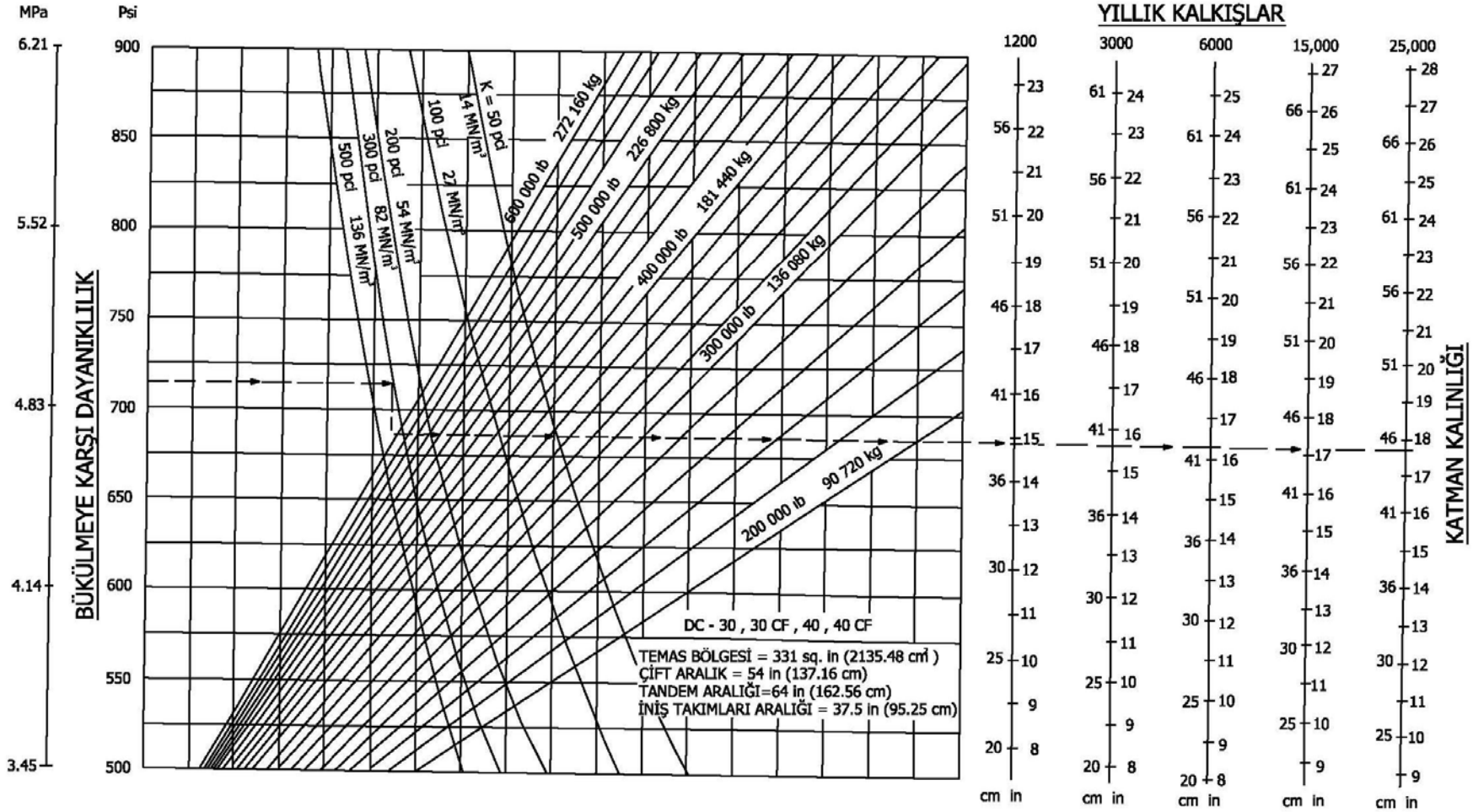
Çizim 3.24. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri-çift tandem iniş takımı(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



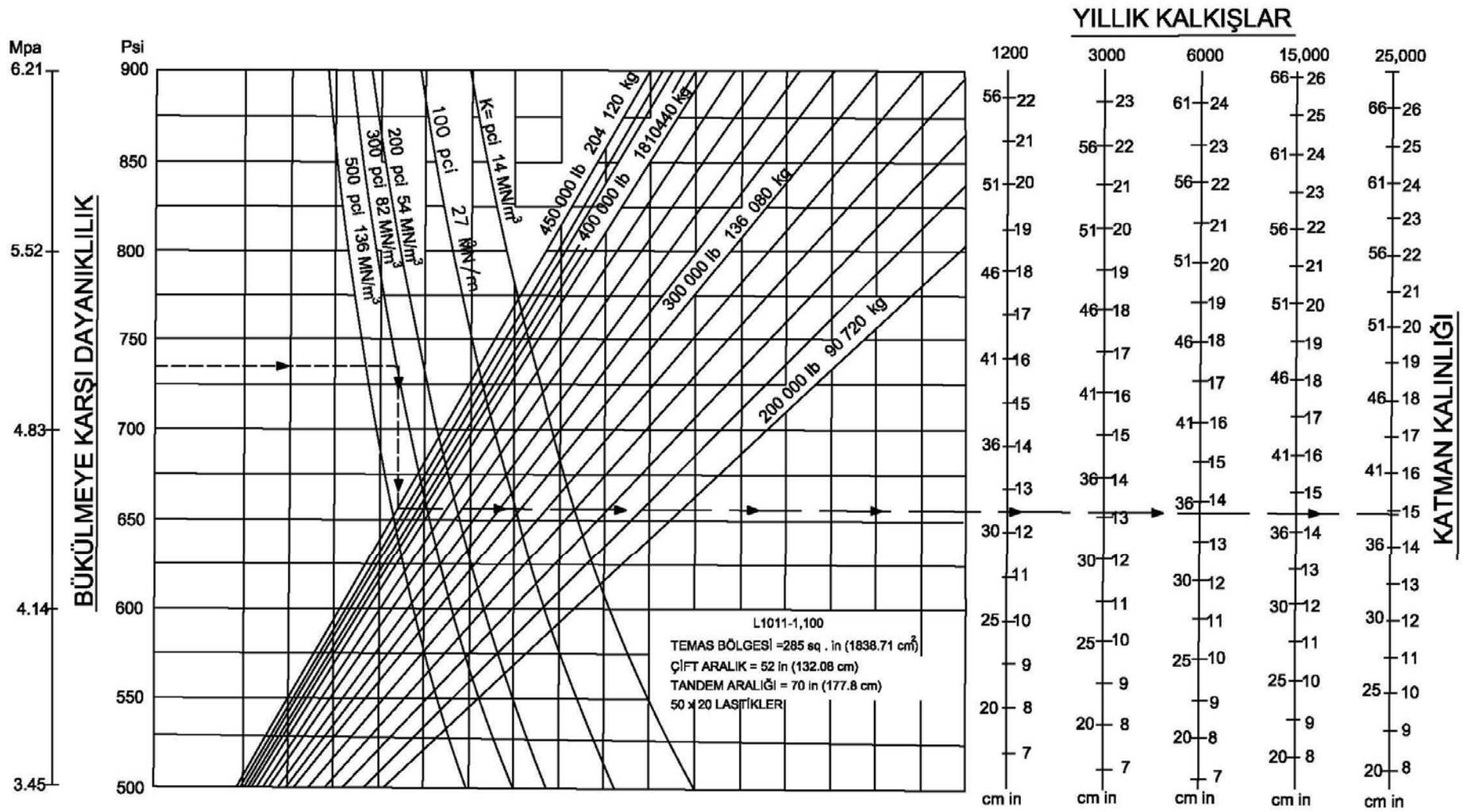
Çizim 3.25. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri -B747 – 100.SR.200 B,C,F(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



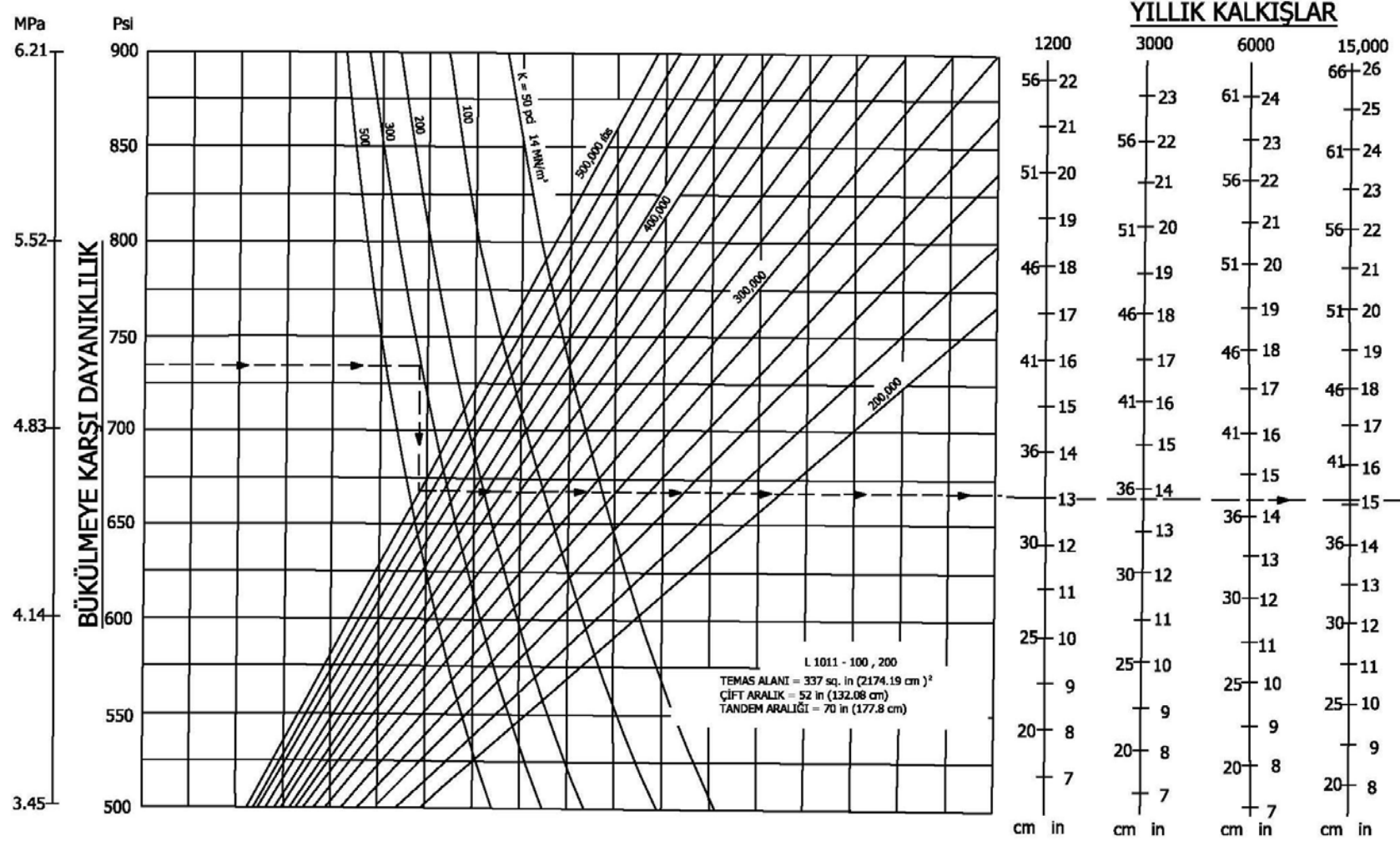
Çizim 3.27. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri –DC-10-10,10CF(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.28. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri – DC-30,30CF,40,40CF(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.29. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri –L-1011-1,100(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.30. Opsiyonel Rijit Kaplama tasarım eğrileri –L-1011-100,200(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

3.3.6. Yoğunluk Trafik Hacimleri:

Tasarım eğrileri üzerinde gösterilenin çok üzerinde yoğunlukta trafiğe maruz kalan çok sayıda havaalanı bulunmaktadır.Bu durumlarda, trafik yoğunluğundan dolayı bakım neredeyse imkansızdır ve başlangıçtaki inşaatı çok daha önemli kılar.Maalesef, hizmet vermekte olan kaplamalar üzerinde yapılan gözlemlerden elde edilen tecrübeler haricinde, yüksek trafik yoğunluğuna maruz havaalanı kaplamalarının performansı konusunda çok az bilgi bulunmaktadır.Tasarımı, trafik yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda hizmet vermek üzere yapılmış olan rijit kaplamaların aşağıdaki hususları yansıtması gerekir.

Temel: Kaplamanın temeli yapıya nihai takviyeyi sağlar.daha sonradan çıkabilecek bir uygunsuzluk problemi kaplama inşa edildikten sonra pratikte düzeltilemeyeceği için , sabit bir temel yapmak için gereken her türlü çaba gösterilmelidir.Stabilize temel altı kullanılması, tektip ve sabit bir temel sağlama konusunda önemli ölçüde yardımcı olacaktır.Genel konuşmak gerekirse, yapısal kapasite için rijit kaplama kalınlığı ile stabilize temel altı kalınlığının en ideal kombinasyonu 1:1 oranıdır.

Kalınlık: Tasarım eğrilerinde gösterilenden yıllık 25 000 kalkış seviyesinde daha fazla bir trafik yoğunluğuna sahip olan kaplamalar, trafik hacmini kaldırabilmek için, daha fazla kalınlık gerektirecektir. Kaplama kalınlıklarını aşağıda gösterilen **Tablo 3.9** 'la uyumlu olarak artırmak suretiyle ilave kalınlık sağlanabilir.

Tablo 3.9.25 000 kalkış kalınlığının bir yüzdesi olarak ifade edilen yüksek kalkış seviyeleri için kaplama kalınlıkları :

Yıllık Kalkış Seviyesi	25 000 kalkış kalınlığının yüzdesi
50 000	104
100 000	108
150 000	110
200 000	112

Tablo 3.9'de verilen değerler, araştırma verilerine ve hizmette olan kaplamalar üzerinde yapılan gözlemlere dayalı olarak yapılan tahminlerdir.**Tablo 3.9**, kalınlık yüzdesi il kalkışlar arasında logaritmik bir ilişki olduğu varsayımına dayalı olarak geliştirilmiştir.

Panel ebatı: Katman panelleri bağlantı hareketini minimize edecek şekilde yapılmalıdır.Küçük bağlantı hareketi, bağlantı üzerinden daha iyi bir yük aktarımı gerçekleşmesini sağlar ve katmanları uzayıp kısaltıklarında bağlantı dolgu malzemelerinin gerçekleştirmek zorunda oldukları uzamayı azaltır.Mümkün olan en iyi performansı sağlamak için,yüksek kalitede bağlantı dolgu malzemeleri belirlenmelidir.

3.3.7 Takviyeli beton kaplama:

Çelik takviyenin ana faydası, çatlakları önlemese de, çatlakları düzenli olmayan yüzeylerin yapısal bütünlük sağlayacağı şekilde birbirine bağlı olmasını temin edecek ve genellikle kaplama performansını iyileştirecek şekilde birbirine çok yakın tutmasıdır.Çatlakları birbirine çok yakın tutarak, çelik çatlaklıkların arasına molozların akmasını minimize eder.Takviye edilmiş beton kaplamalar için gerekli olan kalınlıklar,düz betondakilerle aynıdır, ve ilgili tasarım eğrisinden belirlenirler.Çelik takviye daha uzun bağlantı boşluklarına imkan sağlar ve bundan dolayı düz yada takviye edilmiş

beton kaplama konusunda karar verilirken maliyet avantajları açısından daha az bağlantı belirlenmelidir.

Takviyenin tütü ve aralıkları: Takviyeler, ya kaynaklanmış tel örgü yada katmanın her tarafında komple takviye sağlamak için uçları boşta bırakılmış çubuk perdahlar şeklinde olabilirler. Perdah uçları minimum 12 inç(31cm) olmalı ancak telin yada çubuğun uzunlamasına çapınının 30 katından daha az olmamalıdır. Yan perdahlar minimum 6 inç(15cm) olmalı ancak telin yada çubuğun enine çapının 20 katından daha az olmamalıdır. Neredeyse tamamıyla takviye sağlamak ama bu arada uygun bir beton kaplamaya da ulaşabilmek için, uç ve yan açıklıklar maksimum 6 inç(15cm), minimum 2 inç(5cm) olmalıdır. Uzunlamasına elemanlar 4 inçten(10 cm) az , 12 inçten(31 cm) fazla aralıklı olmamalı, enine elemanlar ise 4 inçten (10 cm) az , 24 inçten(61 cm) fazla aralıklı olmamalıdır,

Takviyenin miktarı:

a) Takviye edilmiş bir beton kaplama için gerekli olan çelik bölge temel altı çekme formülü ile sürtünme katsayısı formülünün birleştirilmesiyle belirlenir. Sonuçta ortaya çıkan formül aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$A_s = \frac{3.7L\sqrt{L_t}}{f_s}$$

Burada :

- A_s = Her bir ft genişlik yada uzunluk için çelik bölge , inç kare
- L = Katmanın uzunluk yada genişliği, ft
- t = Katmanın kalınlığı
- f_s = Çelik için izin verilebilir stres gerilimi, psi

Not: Çelik bölgesinin metrik birimlerle belirlenmesi için ;

- L metre olarak ifade edilmelidir
- t milimetre olarak ifade edilmelidir
- f_s metre kare başına meganewton olarak ifade edilmelidir
- 3.7 sabiti 0.64 e dönüştürülmelidir
- A_s = o zaman her metreye santimetre kare olarak ifade edilecektir.

b) Bu formülde katman ağırlığının her bir feet kare ve her inç kalınlık (23.6 MN/m²) için 12.5 pound olduğu varsayılmıştır. Çelikteki gerilim stresi çeliğin türüne ve derecesine göre değişiklik gösterir. İzin verilebilir gerilim stresinin, çeliğin taşıma kapasitesinin üçte ikisinin alınması tavsiye edilir. 292 Mevcut spesifikasyonlara dayalı olarak , taşıma kapasitesi ve buna karşılık gelen tasarım gerilimleri (f_s) **Tablo 3.10'**de listelenmiştir.

Tablo 3.10. Takviye çeliğin taşıma kapasitesi ve çeşitli dereceleri:

ASTM Kodu	Çeliğin Türü ve Derecesi	Taşıma kapasitesi Psi(MN/m ²)	Psi	f _s (MN/m ²)
A615	Deforme baraka çeliği,derecesi 40	40000(300)	27000	200
A616	Deforme ray çeliği,derecesi 50	50000(370)	33000	240
A616	Deforme ray çeliği,derecesi 60	60000(440)	40000	300
A616	Deforme baraka çeliği,derecesi 60	60000(440)	40000	300
A185	Soğuk çekme kaynaklı çelik tel örgü	65000(480)	43000	320
A497	Soğuk çekme kaynaklı deforme çelik tel	70000(520)	47000	350

c)Çelik takviyenin minimum yüzdesi, yüzde 0.05 olmalıdır.Çeliğin yüzdesi , çeliğin alanını , A_s , her bir uzunluk (genişlik) birimine düşen betonun alanına bölünerek ve 100 ile çarpılarak bulunur.Ekonomik olarak yerleştirilebilecek olan en düşük çelik miktarı olarak düşünebilecek olan çelik yüzdesi , 0.05'tir.Çelik takviyesi daha büyük ebatlarda katman yapma imkanı sağlar ve böylelikle enine yapı bağlantılarını azaltır.En ekonomik çelik yüzdesini belirlemek için , takviye edilmiş bir kaplamanın temeli ile ilgili maliyetler enine bağlantıların bir kısmını elimine etmek suretiyle gerçekleştirilen tasarrufla kıyaslanmalıdır.Çelik yüzdesine bağımlı olmaksızın izin verilebilecek maksimum katman uzunluğu 75ft (23 m)'dir.

3.3.8. Derzler

3.3.8.1. Beton Kaplamaların Derzlenmesi

Sıcaklık ve nem oranlarındaki değişimden kaynaklanan hacim değişiklikleri kaplama buruşmasına ve kaplamada önemli ölçüde gerilmelere neden olur. Bu gerilmelerin oluşturacağı etkileri azaltmak ve rasgele çatlamaları engellemek için kaplamayı belli aralıklarda düzenli olarak derzler aracılığı ile anolara bölmek gerekir. Donatı kullanılmadığı zaman bu anoların şekli olabildiğince kareye yakın olmalıdır.

3.3.8.1.1. Derz kategorileri

Derzler kullanım işlevlerine göre genleşme, çekilme ve yapım derzleri olarak kategorilere ayrılır. Bütün derzlerin finişleri derz contalarının ve dolgularının yerleştirilebileceği şekilde yapılacaktır. Kaplama derz detayları **Çizim 3.31, Çizim 3.32 ve Çizim 3.33** 'de verilmiş ve **Tablo 3.11** da özetlenmiş olup aşağıdaki gibi tanımlanabilir

1) Genleşme derzleri:

Genleşme derzinin amacı değişik tipteki kaplamaların ve kaplama ile yapının temas ettiği bölgelerde izalasyonu sağlamaktır iki çeşit genleşme derzi vardır .

i) Tip A :

Bu tip genleşme derzi, komşu anolar arasında yük transferinin gerçekleştirilmesi gerektiğinde kullanılır. Bu derzlerde 25 mm kalınlığında önceden kalıplanarak hazırlanmış derz dolgusu malzemesi ve yük transferini sağlamak için dübel çubukları kullanılır

ii) Tip B :

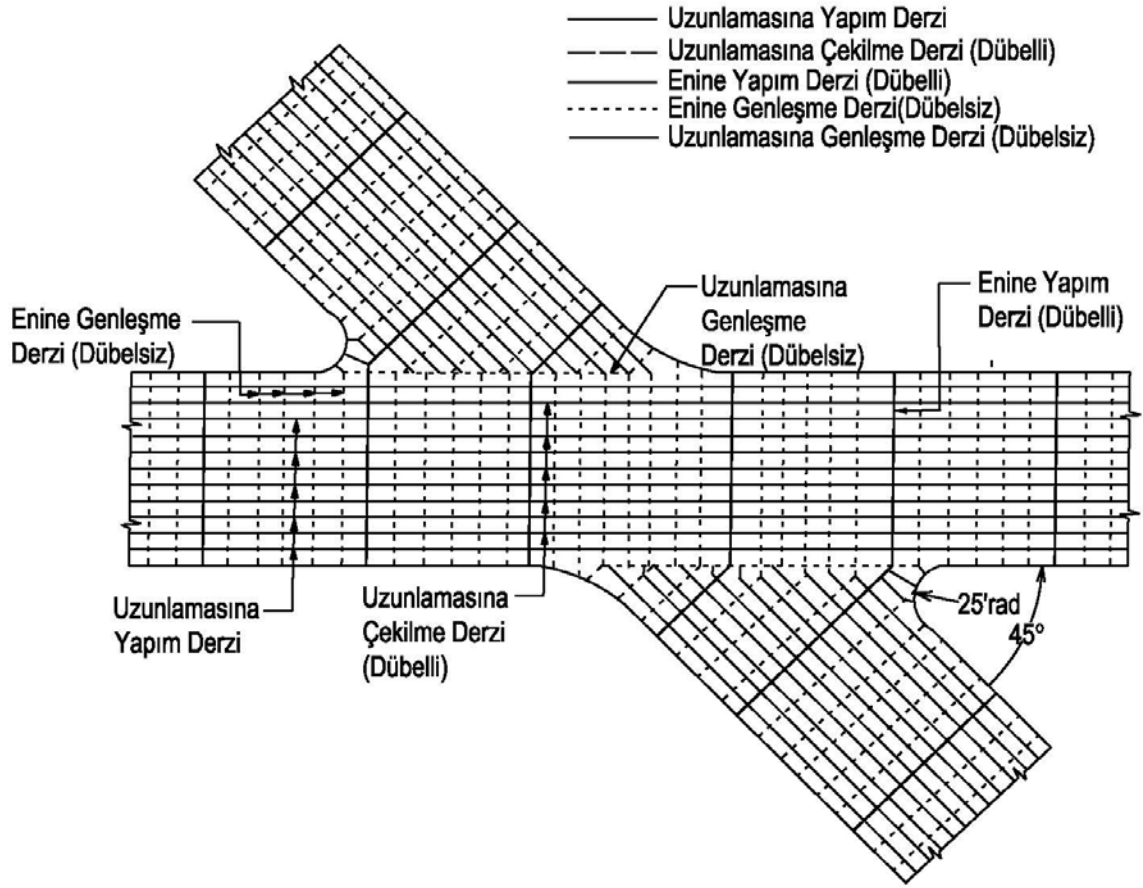
Bu tip genleşme derzleri komşu anolar arasında yatay yer değiştirmelere izin verilebilen kaplamalarda kullanılır Bu tür derzler kullanıldığında, kaplama kalınlığı derze yaklaştıkça artan şekilde kalıplanarak yapılır ve dübel çubukları kullanılmaz

2) Çekilme derzleri

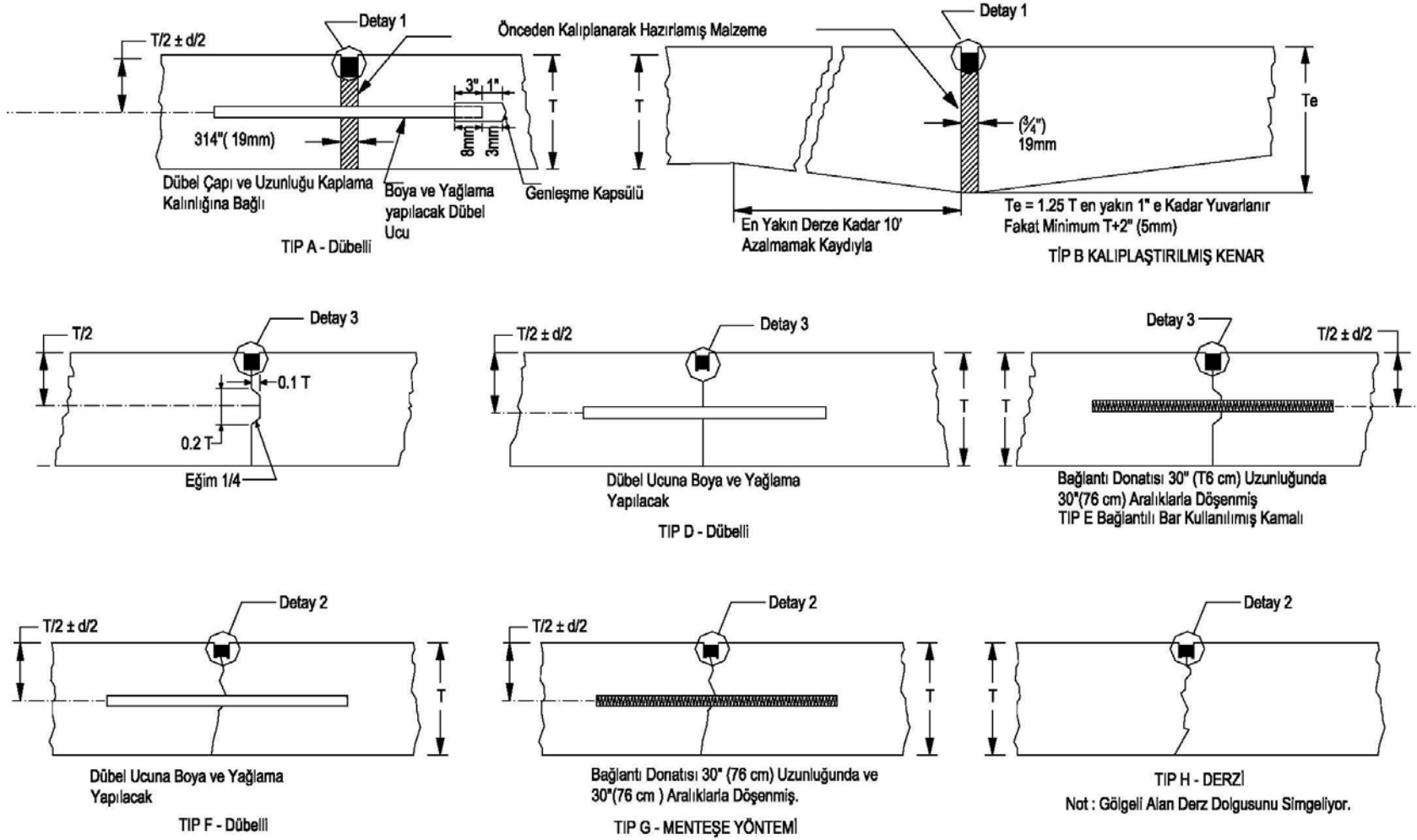
Çekilme derzleri anoların nem oranı yada sıcaklık değişikliklerinde meydana gelen çekilmeden dolayı oluşacak çatlakların kontrollü olmasını sağlamak için kullanılır. Ayrıca ano çekilme gerilmelerinde azaltılmasını sağlar. **Çizim 3.32** de bu tip derzlerin **F,G ve H** de detayları verilmektedir

3)Yapım derzleri:

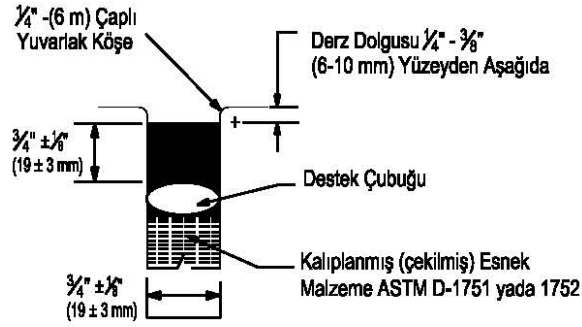
Yapım derzleri yapım sırasında değişik zamanlarda yapılan anolar arasına konur. **Çizim 3.32** de tip **C,D ve E** 'de detaylar verilmektedir



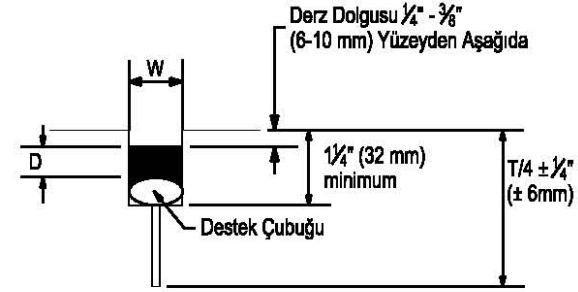
Çizim 3.31. Tipik bir Kaplama Derz Planı



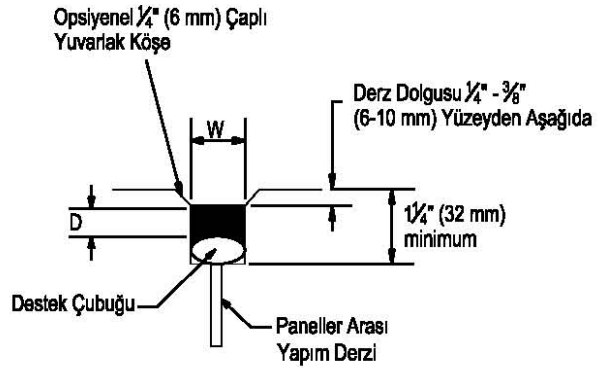
Çizim 3.32. Tipik Kaplama Derz Detayları – Profileden Görünüm (FAA AC 150/5320-6D, 1995)



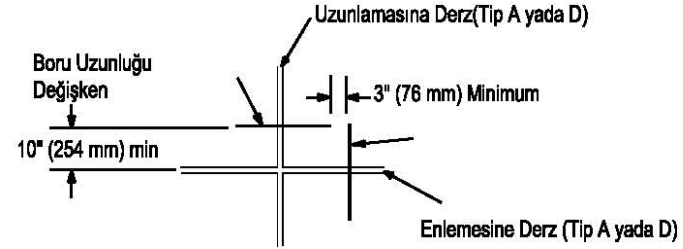
DETAY 1 GENLEŞME DERZİ



DETAY 2 BÜZÜŞME DERZİ

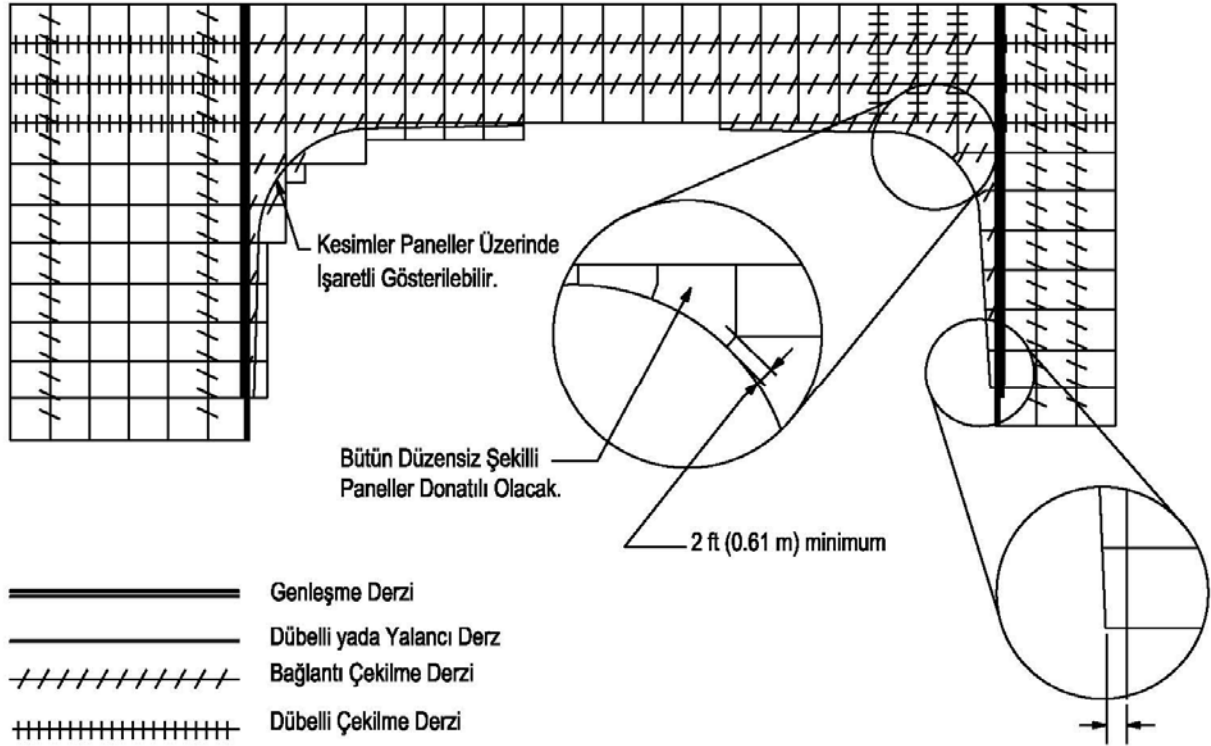


DETAY 3 YAPIM DERZİ



PLAN GÖRÜNÜŞÜ
Dübeller Derz Kenarında Tip A,D,F

Çizim 3.33. Kaplama Derz Detayları – Profilden Görünüm ve Plan Görünüşü (FAA AC 150/5320-6D, 1995)



Çizim 3.34. Detaylı Kaplama Derz Planı(FAA AC 150/5320-6D, 1995)

Tablo 3.11: Kaplama Derz Tipleri(FAA AC 150/5320-6D, 1995)

Derz Tipleri – Tanım Ve Kullanım Alanları

TİP	TANIM	BOYLAMASINA	ENLEMESİNE
A	Dübeli genleşme	Kullanılmaz	Değişik kaplama alanlarının Birleşim noktalarında kullanılır. Değişik derz detaylarının olduğu bölgelerde kullanılır.
B	Kalınlaştırılmış Kenar genleşme derzi	Dübellerin kullanımın pratik alanlarda ve kaplama bitişiği yapıların olduğu yerlerde kullanılır. Ayrıca gelecekte genişleme yapılabilecek bölgeler de olan anoların kenarlarına yapılır.	Kaplama eklemesi yapılabilecek alanlarda kullanılabilir. İnce kaplama kesitlerinde dübel kullanabilme olanağı sağlar
C	Kamalı yapım derzi	TİP E dışındaki bütün derzlerde kullanılır	Kullanılmaz
D	Dübelli yapım derzi	Bütün derzlerde kullanılır	Yapım sırasında yapımın durması durumlarında yapılır.
E	Menteşeli yapım derzi	Geniş gövdeki uçakların gelmediği taksi yollarında ve kaplama kenarından 25' yada daha az mesafede olan derzlerde kullanılır.	Kullanılmaz
F			Serbest uçtan en az üç derz

	Dübelli büzüşme derzi	Genel kullanım için düşünülebilir.	içerisinde olmak üzere genleşme derzleri arasında ilk iki derz için kullanılabilir. Donatılı kaplamalarda bütün derzlerde kullanılabilir genel kullanım için düşünülebilir.
G	Menteşeli büzüşme derzi	Geniş gövdeki uçakların gelmediği taksi yollarında ve kaplama kenarından 25' yada daha az mesafede olan derzlerde kullanıl	Kullanılmaz
H	Yapma büzüşme derzi	Bütün diğer büzüşme derzleri için kullanılabilir.	Yukardakiler dışında kalan donatısız kaplamalarda kullanılabilir.

3.3.8.1.2. Derz Aralığı

Stabilize Alttemelsiz

Stabilize alttemel olmadan yapılan kaplamalarda derz aralığı, portland çimentosu birliği (PCA) tarafından verilen kurala göre yaklaşık olarak kaplama kalınlığının iki katını geçmemelidir **Tablo 27** de derz aralıklarını verilmiştir, bazı durumlarda aralığın düşük tutulması daha uygun olabilir minimum aralıklar verilebilir ve kaplama için tesisat için mesafe kriterleri belirlenebilir. 305 mm den daha kalın olan kaplama anoları için kullanılacak aralıklar daha önceki kayıtlara bakıldığında 6.1 m uygun gözükmektedir. Donatısız anolarda en-boy oran 1.25 i geçmemelidir

Tablo 3.12 Tavsiye Edilen Maksimum Derz Aralığı
Stabilize Alttemelsiz Rijit Kaplama

Kaplama üstabaka Kalınlığı(mm)	Enine (m)	Boyuna (m)
150	3.8	3.8
175-230	4.6	4.6
230-305	6.1	6.1
≥ 305	7.6	7.6

Not:Bu tablodaki değerler kabul edilebilecek en ideal ve en büyük değerlerdir. Eğer tecrübe ile denemiş daha küçük boyutlar var ise o boyutlarda kullanılabilir. Mevsimsel yada yapım sırasında hava sıcaklığının çabuk ve çok değişmesi durumunda daha kısa aralıklar kullanılabilir

Stabilize alttemelli rijit kaplamalar

Stabilize alttemel yapılan rijit kaplamalar stabilize olmayan kaplamalara göre daha çok gerilmeye maruz kalırlar. Stabilize alttemel uygulanan rijit kaplamalarda daha değişik bir yöntemle derz aralığı hesaplanır. Enine çatlamayı önlemek için derz aralığının göreceli rijitlik yarıçapına oranı 5.0 civarında olmalıdır eğer yapım tecrübesi yoksa derz aralığı 6.1 olmalıdır Göreceli rijitlik yarıçapı westergaard tarafından kaplama döşemesinin rijitliğinin kaplama temeli rijitliğine oranı olarak alttaki formülle hesaplanır.

$$l = \left[\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k} \right]^{\frac{1}{4}}$$

l:göreceli rijitlik yarıçapı (inç)

E:betonun elastite modülü (4×10^6 psi)

h:kaplama döşemesi kalınlığı ,(inç)

u:Poisson oranı (betonda genellikle 0.15)

k:Zemin reaksiyon modülü,(psi)

3.3.8.2.Özel Derzleme Durumları

Bazı durumlarda özel derzler kullanılmalıdır.Altta bu durumlarda ilgili bilgiler verilmiştir

a)Kamalı derzler:kalınlığı 230mm den az olan kaplamalar için kullanılmamalıdır

b)Geniş gövdeli uçaklar için derz sistemleri: Kamalı derzlerde düşük dayanımlı temeller olması durumunda, geniş gövdeli uçakların kullandığı platform derzleri dayanıklı olmamaktadır.Bu durumda ilgili altta tavsiyeler verilmiştir

(1)Düşük dayanımlı temeller: Temel modülü 54 MN/m^3 olan temeller için dübelli yada kalın kenarlı yapım derzi tavsiye edilir,Tip D yada B kullanılabilir. Kamalı derzler kullanılmamalıdır. Trafiğin yoğun olmadığı alanlarda Tip C kullanılabilir

(2)Orta dayanımlı temeller Temel modülü 54 MN/m^3 ile 109 MN/m^3 olan kaplamalarda yapım derzi Tip A dübelli yada kalın kenarlı yöntemler kullanılabilir Birbirine bağlanabilecek maksimum kaplama genişliği birçok faktöre bağlıdır Zemin sürtünme katsayıları, kaplama kalınlığı ve iklimsel koşullarda faktörlerden bazılarıdır Normalde birbirine bağlı kaplamaların maksimum genişliği 23 m yi geçmemelidir Düşük yoğunluklu trafiğin olduğu alanlarda Tip C kullanılabilir

(3)Yüksek dayanımlı temeller 109 m^3 ve daha yüksek temel modülüne sahip konvansiyonel kamalı derzlerde, Tip C, trafiğe bakılmasızın kullanılabilir. 230 mm dan daha az kaplama kalınlığında kama kullanılmaması buradada geçerlidir

3.3.8.3.Dübeller

a) Bağlama Donatıları: Bağlama barları uzunlamasına çekilme derzlerinde ve kamalı derzlerde döşemeleri bir arada tutmak için kullanılır. Yük transfer elemanı olarak çalışmazlar. Derzin daha fazla açılmasını önleyerek yük transferi kamalarla yada agrega sıkışması yoluyla yapılır bu barlar 16mm cap ve 760 mm aralıklı yerleştirilecek şekilde ayarlanmalıdır

(b)Dübeller:Dübeller anoların göreceli olarak hareketini engellemek ve yük transferi yapmak için kullanılır Dübeller komşu anoların yatay hareketini engellememelidir

(1) Kullanım yerleri: Yük transferi yapacak dübeller bütün enlemesi derzlerde ve alın altına tipte yapım derzlerinde kullanılabilir. Çekilme derzleri için platform kenarından en uç derz sonrasında kullanılabilir. Kaplama için çekilme derzleri yalan köşeli tip olabilir

(2) Boyutlar uzunluk ve aralıklar: Dübeller kesme ve bölme kuvvetlerine karşı dayanıklı olacak şekilde boyutlandırılacaktır. Dübел çapı, aralığı ve uzunlukları öyle ayarlanmalıdır ki betonda oluşan basınç gerilmeleri çatlamalara yol açmayacaktır. **Tablo 3.13** de kaplama kalınlıklarına göre dübel boyutları verilmektedir.

Dübeller için

Tablo 3.13 Boyutlar ve aralıklar
Ano kalınlığı çap uzunluk aralık

Ano kalınlığı	Çap	Uzunluk	Aralık
150-180mm	20mm	460mm	905mm
210-305 mm	25mm	480mm	305mm
330-405mm	30mm	510mm	380mm
430-510mm	40mm	510mm	460mm
535-610mm	50mm	610mm	460mm

(3)Dübel yerleştirme: Dübellerin pozisyonları başarılı bir derz için önemlidir. Enine dübeller genellikle sepetle alttemel kısmına bağlanır ve desteklenirler. Beton yerleştirme sırasında sepetlerin sağlam yerleştirilmeleri dübellerin pozisyonlarını korumaları açısından önemlidir

3.3.8.4.Derz Contaları ve Dolguları

Dolgular derze yabancı madde girmesini önlemek yada su girişini engellemek amacıyla yerleştirilir. Genleşme derzlerinde kalıplanmış derz contası kullanılır. Fuel-oil yayılabilecek yerlere fuel oil geçişine dayanıklı derz contası yada dolgusu kullanılmalıdır

3.3.8.5.Derz Planı

3.3.8.5.1.İzolasyon Derzleri

Taksi yolu ve pist gibi iki çeşit kaplamanın birleştiği yerde kaplamanın bağımsız hareket edebilmesi için yapılır. Tip B genleşme derzi kullanılarak izolasyon yapmak en iyi metottur. İki tür kaplamanın rahatlıkla genleşme ve daralma yapabilmesi için genleşme derzinin seçileceği yer önemlidir bir tane izolasyon derzi genellikle bağımsız hareket sağlama bakımından yeterlidir

3.3.8.5.2.Sık Rastlanmayan Şekilde Anolar

Bu tür anolarda genellikle çatlaklar oluşur, bu nedenle anoların genellikle kare yada dikdörtgen olarak tasarlanması gerekmektedir. özellikle kaplama geçişlerinin yapıldığı bölgelerde bu tür ara anoları kullanmadan tasarım yapmak imkansızdır. Bu tür şekillere sahip anolarda donatı kullanılarak çatlakları önlemek için tavsiye edilen bir yöntemdir. Bu tür anolarda ve en boy oranı 1.25 i geçen anolarda 5% donatı kullanılması tavsiye edilir. Geçiş anolarında normal kare yada dikdörtgen olarak yapılabilir ve kullanılmayan kısımlarda bitüm ile boyanıp kapatılabilir

3.3.8.6.Donatılı Kaplama

Kaplamada donatı kullanılması çatlaklar önleyemeyebilir ama çatlakların genişlemesi engeller ve kırılan parçaların beraber hareket etmesini sağlayarak yapısal bütünlüğün çok bozulmasını engeller ve

kaplama performansının belli bir düzeyde olmasını sağlar. Çatlak genişliklerinin minimumda kalması çatlaklara parçacıklarının girişini engeller. Kaplama kalınlığı donatılı kaplamalarda düz kaplamalara göre hiçbir değişiklik göstermez donatılı kaplamalar daha fazla derz aralığı bırakılmasına izin verdiği için yapım masrafları açısından değerlendirildiğinde daha ekonomik bir çözüm olabilir

3.3.8.7. Donatı Tipi Ve Aralığı

Donatı tipi kaynaklı hasır çelik yada çubukların belli aralıklarda bağlanmasıyla yapılır. Uzunlamasına donatı örtüşme mesafesi minimum 305 mm yada minimum uzunlamasına çubuk çapının 30 katı enlemesine donatı örtüşme mesafesi minimum 150 mm yada enlemesine çubuk donatı çapının 20 katı olmalıdır Uzunlamasına ve enlemesine kaplama sırasıyla maksimum 150 mm yada enlemesine kaplama sırasıyla maksimum 150 mm ve 50 mm olmalıdır. Uzunlamasına donatı aralığı 100 mm olan az ve 305 mm den fazla olmamalıdır. Enlemesine elemanlarda aralık 100 mm olan az 610 mm den fazla olmamalıdır

3.3.8.8. Donatı Miktarı

Donatılı kaplama için gerekli olan donatı zemin sürüklenme ve sürtünme katsayısı formülerinin birleştirilmesi ise oluşur sonuç olarak donatı miktarı alttaki formülle hesaplanır.

$$As = \frac{(3.7)L\sqrt{Lt}}{fs}$$

As: Donatı miktarı inç inç ye yada inç 2 ye düşen miktar

L: Anonun uzunluğu ft

T: Anonun kalınlığı inç

Fs: Çelik dayanımı

3.4. Havaalanı kaplamalarını yeniden kaplama

Genel:

Çeşitli nedenlerden dolayı , havaalanı kaplamalarını yeniden kaplamaya ihtiyaç duyulabilir. Bir kaplama aşırı yükten dolayı hizmet vermeye yetebilecek bir seviyede bakımı yapılamayacak bir şekilde hasar görmüş olabilir. Yine buna benzer bir şekilde , iyi durumdaki bir kaplama , başlangıçta kaplama tasarımı yapılırken dikkate alınan uçaklardan daha ağır uçaklara hizmet verebilmek için bir güçlendirme gerektirebilir. Bir kaplama , sırf orjinal kaplama tasarım ömrünü tamamladığı ve “eskidiği” için de yeniden kaplamayı gerektirebilir. Genel olarak, havaalanı kaplamalarına yeniden kaplamalar ya Portland çimento betonundan ya da bitüm betondan oluşur.

Yeniden kaplamalarla ilgili olan tanımlamalar aşağıdaki şekildedir

- Yeniden Kaplama: Mevcut bir kaplamanın üzerine inşa edilmiş olan yeni bir kaplama.
- Bitüm Kaplama: Mevcut bir kaplamanın üzerine inşa edilmiş olan bitüm bir kaplama.
- Beton Kaplama: Mevcut bir kaplamanın üzerine inşa edilmiş olan Portland çimento betonundan kaplama.
- Sandviç Kaplama: Granüler bir ayırma tabakası bulunduran bir yeniden kaplama.

3.4.1. Bitüm kaplamaların tasarımı:

Bitüm kaplamalar hem esnek hemde rijit kaplamalara uygulanabilir.Bitüm kaplamaların mevcut esnek yada rijit kaplamalar üzerine yerleştirilip yerleştirilemeyeceğine dair tasarım için uygulanabilecek belli kriterler bulunmaktadır.

a) Eski ve yeni yüzeyler arasında granüler bir ayırma tabakası bulunan yeniden kaplamalarda izin verilmez.Granüler ayırma tabakası bulunduran kaplamalar"sandwich kaplamalar olarak adlandırılırlar.Ayırma tabakası suya doyma eğilimi gösterdiği ve nispeten tahmin edilemez bir performans gösterdikleri için Sandwich kaplamalara izin verilmez.Ayırma tabakasının doymuşluğu yüzey sularının içeri sızmasından , zemin yada damar sularının karışması veya atmosferdeki su yoğunluğundan kaynaklanır.Her hangi bir durumda , ayırma tabakasındaki su genellikle uygun bir şekilde akıtılmaz ve kaplamanın dayanıklılığını ciddi bir biçimde düşürür

b) Dayanıklılığı artırmak için bitüm kaplamalarının minimum 3 inç(7,5 cm) bir kalınlığa sahip olması gerekir.

3.4.2. Mevcut esnek kaplamalar üzerinde bitüm kaplamalar :

a) Esnek bir kaplamanın istenilen yük ve tasarımdakine eşdeğer kalkışların sayısı için gerekli olan kalınlığı belirlemek için uygun temel esnek kaplama eğrileri kullanılır.Temel altı malzemesi ve temel altı için bir CBR değeri gereklidir.Bütün kaplama tabakalarının kalınlıkları belirlenmelidir.Kaplamanın şartlarını belirlemek için , temel altı ve zemin altı üzerinde gerekli olan kaplama kalınlığı ve minimum pist zemini şartları ile mevcut kaplama kıyaslanmalıdır.

b) Mevcut kaplamanın çeşitli tabakalarında yapılacak ayarlamalar , tasarımı tamamlamak için gerekli olabilir.Bitüm yüzeyler zemine , zemin de zemin altına dönüştürülmek durumunda kalabilir.Yüzeyin zemine dönüştürülmesinde olduğu gibi , kaliteli bir malzeme daha düşük kalitede bir malzemeye dönüşebilir.Örneğin, zemin altı fazlalığı zemine dönüştürülemez.Tabakaların dönüştürülmesinde bir klavuz olarak Tablo 17 ve 18'de gösterilen eşdeğerlik faktörleri kullanılabilir.Gösterilen değerlerin yeni malzeme için olduğu dikkate alınmalı ve mevcut kaplamalar için faktörlerin belirlenmesi akli yürütme ve tecrübeye dayalı olarak yapılmalıdır

Yüzeydeki çatlaklıklar , yüksek derecede oksidasyon , zayıf dayanıklılık göstergeleri vs.. eşdeğerlik faktörlerini düşürme ihtimali olan unsurlardan sadece birkaçıdır.Mevcut kaplamadaki granüler tabakaların arasına yerleştirilen her hangi bir bitüm tabaka , granüler zemin veya granüler zemin altı olarak inç be inç incelenmelidir.

c) Bitüm bir tabakanın tasarım prosedürünü göstermek açısından , mevcut bir taksi yolu kaplamasınının aşağıdaki kısımlardan oluştuğunu düşünelim.Zemin ı CBR 7 , bitüm yüzey tabakası 4 inç (10 cm) kalınlıkta , temel tabakası 6 inç (15cm) kalınlıkta, alttemel 10 inç (25cm) kalınlıkta ve alttemel CBR 15 olsun.Buzlanma göz ardı edilebilecek kadar önemsizdir.Mevcut kaplamanın 100 000 LB (45 000kg) ağırlığında ve yıllık kalkış sayısı 3000 olan çift tekerli bir uçağa hizmet verecek şekilde dayanıklılığının artırılacağını varsayalım.Bu şartlarda gerekli olan esnek kaplama:

Tablo 3.13. Esnek Kaplama Kalınlığı

Bitüm Yüzey	4 inç (10 cm)
Temel	9 inç (23 cm)
Alttemel	10 inç (25 cm)
Toplam Kaplama Kalınlığı	23 inç (58 cm)

CBR 7 olan zemini korumak için toplam kaplama kalınlığının 23inç(58cm) olması gerekir.CBR 15 olan alttemeli korumak için de yüzey ile temelin birleşik kalınlığı 13 inç(33cm) olması gerekir.Böylelikle mevcut kaplama toplam kaplama kalınlığında , tamamı temel tabakasında olmak üzere 3 inç (7.5 cm) bir eksiklik gösterir.Çizimi dikkate alarak , mevcut bitüm yüzeyin bu şartlar altında yüzeyin , temelin için 1.3'e 1' lik birleşikdeğerlilik oranı ile ikame edebileceğini kabul edelim.2,5 inç (6cm) yüzeyin temele dönüştürülmesi , 1.5 inç (4cm) dönüştürülmemiş yüzeyi bırakarak 9,2 inç (23 cm) bir pist tabakası kalınlığı gerektirir.4 inç (10 cm) kalınlıkta bir yüzey elde etmek için 2.5 inç (6,5 cm) kalınlıkta bir kaplama gerektirecektir.Bu örnekte minimum 3 inç (7,5 cm) kaplama kalınlığı kontrol sağlayacak , 3 inç (7,5 cm) bir kaplama kalınlığı gerekli olacaktır.

d) Esnek kaplamalar için bitüm yüzeyin tasarımını yapmaktaki en büyük zorluk ,temel ile alttemel ve dönüştürülecek olan tabakaların CBR'nın belirlenmesidir.Temel ve alttemel CBR değerleri en iyi araziye CBR testlerini gerçekleştirmek suretiyle belirlenebilir.

Arazi CBR testleri yürütülürken temel ve alttemelin nemliliğinin dengeli bir seviyede olması gerekir.Normal olarak , en azından 3 yıldır hizmet görmekte olan bir kaplama nemlilik açısından dengede olacaktır. Tabaka dönüştürmeleri , yani ,temelin alttemele dönüştürülmesi vs... büyük oranda bir mühendislik konusudur.dönüştürülmeler yapılırken , dönüştürülen hiçbir kalınlığın yuvarlanmaması tavsiye edilir.

3.4.3. Mevcut rijit kaplama üzerinde bitüm kaplama

Mevcut bir rijit kaplama üzerinde gerekli olan bitüm kaplama kalınlığını tespit etmek için , öncelikle tasarım şartlarını karşılayacak rijit kaplama kalınlığını belirlemek gerekir.Bu kalınlık daha sonra , mevcut rijit kaplama üzerinmde ortaya çıkacak olan çatlaklığın derecesini kontrol eden bir F faktörü aracılığı ile düzeltilir.Mevcut rijit kaplamanın etkili kalınlığı bir şart faktörü C_h aracılığı ile de ayarlanır.F ve C_h faktörleri bitüm kaplamanın belirlenmesi sırasında aşağıda tartışılan iki farklı fonksiyonu yerine getirirler.

a) Mevcut kaplama zemini üzerinde ortaya çıkacak olan çatlaklığın derecesini kontrol eden f faktörü,trafik yoğunluğu ile alttemel dayanıklılığının bir fonksiyonudur.

Seçilen F faktörü kaplama ve kaplama temelinin son durumunu ortaya çıkaracaktır.Etkili olan F faktörü , bitümden bir kaplamanın geleneksel rijit kaplamalardan daha fazla çatlaklıklara ve bozukluklara izin vermesinden dolayı , tasarım eğrisinden belirlenen bütün beton tek katman kalınlığının gerekli olmadığını göstermektedir.Bitüm yüzeyler , soyulmayacağından ve bozukluklara rijit kaplamaların tamamından daha fazla uyum sağlayabileceğinden , daha fazla çatlaklıklara ve bozukluklara izin verilebilir..**Çizim 3.35** tasarımcıya uygun F değerini seçme imkanı tanıyan bir grafikdir.

b) Şart faktörü C_h mevcut rijit kaplamaya uygulanır. C_h faktörü mevcut kaplamanın yapısal bütünlüğünün bir değerlendirmesidir.Uygun C_h değerinin belirlenmesi , sadece genel ana hatların sağlanabildiği bir karardır.

Mevcut katmanlarda sadece başlangıç seviyesinde önemsiz çatlaklar varsa 1.0 bir C_h değeri , Katmanlarda çok sayıda çatlaklık bulunuyorsa 0.75 C_h değeri kullanılır.Tasarımcı , bitüm tasarım kaplamalarında kullanılan C_h değerlerinin rijit kaplama kaplamalarında kullanılan C_r değerlerinden

farklı olduğu konusunda uyarılmalıdır. minimum C_h değeri 0.75'dir. Bir kaplama yapısı içerisindeki C_h değeri farklı olmamalıdır.

c) F faktörü , şart faktörü C_h ve rijit kaplamanın tek kalınlığı tespit edildikten sonra bitüm kaplamanın kalınlığı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$t = 2.5(F_h - C_h h_c)$$

Burada;

t = bitüm kaplamanın kalınlığı , inç

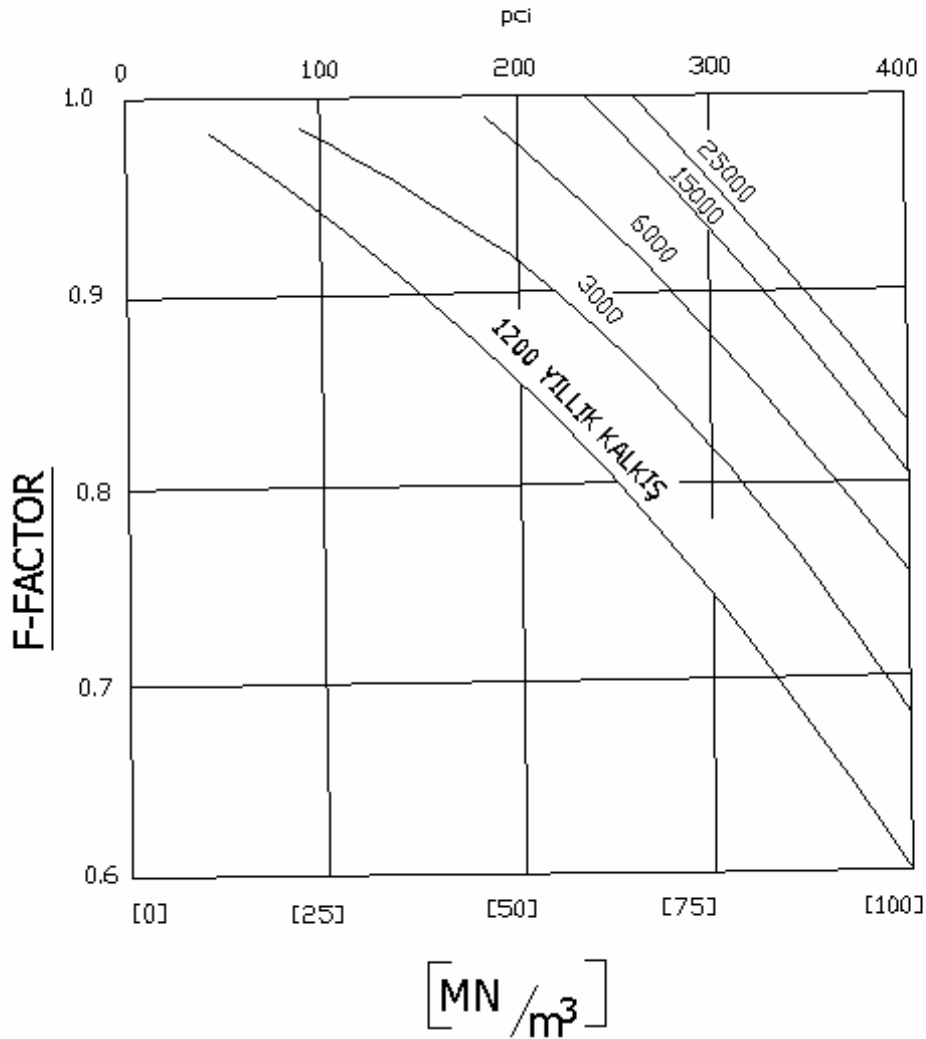
F = kaplama zeminindeki çatlaklığın derecesini kontrol eden faktör

h = tasarım şartları için gerekli olan rijit kaplamanın tek kalınlığı, inç. Bu h değeri tam olarak kullanılır, yuvarlatma yapılmaz.

C_h = kaplama zemini için 1.0 ila 0.75 arasında bulunan şart faktörü

h_c = mevcut rijit kaplamanın kalınlığı , inç

ZEMİN REAKSİYON MODÜLÜ



Çizim 3.35. Çeşitli trafik şartlarında zemin reaksiyonlarının F faktörlerine karşı grafiği:

Bitüm kaplamanın kalınlığının metrik birimlere göre hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılır:

$$t = 2.5(F_h - C_h h_c)$$

Burada

t santimetre olarak
h santimetre olarak
h_c santimetre olarak

d) Halen bitüm bir kaplamaya sahip olan rijit bir kaplama için bir bitüm tabakanın tasarımı biraz farklıdır.Tasarımcı , problemi, mevcut bitüm kaplama yokmuş gibi ele almalı , gerekli kaplama kalınlığını hesaplamalı ve daha sonra hesapladığı kalınlığı mevcut kaplamayı destekleyecek şekilde ayarlamalıdır.Eğer bu prosedür kullanılmazsa, genellikle uygun olmayan sonuçlar ortaya çıkar.

1) Prosedürle ilgili bir örnek şöyledir.Mevcut kaplamanın 3 inç (7.5 cm) bitüm kaplaması olan 10 inç (25 cm) bir rijit kaplamadan oluştuğunu kabul edelim.Mevcut kaplamanın 14 inç (36 cm) bir tek rijit kaplama kalınlığına eşdeğerde olacak şekilde güçlendirilmelidir.Mevcut şartlar için 0.9 F faktörü ile 0.9 C_h'in uygun olduğunu kabul edelim.

2) Gerekli bitüm kaplama kalınlığı , 3 inç (7.5 cm) kalınlığındaki mevcut kaplama yokmuş gibi hesaplayalım.

$$t = 2.5 (0.9 \times 14 - 0.9 \times 10)$$
$$t = 9 \text{ inç (23 cm)}$$

3) Daha sonra mevcut bitüm kaplama için bir tahsisat yapılır.bu örnekte mevcut kaplamanın etkili kalınlığının sadece 2.5 inç (6 cm) olduğunu varsayalım. O zaman gerekli kaplama kalınlığı 9 – 2.5 = 6.5 inç (17 cm) olacaktır.Mevcut kaplamanın etkili kalınlığının belirlenmesi bir mühendislik meselesidir.

e) Rijit kaplamalar üzerindeki bitüm kaplamaların kalınlığını hesaplamak için gerekli olan formül , rijit kaplama zemininin kalınlığından küçük yada ona eşit olan kaplama kalınlıklarına sınırlı bir şekilde uygulanabilir.Eğer kaplama kalınlığı kaplama zemininin kalınlığını aşarsa , tasarımcı kaplamayı esnek bir kaplama olarak düşünmeli ve mevcut rijit kaplamayı yüksek kalitede zemin malzemesi olarak ele almalıdır.Bu sınırlama , formülün mevcut rijit kaplamanın gerilme faaliyetiyle önemli ölçüde bir yükü destekleyebileceği varsayımına dayanmaktadır.Ancak gerilme katkısı , kalın bitüm kaplamalar için gözardı edilebilir hale gelmektedir.

3.4.4. Beton kaplamaların tasarımı :

Beton kaplamalar mevcut rijit ve esnek kaplamalar üzerine inşa edilebilirler.Bir esnek kaplama , doğrudan bir rijit kaplama ya da bir düzeltme tabakası üzerine yerleştirilecek bir beton kaplama için izin verilebilir minimum kalınlık 5 inç (13 cm)'dir.Mevcut bir rijit kaplamaya bağlanan beton kaplamanın minimum kalınlığı 3 inç (7.5 cm)'dir.Beton kaplamaların tasarımı zemin ile kaplama kısmının tek bir katman kalınlığında düzleştirilmesine dayanmaktadır.Burada sunulan formülleri testlerle izlenen kaplamalarda yapılan incelemeler ile hizmette olan kaplamaların gözlemlenmesinden geliştirilmiştir.

3.4.5.Esnek kaplama üzerinde beton kaplama:

Mevcut bir esnek kaplama üzerinde beton bir kaplama tasarımı 4.1.18'deki tasarım eğrilerine dayanmaktadır.Mevcut esnek kaplamanın kaplama katmanı için bir temel olduğu düşünülür.

- a) Rijit kaplama tasarımı için , **Çizim 3.3 ya da 3.23** kullanılarak veya mevcut esnek kaplama üzerinde bir plaka taşıma testi uygulayarak mevcut esnek kaplamaya bir k değeri atfedilmelidir.Her iki durumda da atfedilen k değeri 500'ü aşmamalıdır.
- b) Buzlanma şartlarından dolayı ilave kalınlık gerekirse , sonuçta bir sandwich kaplama ortaya çıkacağından , stabilize olmayan malzemenin kullanılmasına izin verilmez.Buzlanmadan korunma stabilize malzemelerle sağlanmalıdır.

3.4.6. Rijit kaplama üzerinde beton kaplama :

Mevcut bir rijit kaplama üzerinde beton bir kaplama da rijit kaplama tasarım eğrilerine dayanmaktadır.Rijit kaplama tasarım eğrileri beton kaplamanın tek bir kalınlığı için gerekli olan tasarım şartlarını karşılayacak beton kalınlığını gösterirler.Bu metodun kullanılması , tasarımcının mevcut temele bir k değeri vermesini gerektirir.

Bu k değeri mevcut rijit kaplamanın çeşitli yerlerinde açılan test çukurları aracılığıyla gerçekleştirilen saha dayanıklılık testleri ile belirlenebilir veya mevcut kaplama için tutulan inşaat kayıtlarından tahmin edilebilir.Rijit bir kapala üzerinde beton bir kaplamanın tasarımı için mevcut rijit kaplamanın yapısal bütünlüğünün bir değerlendirmesi yapılmalıdır.Şart faktörü kaplama şartları araştırmasından sonra seçilmelidir.Bir şart faktörünün seçimi , bir mühendislik konusudur.Mevcut bir kaplamanın şartları değerlendirilirken yıkıcı olmayan test metodunun (NDT) kullanılması önemli bir değer taşır.NDT test çukurlarının yerlerinin belirlenmesi için de kullanılabilir.Şart faktörlerinin daha çok tektip bir değerlendirmesini sağlamak için aşağıdaki değerler tanımlanır:

C_r = İyi şartlardaki mevcut kaplama için 1.0 – bazı küçük çatlaklıklar görülür ama yapısal bozukluk yoktur.

C_r = Yükten dolayı başlangıç seviyesinde köşe çatlaklıkları içeren ama ileri derecede çatlaklık ya da bağlantı bozuklukları olmayan mevcut kaplama için 0.75

C_r = Yapısal şartları çok zayıf olan mevcut kaplama için 0.35 – kötü bir şekilde çatlamış ya da ezilmiş ve bozulmuş bağlantılar.

Yukarıda açıklama üç şart , tasarımcının tespit edilebileceği yegane değerler olmaktan çok , şart faktörünü göstretmek için kullanılmıştır.Belli bir yerdeki şartlar , tavsiye edilen C_r değerleri içerisinde bir ortalama olarakta kullanılabilir.

Düzeltilme tabakası olmaksızın beton kaplama : Mevcut rijit kaplama üzerine doğrudan uygulanan beton kaplama katmanının kalınlığı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$h_c = \sqrt[1.4]{h^{1.4} - C_r h_e^{1.4}}$$

h_c = Beton kaplama için gerekli kalınlık

h = tasarım eğrisinde belirlenen gerekli tek katman kalınlığı

h_e = Mevcut rijit kaplamanın kalınlığı

C_r = Şart faktörü

Yukarıdaki formülde uygun olmayan üslerin kullanılmasından dolayı , **Çizim 3.26 ve 3.27** de formülün çözümünün grafiksel göstergeleri verilmiştir.Bu grafikler sadece iki çeşit şart faktörü , $Cr = 10.0$ ve $Cr = 0.75$, için hazırlanmıştır.Bir beton kaplama kaplamının , şart faktörü 0.75'ten daha küçük olan bir rijit kaplama üzerine doğrudan uygulanması , yansıma çatlaklıkları ihtimalinden dolayı tavsiye edilmez.

Düzeltilme tabakası olan beton kaplama : Bazı durumlarda mevcut bir rijit kaplamaya beton kaplama yapılmadan önce bir düzeltme yapmak gerekebilir.Bu şartlar altında kaplama kalınlığının hesaplanması için farklı bir formül uygulanması gerekir.Mevcut kaplama ile yeniden yapılan kaplama birbirinden ayrılmışsa , katmanlar , birbirlerine temasları oldukları zamankinden daha bağımsız hareket ederler.Bir düzeltme tabakası uygulandığı zaman kullanılacak olan formül aşağıdaki gibidir:

$$h_c = \sqrt[1.4]{h^2 - C_r h_e^2}$$

h_c = Beton kaplama için gereken kalınlık

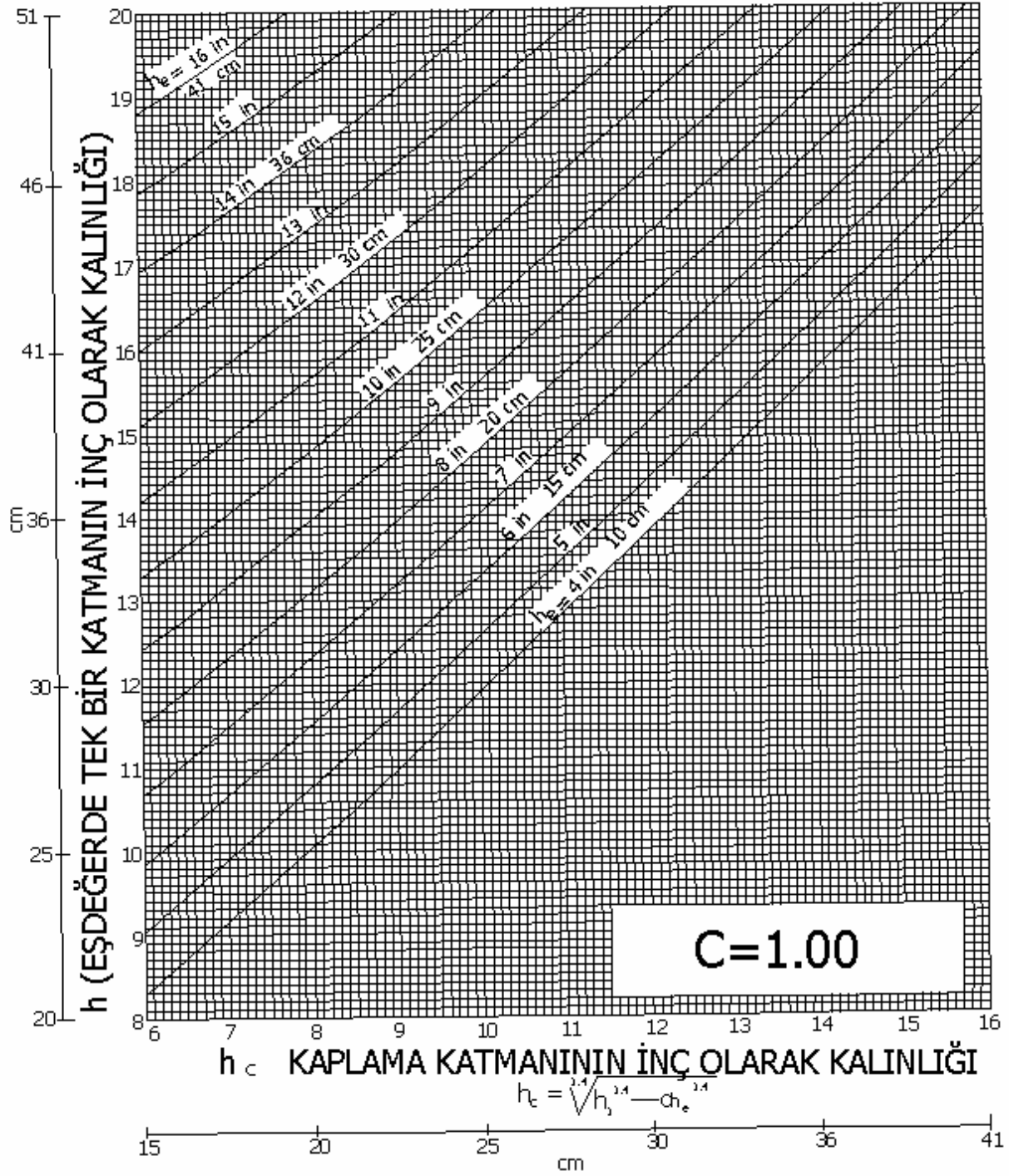
h = Tasarım eğrisinden belirlenen gerekli tek katman kalınlığı

h_e = Mevcut rijit kaplamanın kalınlığı

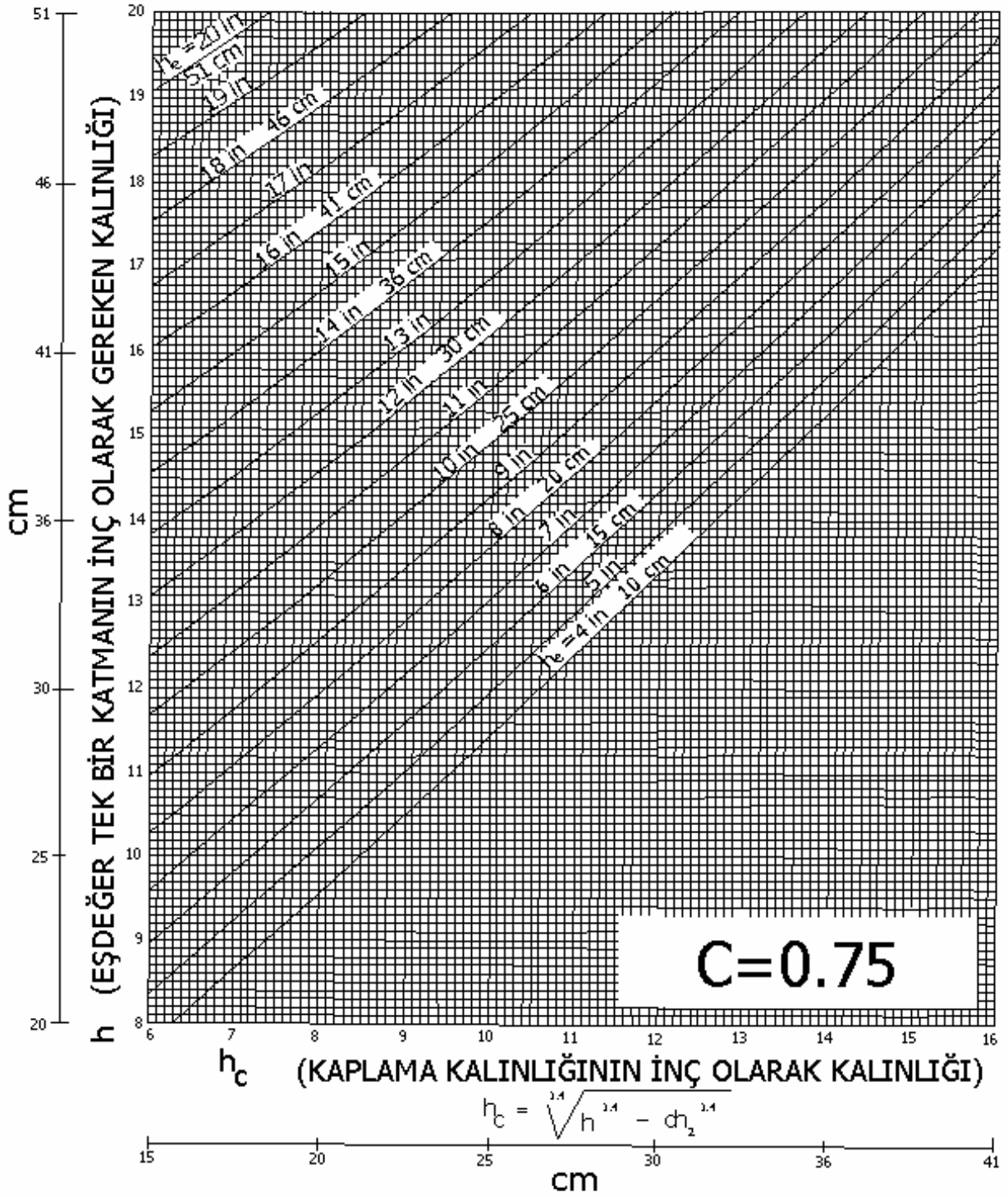
C_r = şart faktörü

Düzeltilme tabakası sağlam bir bitüm betondan yapılmalıdır.

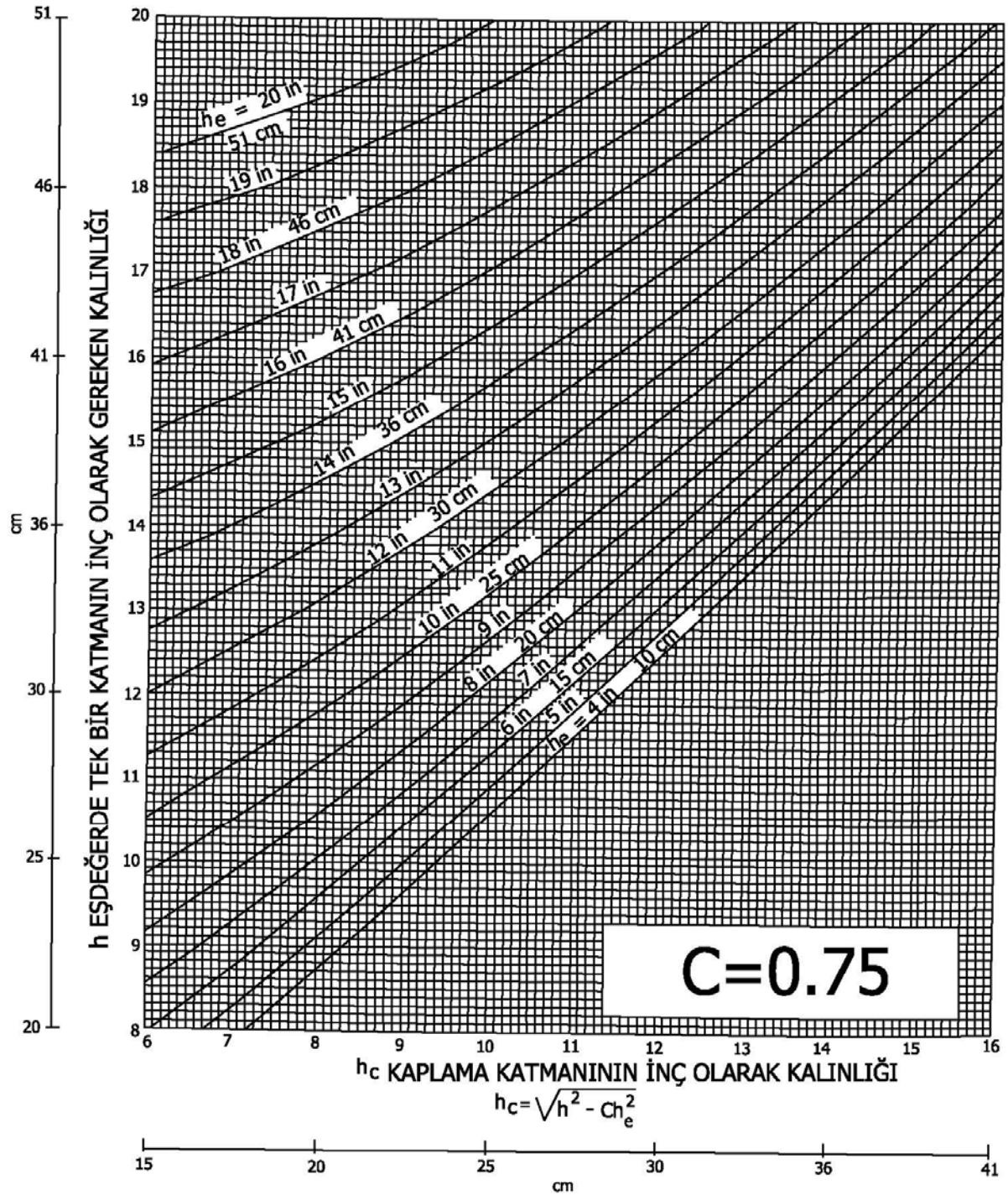
Granüler bir ayırma tabakası bir sandiwich yapı ortaya çıkaracağından buna izin verilmez.yukarıda formülün çözümünün grafiksel göstergeleri **Çizim 3.28 ve 3.29**'da gösterilmiştir.Bu grafikler sadece 0.75 ve 0.35 şart faktörleri için hazırlanmıştır.Bu değerler arasındaki diğer şart faktörleri eldeki verilere dayalı olarak tahmin etmek suretiyle yeterince doğru olarak hesaplanabilir



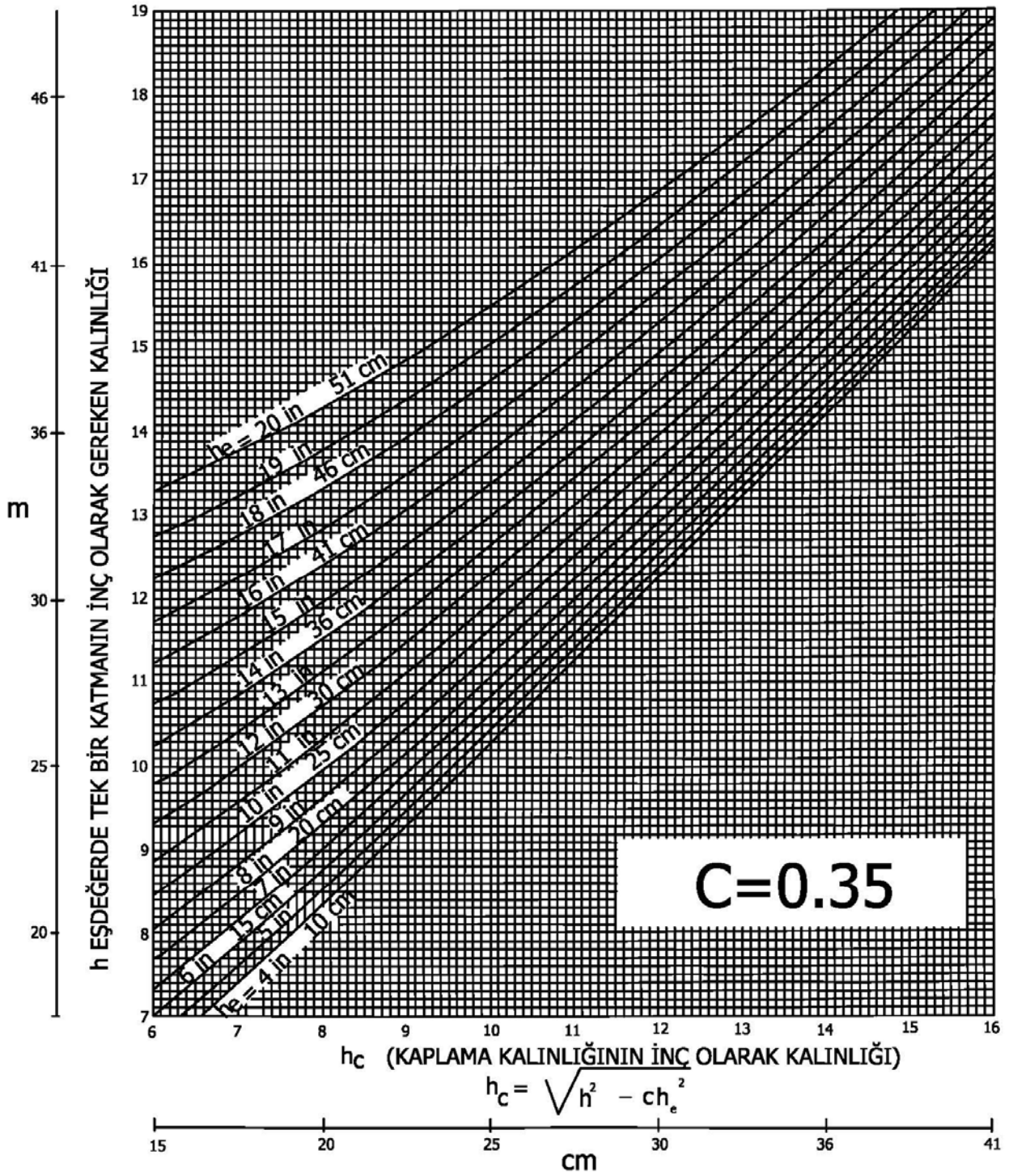
Çizim 3.26. Rijit kaplama üzerinde beton kaplama(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.27. Rijit kaplama üzerinde beton kaplama(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.28. Rijit kaplama üzerinde seviyelendirme tabakasıyla beton kaplama(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 3.29. Rijit kaplama üzerinde seviyelendirme tabakasıyla beton kaplama(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Bağlı beton kaplamalar: Belli şartlar altında bazen mevcut rijit kaplamalara bağlı olan beton kaplamalarda kullanılır.Beton kaplamayı mevcut rijit kaplamaya bağlamak suretiyle yeni kısım yekpare bir katman olarak görev yapar.Bağlı kaplamanın gerekli olan kalınlığı , mevcut kaplamanın kalınlığını tasarım eğrisinden belirlenen gerekli katman kalınlığından çıkarmak suretiyle hesaplanır.

$$h_c = h - h_e$$

h_c = Beton kaplama için gereken kalınlık

h = Tasarım eğrisinden belirlenen gerekli tek katman kalınlığı

h_e = Mevcut rijit kaplamanın kalınlığı

Bağlı beton kaplamalar sadece mevcut rijit kaplama iyi durumda iken uygulanmalıdır.Mevcut kaplamadaki bozukluklar , bağlı bir kaplamada diğer beton kaplama türlerinden daha fazla yansıtılma ihtimali taşımaktadır.Bağlı beton kaplamalarda karşılaşılma ihtimali olan ana problem uygun bağın elde edilmesidir.Bağı güvence altına almak için ayrıntılı bir yüzey hazırlığı ve doğru inşaat tekniklerinin kullanılması gerekir.

4. KAPLAMA DEĞERLENDİRMESİ

4. Kaplama değ erlendirmesi

4.1. Kaplama değ erlendirmesinin amaçları.

- a) Havaalanı kaplamaları çeşitli nedenlerden dolayı değ erlendirmeye tabi tutulurlar. Beklenen operasyonlar için y k taşıma kapasitesini belirlemek, kaplamanın beklenen trafik hacmi ve türlerinde meydana gelen önemli değişikliklere dayanabilme kapasitesini değ erlendirmek ve bir tesisin geliştirilmesi için gerekli olabilecek planlama ya da tasarımı yapılmasında kullanabilmek için mevcut kaplamanın şartlarını belirlemek için değ erlendirmelere ihtiyaç vardır.
- b) Değerlendirme prosedürleri aslında tasarım prosed rlерinin tersine döndürülmüş şeklidir. Bu Elkitabında tanıtılan yeni FAA metodolojisi, diğer tasarım metotlarından hafif farklı kalınlıklarla sonu lanabilece inden, kendileri de bu metotla tasarlanmadıkları sürece, mevcut kaplamaların bu yeni metotla değ erlendirilmesi uygun olmayacaktır. Bu, izin verilebilir yükleri azaltabilir ve uçak operatörlerinin cezalandırılmasına sebep olabilir. Bu durumdan kaçınmak için, kaplamaların aşağıdaki paragraflarda belirtilen çeşitli şartlara göre değ erlendirilmesi gerekir.

Beklenen operasyonlar için değ erlendirme: Havaalanı kaplamaları, tasarım sırasında beklenen yüklere maruz ise, bunların değ erlendirilmesi orijinal tasarım metoduna dayalı olmalıdır. Örneğin, eğer bir kaplamanın tasarımı X metodu ile belli bir uçak tipine 20 yıl boyunca hizmet verecek şekilde yapılmışsa ve kaplama üzerindeki trafik tasarım sırasında beklenen ile aynı ise, kaplama X metoduna uygun olarak değ erlendirilmelidir. De erlendirmeyi yapan kişi 20 yıllık tasarım ömrü açıldığında ortaya çıkacak bazı bozuklukları fark etmelidir. Kaplama güvenli bir operasyon sağlıyorsa kaplamanın yüke karşı taşıma kapasitesi azalmıştır. Bu değ erlendirme politikasını mümkün kılmak için Ek 4'te öncelikli değ erlendirme eğrileri sunulmuştur. Bakınız ** izim A4-8 ile A4-21**.

De i en trafik için değ erlendirme: Değerlendirmeler bazen mevcut bir kaplamanın maruz kaldığı yüklerde meydana gelen önemli değişiklikleri belirlemek için yapılır. Bu, farklı tipte uçakların gelişiyle veya trafik hacminde meydana gelen de i ikliklerle gündeme gelir. Bu tür durumlarda mevcut kaplamanın, tasarımı yapılırken kullanılan metotlarla da değ erlendirilmesi tavsiye edilir. Trafik hacmindeki değişikliklerin etkisi genellikle küçüktür ve izin verilebilir. Yükler üzerinde önemli bir etkisi olmayacaktır. Uçak tiplerinde meydana gelen değişikliklerin etkisi ise uçağın iniş takımlarının a ırlı ına ve konfigürasyonuna bağlıdır. Mevcut köprülerin, kanalizasyonların, fırtına drenajlarının ve diğer yapıların y k taşıma kapasiteleri de bu değ erlendirmelerde göz önünde bulundurulmalıdır.

Planlama ve tasarım için değ erlendirme: İyileştirme çalışmalarının planlanması ve tasarımında kullanılacak olan mevcut kaplamaların değ erlendirmeleri, bu iyileştirme çalışmalarının tasarımında kullanılacak olan metoda dayalı olarak yapılmalıdır. Bu **Elkitabının** içerdiği tasarım kriterlerine uygun olarak kaplama değ erlendirmesi yapmak için izlenecek olan prosedürler a a ıdadır:

a) Değerlendirme adımları:

1)Bölgenin incelenmesi: Bu, bölgede bulunan drenaj  arları ile drenaj tesislerine ilave olarak, drenaj bölgesinin, çıkış noktalarının, su seviyesinin, bölge gelişiminin vs. Dikkate alınmasını içerir. Buzlanma olayı gözlenmelidir.

2)Kayıtların araştırılması ve değ erlendirilmesi: Bu adım, en azından kısmen, yukarıda açıklanan 1) adımdan önce gerçekleştirilmelidir. Bu adım , inşaat verilerinin ve tarihçesinin ayrıntılı bir incelenmesini, tasarımda dikkate alınan hususları, spesifikasyonları, test metotları ile sonuçlarını, maket çizimlerini ve bakımların tarihçesini içermektedir. Hava durumu kayıtları ile mümkün olduğu

kadar tam bir trafik tarihçesi de işe yarar bir kayıtlar dosyasının bölümlerindendir. Zarar verecek derecede buzlanmaya imkan sağlayan toprak, nemlilik ve hava şartları mevcutsa, değerlendirmede bir ayarlama yapmak şarttır.

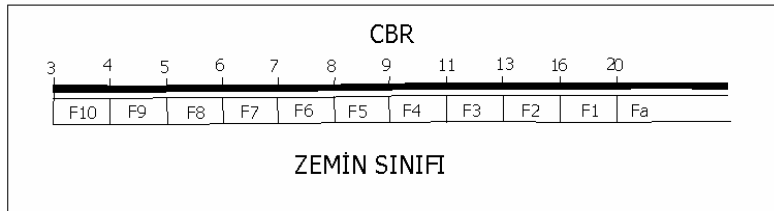
3) Örneklem ve test etme: Fiziksel testlere duyulan ihtiyaç ve bunların konusu ile malzeme analizleri, bölge incelemesine, kayıtların araştırılmasına ve değerlendirme türüne dayalı olacaktır. Ayrıntılı bir tasarım için komple bir değerlendirme, örneğin ana planda kullanılması düşünülen bir değerlendirmeden daha çok örneklem ve test yapılmasını gerektirir. Örneklem ve test yapmanın amacı, kaplama elemanlarının kalınlık, kalite ve genel şartlar açısından bilgilerin sağlanmasıdır.

4) Değerlendirme raporu: 1), 2) ve 3) adımların analizi, söz konusu kaplama kısımlarının yük taşıma kapasitelerinin belirlenmesiyle sonuçlanmalıdır. Analizler, bulgular ve test sonuçları, gelecekte bir başvuru kaynağı olarak kalıcı bir kayıtla bütünleştirilmelidir. Her ne kadar bunlar her hangi bir özel şekilde olabilirlerse de, özel kaplama kısımlarının bölgesel sınırlarını belirleyen bir çizimin ilave edilmesi tavsiye edilir.

- b) Doğrudan örneklem prosedürleri: Planlama ve tasarım yapmak için temel değerlendirme prosedürü, değerlendirme prosedürünün izin verdiği ölçüde ilave örneklem, test ve araştırmalarla desteklenen görsel inceleme ve FAA tasarım kriterlerine referans şeklinde olacaktır. Görsel bir aşınma veya gerilim göstergesi bulunmayan nispeten yeni kaplama için dayanıklılık her hangi bir malzeme varyasyonu için değişiklik veya kayıt eksikliği için inşa edilen kısımların incelenmesine dayalı olarak da tespit edilebilir. Eskime ya da görsel bozukluklar asıl dayanıklılığın artık bulunmadığını gösteriyorsa, akıl yürütme veya akıl yürütmeye birlikte ilave fiziksel testlere dayalı olarak daha ileri değişiklikler yapılmalıdır. Mevcut halleriyle FAA standartlarıyla kıyaslanma imkanı olmayan kısımlardan oluşan kaplamalar için değerlendirme malzeme kıyaslaması yapıldıktan sonra FAA standartlarına dayalı olarak yapılmalıdır.

Esnek kaplamalar:

Laboratuvar veya saha testleri toprak sınıflandırma testlerine katkıda bulunma konusunda faydalı olabilirler. **Çizim 4.1**, daha önce FAA ve CBR tarafından kullanılan zemin altı sınıflandırması arasındaki yaklaşık ilişkiyi göstermektedir.



Çizim 4.1 CBR-FAA temel altı sınıfı kıyaslaması

CBR testleri fizibil değilse, F temel altı sınıflandırma faktörlerinin CBR'na dönüştürülmesine izin verilmez. Kaplamanın değerlendirilebilmesi için, esnek kaplama yapısındaki çeşitli tabakaların kalınlığını bilmek gerekir. Kalınlık, sondajlardan veya test çukurlarından belirlenebilir. Kayıtlar yeterince tam ve doğru ise, maket çizimleri de kalınlığın belirlenmesinde kullanılabilir.

Rijit kaplamalar:

Değerlendirme için, katman bileşenlerinin kalınlığını, betonun sürtünmeye karşı dayanıklılığını ve zemin altı reaksiyon modülünü bilmek gerekir.

- a) Katman bilşenlerinin kalınlığı genellikle inşaat kayıtlarında bulunur. Sorgulanabilecek doğrulukta bilgilerin bulunmaması halinde, kalınlıklar sondajlar ve kaplama üzerinde açılan test çukurlarından belirlenebilir.
- b) Betonun sürtünmeye karşı dayanıklılığı, en iyi mevcut kaplamadan kesilmiş ve ASTM C-78'e uygun bir şekilde test edilmiş olan test kalıplarından elde edilebilir. Kesilmiş test kalıplarını elde etmek pahalı yoldur ve kaplamayı temsil edecek örneği bulmaya yeter sayıda kalıbın elde edilme maliyetlerinden dolayı bu yasak olabilir. Eğer mevcutsa, betonun sürtünmeye karşı dayanıklılık verileri için inşaat kayıtları bir kaynak olarak kullanılabilir. Betonun dayanıklılığı zamanla artacağından, muhtemelen inşaat verileri üzerinde bir ayarlama yapmak gerekecektir. Betonun sıkıştırmaya karşı dayanıklılık ile sürtünmeye karşı dayanıklılığı arasında yakın bir ilişki mevcut olup, aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$R = \sqrt[9]{f_c}$$

Burada

R = Sürtünmeye karşı dayanıklılık
f_c = Basınç dayanımıdır.

Gerginlik bölme testleri (ASTM C-496), yaklaşık bir sürtünmeye karşı dayanıklılık değeri belirlemek için kullanılabilir. Sürtünmeye karşı dayanıklılığı tahmin etmek için gerginlik bölme dayanıklılığını yaklaşık 1.5 ile çarpmak gerekir. Sürtünmeye karşı dayanıklılık, sıkıştırmaya karşı dayanıklılık ve gerginlik bölme dayanıklılığı arasındaki ilişkinin tahmini olduğunu ve bu konuda önemli farklılıkların bulunma ihtimali olduğunu da belirtmek gerekir.

- c) Zemin altı reaksiyon modülü, zemin altı üzerinde yürütülen plaka taşıma testleri ile belirlenir. Bu testler AASHTO T 222'de tespit edilen prosedürlere uygun bir şekilde yapılmalıdır. Zemin altı reaksiyon modülünün belirlenmesi için yapılacak test prosedürünün önemli bir parçası da belirtilen standartta mevcut olan toprağın doymuşluk oranında yapılacak düzeltmedir. Normal uygulama, örnekleri arazide birleştirme testi ile belirlenen bir düzeltme faktörünü kullanır. Zemin altı nemlilik oranının stabil hale geldiğine veya belli bir aralıkta değişkenlik gösterdiğine işaret eden göstergelerin bulunduğu eski bir kaplama için, doymuşluk bakımından düzeltme gerekli değildir. Eğer bir saha plaka taşıma testi pratik değilse, zemin altı reaksiyon modülü **Tablo 4-8** kullanılarak tahmin edilebilir.

- d) Zemin altları, zemin altı reaksiyon modülüne bir ayarlama yapılmasını gerektirir. Bir zemin altı için bir k değeri hesaplayabilmek amacıyla zemin altı kalınlığının bilinmesi gerekir. Zemin altı kalınlığı inşaat kayıtlarından ya da sondajlardan belirlenebilir. Bir zemin altı için k değeri belirlenirken, **2.1.19**'da verilen kılavuz kullanılmalıdır.

Esnek kaplamalar:

Yukarıda verilen kılavuz kullanılarak mevcut esnek kaplamanın bütün değerlendirme parametreleri belirlendikten sonra, değerlendirme sürecinin tasarım prosedürlerinin tersi olarak gerçekleştirilmesi gerekir. Mevcut kaplamanın yük taşıma kapasitelerinin belirlenmesi için tasarım eğrileri kullanılır. Bunun için gerekli olan girdiler, zemin altı ve zemin altı CBR değerleri, yüzey kalınlıkları, zemin ve zemin altı tabakaları ve yıllık kalkış oranlarıdır. Esnek bir kaplamanın yük taşıma kapasitesini belirlemek için çeşitli kontrollerin yapılması gerekir. En düşük izin verilebilir yükü verecek olan hesaplama değerlendirmeyi kontrol edecektir.

- a) Toplam kaplama kalınlığı: Mevcut kaplamanın toplam kaplama kalınlığı ile ilgili tasarım eğrisinin apsisi girilir. Yıllık kalkış oranı çizgisine dikey bir projeksiyon yapılır. Dikey projeksiyon ile kalkış oranı çizgisinin kesişme noktasından tasarım eğrisinden geçecek şekilde bir yatay projeksiyon

yapılır. Zemin altı CBR değeri ile üst apsis girilir. Daha önce yapılan yatay projeksiyonla kesişecek şekilde dikey olarak aşağıya doğru bir projeksiyon yapılır. Bu iki projeksiyonun kesişme noktası, tasarım eğrileri üzerindeki yük çizgisinin çevresinde olacaktır. Kesişme noktasının yük çizgileriyle ilişkili olarak düştüğü nokta belirlenerek izin verilebilir yük okunur.

b) Yüzey ve temelin kalınlığı: Mevcut bir esnek kaplamanın yük taşıma kapasitesini belirlemek için, yüzey ile temelin birleşik kalınlığı da kontrol edilmelidir. Bu hesaplama girdi olarak, temel altı CBR'nı, yüzey ile temelin birleşik kalınlığını ve yıllık kalkış oranını gerektirir. Prosedür, tasarım eğrilerine girmek için temel altı yüzey ve temelin birleşik kalınlığının kullanılması haricinde, yukarıda a) maddesinde açıklanan prosedür ile aynıdır.

c) Temel tabakasındaki yetersizlik: Mevcut temel tabakasının kalınlığı, Çizim 24'te gösterilen minimum temel tabakası kalınlığı ile karşılaştırılmalıdır. Bu eğrinin kullanılması için gerekli olan girdiler, toplam kaplama kalınlığı ile temel altı CBR'dır. Toplam kaplama kalınlığı ile birlikte Çizim 24'ün sol ordinatı girilir. İlgili temel altı CBR çizgisine doğru yatay bir projeksiyon yapılır. Yatay projeksiyon ile CBR çizgisinin kesişme noktasından dikey olarak aşağıya alt apsise girilir ve minimum temel tabakası kalınlığı okunur. Minimum temel tabakası kalınlığının 6 inç (15 cm) olduğuna dikkat edilmelidir. Mevcut temel tabakasının kalınlığında eksiklik varsa, kaplama bozukluk açısından dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Eksikliğin giderilmesi için bir kaplama planının formülasyonu üzerinde durulmalıdır.

d) Yüzey kalınlığında yetersizlik: Mevcut yüzey tabakasının kalınlığı, ilgili tasarım eğrisinde gösterilenle karşılaştırılmalıdır. Mevcut yüzey tabakası tasarım eğrisinde verilenden daha inceyse, kaplama yüzey performansı açısından dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Yüzey kalınlığındaki eksikliğin düzeltilmesi için plan yapılması tavsiye edilir.

Rijit kaplamalar:

Rijit kaplamaların uçakların için değerlendirilmesi, girdi olarak, betonun sürtünmeye karşı dayanıklılığını, temelin k değerini, katman kalınlığını ve yıllık kalkış oranı gereklidir. Yük taşıma kapasitesini tespit etmek için rijit kaplama tasarım eğrileri kullanılır. Tasarım eğrileri, betonun sürtünmeye karşı dayanıklılığı ile birlikte sol ordinata girilir. Temelin k değerine doğru yatay bir projeksiyon yapılır. Yatay projeksiyon ile k değeri çizgisinin kesişme noktasında yük çizgilerinin çevresine doğru dikey bir projeksiyon yapılır. Şemanın sağ tarafındaki ilgili kalkış oranı cetveli üzerine katman kalınlığı girilir. Kalınlık cetvelinden, önceki dikey projeksiyonla kesişinceye kadar yatay bir projeksiyon yapılır. Bu iki projeksiyon kesişme noktaları yük çizgilerinin çevresinde olacaktır. Kesişme noktasının yük çizgisi ile ilişkili olarak düştüğü noktadan yük taşıma kapasitesi okunur.

4.2. Kaplama Değerlendirmesi

4.2.1. Kaplama değerlendirmesinin unsurları

Her hangi bir kaplamanın davranışı, tesviye edilip hazırlandıktan sonra zemin altı denilen yerde doğal olarak bulunan maddelere, yüzeye kadar içerdiği bütün katmanların yapısına kaplamayı kullanan uçakların ağırlığı ile kullanım sıklığına bağlıdır. Bir kaplama değerlendirilirken bu unsurların her birisi dikkate alınmalıdır.

4.2.2 Alttemel

Temel altı kaplamanın aktardığı yükü desteklemek üzere inşaat aşamasında hazırlanan ve kaplama yüzeyinin hemen altında bulunan malzemelerden oluşan katmandır. Üzerindeki bitkileri yok etmek tesviyelemek yada kesme ve doldurma operasyonlarıyla planlanan seviyeye getirmek ve istenilen yoğunluğu elde etmek için sıkıştırmak suretiyle hazırlanır. Zemin altı dayanıklılığı önemli bir unsurdur ve bir kaplama tesisinin tasarımı veya değerlendirmesi için tanımlanması ya da bir tesisin her bir bölümü için ayrı ayrı değerlendirilmeli ve tasarlanmalıdır.

4.2.3 Kaplama yapısı:

İki temel kaplama yapısını tanımlamak için “rijit” ve “esnek” terimleri kullanılmaktadır. Bu terimler her bir tipin yüke vereceği tepkiyi karakterize etmeyi amaçlar. Rijit bir kaplamanın temel unsuru, portland çimento betonundan (PCC) düz veya pek çok şekillerde verilebilen bir dektekleyici ile dekteklenmiş bir tabaka yada katmandır. Genellikle bunun altına hem su drenajına imkan veren hem de üst yapıyı destekleyen granüler bir tabaka konulur. Rijit bir kaplama, yüzey yüküne karşı “bükülmeyen” bir tepki verir ve yükü büküle ya da doğrudan iletme hareketiye geniş zemin altı alanına yayar. Kaplamanın taşıma kapasitesi beton ile zemin altı üzerinde bulunan alt tabakaların kalınlığı ve gücüne bağlıdır. Kaplama, yüzey yüklerini zemin altı üzerindeki basınç zemin altı değerlerinden taşıma kapasitesini aşmayacak şekilde dağıtmaya uygun olmalıdır. Esnek bir kaplama, zemin altından yüzeye doğru taşıma kapasitesi giderek artan bir dizi tabakadan oluşur. Bu tabakalar genellikle seçilen malzeme ,alt zemin altı, zemin altı, zemin ve pist kaplamasından oluşur. Ancak, alt tabakalar bazı kaplamalarda bulunmaya bilir. Ağır uçaklar için düşünülen kaplamalar genellikle bitüm bileşenli pist kaplamasına sahiptir. Esnek bir kaplama, yüzey yükünün altında sadece yüklü bölgenin genişletilmesini daha sonra basının tabaka tabaka azalmasını sağlayarak daha fazla çöker. Yüzeyden zemin altına kadar her tabaka kendi seviyesindeki basıncı tolere edebilmeye yetecek kadar taşıma kapasitesine sahip olmalıdır. Bundan dolayı, kaplamanın, yüzey basıncını zemin altının kabul edebileceği bir değere kadar azaltabilmesi, zemin altı üzerindeki kalınlığa bağlıdır. Esnek bir kaplama aynı zamanda, basıncı bir katmanın kabul edilebileceği seviyeye düşürebilmek için, her tabaka üzerinde belli bir kalınlığa sahip olmalıdır. Ayrıca, pist kaplaması da dayanıklılık bakımından, pisti kullanan uçakların lastik basınçlarını hasarsız olarak kabul edebilecek kadar taşıma kapasitesine sahip olmalıdır.

4.2.4 Uçak yükü :

Uçağın ağırlığı, uçaktaki iniş takımları vasıtasıyla kaplamaya aktarılır. Tekerlerin sayısı, bunların aralıkları, lastik basıncı ve ebadı yükünün kaplamaya yayılmasında belirleyicidir. Genel olarak, kaplama, her bir tekerin uyguladığı yükü sadece yüzeyde ve zemin altında değil, ara katmanlarda da desteklemeye yetecek kadar dayanıklı olmalıdır. Ara boşlukları dar olan çift tandem tekerler ve hatta kompleks iniş takımları olan uçaklardaki bitişik tekerler için, bitişik tekerlerin dağıttığı yüklerin etkisi zemin altı seviyesinde (ve ara katmanlarda) üst üste biner. Bu tür durumlarda etkili olan basınçlar iki yada daha fazla tekerin basınçlarının bileşkesidir ve kaplama yapısı tarafından yeterince desteklenmek zorundadır. Yükün bir kaplama yapısı aracılığıyla dağıtılması, taşıma kapasitesi düşük bir zemin altı üzerinde olduğundan çok daha dar bir alanda olacağından, birleşik tekerlerin bileşik etkisi, taşıma

kapasitesi yüksek olan kaplamaların üzerinde , taşıma kapasitesi düşük zemin altının üzerindeki çok daha az olacaktır. Aynı tipte iki uçağın göreceli etkilerinin eşit tasarım dayanıklılığına sahip kaplamalar için aynı olmamasının sebebi budur ve bu husus zemin altı dayanıklılık kategorileri aracılığıyla kaplama taşıma kapasitesi raporlamsının temelini teşkil eder. Bir zemin altı dayanıklılık kategorisi içerisinde iki uçak tipinin kaplamalar üzerindeki göreceli etkisi nadiren iyi bir doğrulukla ifade edilebilir.

4.2.5 Yük tekrarları ve trafik kompozisyonu:

Sadece yükün büyüklüğünü göz önünde bulundurmak yeterli değildir. Dikkate alınması gereken bir de yük yorgunluğu (kağşama) veya tekrarı hususu vardır. Büyüklük ve tekrarlar beraberce ele alınır ve büyük bir yükü belirlenen bir sayıda tekrarlar destekleyebilecek olan bir kaplama, daha büyük bir yükü daha az tekrarlar veya daha küçük bir yükü daha fazla tekrarlar kabul edebilir. Böylelikle, bir uçağın ağırlığının etkisini, farklı ağırlıkta (veya tipte) bir başka uçağınkiyle ifade ederek bulmak mümkündür. Bu konseptin uygulaması, bir kaplamayı kullanan farklı uçakların etkisini temsil etmek maksadıyla (seçilmiş) tek bir yük büyüklüğünün ve tekrarlanma seviyesinin belirlenmesine imkan sağlar.

4.3 ACN/PCN Metodunun unsurları

4.3.1 Kaplama Sınıflandırma Numarası :

Kaplama sınıflandırma numarası (PCN) , tek teker tarafından belli bir standartta (1.25 MPa lastik basıncı) uygulandığında kaplama tarafından desteklenebileceğini gösteren bir değerlendirme olan bir ağırlık oranı (1/500) göstergesidir. Bir kaplama için tespit edilen PCN oranı, kaplamanın eşit veya daha düşük bir ACN (Uçak sınıflandırma numarası)'na sahip olan bir uçağı destekleyebileceğini gösterir. PCN ile kıyaslanacak olan ACN'nın, söz konusu kaplama tipi ve zemin altı kategorisi için olduğu kadar, söz konusu uçağın ağırlığı ve özellikleri için de tespit edilmiş olan uçak ACN olmalıdır.

4.3.2 Kaplama tipi:

Kaplamanın taşıma kapasitesini raporlamak amacıyla, kaplamalar rijit ya da esnek olarak sınıflandırılmalıdır. Rijit bir kaplama, düz, desteklenmiş veya önceden gerginleştirilmiş bir beton (PCC) tabakasıdır. Zemin altı ile yüzey katmanı arasında ara tabakalar bulunabileceği gibi, bulunmayabilir de. Esnek bir kaplama , zemin altı tabakasından yüzey kaplamaya doğru giderek taşıma kapasitesi artan bir dizi katmandan oluşur. Esnek bir kaplama üzerinde asfalt betonu katmanından veya özellikle iyi bir bütünlük sağlayan ve kimyasal (çimento) olarak stabilize edilmiş tabakalar içeren kompozit kaplamalar sınıflandırmada özel bir dikkat gerektirirler. Eğer kaplamanın yapı elemanları arasında "rijit" elemanlar baskın ise ve yakın aralıklarla ciddi çatlakları yoksa, kaplama rijit olarak sınıflandırılmalıdır. Aksi takdirde esnek sınıflandırması uygun kabul edilmelidir. Sınıflandırmada şüpheye düşülürse, genellikle kaplama esnek bir kaplama olarak değerlendirilir. Asfaltlanmamış yüzeyler (sıkıştırılmış toprak, çakıl, laterit, mercan, vs..) raporlamada esnek olarak tanımlanmalıdır. Aynı şekilde, tuğlalarla veya bloklarla yapılmış kaplamalar da esnek olarak sınıflandırılmalıdır. Yerleştirilmeleri için vinç gerektiren büyük dökme plakalarda kullanıldıkları zaman, rijit olarak sınıflandırılmalıdır. İniş katmanı ve ince yüzeyli kaplamalar esnek olarak sınıflandırılmalıdır.

4.3.3 Zemin Altı Kategorisi:

Çoklu teker kullanan uçakların iniş takımlarının etkinliği, güçlü zemin altı üzerine kurulan kaplamalarda zayıf zemin altı üzerine kurulanlara kıyasla daha büyük olduğundan, taşıma kapasitesini raporlama problemi biraz karmaşıktır. Raporlamayı basitleştirmek ve de uçak ve kaplama sınıflandırma numaraları (ACN-PCN) için göstergelerin kullanılmasına imkan sağlamak amacıyla , ACN-PCN metodu dört zemin altı dayanıklılık kategorisi kullanılır. Bunların her birisi öngörülen aralıklarla; yüksek, orta düşük ve çok düşük olarak adlandırılmıştır. Bunu, raporlanan bir değerlendirmenin (PCN) faydalı olabilmesi için, raporlanan kaplamanın zemin altının ait olduğu zemin altı kategorisine yerleştirilmesi ve raporlanması takip eder. Normal olarak , zemin altının taşıma kapasitesi, kaplamanın orjinal tasarımı veya daha sonraki tadilat ve takviyelerle bağlantılı değerlendirilmiş olacaktır. Bu bilgiler mevcut değilse zemin altının taşıma kapasitesi kaplama değerlendirmesinin bir bölümü olarak belirlenecektir. Zemin altının taşıma kapasitesiyle ilgili değerlendirme mümkün olduğu kadar testlere dayalı olmalıdır. Testlere dayalı bir değerlendirme yapmanın mümkün olmadığı durumlarda, zemin altı dayanıklılık kategorisi, toprağın özelliklerine toprak sınıflandırılmasına, bölgede edilinen tecrübelerle veya hükümlere bağlı olarak seçilmelidir. Genellikle küçük bir havaalanı için bir tek zemin altı kategorisi uygun olabilir. Ancak, kaplama özelliklerinin geniş bir alana dağıldığı ve toprak şartlarının yer yer değiştiği durumlarda, çeşitli kategoriler bulunabilir ve bunların bu şekilde değerlendirilerek rapor edilmesi gerekir. Değerlendirilen zemin altı kategorisi, kaplamanın altında yerinde olmalıdır. Küçük bir havaalanının altında bulunan zemin altı, normal olarak oldukça fazla mevsimsel değişimlere rağmen sabit bir nemliliğe ve dayanıklılığa ulaşacak ve bunu koruyacaktır. Ancak, yüzeyin aşırı derecede çatlak olduğu, delikli kaplama malzemesinin kullanıldığı, yüksek oranda yer altı suyunun bulunduğu veya yerel drenajın zayıf olduğu durumlarda, ıslak dönemlerde zemin altının taşıma kapasitesi önemli derecede düşebilir. Özellikle çakıl ve sıkıştırılmış toprak yüzeyler nemlilikte değişime maruz kalırlar. Ayrıca mevsimsel buzlanmaların olduğu bölgelerde, donmaya karşı zayıf olan malzemelerin kullanıldığı yerlerde buzların çözüldüğü dönemlerde zemin altının taşıma kapasitesinin düşmesi beklenebilir.

4.3.4 Lastik basıncı kategorisi:

Direkt yüzeyde lastik temas basıncı, kaplama dayanıklılığının diğer unsurlarına çok az bağlı olarak en kritik unsur durumundadır. İzin verilebilecek lastik basıncının lastik basıncı kategorileri halinde raporlanmasının sebebi budur. Bozuk ek yerleri ve sıra dışı yüzey boşlukları gibi nadir durumlar haricinde rijit kaplamalarda lastik basıncı sınırlandırılmasına gerek yoktur. Ancak, rijit olarak kategorize edilen ve esnek ya da bitüm malzeme kullanılarak yapılmış olan kaplamalar, izin verilebilecek lastik basıncı raporlarında esnek kaplama olarak ele alınmalıdır. En düşük lastik basıncı kategorisinde sınıflandırılan esnek kaplamaların sadece sıradan karayolu trafiğini kabul edebilecek durumda olması yeterliyken, yüksek lastik basıncı kategorisine dahil edilenler, çok iyi kalitede ve bir bütünlük içerisinde olmalıdır. Bitüm karışımların ve çıkan artıkların, bitüm yüzeyin kalitesi açısından test edilmesi, lastik basıncı kategorisini seçmede en çok yardımcı olabilecek husus iken, test davranışı ile kabul edilebilir lastik basıncı arasında özel ilişkiler yoktur. Genellikle sınırlamaların açık olduğu durumlar haricinde sadece yüksek lastik basıncının kopyalama hasar verdiği tespit edildiği zaman kategori sınırlarının konulması uygundur.

4.3.5 Değerlendirme Metodu:

Raporlarda kaplama dayanıklılıkları mümkün olduğu kadar bir "teknik değerlendirme"ye dayalı olmalıdır. Değerlendirme, yağın olarak ,bir tasarım metodunun tersine dönüş şeklindedir. Tasarım metodunun tersine dönüş şeklindedir. Tasarım, desteklenecek olan uçak yükü ve lokal toprağın hazırlanmasıyla elde edilen zemin altının taşıma kapasitesi ile başlar ve sonra kaplama yapısı için

gerekli olan kalınlığı ve malzeme kalitesini tespit eder. İşe mevcut zemin altının taşıma kapasitesi ile başlanır ve kaplama

yapısındaki her bir unsurun kalınlığı ve kalitesi bulunur: kaplamanın dektekleyebileceği uçak ağırlığını belirlemek için bir tasarım prosedürü kalıbı kullanılır. Şayet zemin altı ve kaplamayı oluşturan diğer bölümler için sıklıkla kullanılırlar. Veya katmaların kalınlığını dayanıklılıklarını ve zemin altının taşıma kapasitesini değerlendirmek için test çukurlarında açılabilir. Kaplamanın yüke gösterdiği tepki ölçülerek teknik bir değerlendirme de yapılabilir. Statik bir tabakanın ya da lastik yükünün altındaki bir kaplamanın sapması, kaplamanın davranışını tahmin etmekte kullanılabilir. Ayrıca, kaplamaya dinamik yükler uygulamak tepkisini gözlemlemek için çeşitli cihazlar da mevcuttur ve bunların kullanılmasıyla kaplamanın davranışı tahmin edilebilir. Ekonomik ya da başka sebeplerden dolayı teknik değerlendirme mümkün değilse değerlendirme “uçakların kullanımıyla” elde edilen tecrübelerle dayalı olarak yapılabilir. Bir kaplama, bunu kullanan uçakları yeterli derede destekleyebiliyorsa, daha fazlasını beklemek kaydıyla başka uçakları da destekleyebilir. Bu, değerlendirmeye bir temel teşkil edebilir.

4.3.6 Hafif uçaklar için kaplama:

Hafif uçaklar, 5 700 kg veya daha az bir ağırlığa sahip olan uçaklardır. Bu uçaklar, çoğu otoyol kamyonlardan daha az özellikli kaplama gerektirirler. Elbette bu kaplamaların teknik değerlendirilmesi de yapılabilir ama uçakları kullanarak yapılacak bir değerlendirme daha tatmin edicidir. İtfaye kamyonları, yakıt araçları veya kar temizleyiciler gibi bazı havaalanı servis araçlarının uçaklardan daha kritik olduğunu belirtmekte de fayda vardır. Bütün hafif uçaklar tek tekerli iniş takımlarına sahip olduklarından, zemin altı kategorilerini raporlamaya gerek yoktur. Ancak, bu ağırlık sınırları içerisindeki bazı helikopterler ve askeri eğitim uçakları oldukça yüksek derecede lastik basıncına sahip olduklarından, kalitesi sınırlı kaplamalar için lastik basıncı sınırlarını belirlemek gerekebilir.

4.4 Trafik yoğunluğunu ve kompozisyonu değerlendirme

4.4.1 Genel :

Kaplama taşıma kapasitesi değerlendirmeleri sadece izin verebilecek yükü değil, bu yükün tekrarlanma derecelerini de dikkate almalıdır. Belli bir yükün bir çok defalar kabul edebilecek olann bir kaplama, daha az tekrarlamaları kaydıyla, daha büyük yükleri de kabul edebilir. Trafiğin gözlemlenebilir etkileri, kontrollü laboratuvar testleriyle yerinde veya örnekler üzerinde dikkatli ölçümler yapılsa bile maalesef kaplamanın tekrar kullanılabilme ömrünü veya tersini görünür bir fiziksel hasar olmadığı sürece*) belirlemeye imkan vermemektedir. Bundan dolayı, dayanıklılık kapasitesini belirlemeye yönelik bir değerlendirme, aslında kaplamanın tahmini tekrar (trafik/yük) ömrünün değerlendirilmesidir. Kaplamanın kalan kullanım ömrü hakkındaki her hangi bir projeksiyon, kaplama inşa edildikten ya da tadilat gördükten sonra taşıdığı bütün trafiğin belirlenmesine bağlı olacaktır.

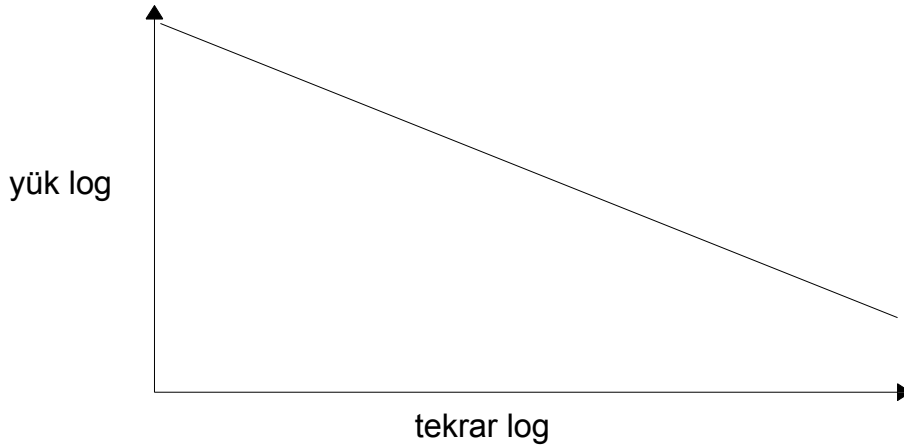
4.4.2 Karışık Yükler:

Normal olarak, yüklerin bir karışımını ve bunların tekrarlanma seviyelerini dikkate almak gerekecektir. Kaplamanın taşıma kapasitesini belirleme noktasında, seçilen noktasında, seçilen bazı yükleri alarak bunların izin verilebilecek tekrarlanma seviyelerini belirleme ve kaplamaya uygulanan her yükün, bu temel yüke eşdeğerdeki miktarını tespit etme yönünde kuvvetli bir eğilim vardır. Bunu yapmak için, öncelikle yük ile yetersizlik ortaya çıkıncaya kadar tekrarlanma sayısı arasında bir ilişki kurulur. Bu tür

ilişkiler, teori kombinasyonları veya tasarım metotlarını kullanarak ve kaplamanın temel yapı elemanları için davranış kalıplarını veya laboratuvar şartlarındaki kağısma eğrileme denemek suretiyle çeşitli şekillerde kurulabilir. Görüldüğü kadariyla bütün ilişkilerle aynı değildir fakat tekrarlar parametrelerinin etkinliği fark edilecek düzeydedir. Sadece genel bir büyüklük için ve belirli değerlerde olmayacak şekilde tespit edilmelidir. Bundan dolayı değerlendirme sonuçlarında ciddi farklar oluşmaksızın yük-tekrar ilişkisinde oldukça büyük varyasyonlar mevcut olabilecektir

Yüke karşılık yetersiz kalıncaya kadar olan tekrarlar için oluşturulan eğri kullanarak her bir yükün yetersizliğe kadar olan tekrarı belirlenebilir ve baz alınan yükün tekrarıyla karşılaştırılır Bu karşılaştırmalardan her hangi bir yükün bi defalığına uygulaması için baz alınan yükün tek bir uygulamasına eşdeğerdeki sayısı yani daha büyük yükler için 1 den büyük daha küçük yükler için ise 1den küçük faktörler belirlenir. Bu süreci açıklayıcı bir örnek aşağıda verilmiştir

a)yükler yetersiz kalıncaya kadarki tekrarları **Çizim 4.2** de gösterildiği şekilde ilişkilendirilir



Çizim 4.2. Yükleme Tekrarı ve Dayanım İlişkisi

b)Seçilen L yükü için eğriden r tekrarı okunur

$$L_1 - r_1$$

$$L_2 - r_2$$

$$L_3 - r_3$$

$$L_4 - r_4$$

c) L_3 baz alınan yük olarak seçilir: ve

d)her bir yük için eş değerdeki tekrar faktörü hesaplanır

Yük

Eş değer tekrar faktörü

$$L_1$$

$$f_1 \frac{r_3}{r_1} \text{ (1 den düşük bir değer)}$$

$$L_2$$

$$f_2 \frac{r_3}{r_2} \text{ (1 den düşük bir değer)}$$

L_3

$$f_3 \frac{r_3}{r_3} = 1$$

 L_4

$$f_4 \frac{r_3}{r_4} \text{ (1'den büyük bir değer)}$$

Bir faktörleri kullanmak suretiyle, denenen ya da üzerinde düşünülen her hangi bir yük kombinasyonun toplu etkisi, seçilen bir yük ve bunun değerlendirilmesi yapılan izin verilebilir tekrar kullanma düzeyi açısından bir taşıma kapasitesi değerlendirmesiyle kıyaslanabilir.

4.5 “Uçak kullanma” değerlendirmesi için teknikler

4.5.1. Genel

Her ne kadar mümkün olduğu kadar teknik değerlendirme yapılması gerekirse de, zaman zaman finansmanla veya diğer şartlarla ilgili kısıtlamalardan dolayı, bunun yapılması engellenmektedir. Tam anlamıyla raporlanmış taşıma kapasitesi bilgisi elde bulunması gerken en önemli şey olduğundan ve kullanan uçakların değerlendirilmesi nispeten hazır ve direkt olduğundan, öncelikle bu verilmiştir.

4.5.2. En ağır uçaklar:

Üzerindeki trafiği yeterince dektekleyebilen bir kaplamayı düzenli olarak kullanan en ağır uçakları ve daha büyük bir kaplama taşıma kapasitesi gerektirmeyen her türlü uçağı dekteklemeye muktedir sayılır. Bundan dolayı, kullanıcı uçakları baz alan bir değerlendirmeye başlamak için, uçakların tipi, ağırlığı ve belli bir zaman dilimi içerisindeki kullanım tekrarları incelenmelidir. Burada vurgu, kaplamayı düzenli olarak kullanan en ağır uçak üzerindedir. Fakat nadiren de olsa, özellikle ağır bir yükün desteklenmesi, eşdeğerde yüklerin düzenli olarak tekrarlanması dektekleme gücünü tesis etmesi gerektiği anlamına gelmez. (Bkn.3.4).

4.5.3 Kaplamanın durumu ve davranışı:

Daha sonra kaplama kullanan uçakların trafiğinin kaplama üzerinde ne gibi etkilerinin olduğunu dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Her hangi bir çatlaklık, bükülme veya aşınma açısından kaplamanın şartlarının incelenmesi ve gerekli bakımın yapılması birinci derecede önem taşıyan bir husustur. Yeni bir kaplama üzerinde aşırı yük etkileri çok fazla görünmezken, çok eski bir kaplamada birikmiş tehlike işaretleri gözlemlenebildiğinden, kaplamanın yaşı dikkate alınmalıdır. Genel olarak, tehlike işaretlerinin çoğalması bir kaplamanın aşırı yüke maruz kaldığını gösterirken, iyi şartlarda bulunan bir kaplama üzerindeki trafiği taşımaya yeterli kabul edilebilir. Durum incelemesi, tekerleklerin geçtiği yerler ve bunların dışında kalan bölümler ya da en çok ve en az kullanılan iniş kalkış pistleri, en çok fren yapılan bölgeler, örneğin pist dönüşleri vs.. gibi, yoğun kullanılan bölümlerdeki davranışı, kullanımı az olan bölümlerdeki durumun incelenmesine özellikle dikkat edilmelidir. Ayrıca kaplama seviyesinin düşük olduğu, eski su yollarının bulunduğu başlangıçtaki sıkıştırmanın az yapıldığı boru üstleri, yapısal olarak zayıf olduğu bilinen ya da zayıf ya da kritik olduğu gözlemlenebilen yerlerdeki davranışlara özellikle dikkat edilmelidir. Bunlar, mevcut trafik şartları altındaki bozulma oranını tahmin olmaya yardımcı olacak ve böylelikle aşırı yada düşük yük derecesini gösterecektir. Durum incelemeleri, kaplamayı kullanan lastik basıncı sınırlamalarının da odaklanmalıdır.

4.5.4 Referans uçak:

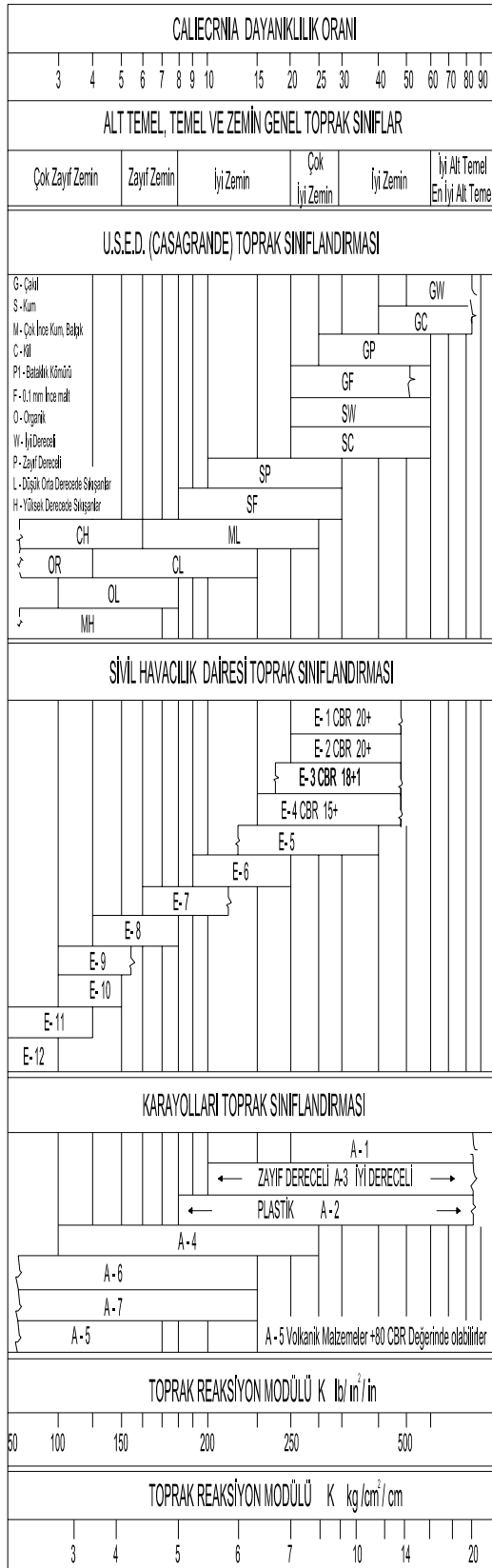
Uçakların tiplerinin ve ağırlıklarının incelenmesi bir referans uçak tespit edilmesi noktasında dikkate alınması gereken uçakları gösterecek ve durum araştırması bulguları da referans uçakların yükünün uygulanandan daha küçük olması gerekliliğini ya da daha büyük olabilmesi imkanını belirtir. Zemin altı yük dağılımı, kaplama tipine ve zemin altının taşıma kapasitesine bağlı olduğundan, PCN' na ilaveten raporlanan ACN-PCN metodunun elemanları tespit edilinceye kadar (bkn. 4.3.2 ve 4.3.3) belli bir referans uçak ve bunun ağırlığı seçilemez.

4.5.5 Kaplama tipinin, zemin altının taşıma kapasitesinin ve lastik basıncı kategorilerinin belirlenmesi:

Kaplama tipi rijit ya da esnek olarak belirlenmelidir. Kaplamada esas yapı elemanı olarak bir portland çimento betonu katmanı bulunuyorsa, yüzeyde bir bitüm tabaka bulursa bulursa bile, kaplama rijit olarak adlandırılmalıdır.

(bkn. 3.3.2). Eğer kaplamada böyle bir yük dağıtıcı tabaka yok ise, kaplama esnek olarak sınıflandırılabilir.

Zemin altı kategorisi, yüksek, orta, düşük olarak belirlenmelidir. Eğer zemin altı için CBR veya tabaka dayanıklılık testi verileri mevcutsa, bunlar zemin altı kategorisini belirleme noktasında doğrudan kullanılabilirler. Ancak, bu veriler, yerinde zemin altı şartlarını temsil etmek zorundadır. Aynı tip toprağı olan ve topografik açıdan benzeyen civar yapılardan elde edilen verilerde kullanılabilir. Zemin altı kategorisi seçmede kullanmak için, hemen hemen her türlü toprak dayanıklılığı verileri, eşdeğerde bir CBR veya zemin altı



ŞEMA PORTLAND ÇİMENTO BİRLİĞİ "Beton Havaalanı Kaplaması Tasarımı"ndan Alınmıştır
 Not: Bütün ilişkiler yaklaşık olarak verilmiştir. CBR,K, vs.. tespiti için testler yapmak gerekir.

Çizim 4.3. Toprak Sınırlandırmaları. CBR ve Değerleri arasında İç İlişkiler(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

reaksiyon k modülü planlamada kullanılabilir. Zemin altı toprağının taşıma kapasitesi hakkında yerel karayolları veya ziraat yetkililerinden bilgi alınabilir. Biraz kabaca yada yaklaşık olarak olsada zemin altının taşıma kapasitesinin doğrudan bir tespiti, zemin altı malzemesinin sınıflandırmasından ve Şekil 3-2’de gösterildiği gibi yayınlanan pek çok kaynaktan yapılabilir. (Ayrıca bkn. 3.3.3 ve 3.2.2)

Lastik basıncı kategorisi, yüksek, orta, düşük ve çok düşük olarak belirlenmelidir. Portland çimento betonundan veya çok iyi kalitede bitümden olan yüzeyler yaygın olarak karşılaşılan lastik basınçlarını destekleyebilir ve her hangi bir basınç sınıflandırması olmaksızın, yüksek basınç kategorisinde sınıflandırılmalıdır. Daha düşük kalitede ki bitüm yüzeyler ile agrega veya toprak yüzeyler belli sınırlamalarla daha düşük kategorilerde yer alırlar . (Bkn. 3.3.4). Uygulanabilecek basıncı kategorisi normal olarak, kullanıcı uçaklardan elde edilen tecrübeye dayalı olarak seçilmelidir. Nadir olmamak kaydıyla, kullanıcı uçakların, uygulanan ve her hangi bir gözlenebilir bozucu etkisi olmayan en yüksek lastik basıncı lastik basıncı kategorisini belirlemede temel oluşturmaktadır.

Kullanıcı uçakların değerlendirilmesinde en önemli unsur. Kritik uçakların ve raporlama amaçlı olarak kullanılan eşdeğerdeki kaplama sınıflandırma numarasının (PCN) belirlenmesidir. Kaplama tipi ve zemin altı kategorisi belirlendikten sonra gelen adım, kaplamayı kullanan uçakların ACN’ larını belirlemek olabilir. Bunu yapmak için , Ek 5’ te veya üretici tarafından yayınlanan ilgili uçağın özellikleri dökümanında gösterilen uça sınıflandırma tablası kullanılabilir. Kaplamayı düzenli olarak kullanan uçakların – çalışma ağırlıkları açısından – yukarıda bahsedilen tablolarla veya ilgili uçak özellikleri dökümanlarıyla kıyaslanması, kaplamayı kullanan en kritik uçakların belirlenmesini sağlayacaktır. Kullanıcı uçaklar, kaplama tarafından yeterince dektekleniyorsa ve nispeten daha ağır uçakların dektekленebileceğini gösteren bilinen faktörler mevcut değilse, en kritik uçağın ACN, kaplamanın PCN olarak belirlenmelidir. Böylelikle, bu PCN’ndan daha yüksek ACN’na olarak belirlenmelidir. Böylelikle, bu PCN’ndan daha yüksek ACN’na sahip olmayan her hangi bir uçak , kaplamanın ömrünü kısaltmaksızın, kaplamayı halen kullanmakta olan uçaklarınkinden daha büyük olmamak kaydıyla belli bir oranda (aylık tekrar olarak) kullanılabilir.

Kritik uçaklara gelince, sadece kaplama üzerinde kabul edilemeyecek bir bozukluğa sebep olmayan ve kaplamayı devamlı olarak kullanan uçaklar dikkate alınmalıdır. Kaplamanın ara sıra daha ağır şartlar isteyen uçaklar tarafından kullanılması, her hangi bir bozulma görülme de, kaplama bu uçağı devamlı olarak dekteklemeye yeterli değildir.

Görüldüğü gibi, kritik uçakların değerlendirilmesini baz alarak doğrudan seçilen bir PCN, bir uçağın kullanım yoğunluğunun gelecekte de değerlendirme zamandakine benzer şekilde olacağını göstermektedir. Kullanımda önemli bir artış (teker yükü) beklenirse artışı dengelemek için PCN aşağı çekilmelidir. Yük büyüklüğü ile yük tekrarı arasında ilişki kuran bir ayarlama madde 3.4’te verilmiştir.

4.5.5 Küçük (hafif) uçaklar için kaplamalar:

Küçük (hafif) uçaklar 700 kg ve altı- için düşünülen kaplamaların değerlendirilmesinde uçağın iniş takımlarının geometrisini veya uçağın yükünün tekerler arasında nasıl dağıtıldığını dikkate almak gerekmez . Bundan dolayı, zemin altı sınıfı ve kaplama tipinin raporlanmasına gerek yoktur. Sadece uçağın izin verebilecek maksimum ağırlığı ile izin verilebilecek maksimum lastik basıncı belirlemeli ve rapor edilmelidir. Bunlar için de yukarıda bahsedilen “kullanıcı uçakların”ın değerlendirilmesi için teknikler hakkında klavuz takip edilmelidir

Hafif uçaklar için konulan 5 700 kğ limiti, otoyollarının çoğunun taşıdığı yükün sadece üçte ikisini veya daha aşağısını teşkil eden bu kaplama yükünü temsil ettiğinden, kaplamaları kullanan trafik değerlendirilirken, yakıt tankerleri, itfaiye kamyonları, kar temizleme araçları, servis araçları vb. De dikkate alınmalıdır. Yük sınırlaması olan kaplamalarda bunlarında kontrol edilmesi gerekir.

4.6.“Teknik” değerlendirme için teknikler ve teçhizatlar

Teknik değerlendirme, bir kaplamanın, yük altında ortaya koyduğu davranışın ve özelliklerin incelenmesi ve ölçülmesi suretiyle, taşıma kapasitesinin belirlenmesi veya ölçülmesi sürecidir. Bu, ya tasarım parametrelerini ve metotlarını kullanarak ama mevcut kaplama özelliklerinden izin verilecek yükün belirlenmesi sürecini tersine çevirip tasarım sürecinin tersinden gidilerek ya da çeşitli araçlar vasıtasıyla kaplamanın yüke verdiği tepkiyi doğrudan belirlemek suretiyle yapılabilir.

4.6.1. Tasarım ve değerlendirme için kaplama davranışı konseptleri:

Kaplamaların, belirli bir yer ve hava trafiği şartlarını taşıyabilecek şekilde tasarlanabileceği analitik yöntemlere dönüştürülen davranış konseptlerine genellikle tasarım metotları denir. Çok çeşitli kavramlar ve çok sayıda belirli tasarım metotları bulunmaktadır. Birkaç tane tasarım ve değerlendirme metodu örnek olarak bazı ayrıntılarıyla birlikte bu le kitabında Bölüm 4’te açıklanmıştır.

4.6.1.1 Eski metotlar:

Esnek kaplamaların tasarımı ve değerlendirmesi için kullanılan ilk metotlar tecrübeye dayalı,teori uzantılıydı. Bunlar zemin altının taşıma kapasitesini yaygın olarak da zemin ve zemin altı tabakalarının dayanıklılığını veya bunlarının dayanıklılığına katkıda bulunan unsurları değerlendirmek için yapılan gösterge tipi testlerde kullanıldı. Bu testler, CBR, plaka dayanıklılık ve pek çok diğerleri gibi, özellikle otoyol tasrımında kullanılmaktaydı. Bu ilk metotlar, geniş çapta geliştirilmiş olmalarına rağmen, hala havalanı kaplamalarının tasarımında kullanılan temel metotlardır. Bu Elkitabında Bölüm 1 ve Ek 2’de bahsedildiği gibi ACN belirlemeleri için uygulanan CBR metodu mükemmel bir örnek olup, Bölüm 4’te tanımlanan Fransa ve Kanada’daki uygulamalar, sırasıyla CBR ve plaka yükü metotlarının diğer örnekleridir.

Rijit kaplamaların tasarımı ve değerlendirmesi için kullanılan eski metotların hemen hemen hepsi Westergaard metodundan (bir Winkler temeli üzerinde elastik plaka) faydalanmış fakat aşınmış kaplamaları tasarım stresini nihai strese oranında, zemin altı (veya zemin) tabakalarının dayanıklılık etkilerini vs.. ele alırken çeşitli genişlemelerde bulunulmuştur. Westergaard iki durum için metot geliştirmişti :Bunlar, bir kaplama katmanının merkezindeki yük (bir şekilde sınırlı) idi. Rijit kaplama metotlarının çoğunluğu katmanın merkezindeki yük şartları metodunu kullanırken bazılarında uçtaki katmana aktardığını kabul etmektedir ancak aktarma işleminin araçları farklıdır. Bu tasarım metotlarının gerekli bir elemanı olan zemin altı (veya zemin altı ve zemin) dekteğini karakterize etmek için plaka dayanıklılık testleri kullanılır. Burada da yine geliştirilmiş olan eski metotlar havaalanı tasarımın esas temeli olarak kalmaktadır. ACN belirlemek için uyarlanan metot (bakınız Bölüm 1 ve Ek 2) bu metotlar için mükemmel bir örnektir ve bazı diğer örnekler Bölüm 4’te sunulmuştur.

4.6.1.2. Daha yeni-daha temel-metotlar:

Kaplama tasrımını daha esaslı temeller üzerine oturtmak üzere devam etmekte olan çalışmalar. Malzemelerin stres – zorlama tepkilerini ve makul teorik modellerini kullanarak metot geliştirmeye götürmüştür. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler önceden kontrol edilmesi zor olan metotları pratik hale getirmiş ve başka türlü mümkün olmayan gelişmeler bilgisayar destekli olarak gerçekleşmiştir.

Yeni tasarım metotlarının içerisinde en popüler olan teorik model, elastik tabakalı sistemdir. Katmanların sınırlı kalınlıkta ve yatay olark sonsuz uzantıdadır. Ayrıca en alt tabaka (zemin) aşağıya

doğruda sınırsızdır. Her katmanın tepkisi, elastikiyet modülü ve poisson oranı ile karakterize edilir. Bu parametrelerin değerleri, çeşitli şekillerde laboratuvar testleri, kolelasyonlu veya hesaplanmış türevleriyle çeşitli arazi testleri veya büyüklükleri kritik olmadığı durumlarda yalnızca tahmin yoluyla belirlenebilir. Bu metotlar streslerin zorlamaların ve uygulanan yükten kaynaklanan bozılmaların hesaplanabilmesine imkan sağlar. Çoklu yükler, tekli yüklerin üst üste konulması şeklinde ele alınabilir. Kritik noktalardaki (yükün altındaki zemin altı üstü, yüzey tabakasının altı vs..) zorlama büyüklüğü, yaygın olarak, tasarım ya da değerlendirmede kullanmak için düşünülen kaplama performansı ile ilişkilidir. Her ne kadar bu metotlar çoğunlukla esnek kaplamalar için uygulanmışsa da, rijit kaplamaların tasarımında uygulananlarda vardır.

Elastik tabakalı modeller halen popüler ise de. Kplama malzemelerinin sres – zorlama tepkilerinin lineer olmadığı bilinmektedir. Tabaklara ayırma, her bir tabakanın içerisinde yanal olmamak kaydıyla, elastik modül büyüklüğünün tabakadan tabakaya çeşitlilik göstermesine imkan verir. Elastikiyet modülüne bir stres bağıllığı tesis eden ve bu bağıllığı, etkili modülü- ızgarada her bir eleman için - kurmak maksadıyla tekrarlanabilir ölçümleme araçları vasıtasıyla kplamanın sınırlı eleman modelinde kullanan gelişmeler bulunmaktadır. Burada da kritik bölgeler için zorlamalar hesaplanmakta ve beklenen davranışa korelasyonu klyaslanmaktadır. Sınırlı eleman modelleri, ayrıca rijit kplamanın belirli geometrik yönlerini daha iyi modellemek içinde kullanılmakta, fakat bunlar daha çok araştırma uygulamaları olarak kalmaktadır.

4.6.1.3 Doğrudan yük tepkisi metotları :

Geçmişte kplama davranışına uygulanan teoriler, yük ile yıpranma arasında bir orantı olduğunu göstererek, yıpranmanın bir kplamanın yük taşıma kapasitesinin göstergesi olabileceğine işaret etmekteydi. Bu durum, kplamaya uygulanan belli bir yükün sebep olduğu belirlenen yıpranmayla, diğer yüklerin kplamada meydana getireceği yıpranmaları tahmin edebilmek için bir orantı kurulabileceğine de işaret etmekteydi. Hem tecrübeler hem de daha sonraki araştırmalardan elde edilen arazi üzerindeki sağlama yükün büyüklüğü ile yıpranma arasındaki güçlü bağlantıyı gösterdi ve değerlendirme için, yıpranmaların sınırlandırmasına götürdü. O zamandan beri kplamalardaki yıpranma ile beklenen yük tekrarlarının bu yıpranmaya sebep olan yüke maruz kalan kplamanın ömründe kplama hizmet dışı kalıncaya kadar) sıkı bir ilişki olduğunu teyit eden pek çok kontrollü test ve çok daha dikkatlice analiz edilmiş arazi denemeleri yapıldı. Ancak, her ne kadar güçlü olsada bu ilişki, tek bir hat veya eğri ile temsil edilmemekte, pek çok ikincil faktörün de etken olabildiği geniş bir kuşak olarak ortaya çıkmaktadır.

Kurulan sıkı bir ilişki, kplama değerlendirmesinde kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir fakat uygulama – son zamanlara kadar ağırlıklı olarak esnek kplamalarla sınırlı kalmıştır. Plaka testine dayalı metotlar, en yaygın kullanılan metot olmuş ve bu testler için 762 mm çapında plaka tercih edilmiştir. LCN metodu ile uzun süredir kullanılmakta olan kanada metodu buna örnektir (Bakınız Bölüm 4) Mevcut teker yükü (veya iki ya da dört tekerli iniş takımları çifti) arasındaki yıpranmalar plaka metoduna önemli ölçüde paralellik arz eden bazı önlem metotlarına da temel teşkil etmektedir. Hafif uçklar için yapılan kplamalarda diğer otoyol metotları gibi, Benkleman Beam metotları da uygulanabilir (Bakınız Bölüm 4 – kanada'daki uygulama)

Dinamik kplama yükü teçizatının popüler olmasının pek çok sebebi vardır. Teker yükü büyüklüğünün statik plaka yükleri ne taşınabilir ne de yeri değiştirilebilir. Dinamik yük, hareket halindeki bir tekerin uyguladığından çok daha büyük bir darbe yükü uygular. Tekrarlanan dinamik yük, teker trafiğinin tekrarlanan yükünü daha iyi temsil eder. Fakat en önemlisi, yıpranmayı (dikey bozulma) ölçmek için yalnızca kplamanın ya da yük plakasının üzerine yerleştirilen sensörlerin geliştirilmesi olmuştur. Sonuç olarak, çeşitli dinamik yük teçizatı geliştirmiştir. Başlangıçta, otoyol uygulamaları için geliştirilen bazı cihazlar bulunmaktaydı, daha sonra havaalanı kplamaları için daha ağır cihazlar ortaya çıktı . Bunlar, 1 000 kg. dan daha az bir yük uygulayan hafif cihazlarla, ileride bu bölümde ABD FAA yıkıcı olmayan değerlendirme metotları (Bakınız 3.6.5) ile bağlantılı olarak

tanımlanacak olan daha ağır cihazlar arasında değişiklik göstermektedir. Bu ilk cihazların tamamı neredeyse statik yükün iki katına kadar uçan uca yük üretme yeteneğine sahip karşı ağırlıklar içermektedir. Darbe yükleri aslında sinusoidal ve sabit durumdadır. Bazı cihazlar frekansı veya (ilave haricindeki statik yük dışında) yükü çeşitlendirebilir. Daha sonra geliştirilen – belirgin bir hızla poüler olan – bazı dinamik cihazlar, bir düşüş ağırlığı içerirler. Bunlar, statik ağırlığın iki katından daha fazla olan yüklere uygulanabilir ve düşüş yüksekliğini kontrol etmek suretiyle uyguladıkları kuvvet büyüklüğü değişebilir. Ortaya çıkan darbeler tekrarlanmakta olup sabit değildir ve frekans cihaz ve kaplama kombinasyonu için normal olacak seviyededir. Dinamik cihazlar çoğu zaman madde 3.6.2.7 'de tartışılma statik metotlarla aynı durumlarda kullanılırlar. Bunların bazıları, kaplama malzemesinin daha sonrada tartışılacak olan stres – zorlama tepkisi hakkındaki verilerini ortaya çıkarmakta da kullanılabilirler.

4.6.1.4 Kaplama tasatırım metotlarına eklemesi gereken girdiler:

Tasarımın dayalı olduğu model çerçevesinde belirli bir kaplamanın elemanlarının (tabakalar) davranışını belirleyen parametreler, CBR ve geçmişte kullanılan esnek kaplama metotları ile Westergaard rijit kaplama plaka yük testleri ve bazı esnek kaplama metotlarından, stres – zorlama ile daha yeni ve temel metotlarda kullanılan modül değerlerinin diğer gösterge tipi testlerine kadar çeşitlilik gösterir.

Tasarım ve değerlendirmede kullanılacak olan zemin altı ve diğer sınırsız kaplama tabakalarının taşıma kapasitesini belirlemek için yapılan CBR testleri, kullanılan özel metot çerçevesinde (Fransız, Amerikan / FAA diğer) tanımlamalı fakat genellikle “Laboratuar Testi Belirlemeleri için Laboratuarda sıkıştırılmış toprağın dayanıklılık oranı” başlıklı ASTM D1883 kapsamında olmalıdır. Genellikle, arazi CBR testleri mümkün olduğu kadar laboratuar testlerine tercih edilir ve testler aşağıdaki kılavuza uygun olarak gerçekleştirilmelidir (ABD Askeri Standartlar 621A'dan)

4.6.1.5 Arazi CBR Testleri:

- a) Bu testler aşağıdaki şartlardan her hangi birisinin mevcut olduğu durumlarda yapılır:
 - (1) testin yapılacağı yerdeki yoğunluk ve su oranı doyum derecesinin (su ile dolu olan boşlukların yüzdesi) yüzde 80'i veya üzerinde olduğunda;
 - (2) malzemenin içerilen sudan etkilenmeyecek kadar kaba-taneli ve kohezyonsuz olduğunda; veya
 - (3) İnşaat biteli bir kaç yıl olmuşsa. Son olarak bahsedilen durumda, su içeriği aslında sabit olmaz ama dar bir aralıkta yükselir ve düşer ve arazi testi yük taşıma kapasitesi için yeterli bir gösterge olarak kabul edilebilir. İçerilen suyun stabil hale gelmesi için gerekli zaman kesin olarak belirlenemez ama minimum süre yakalışık üç yıldır.
- b) Penetrasyon: Test edilecek olan yüzey dezeltir ve sabit olmayan bütün malzemeler çekilir. Sonra ASTM D-1883'te tanımlanan prosedür uygulanır.
- c) Testlerin Sayısı: Ana pist üzerinde ve zemin altı yüzeyinde test edilen her bir kat için 3 arazi CBR testi gerçekleştirilmelidir. Ancak her hangi bir gruptaki her üç testte alınan sonuçlar makul bir uygunluk göstermiyorsa, aynı yerde ilave testler yapılmalıdır. CBR 10'dan daha düşük ise, üç test arasındaki makul bir uygunluk 3'e kadar tolerans gösterir; CBR 10 ila 30 arasında ise, tolerans 5,30 ila 60 arasında ise, tolerans 10'dur. 60 üzerindeki CBR için, münferit okumalar arasındaki varyasyonlar özel bir önem taşımayacaktır. Örneğin. 6,8 ve 9 gibi mevcut test sonuçları makul olup bunların ortalaması 8 olarak alınabilir; 23,18 ve 20 şeklinde sonuçlar da makul olup, ortalaması 20 şeklinde alınabilir. Şayet ilk üç test belirlenen tolerans sınırları

içerisinde sonuçlanmamışsa, aynı yerde üç ilave test daha yapılır ve bu altı testen elde edilen değerlerin sayısal aritmetik ortalaması o bölgenin CBR' ı olarak kabul edilir.

- d) Nem oranı ve yoğunluk: CBR testi tamamlandıktan sonra, nem oranının tespit edilmesi için penetrasyon noktasından ve yoğunluk tespiti için penetrasyon noktasının 10 -15 cm uzağından bir numune alınır.

Tasarım yada değerlendirmede Westergaard analizi için zemin altı reaksiyonun (k) modülünü belirlemek için kullanılacak plaka yük testlerinin, kullanılan test prosedürleriyle uyumlu olması veya ASTM D1196, "Havaalanı ve Otoyol Kaplamalarının Tasarım ve Değerlendirilmesinde kullanmak için esnek kaplama bileşenlerinin ve toprağın Tekrarlanmayan statik Plaka Yükü testlerinde ya da ASTM1195, "Havaalanı ve otoyol kaplamalarının Tasarım ve değerlendirilmesinde kullanmak için esnek kaplama bileşenlerinin ve toprağın Tekrarlanan statik plaka yükü Testlerinde sunulabilir olması gerekir. Prosedürler ASTM standartları başlığında da gösterildiği gibi, esnek kaplama tasarımıyla da ilişkilendirilebilir. Bölüm 4'te anlatıldığı gibi , kanada'daki uygulamada ASTM metodundan faydalanılır. Kanada'daki uygulama aynı zamanda diğer plaka ebatlarını da içerir ve bölüm 4'te tanımlanan kanada'da uygulanan metotlarla ilgili kılavuz, hem zemin altı katsayılarının belirlenmesi, hem de kaplama değerlendirmesi için doğrudan kullanım belirlenmesi, hem de kaplama değerlendirmesi için doğrudan kullanım için kullanılabilir.

Rijit kaplamaların Westergaard analizinde beton tabakanın yapısal davranışını göstermek için E ve Poisson oranı α belirlenmesine katkısı olan geleneksel değerler ve metotlar kullanılır. Yaygın olarak α 0.15 olarak alınır. Modül E beton testiyle belirlenmeli normal olarak 25 000 ila 30 000 MPa arasında olmalıdır.

Elastikiyet modülü ve Poisson oranı değerleri, elastik katmanlı bir sistemi için her bir katmanda gereklidir ve bunlar çeşitli şekillerde belirlenebilirler. Poisson oranı hassas bir parametre değildir ve genellikle agrega malzemeleri için 0.3 ila 0.33, ince granüllü ve plastik malzemeler için 0.4 ila 0.5 kabul edilir. Elastikiyet modülü belirleme vasıtaları çeşitli olduğundan ve toprak ve agrega malzemenin stres – zorlama tepkisi lineer (orantılı) olmadığından belirli bir malzeme için çeşitli yollarla bulunan değerler, ideal teorik düşüncelerin gösterdikleriyle aynı miktarda olmayabilir. Aşağıda kaplama davranışının (elastik tabakalar gibi) teorik modellerinde kullanmak için elastikiyet değerleri modülünün belirlendiği bazı yollar açıklanmalıdır.

- Özellikle zemin altı malzemeleri için, ama- bitüm ve çimentolu malzemeler hariç olmak üzere – diğer kaplama tabakaları içinde elastikiyet değerleri modülü gösterge (indeks) tipi dayanıklılık testleriyle ilişkilerden belirlenebilir. En yaygın olanı, E – 10 CBR MPa olan korelasyondur.
- Stres-zorlama tepkisi (modülü) hazırlanmış ya da arziden alınmış numunelerin doğrudan test edilmesiyle belirlenebilir ama bunlar neredeyse her zaman tatmin edici seviyede değildir. Tepki, başka karışımların veya numunelerin olumsuz yönlerinden büyük oranda etkilenir.
- Hazırlanan numunelerin ve bazı durumlarda araziden alınan örneklerin,- çok veya pek çok yük devrinden sonra nispeten makul bir temsilci modül veya stres-zorlama tepki eğrisi sağlamak için, tekrarlanan yüke maruz kalabilir. Bu şekilde belirlenen elastikiyet modülüne esnek (Esnek) modül denir ve halen elastik tabaka analizlerinde bazı şekillerde ağırlıklı olarak tercih edilmektedir. Testler, triaxial test, dolaylı gerilim ve hatta sınıflandırılmamış sıkıştırma testi ve diğerleri şeklinde gerçekleştirilebilir. Yükler düzenli dalga (sinusoidal vs..) şeklinde olabilir fakat genellikle geçmekte olan tekerleri daha iyi temsil etmesi açısından, belli aralıklarla darbe etkisi yapan seçilmiş bir yük darbesi şeklindedir. Esnek modül, bitüm malzemeler için, bu testlerin bazılarıyla

birlikte diğer benzer testler kullanmak suretiyle belirlenebilir fakat bitüm malzemeler için modülün hem test edilmesi hem de uygulanması sırasında sıcaklık bitüm tabakalar için en önemli unsurdur. Çeşitli kaplama tabakaları için modüller bu testlerden alınır ve tabakalı sistem analizinde doğrudan kullanılırlar fakat sık sık bunların geçerliliğiyle ilgili problemler ya da sorunlar ortaya çıkar.

- d) Mevcut kaplamalarda dinamik plaka yükü testi gerçekleştirildiği zaman, stres dalgalarının kaplamalar içerisinde yayılma hızını ölçmek mümkündür. Bu hız ölçümlerden, kaplamanın her tabakasının – genellikle üst tabaka ya da tabakalar hariç elastikiyet modülünü azaltmak için araçlar geliştirilmiştir. Bu şekilde belirlenen modüller bazen tabakalı analizlerde doğrudan kullanılırken, belirlemeler, değerlerinin sadece kavisli stres zorlama ilişkileri için tanjant modüllerini temsil edecek kadar küçük zorlamalardır. Daha yüksek (çalışma zormala) stres seviyeleri için modüller daha düşük olmalıdır. Bu şekilde elde edilen belirlemeler akıl yürütme ya da bazı kurulu analitik araçlar vasıtasıyla kullanılırlar.
- e) Zemin altı modülü w_n önemli parametredir ve bazı analizler zemin altı için bir modül belirlemek amacıyla, yukarıda bahsedilen metotlardan sadece birisini kullanırlar ve kesin verilerin olmaması çok önemli olmadığından, ya doğrudan hüküm vermek suretiyle ya da (altta bulunan tabakanın modülünün iki katının ya da üstteki tabakanın modülünün yarısını almak gibi) bazı basit sayısal süreçleri kullanmak suretiyle diğer tabakaların modüllerinin seçilmesini sağlar.
- f) Zemin altı haricindeki bütün tabakalar için, seçilmiş ya da basit bir şekilde tertilmiş modüller aracılığıyla, elastik tabakalı analizi ve plaka ya da teker yükü yıpranmalarını kullanarak zemin altı modülü için bir değer hesaplamak mümkündür. Bazı analizler için yapılır.
- g) Ağırlık merkezinin altındaki noktalar ve ağırlık merkezinden çeşitli denge pozisyonları için dinamik yük kaplama testlerinden alanda belirlenen yıpranmaları ve elastik tabaka teorisini kullanma konusuna halen büyük bir ilgi duyulmaktadır. Tekrarlanabilir bilgisayar programları aracılığıyla, zemin altı ve bir kaç üst tabakanın modülleri hesaplanabilir. Bu şekilde hesaplanan modüller, daha sonra kaplama performansını tahmin etmek için kritik noktalardaki zorlamaları hesaplamak maksadıyla tabakalı modelde kullanılır.

Sınırlı eleman modelleri, sadece tabakalı sağlayabilen değil, pek çok kaplama malzemesi için buluna lineer olmayan (kavisli) stres-zorlama tepkisiyle baş edilen kaplama modellerinin şekillendirilmesine imkan verir. Burada da yine poission oranlarına ve elastikiyet modülüne bir ihtiyaç vardır ama bunlar artık her bir kaplama tabakası için modelin her hangi bir noktasında (her hangi bir sınırlı eleman üzerinde) mevcut olan yük ya da stres şartlarının bir fonksiyonu olarak belirlenmelidir. Modüllerin arasındaki ilişkiler, laboratuvar testleri ve tekrarlanan triaxial testlerle kurulurlar. Bunlar genellikle aşağıdaki şekillerde olur fakat varyantları da mevcuttur:

a) Granüler malzeme için:

$$M_r = E = K_{1(-)}k_2$$

veya

$$M_r = E = K_3\sigma_3k_4$$

b) İnce taneli topraklar için:

$$M_r = E = K_{1(-)}k_2$$

olup, burada

M_r - Esnek

E - elastik modülü

Θ - stres yoğunluğu = $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ veya
 $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$ (belli bir noktada 3 tane karşılıklı olarak dikey normal stresin toplamı)

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – ana stresler

σ_3 - triaxial numune üzerindeki sınırlı stres

σ_d - sapma stresi = $\sigma_1 - \sigma_3$

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ – test sonucu bulunan sabitler

4.6.2 Tasarım ters çevirmek suretiyle değerlendirme:

Bir kaplama tasarımı yapmak için, önce bir tasarım metodu seçilmelidir. Daha sonra her bir tabaka ve üst yüzey için, kaplamanın üzerine konulacağı zemin altı ve desteklenecek olan tarifiğin yoğunluğu ve büyüklüğü de dikkate alınmak kaydıyla, her bir tabaka için kullanılacak olan malzemenin kalınlığı ve özellikleri belirlenmelidir. Değerlendirme için, kaplama zaten artık mevcut olduğundan, bu süreç tersine çevrilmelidir. Seçilen tasarım metodunu ters çevirerek kullanmak suretiyle belirlenebilecek olan izin verilebilir maksimum uçak yükünün büyüklüğü ve frekansından yola çıkılarak yüzeyde dahi olmak üzere, zemin altı ile her bir yapısal tabakanın kalınlığı ve özellikleri tespit edilmelidir. Değerlendirme için seçilen tasarım metodunun, kaplamanın inşası için kullanılan tasarım metodu olması şart değildir fakat çeşitli malzemelerin (tabakaların) davranışı karakterize eden gekekl parametrelerin, seçilen tasarım metodunda kullanımlarla aynı olması gerekmektedir.

4.6.2.1 Tasarım metodu ve elemanları:

Öncelikle değerlendirme için kullanılacak olan tasarım metodu seçilmelidir. Sonra, mevcut kaplamanın yapısında bulunan tasarım elemanları seçilen tasarım metoduna uygun bir şekilde değerlendirilmelidir.

- Her bir tabakanın kalınlıkları belirlenmelidir. Bu bilgi inşaat kayıtlarından alınabilir veya bazı noktalarda delikler ya da kalınlığı ölçmeye imkan verecek çukurlar açılmasını gerektirebilir.
- Zemin altının taşıma kapasitesi ve özelliği belirlenmelidir. Burada da gerekli bilgi inşaat kayıtlarından doğrudan doğruya veya bilgilerin seçilen metoda uygun hale dönüştürülmesi suretiyle sağlanabilir. Aksi takdirde gerekli bilgi alan üzerindeki çalışmalarla temin edilmek durumundadır. Madde 3.6.2.9 ve 3.6.2.14, zemin altı davranışının çeşitli tasarım metodlarında nasıl ele alındığı açıklamaktadır. Penetrasyona imkan sağlamak için test çukurlarına veya plaka testine ya da laboratuvar testleri için zemin altından örneklerin alınmasına ihtiyaç vardır. Örnek alma ve penetrasyon tek deliklerden yapılabilir. Dinamik ya da statik yüzey yük – yıpranma veya dalga yayılım testleri gerekebilir. Değerlendirmede kullanılmak üzere seçilmiş olan tasarım metodundan elde edilecek özel bilgiler kılavuz kabul edilmelidir.
- Zemin altı yüzey arasındaki tabakaların kalınlıkları ve özellikleride belirlenmelidir. Problemler yoğunlukla zemin altı ile aynıdır (bakınız yukarıda b) ve seçilen tasarım metodunun kılavuzluğuna baş vurulmalıdır.

- d) Rijit kaplamaların tasarımı için gereken prosedürlerin çoğunluğu bir elastikiyet modülü ve beton için sınırlandırıcı bükülme stresi gerektirir. Bunlar inşaat kayıtlarında mevcut değilse, kaplamadan alınan numuneler yapılan testler vasıtasıyla belirlenmelidir (bakınız , ASTM C 469 elastikiyet modülü ve ASTM C 683 – bükülme stresi) Mukavemeti arttırılmış ve önceden preslenmiş beton tabakalar için seçilen tasarım metodunun detaylarına bağlı kalınmalıdır.
- e) Bitüm yüzey (ya da üst) tabakalar, seçilen tasarım metoduna uyacak ve uygulanabilecek her hangi bir lastik basıncı sınırlamasının belirlenmesini sağlayacak şekilde karakterize edilmelidir. İnşaat kayıtları gerekli bilgileri sağlayabilir, yoksa test yapmak gerekecektir. Bitüm tabaka üzerindeki stres –zorlama tepkisini ya da lastik basıncı etkilerin, değerlendirmek için kaplama sıcaklığıyla ilgili veriler gerekebilir.
- f) Seçilen tasarım metodu için buzlanma etkilerine özellikle dikkat etmek veya bölgenin iklimini göz önünde bulundurmak ve bunların belirlenen değerlendirme üzerindeki etkilerini ele almak gerekebilir.
- g) Kaplamanın maruz kaldığı kümülatif yük tekrarları tasarım için önemli bir unsurdur ve hem geçmişte hizmet verilen hemde gelecekte hizmet verilmesi beklenen trafik değerlendirmede bir başka faktör olabilir. Trafiğin değerlendirilmesiyle ilgili olarak madde 3.4'e bakınız. Bazı tasarım metotları için, halen yeterli bir şekilde hizmet verilen trafiğin gelecekteki trafiği de temsil ettiğini düşünmek ve değerlendirme neticesinde yük sınırlandırılmasında bu trafiğe göre belirlemek yeterlidir. Bu varsayım ile ACN-PCN metodundaki uçak ağırlığı ve ACN arasındaki (veya tersi) ilişkinin tercümesidir. Ancak, yük sınır değerlendirmesi için gerekli olan sınırlı bir yıpranma veya zorlama seçimi için bir temel olarak yük ya da stres tekrarın büyüklüğü pek çok metot için gereklidir.

Seçilen tasarım metodundan ve tasarım elemanları için belirlenen miktardan, kaplamayı kullanması beklenen miktarlardan, kaplamayı kullanması beklenen her hangi bir uçak yük ya da ağırlık sınırı tespit edilebilir.

4.6.3. Doğrudan veya yıkıcı olmayan değerlendirmeler:

Doğrudan değerlendirme; bir kaplamaya binen yükün, kaplamanın buna verdiği tepkinin (genellikle yük altındaki yıpranma açısından ve bazende çukurlaşma şeklindeki bozulmaları göstermek için yükten denge noktalarına doğru) ölçülmesini ve ölçümlerden beklenen yük destekleme kapasitesinin çıkarılmasını kapsar. Kavramlar Madde 3.6.2.6 , 3.6.2.7 ve 3.6.2.8'de tartışılmıştı.

4.6.3.1 Statik metotlar:

Statik metotlar, teker ya da plaka yerleştirilmesini, uygulanan yükü ve yıpranmaların ölçülmesini kapsar. Plaka yükleri, uygulanan yüke karşı bir reaksiyon gösterirken , tekerler pozisyona doğru dönüp sonra uzaklaşabilir. İngiltere tarafından geliştirilen ama çoğu ülke tarafından kullanılan esnek kaplamalar için orjinal LCN, doğrudan statik metotlar için bir örnek teşkil eder. Esnek ya da rijit kaplamalar için Kanada'nın uygulamasında plaka yükü ve yıpranma kullanılır ama bu daha dolaylı yapılır

(Bakınız Bölüm 4). Bu doğrudan metotlar kaplama performansı ile şekil 3-3'te gösterilen türdeki yükten ortaya çıkan yıpranma arasındaki bir korelasyona bağlıdır. Korelasyonlar yanlış yorumlanabileceğinden, burada belki bir uyarı notuna ihtiyaç duyulabilir. Bunlar, yorumlanacağı gibi, belli sayıda tekrarlanarak uygulandıktan sonra yük altındaki yıpranmayı göstermezler. Aslında ister önce, ister sonra (başlangıçtaki ayarlamaların akabinde ve terminal bozulmasından önce) ölçülsün, bir kaplamanın ömrü içerisindeki yıpranması aynıdır. Bu korelasyon, kaplama hizmet dışı kalamadan önce yükün sebep olduğu yıpranma için kaplamaya uygulanabilecek olan tekrarların sayısını gösterir.

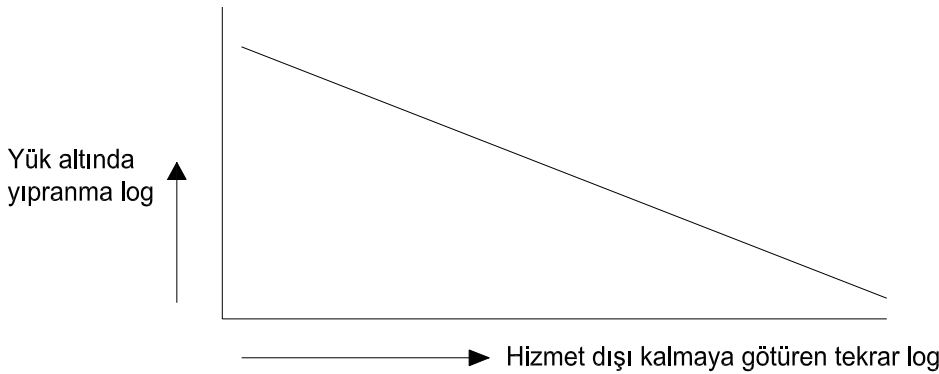
Korelasyon tatmin edici seviyedeki kaplamanın yıpranmalarını ölçmek ve bunların tarafik geçmişlerini tespit etmek süretiyle belirlenirler. Aşağıda açıklanan değerlendirme için expeditious yıpranma metotları statik metotlar için iyi örnektir.

4.6.3.2. Hızlı yıpranma durumları

Pek çok araştırmacının yaptığı incelemeler ve gözlemler, bir teker yükü altındaki bir kaplamanın yıpranması ile bu teker yükünün, kaplamanın ciddi şekilde bozulmasına (hizmet dışı kalmasına) sebep olabilecek trafik uygulamaları arasında güçlü bir genel korelasyon bulunduğu göstermektedir (Bakınız Şekil 3-3) Bunlar kaplamanın taşıma kapasitesini değerlendirmede basit ve bir hızlı araç için temel teşkil etmektedir. Bu kavislerden bir kaç tanesiyle ilgili referaslar aşağıda listelenmiştir.

Transport and Road Research Laboratory LR 375(Nakliye ve Yol Araştırmaları Laboratuar Raporu – İngiliz-)

California Highway Research Report 633128 (California Otoyol Arştırma Raporu)
(Asfalt Kaplamaların Yapısal Tasarım Hakkında Üçüncü Uluslararası Konferans'ta Gschwendt ve Poliacek tarafından sunulan bildiri)
(Asfalt kaplamaların yapısal Tasarım Hakkında Üçüncü Uluslararası Konferans'ta Joseph Hall tarafından sunulan bildiri)



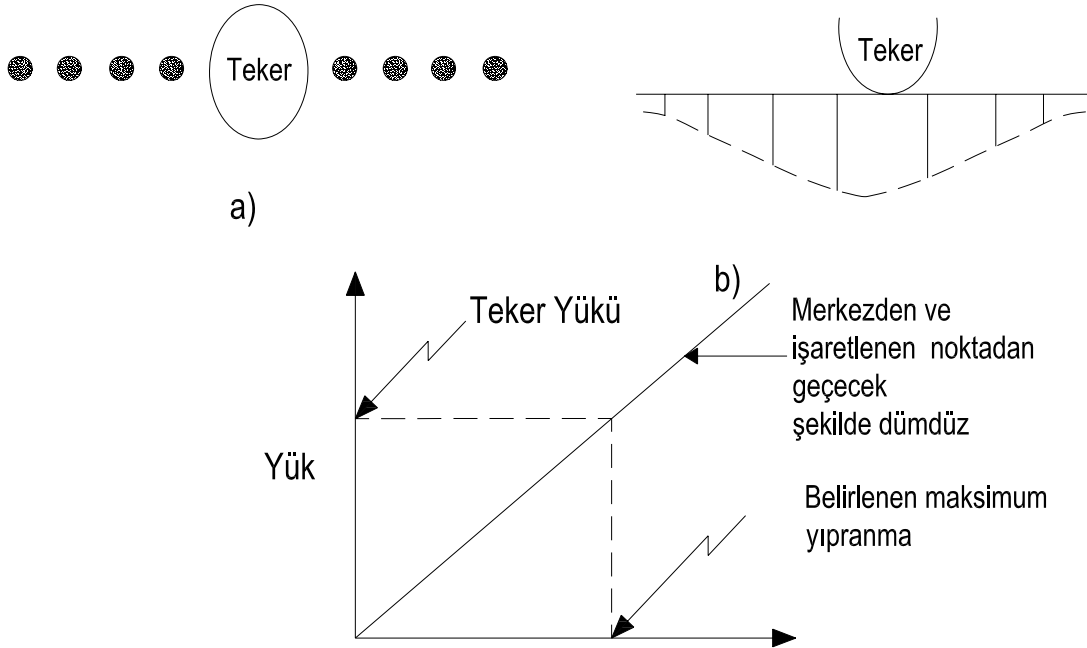
Çizim 4.4. Yük Yıpranması ve Yük Tekrarı Arasındaki İlişki

Her ne kadar bu ilişkilerin dokusu oldukça güçlü olsa da, belirli noktaların dağılımı dikkat çekicidir. Bu nedenle, hızlı kaplama değerlendirmeleri için bu ilişkiler kullanılırken ya sınırlandırıcı bir kavis konusunda muhafazakarlık ya da noktaların geniş bir şekilde dağılımından veya kombinasyonundan dolayı çıkan düşük sonuç kabul edilmelidir.

Bunlar, nispeten ucuz bir değerlendirme aracı sağlarlar. Bu tür bir değerlendirmenin prosedürü aşağıdaki şekildedir.

- a) Seçilen kritik bir kaplama bölgesinde önemli bir teker yükü altındaki yıpranma ölçülür. Tekli ya da çoklu teker konfigürasyonları kullanabilir.
 - 1) Uçağın tekeri kritik bölgeye yerleştirilir;
 - 2) Kaplama boyunca Şekil 3-4 a) 'da gösterildiği şekilde noktalar işaretlenir.
 - 3) "görüş çizgisi" metodu uygulanarak, her bir noktada okunan değer alınır;

- 4) uçak çekilir ve okuma tekrarlanır;
 - 5) okumalardaki farklar yıpranma olarak işaretlenir. Bakınız şekil 3-4b) ve
 - 6) teker altındaki maksimum yıpranmayı tahmin etmek için noktalar birleştirilir
 - b) Şekil 3-4 c)'de gösterildiği şekilde maksimum yıpranmaya karşılık gelen yük işaretlenir.
 - c) Yıpranmayı belirlenken kullanılan iniş takımları için kaplamanın taşıma kapasitesi hakkında bir değerlendirme sağlamak maksadıyla kaplama hizmet dışı kalıncaya kadarki tekrarlara karşılık gelen yıpranma eğrisi ile yukardaki eğri birleştirilir.
- 1) Kaplamayı hizmet dışı bırakmayacak şekilde kullanılması düşünülen yük tekrarları (veya Madde 3.4'te açıklandığı gibi eş değerler tekrarlar) belirlenir;
 - 2) Şekil 3-3'te gösterilen türde bir korelasyondan hizmet dışı kalıncaya kadar olan tekrarların sebep olduğu yıpranma belirlenir; ve
 - 3) Şekil 3-4'te gösterilen türde tesis edilmiş bir yıpranma yük ilişkisinden, yıpranma ölçümlerinde kullanılan teker için izin verilebilecek yükün büyüklüğü açısından kaplamanın taşıma kapasitesi belirlenir.
- d) Değerlendirilen kaplama taşıma kapasitesinin PCN ile nasıl bir ilişki içerisinde olduğunu bulmak için, Bölüm 1'de tanımlanan prosedür kullanılır. Bu PCN'ndan daha büyük bir ACN'na sahip olmayan uçaklar, aşırı yük uygulamaksızın kaplamayı kullanabilirler. Ek 5'te ACN'na karşılık gelen ağırlık bilgilerine bakınız.



Çizim 4.5. Teker Yüğü ve Yıpranma arasındaki İlişki (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

Bir krika ve bir uçağın kanadının altında bir krika noktasının altına yerleştirilecek bir yükleme plakası veya eşdeğerde uygun bir reaksiyon yükü kullanmak suretiyle benzer bir prosedür de takip edilebilir. Yüke karşılık gelen yıpranmanın yapısının bütünü belirlenebilir ve optik araştırma metotları yerine uzun bir referans ışın üzerine monte edilmiş bir ölçüm düğmesi kullanılabilir. Uygun bir erişim

boşluğunun sağlanmasıyla yük merkezinin hemen altındaki yıpranma ölçülebilir. Sonuçlar, tek teker yükündekilerle aynı çizgi üzerinde ele alınabilir.

Otoyollardaki yükten dolayı yıpranma ölçümleri için kullanılan Benkleman Beam (ışın) metodu gibi metotlar, yük yapısına karşılık yıpranmayı geliştirmek için kullanılabilir. Sonuçlar uçakların Şekil 3-3'teki gibi, tek teker yükü için kaplamanın taşıma kapasitesini değerlendirmeye imkan sağlayan bir ilişkiye sahip olan tek teker yüklerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda tahminde bulunmak için Şekil 3-4 gösterildiği şekilde ele alınır. Buradan, hafif uçaklar için yapılmış olan kaplamalar üzerinde sınırlandırılacak olan uçak ağırlığı doğrudan belirlenebilir ve Bölüm 1. Madde 1.2'ye uygun olarak raporlanırlar. Eğer sıra dışı büyüklükte yük plakası veya lastik basıncı varsa, tek yük özelliklerinin Şekil 3-4'te (3.6.4.3a)) gösterildiği şekilde belirlenmesi ile rapor edilen izin verilebilir uçak ağırlığı veya kritik araç yüklerinin, sınırlandırılan ağırlıkla kıyaslanmak suretiyle, ayarlanması gerekebilir. Bu tür ayarlamalar Ek 2'deki prosedürleri ya da seçilen kaplama tasarımı metodunu izleyebilir. Daha ağır uçaklar için kaplama üzerindeki sınırlandırmalar, Madde 3.6.4.3d)'de gösterildiği şekilde belirlenebilir. Son bulgulara göre, taşıma kapasitesi (şekil 3-4e)'deki gibi yüksek kaplamalardan elde edilen küçük yük yıpranma tahmininde bulunmanın iyi sonuçlar edebilmek için gerekli tahmin sınırları tesit edilmiştir.

4.6.3.3. Dinamik metotlar:

Bu metotlar taşınabilecek ve kaplama üzerine indirilecek şekilde araç ya da treyler üzerine monte edilen dinamik bir yükleme cihazı içermektedir. Bu cihazlar, sabit bir durumda dönen ya da bir biriyle karşılıklı olan ağırlıklar yoluyla ya da düşen ağırlık yoluyla seri darbeler uygulamak için, karşı dönerli kütle, hidrolik olarak çalışan karşı ağırlık veya düşen ağırlık kullanılırlar. Cihazların çoğunluğu yükü bir yükleme plakası aracılığıyla uygular ama bazı küçük cihazlar katı tekerler veya pad kullanırlar. Bütün metotlar, kaplama yüzeyine ya da yük plakası üzerine yerleştirildiklerinde dikey yer değişikliklerini (yıpranma) ölçebilen sabit aletlerden (sensörler) faydalanırlar. Dinamik yük, genellikle yükün yük plakası üzerine aktarıldığı bir yük hücresi aracılığıyla belirlenir. Uygulanan yük ile ölçülen yer değişikliğinin kıyaslanması, test edilen kaplamanın yük-yıpranma ilişkisini verir. Yer değişiklikleri daima doğrudan yükün altında ölçülmekle beraber, yük merkezinden belli bir uzaklıkta bulunan çeşitli ilave noktalarda da ölçülürler. Böylelikle, yük yıpranma ilişkisi sadece yük eksenini (maksimum yıpranma noktası) için değil, yıpranma havzasındaki eğim derecesini ya da şeklini (eğim) gösteren denge noktalarında da belirlenir. Cihazlar, bazıları oldukça gelişmiş, otoyol odaklı, 1 000 kg.dan daha az yük için kullanılan birimlerden, Madde 3.6.5'te sunulan ABD yıkıcı olmayan test metodundaki gibi büyük ünitelere kadar ebat olarak değişiklikler gösterirler. Tersine dönerli ve geri dönüşümlü ağırlık sistemleri dinamik yükün frekansını değiştirebilirken, bunların bazıları ile düşen ağırlık birimleri uygulanan yükte değişiklik sağlayabilir.

Bir sensörden diğerin geçmek için gerekli olan dinamik yük tarafından ortaya çıkarılan stres dalgaları için zamanı ölçmek ve bu zamandan sensörlerle arasındaki mesafeden hızı hesaplamak mümkündür. Bazı dinamik metotlar, çeşitli tasarım metotlarında kullanılmak üzere zemin altı ve üstteki kaplama tabakaları için, dayanıklılığı veya stres zorlama tepkisini değerlendirmek için bu hız ölçümlerinden faydalanırlar. Kesme dalga hızı v , aşağıdaki denklemde elastikiyet modülü ile ilişkilidir

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{E}{(1 + M)\rho}} \quad (\text{Bakınız Barkan'ın "Dynamics of Bases and Foundation –$$

Temel ve Zeminlerin Dinamikleri")

Burada poisson oranı ∞ tatmin edici bir şekilde tahmin edilebilir ve zemin altının ya da kaplama tabakasının (zemin altı – zemin) yoğunluğu ρ , ölçümler aracılığıyla veya tatmin edici bir tahminle belirlenebilir. Böylelikle belirlenen modül değerleri, ya doğrudan doğruya ya da teorik tasarım

modellerinde değişiklik yapmak süretiyle kullanılır zemin altı ile diğer tabakaların taşıma kapasitesi, CBR, zemin altı katsayısı kadar benzer dayanıklılık gösterge miktarları açısından tasarlamak için korelasyonlarla kullanılır. Hız ölçümlerinde kullanılan sensörlerin yükten, aşınma çukurunun şeklini belirlemek için kullanılanlardan da uzak yerlere yerleştirilmesi gerekebilir. Ayrıca, çeşitli kaplama tabakalı tercih edilen frekanslarda tepki verdiğiinden ve bunların tercih edilen frekansta enerji dalgası yayılışının her bir tabakadaki hızının belirlenmesi için, oluşturdıkları dinamik yük enerjisi bulunmak zorunda olduğunda, dinamik cihaz, frekans varyasyonlarına yeterli olamlıdır.

Dinamik metotların ölçümlerinin uygulanışı :

Kullanılmakta olan dinamik cihazların ve metotların çeşitliliği aracılığıyla çeşitli şekillerde belirlenen merkez ve denge noktaları yıpranması ile stres – zorlama hızları kaplama değerlendirmesinde çeşitli şekillerde uygulanılmaktadır.

- a) Kaplamanın dinamik yüke verdiği tepkideki yük – yıpranma ve kaplam davranışı arasında doğrudan korelasyonlar kurulur korelasyonlar, davranışı tespit edilebilecek olan kaplamanın dinamik yük testinden yola çıkılarak geliştirirler. Madde 3.6.5'te sunulan ABD yıkıcı olmayan değerlendirme metodolojisi bu durumda mükemmel bir örnektir.
 - b) İster doğrudan, ister tahmin yoluyla, yapılsın dinamik metotların ölçümü, plaka yükü hakkında bilgi sağlayabilir. Bu – uygun plaka ebatı veya değişimlerle I,CN ve Kanada prosedürleri gibi meotlara girdi olarak hizmet görebilir. Westergaard analizi için, doğrudan zemin altı üzerinde veya diğer tabakalarda kullanılarak tespit edilen korelasyonlu zemin altı katsayıları belirlenebilir.
 - c) Yük Ekseninin denge noktalarına yerleştirilen sensörlerin özellikle otoyollar için – tespit ettiği genel katıllılığı ve böylelikle kaplama yapısının yük dağıtma özelliğini yansıtmak için, aşınma çukurunun şekli kullanılır. Fakat yük kapasitesinin değerlendirmesini yapmak için doğrudan kullanım başarılı olamamıştır.
 - d) Dinamik yük altında ölçülen yıpranma, teorik kaplama modellerinde zemin altı için etkili elastikiyet modülü tesis etmek için kullanılır. Diğer tabakalar için elastik sabitler (modül ve Poisson oranı), ön kabul veya test aracılığıyla belirlenir ve zemin altı modülü, yük, ölçülen yıpranma ve kaplama modeli, yaygın olarak da elastik tabakalı teori kullanılarak hesaplanır.
 - e) En son gelişmeler, elastik tabakalı bilgisayar programlarının kullanılmasını da kapsamaktadır. Uygulanan yaklaşık bir yükle, yıpranmalar bir merkez ve çeşitli denge noktalarında ölçülürler. Daha sonra, modellenen kaplamanın bütün tabakaları için elastik modülleri tesis etmek için tekrarlanan hesaplama araçları kullanılır.
 - f) Elastik sabitleri olan ve yukarıda d) ve e)'de açıklanan teorik modeller, yükün hemen altındaki üst tabakanın bükülmesindeki zorlamayı veya yükün altındaki zemin altının üst kısmındaki dikey zorlamayı hesaplamakta kullanılır. Bu bölgeler esnek kaplamalar için kritik kabul edilirler. Rijit bir kaplama katmanındaki bükülmede görülen stres veya zorlama da benzer şekilde hesaplanabilir. Bunlar, kaplama performansı ile tespit edilen korelasyondaki zorlama (veya stres) değerleriyle karşılaştırılır. Literatürde bu korelasyonların pek çok örneği bulunmaktadır.
- 1) 1977 Uluslar arası Hava Taşımacılığı Konferansı, ASCE yöntemleri- Monismith'in bildirisi.
 - 2) Yol kaplamalarının Tasarım ve Performansı, D. Coroney Nakliye ve Yol Araştırma Laboratuvarı, İngiltere Bölüm 13 ve 15.

- 3) Sıkıştırılmış Bitüm Agrega Karışımlarının Kaçşaması, ASTM – STP508
- 4) Yıkıcı Olmayan Test ve Havaalanlarını Değerlendirme Sempozyumu, -Kasım 1975, Vicksburg, Mississippi, Mayıs 1976'da ABD K.K Mühendislik birimi tarafından yayınlandı –Nielsen ve Baird'in WES bildirisi.
- 5) Son on yıllık literatürde başka örnekler de kolayca bulunabilir.
- g) Örneklemeye yapılmaksızın kaplama tabakası özelliklerini belirlemek için stres – dalga hızı ölçümleri kullanılır. Kaplama Tabakalarının elastikiyet modülleri bu ölçümlerden çıkarılır ve teorik modellerde doğrudan kullanılır ya da modellerde kullanılan daha büyük zorlamadaki modülleri daha iyi temsil etmeleri için ayarlanırlar. CBR değerleri, CBR ile genellikle MPa olarak E=10 CBR'den türetilen elastikiyet modüllerinin arasındaki korelasyondan türetilir. Zemin altı reaksiyonunun modülü k ve bu tür diğer dayanıklılık değerleri de benzer şekilde türetilir.

4.6.3.4. Kaplama raporlaması:

Kaplamanın taşıma kapasitesiyle ilgili bilgilerinin raporlanması için Ek 14'te belirlenen dört unsur ile PCN belirlenmelidir.

- a) Kaplama tipi: Kaplamanın temel yük dağıtım kapasitesi, düz, desteklenmiş veya önceden preslenmiş bir Portland çimento betonu tabakası sayesinde sağlanıyorsa ve bu tabaka, artık bir yük dağıtım tabakası olarak işlev göremeyecek kadar çatlaklıklar içermiyorsa, kaplama, rijit olarak (kod-R9 kabul edilecektir. Kalın ve güçlü bir stabilizasyona sahip olan ve sonuç olarak, taşıma kapasitesi bakımından stabilize tabakası olmayan eşdeğerde bir esnek kaplamalardan daha zayıf olan (Newark'taki LCF yapıları gibi) kaplamalarda da rijit olarak kabul edilebilir. Bunların dışındaki bütün kaplamalar esnek kaplama (kod-F) olarak kabul edilmelidir. Bunlara, agrega ve toprak yüzeyli şeritlerde askeri havaalanlarının expedient yüzeyleri de dahildir.
- b) Zemin altının taşıma kapasitesi: Zemin dayanıklılık kategorisi, yüksek taşıma kapasitesi (A), orta taşıma kapasitesi (B), düşük taşıma kapasitesi (C) ve çok düşük taşıma kapasitesi (D) olarak değerlendirilmelidir. Zemin altı reaksiyonunun CBR veya katsayısı doğrudan kapsam içindeyse, kategori seçimi doğrudan Ek 14'te belirlenen sınırlar dahilinde yapılabilir. Aksi takdirde, kategori değerlendirme için kullanılan zemin altı taşıma kapasitesi parametresi ile CBR ya da zemin altı kat sayısı arasındaki korelasyondan veya doğrudan fikir yürütmek suretiyle belirlenmelidir. Kategoriler arasındaki sınır çizgisinde bulunan zemin altı taşıma kapasitesi için, daha düşük (ya da zayıf) olan dayanıklılık kategorisinin seçilmesi, kaplamanın aşırı yükten karınması açısından genellikle tercih edilen bir durum olacaktır.
- c) Lastik basıncı: Lastik basıncı kategorisi, yüksek (w), orta (x), düşük (y) ve çok düşük (z) olarak değerlendirilmelidir. Yüzey PCC ise, neredeyse her zaman yüksek kategori seçilebilir. Kalitesi yüksek bitüm yüzeyler veya kaplamalar yüksek lastik basıncı kategorisi kabul edilirken, çok düşük lastik basıncı kategorisi sadece normal kamyonların lastik basıncını kaldırabilir. Orta ve düşük kategoriler, sırasıyla bu iki kategorinin arasındadır. Bazı tasarım metotları lastik basıncı ile ilgili olarak minimum bitüm tabaka kalınları tespit etmektedir. (Bölüm 4'teki Kanada'daki uygulama kısmına bakınız) ve bunlar lastik basıncı kategorisini belirlemede yardımcı olabilirler. Bazı metotlar lastik basıncını doğrudan yüzey özellikleriyle ilişkili olarak belirler ve bunlar kategori seçiminde doğrudan uygulanabilir. Bunların dışına seçim, yüzey özellikleri, kullanıcı uçakları lastik basıncı, kaplamanın inceleme şartlarıyla bağlantılı olarak tecrübeye dayanarak ve fikir yürüterek yapılmalıdır.

- d) Değerlendirme metodu: Bu kod-T olarak rapor edilen teknik bir değerlendirme olacaktır.
- e) Raporlanan PCN: Raporlanacak olan PCN, değerlendirmede kaplama için izin verilebilecek maksimum ağırlık olarak tespit edilen uçak yüklerinde yola çıkılarak (ağırlık) belirlenecektir. Kaplamayı uçakların en ağırlarından birisinin değerlendirme yükü ve Ek 5'te gösterilen bilgiler ile gerektiği kadar tahmin kullanılmak suretiyle PCN bulunabilir. Bu temsil için seçilmiş belli bir uçak için yapılabileceği gibi, izin verilebilir yük değerlendirmesi yapılan bir kaç uçakla da yapılabilir. Bu tür belirlemelerin tamamı, aynı ya da yakın PCN değerlerini vermelidir. Eğer büyük farklılıklar varsa, hem değerlendiren yük hem de değerlendirme tekra kontrol edilmelidir. Eğer farklılıklar küçükse, raporlama için ortalama ya da daha küçük bir değer alınmalıdır. Eğer Ek 5'te gerekli bilgiler bulunuyorsa, bunlar uçak üreticisinden, ICAO'dan veya talimatta belirtilen ACP-PCN metotları kullanılarak analiz yoluyla elde edilirler (Bakınız Ek 2)

Hafif uçaklar için düşünülen kaplamaların taşıma kapasitesinin raporlanması:

Hafif uçak kaplamaları için, kaplama tipi, zemin altı dayanıklılık kategorisi ve değerlendirme türü önemli değildir. Sadece sınırlı uçak ağırlığı ve lastik basıncı rapor edilmelidir. Yük ve lastik basıncı sınırının belirlenmesi için yukarıda bahsedilen metotlar, küçük uçakların kullanılması düşünülen kaplamalar için de uygulanır. Bunun için otoyol tasarım veya değerlendirme metotları da kullanılabilir.

4.7. Yıkıcı Olmayan Değerlendirme Metodu

Bu rapor, havaalanı kaplama sistemlerinin yük taşıma kapasitelerini yıkıcı olmayan test (NDT) teknikleri kullanılarak belirlemek için bir prosedür tanımlı yapmaktır. Cihazlar ve prosedürler, ABD Mühendislik Sınıfı tarafından Federal Havacılık Dairesi (FAA) ve Amerikan Kara Kuvvetlerinin, havaalanlarındaki işlemlere asgari düzeyde müdahale ederek kaplama sistemlerini çabucak değerlendirme ihtiyacına cevap vermek için geliştirilmiştir.

1950'lerin ortalarında Royal Dutch Shell Laboratory (Shell Hollanda Kraliyet Laboratuvarı) araştırmacıları, esnek kaplamaları değerlendirmek için titreşimli yükleme cihazlarıyla ilgili bir araştırmaya başlayınca kadar, NDT sahasında çok az araştırma yapılmıştı. O günden sonra pek çok başka acente de kaplamaları değerlendirmek için NDT tekniklerinden faydalanma imkanlarını araştırdılar. ABD Kara Kuvvetleri Mühendislik Birliği Suyolları Deney İstasyonu (WES) 1950 ve 1960'lı yıllarda titreşimli cihazların çeşitli tiplerini kullanarak minimal bir araştırma yürüttü. İlk Suyolları Deney İstasyonu (WES) Çalışmalarının çoğu, dalga yayılma ölçütlerini kullanarak, kaplama malzemelerinin çeşitli tabakalarının elastik özelliklerini ölçme konusuna ağırlık verdiler. Temel yaklaşım, izin verilebilir uçak yüklerinin hesaplanması için çok tabakalı teorisiyle birlikte bu elastik sabitlerin kullanımı kapsamaktaydı. 1970'de ordu tarafından geliştirilmiş bir titreşimli yük cihazı geliştirildi ve 1972'de Suyolları Deney İstasyonu (WES), FAA için bir NDT değerlendirme prosedürü geliştirme çalışmasına başladı. FAA'nın zaman çerçevesini korumak için, temel çabalar, kaplama sisteminin dinamik katılık modülünü (DSM) ölçmeye dayalı bir prosedür geliştirmeye ve bu değeri kaplama performans verileriyle ilişkilendirmeye yöneltildi. NDT teknikleri kullanılarak çeşitli tabakaların elastik sabitlerini ölçmek için bir metodoloji geliştirilmesi konusundaki çalışmalar devam etmektedir; ancak, bu metot henüz kabul edilebilir bir güvenilirlik düzeyinde geliştirilememiştir.

Uygulamalar:

Burada rapor edilen NDT değerlendirme prosedürü sadece geleneksel rijit ve esnek kaplama sistemlerine uygulanabilmektedir. Geleneksel bir rijit ve esnek kaplama, stabilize olmayan bir zemin, zemin altı, ve zemin altı malzemeleri üzerindeki ince (16 cm (6inç) veya altı) bir bitüm yüzey tabakasından oluşur. NDT prosedürlerini, kalın bitüm yüzeyler ve stabilize tabakalar gibi diğer değişkenleri de içerisine alan diğer kaplama sistemleri türlerini de içerecek şekilde yaygınlaştırma konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Teçhizat:

Burada bahsedilen değerlendirme prosedürü, kaplama sisteminin belirli bir sabit durum titreşim yüküne verdiği tepkinin değerlendirmesini gerektirir. Kaplama sistemini yüke hazırlayan malzemelerin tepkisi genellikle lincer olmadığına göre, burada bahsedilen değerlendirme prosedüründe kullanılacak olan kaplama tepkisi belirli bir yükleme sistemini gerektirir. Yükleme cihazı, kaplamaüzерimde 16 kip'lik (1 kip = 454 kg= 1 000) statik yük sarf etmeli ve 15 Hz'lik bir frekansta 0 ila 15 kip uç titreşim yükü üretebilecek durumda olmalıdır. Yük, 45 cm (18 inç) çapında çelik bir yük plaka aracılığıyla kaplama yüzeyine uygulanır. Titreşimli yük, aktivatör ile yük plaka arasına monte edilmiş olan hız transdüktör aracılığıyla kaplamanın tepkisi ölçülür. Otomatik veri kaydetme ve işleme cihazları şarttır. Yük cihazı, normal havaalanı işlevlerine müdahaleden kaçınmak maksadıyla minimum zaman dilimi içerisinde çok sayıda testin gerçekleştirebilmesi için, taşınmaya hazır olmalıdır. Bir traktor-treyler ünitesine monte edilmiş olan WES NDT cihazı Şekil 3-5'te görülmektedir.

Veri Toplama:

Değerlendirme prosedüründe, kaplama sisteminin titreşimli yüke verdiği tepki, DSM çerçevesinde ifade edilir. Her bir test noktasında DSM ölçüm süresi kısa (2 ila 4 dakika) olduğundan, normal değerlendirme süresi içerisinde çok sayıda DSM ölçümü gerçekleştirilebilir. Pistlerde, ana ve yüksek hızla kullanılan taksi yollarında, DSM testleri, merkez çizgisinin her iki yanında da yaklaşık en az her bir 75 metrede (250 feet) yapılmalıdır. Tali taksi yolu sistemlerinde ve daha az kullanılan pistlerde, merkez çizgisinin her iki yanında da DSM testleri her bir 150 metrede (500 ft) yapılmalıdır. Apron bölgeleri için, DSM testleri, 75 ila 150 metre (250-500 ft) arasında değişen boşluklarda bir ızgara yapısıyla yürütülmelidir. DSM değerlerinde büyük farklılıkların bulunduğu durumlarda, değerlendirmenin istenilen doğruluk derecesine bağlı olarak ilave testler yapılmalıdır. Rijit kaplamalar için DSM ölçümleri tabakanın iç bölümlerinde (merkezin yakınında) yapılmalıdır. DSM değerlerinin seçimi sırasında çeşitli kaplama tipleri, kaplama kısımları ve inşaat verileri dikkate alınmalıdır. Bundan dolayı, test programının tasarlanmasında gerçeği yansıtan kaplama çizimleri özellikle faydalıdır. DSM testleri gerçekleştirildikten ve kaplama tipi ve yapısına göre gruplandırıldıktan sonra, izin verilebilir yükü hesaplamak için, (aşağıda tanımladığı şekilde) temsilci bir DSM değeri seçilmelidir.

Her bir test yerinde, yükleme cihazı yerleştirilir ve dinamik kuvvet, 2 kip'lik aralıklarla 15 Hz bir sabit hızda 0 ila 15 kip arasında değiştirilir. Hız transdüktörleri aracılığıyla ölçülen kaplama yüzeyi yıpranması Şekil 3-6'da gösterildiği şekilde uygulanan yükün karşısına işaretlenir. (Aşağıda belirtildiği şekilde düzeltilen) DSM yükün karşılığındaki yıpranma eğrisinin tersidir (Bakınız Şekil 3-6)

DSM ölçümüne ilave olarak, kaplama tipini (rijit veya esnek) her bir tabakayı oluşturan kalınlıkları ve kaplamanın o bölümünü oluşturan malzeme sınıflandırmasını da bilmek gerekir. Bu parametreler inşaat çizimlerinden veya kaplamada çapı küçük delikler açmak suretiyle belirlenebilir.

Değerlendirme esnek kaplama için yapılıyorsa, test sırasında bitüm malzemenin sıcaklığında tespit edilmelidir. Bu, üst yüzeyin 2.5 cm 8 (1 inç) altına, alt yüzeyin 2.5 cm (1 inç) üzerine ve bitüm tabakanın derinliğinin ortasına yerleştirilen termometrelerle doğrudan ölçülmek ve ortalama kaplama sıcaklığını elde etmek için bunların ortalamasını almak suretiyle doğrudan ya da kaplama yüzeyin sıcaklığı ile hava sıcaklığını ölçüp ortalama kaplama sıcaklığını tahmin etmek için Şekil 3-7' yi kullanmak suretiyle belirlenebilir.

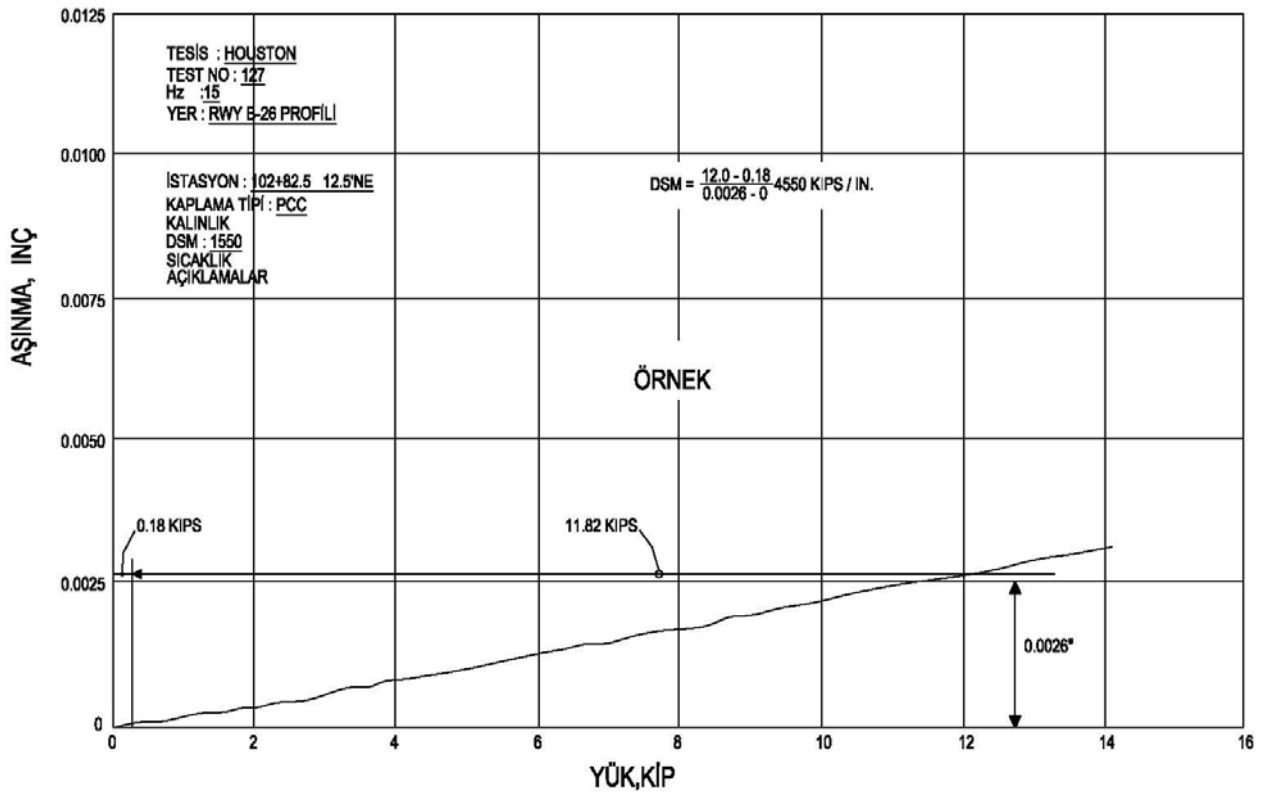
Veri Düzeltme:

Pek çok kaplamanın özellikle de esnek kaplamaların yük-yıpranma tepkileri düşük kuvvet seviyelerinde lineer değildir ama daha yüksek kuvvet seviyelerinde (12 ila 15 kip) daha lineer hale gelirler bu tür durumlarda, yük-yıpranma eğrisine, kavisin lineer olan bölümünde elde edilen DSM'ye uygun bir şekilde bir düzeltme uygulanır (Bakınız Şekil 3-6).

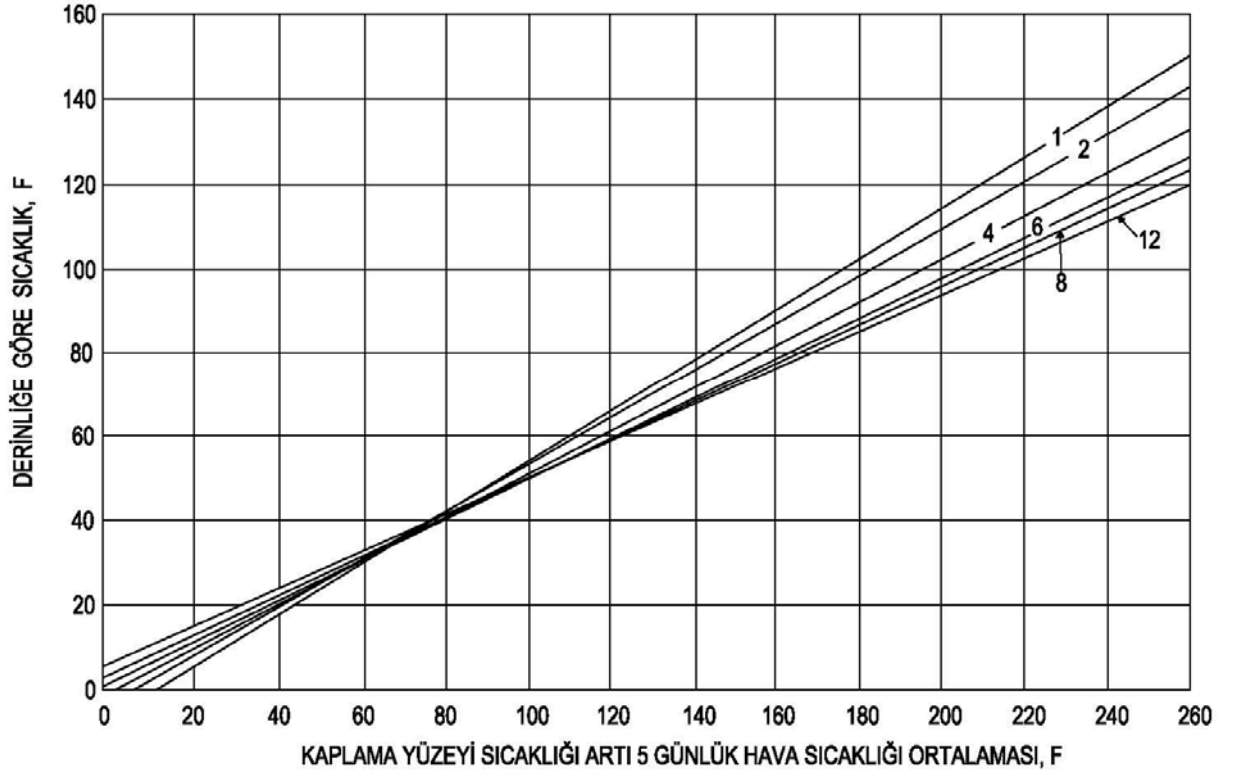
Bitüm malzemelerin modülü, sıcaklığa yüksek oranda bağlıdır bu yüzden bitüm malzemenin test sırasındaki 21 C (70 F)'den farklıysa, ölçülen DSM'de bir ayarlama yapmak gerekir. Düzeltme ölçülen yada hesaplanan ortalama kaplama sıcaklığını Şekil 3-8'e girmek ve ölçülen DSM'nin çarpılacağı DSM sıcaklık ayarlaması faktörünü belirlemek suretiyle yapılır.

Bir kaplama sisteminin DSM ve yük taşıma kapasitesi, özellikle buzlanma olduğu zamanlarda, malzemenin buzlanmadan etkilenen katmanındaki buzlanma penetrasyonu sırasında, malzemelerin donması ve erimesiyle, önemli ölçüde değişikliklere uğrayabilir. Bu şartları dikkate alan düzeltme faktörleri henüz geliştirilmemiştir. Bundan dolayı, değerlendirme normal sıcaklık şartlarına göre yapılmalı ve buzlanmanın değerlendirilmesi gerekirse, DSM buzların çözülmediği dönemde belirlenmelidir.

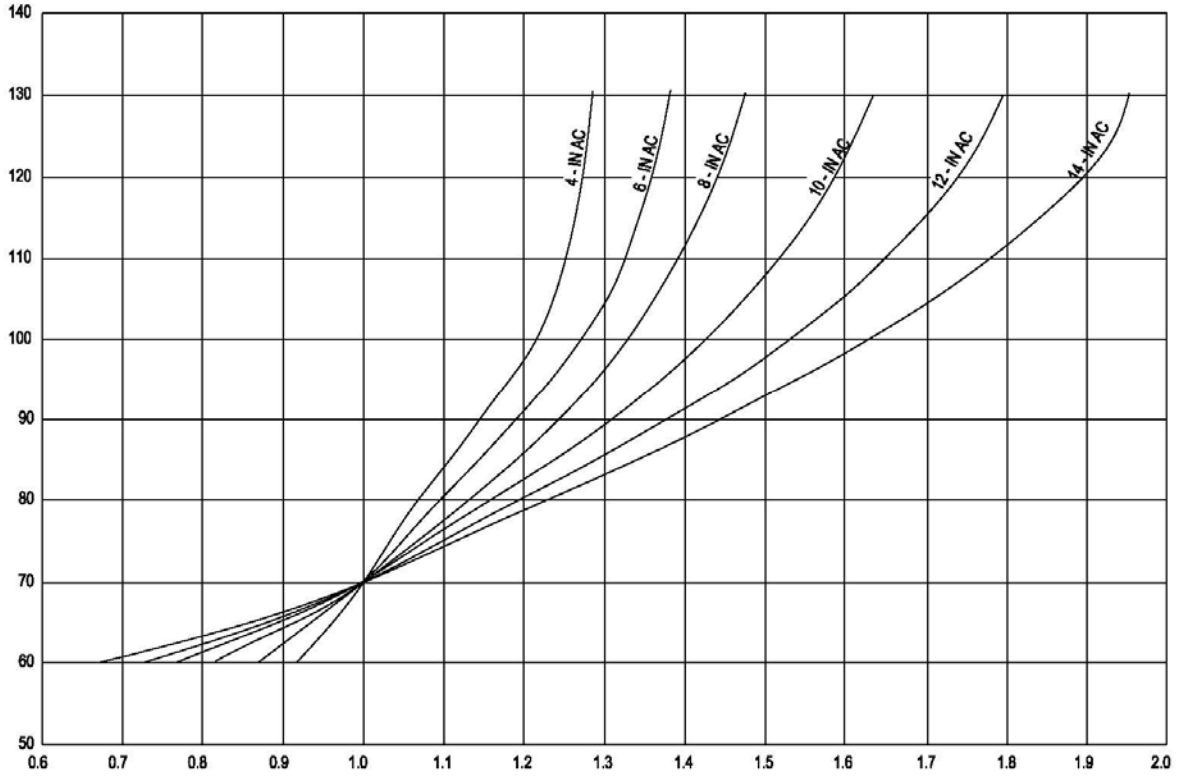
Değerlendirilecek olan her bir kaplama grubu için temsilci bir DSM seçilmelidir. Her ne kadar bir kaplama bölümü tahminen aynı tipte ve yapıda olsa da, kaplamanın bir bölümünde ölçülen DSM değerleri, diğer bir bölümdekilerden önemi ölçüde farklılık gösteriyorsa burası birden fazla kaplama grubu varmış gibi değerlendirilmelidir. Değerlendirme amaçlı olarak bir kaplama grubuna atfedilecek olan DSM değeri istatistiksel ortalama ve bir standart sapma çıkarmak suretiyle tespit edilmelidir.



Çizim 4.6. Yüke Karşılık Aşınma (Örnek Plan) (ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3
Kaplamlar,1983)



Çizim 4.7. Esnek Kaplama Sıcaklığının Tahmini(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)



Çizim 4.8. DSM Sıcaklık ayarlama eğrileri(ICAO, Döküman 9157, Bölüm 3 Kaplamalar,1983)

İzin verilebilir uçak yükünün belirlenmesi: DSM ölçümlerinin belirlenmesi ve düzeltilmesinden sonra, değerlendirme prosedürü, kaplama tipinin rijit veya esnek oluşuna bağlıdır.

Rijit kaplama değerlendirmesi:

1. Adım

Düzeltilen DSM Çizim 4.9'e girmek ve izin verilebilir tek teker yükünü belirleme için kullanılır.

2. Adım

Göreceli katılığın çapı ℓ , aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\ell = 24.2 \sqrt[4]{\left(\frac{h^3}{F_F}\right)}$$

Burada,

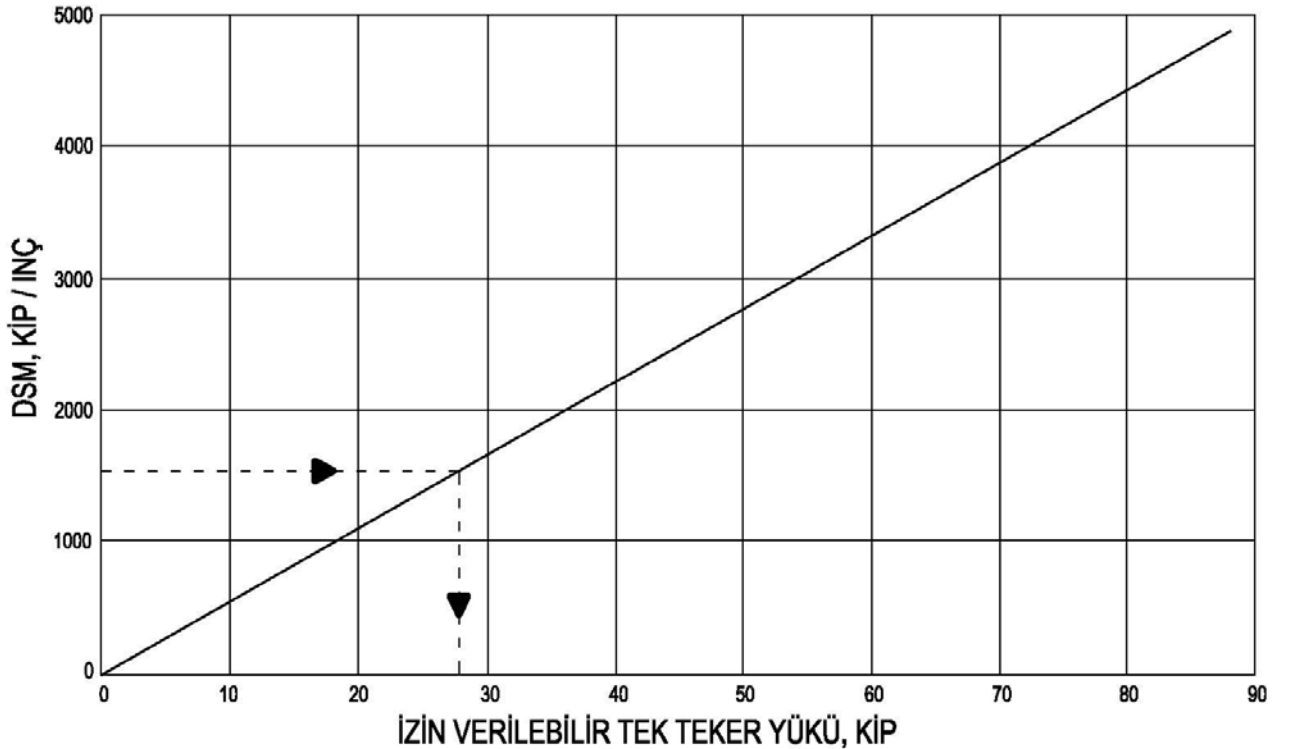
H = beton katmanının kalınlığı, inç

F_F = FAA zemin altı toprak grubu sınıflandırmasını kullanarak

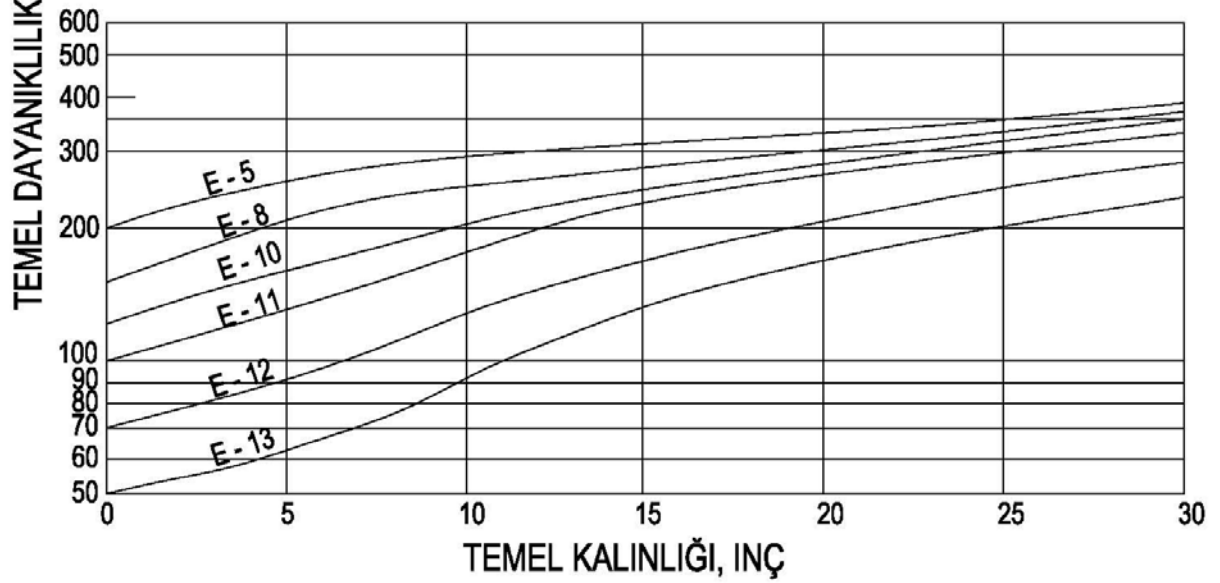
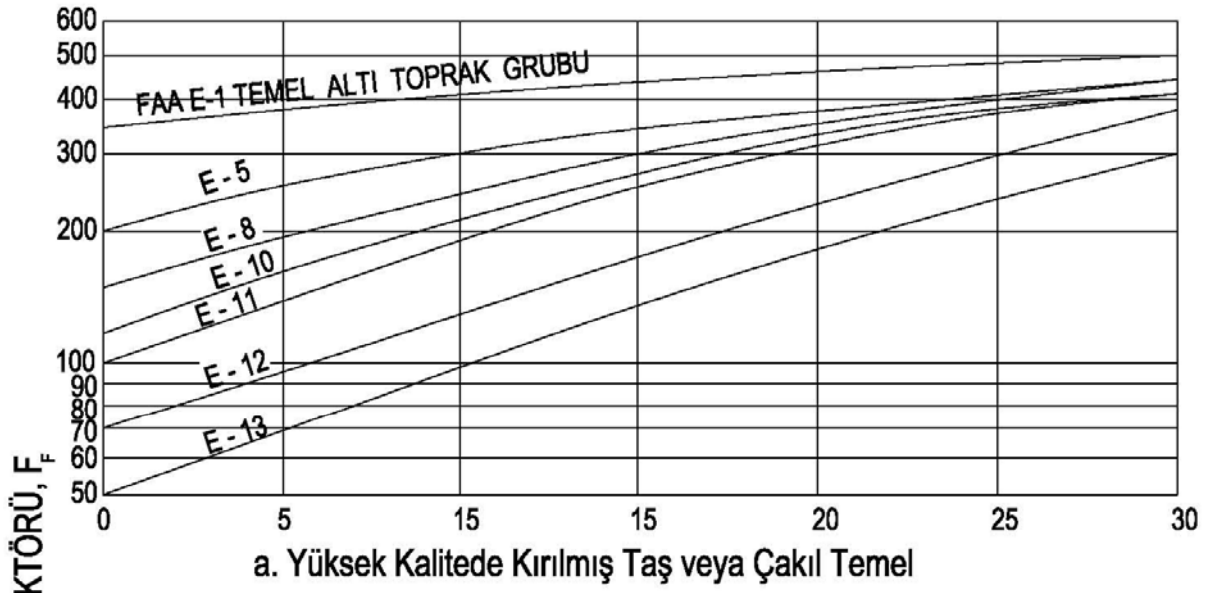
Çizim 4.10'dan belirlenen temelin dayanıklılık faktörüdür.

3. Adım

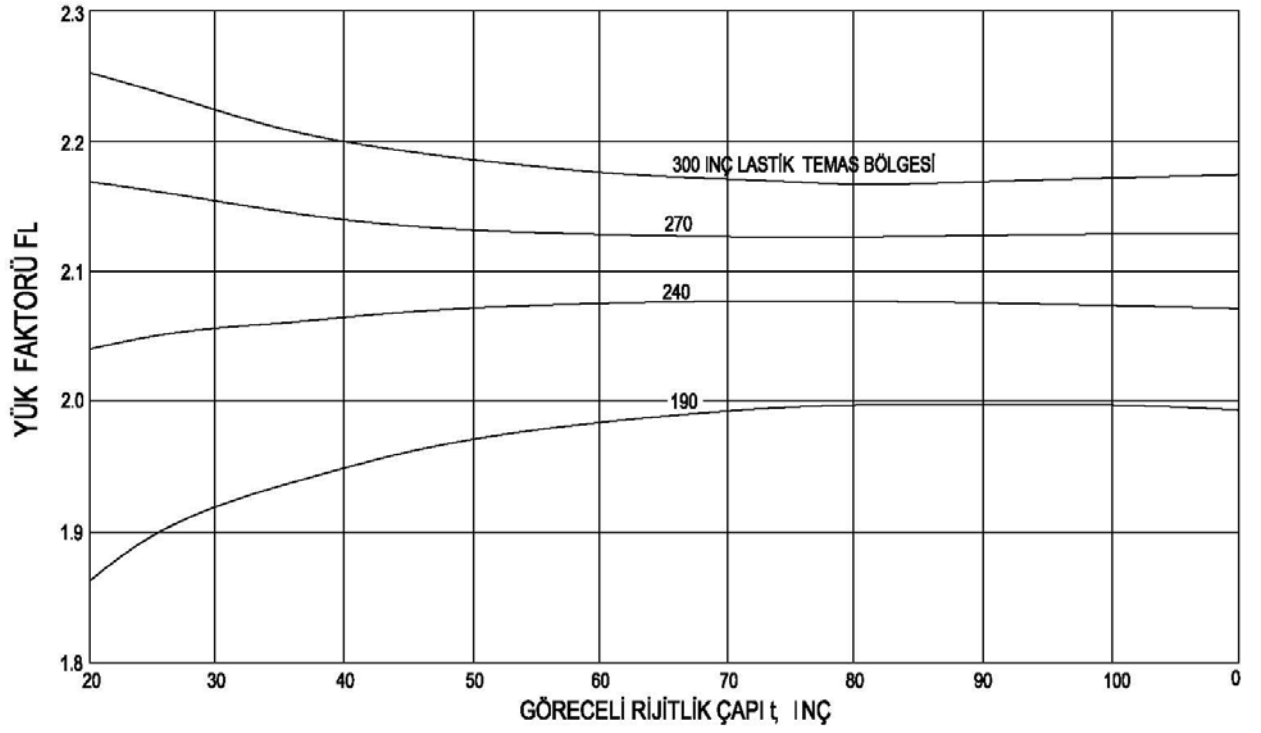
ℓ , kullanılarak, değerlendirmenin yapıldığı uçağın iniş takımları konfigürasyonuna bağlı olarak, Çizim 4.9, 4.10, 4.12'den yük faktörü FL belirlenir.



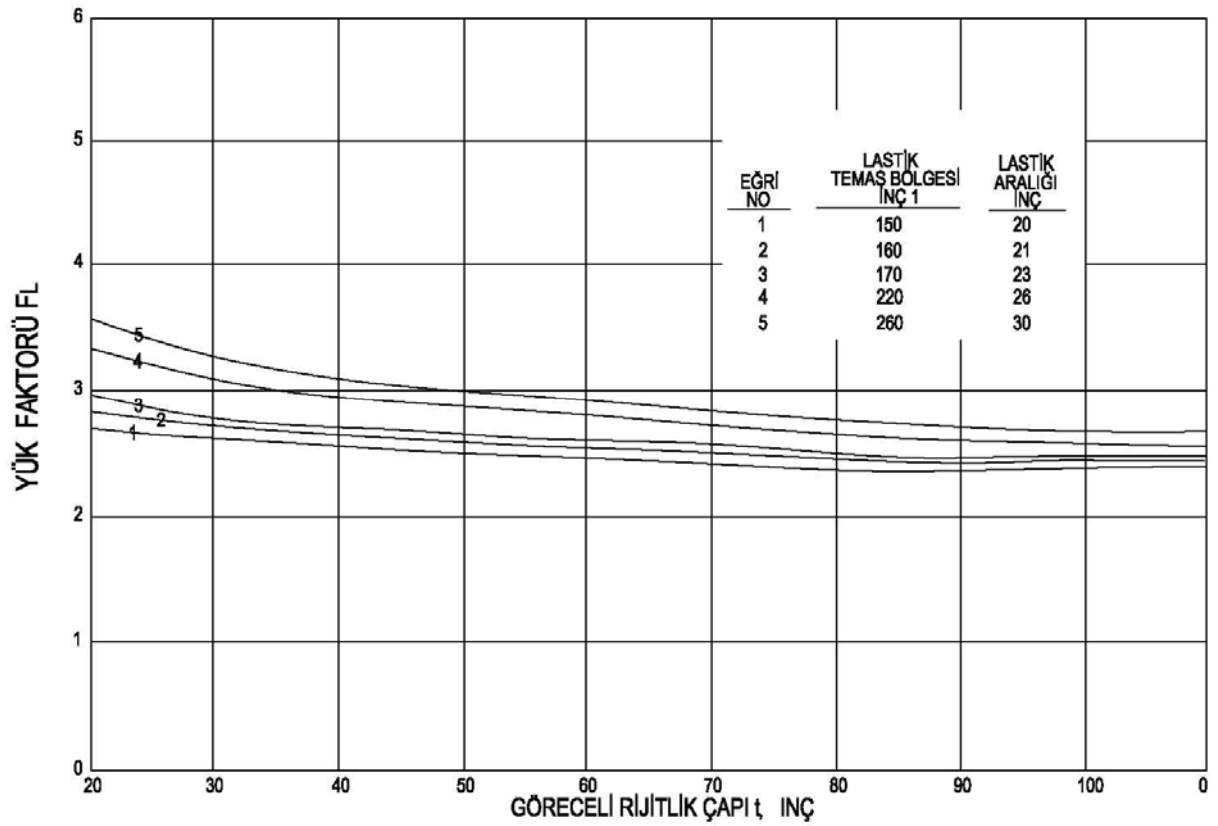
Çizim 4.9. Rijit Kaplama için Değerlendirme Eğrisi(ICA0, Döküman 9157, Bölüm 3
Kaplamlar,1983)



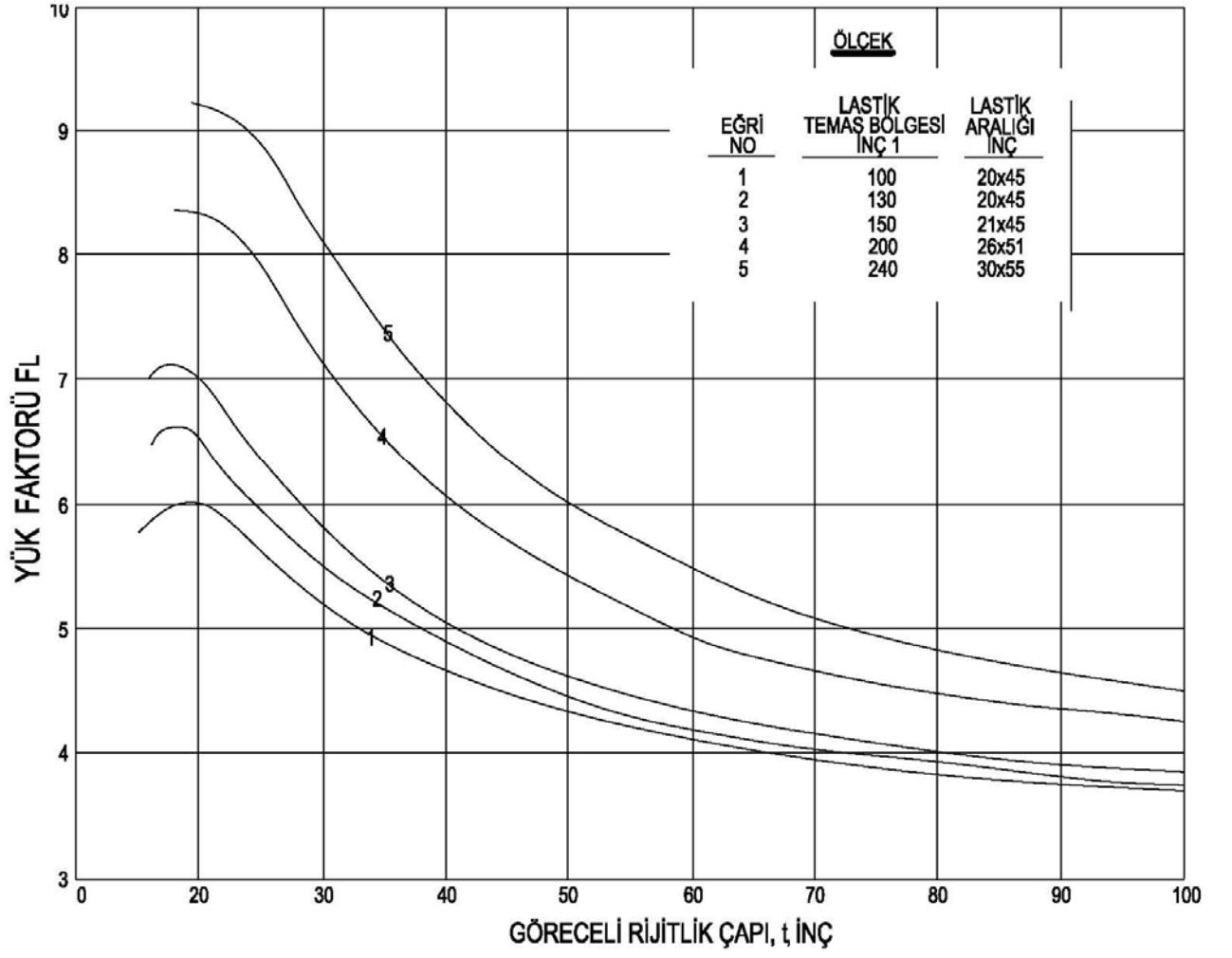
Çizim 4.10. F_F ye Karşılık Temel Tabakası Kalınlığı



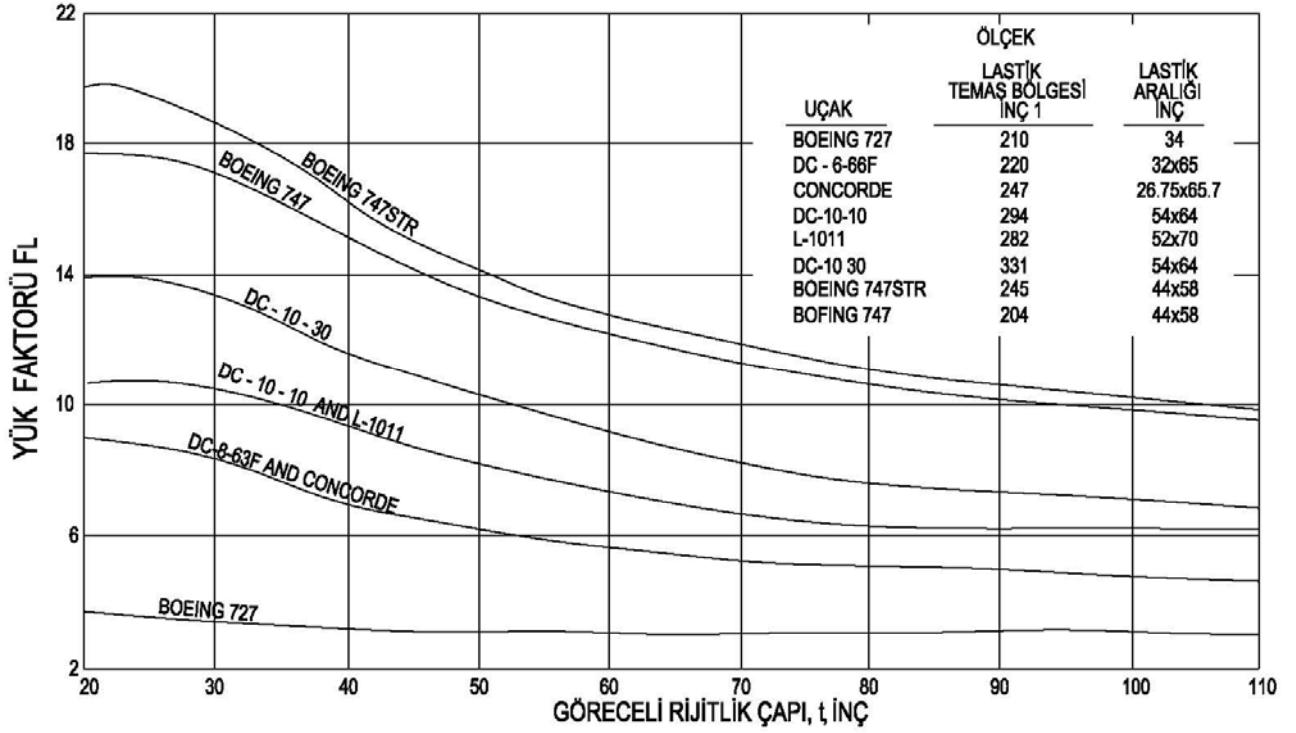
Çizim 4.11. Rijit Kaplama Üzerinde Tek Tekerli Uçak İçin F_t ye Karşılık I



Çizim 4.12. Rijit Kaplama Üzerinde Çift Tekerli Uçak İçin F_L ye Karşılık I



Çizim 4.13. Rijit Kaplama Üzerinde Tek Tandemli Uçak İçin F_L ye Karşılık I



Çizim 4.14. Rijit Kaplama Üzerinde Çeşitli Jet Uçaklar İçin F_L ye Karşılık I

4. Adım

Birinci adımda anlatıldığı şekilde belirlenen izin verilebilir tek teker yükü, uçağın brüt ağırlığını elde etmek için üçüncü adımda anlatıldığı şekilde F_L belirlenir.

5. Adım

Değerlendirmekte olan kaplamanın kritik bölgeleri için izin verilebilir brüt uça yükünü elde edebilmek için 4. Adımda belirtilen brüt uçak yükü, Tablo 3-1'den elde edilen uygun trafik faktörü ile çarpılır. Yüksek hız gerektiren taksi yolları için, hesaplanan izin verilebilir brüt yük 1.18'lik bir faktörle çarpılarak artırılmalıdır.

6. Adım

5. Adımda elde edilen izin verilebilir yük, değerlendirmekte olan rijit kaplamanın yapı olarak sağlam ve işlevsel olarak güvenli olduğunu var saymaktır. Değerlendirme sırasında aşağıdaki şartlardan birisi veya bir kaçı mevcutsa, hesaplanan izin verilebilir yük düşürülmelidir

Katmanların yüzde 25 veya daha fazlasında pompalanma belirtisi görülüyorsa, izin verilebilir yük yüzde 10 oranında azaltılmalıdır;

Katmanların yüzde 30 ila 50 'si arasında yüklerle bağlatılı olarak (çekilmeye dayalı çatlaklıklar, kontrol dışı inşaat çatlaklıkları, buzlanmadan kaynaklanan şişmeler, toprakta kabarmalar, vs... karşılık) oluşan yapısal çatlaklıklar varsa, izin verilebilir yük

Yüzde 25 oranında azaltılmalıdır. Katmanların yüzde 50'den fazlası yükten kaynaklanan çatlaklıklar taşıyorsa kaplama hizmet dışı kalmalıdır.

Esnek Kaplama Değerlendirmesi:

1.Adım

Lineer olmayan etkilene açısından düzeltilmiş ve standart sıcaklığa göre ayarlanmış DSM kullanılarak, Şekil 3-15'ten kaplama sistemi dayanıklılık göstergesi S_p belirlenebilir.

2.Adım

Esnek kaplamanın zemin altı üzerindeki toplam kalınlığı kullanarak, kritik kaplama için faktör F_t aşağıdaki şekilde hesaplanır.

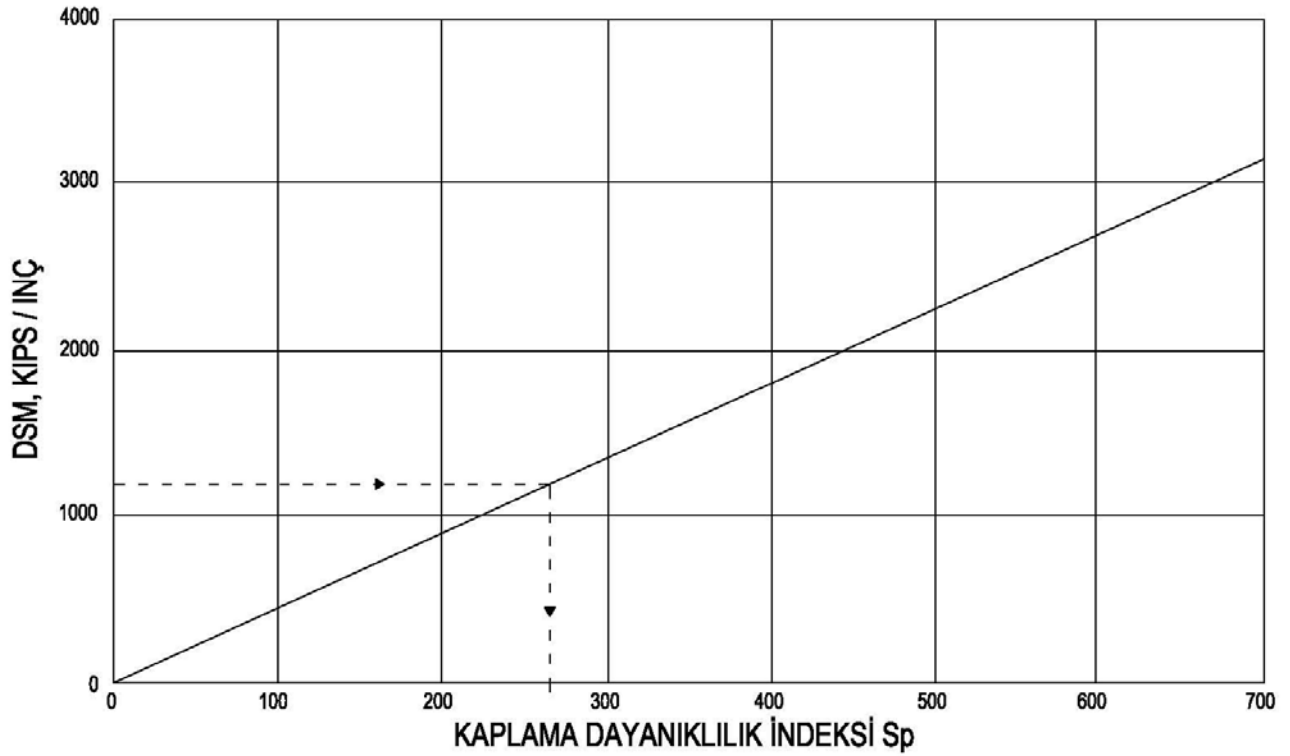
$$F_t = 0.067t$$

Veya yüksek hızda kullanılan taksi yolları için

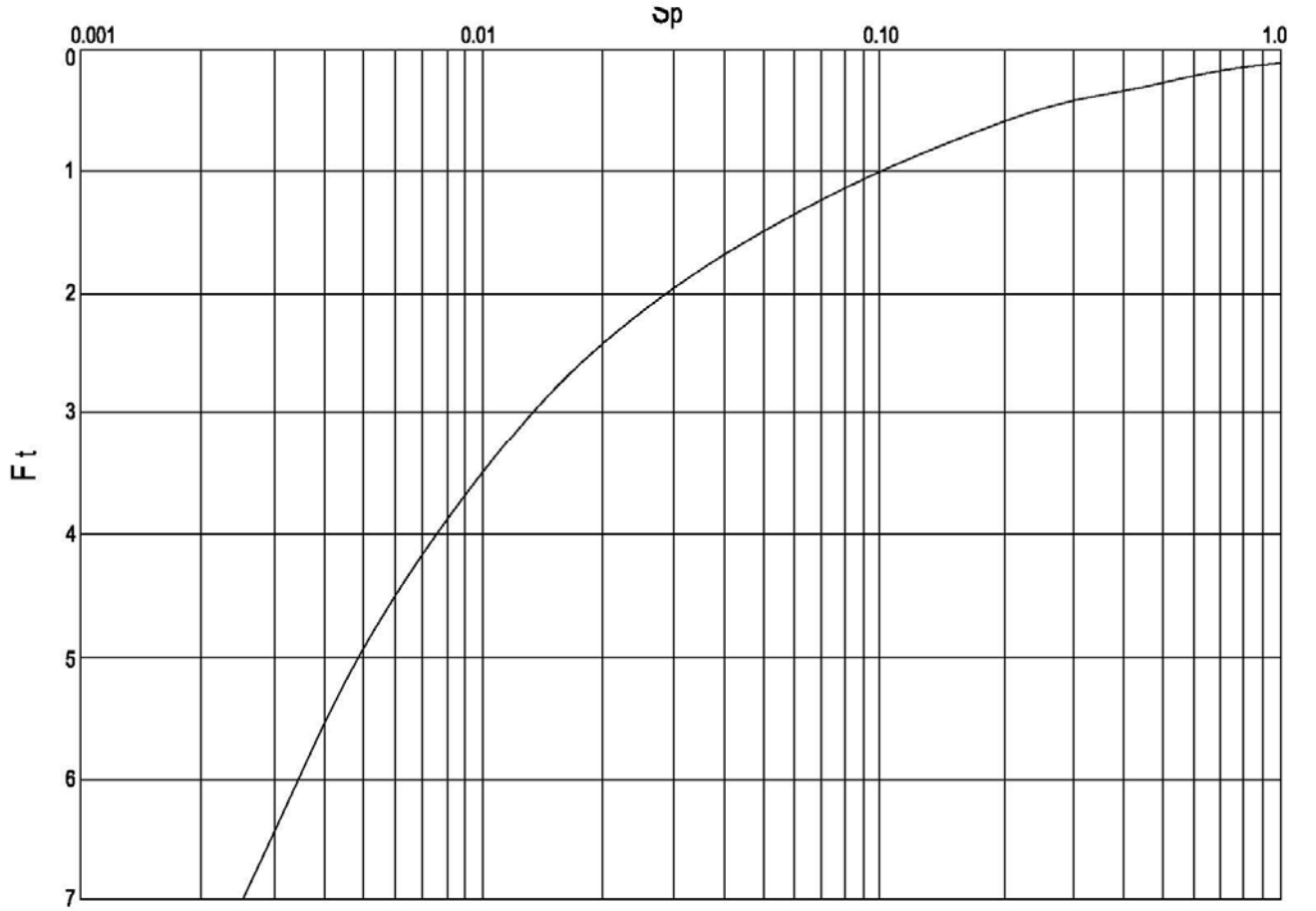
$$F_t = 0.074t.$$

3.Adım

2. adımda belirlenen F_t kullanılarak Şekil 3-16'ya girilir ve zemin altının taşıma kapasitesi faktörünün (SSF) kaplama sistemi dayanıklılığı göstergesine (S_p) oranı belirlenir.



Çizim 4.15. Esnek Kaplama İçin Değerlendirme Eğrisi



Çizim 4.16. F_t ye Karşılık SSF

4.Adım

1.adımda anlatıldığı şekilde belirlenen S_p değeri ile SSF çarpımı alınmak suretiyle, zemin altı dayanıklılık faktörü SSF/S_p hesaplanır.

5.Adım

İstenilen her hangi bir uçak için kaplama aşağıdaki şekilde değerlendirilir.

değerlendirmenin yapılmakta olduğu uçak ya da uçak iniş takımları konfigürasyonu seçilir ve ana iniş takımının tek bir tekerinin alana temas bölgesi A belirlenir ,
(Bakınız Tablo 3-2)

2)değerlendirmenin yapıldığı her bir uçak için yıllık kalkış seviyesi seçilir ve her bir uçak için Tablo 3-1' den trafik faktörü α belirlenir.

3)itık kaplamalar açısından değerlendirilmenin yapıldığı her bir uçak için F_t faktörü aşağıdaki şekilde hesaplanır

$$F_t = \frac{t}{\alpha \vee A}$$

Veya yüksek hızda kullanılan taksi yolları için

$$F_t = \frac{t}{0.9\alpha \vee A}$$

4) F_t ile Şekil 3-16' ya girilir ve SSF/Sp belirlenir

5) değerlendirmenin yapıldığı her bir uçak için, 4. adımda belirlenen SSF, 4. adımın alt basamağında belirlenen SSF/ Sp' ye bölünerek, kaplama sisteminin dayanıklılık göstergesi Sp hesaplanır.

6) Sp Tablo 3-2'deki teker temas bölgesi A ile çarpılarak değerlendirmeni yapıldığı her bir uçak için eşdeğerdeki tek teker yükü (ESWL) elde edilir;

7) Toplam kaplama kalınlığı t ile Şekil 3-17, 3-18 veya 3-19'a girilir ve değerlendirmenin yapıldığı uçakların tekerlerinin kontrol sayısı için ESWL yüzdesi belirlenir, yani bir uçağın dahilen çift boşluklu çift tekerleri varsa, Şekil 3-17'deki 4. kavis; değerlendirme Bicing 474 STR uçağı için ise, Şekil 3-19'daki Bicing 747 STR kavis kullanılır

8) Değerlendirmeye tabi olan kaplama için izin verilebilir brüt uçak yükü aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\text{İzin verilebilir brüt uçak yükü: } \frac{ESWL}{\%ESWL} \times \frac{1}{W_c} \times \frac{W_m}{0.95}$$

Burada;

ESWL=6. Maddenin alt basamağında belirlenen

%ESWL=7. Maddenin alt basamağında belirlenen

W_c =Çizim 4.17, 4.18 veya 4.19'dan ESWL yüzdesini belirlemek için uçakların tekerlerinin kontrol sayısı

Tablo 4.1. Esnek ve Katı Döşemeler İçin Trafik Faktörleri

30 -kip tek teker	0,94	0,78	1,01	0,79	1,05	0,80	1,11	0,81	1,14	0,82
45 -kip tek teker	1,00	0,95	0,93	0,88	0,86	0,82	0,79	0,75	0,75	0,72
60 -kip tek teker	0,94	0,78	1,01	0,79	1,05	0,80	1,11	0,81	1,14	0,82
75 -kip tek teker	1,00	0,95	0,92	0,87	0,85	0,81	0,78	0,75	0,75	0,72
50 -kip çift teker	0,94	0,78	1,01	0,79	1,05	0,80	1,11	0,81	1,14	0,82
75 -kip çift teker	1,00	0,95	0,91	0,86	0,85	0,81	0,78	0,74	0,74	0,71
100- kip çift teker	0,94	0,84	1,01	0,87	1,05	0,89	1,11	0,91	1,14	0,92
150- kip çift teker	1,00	0,95	0,91	0,87	0,84	0,81	0,77	0,75	0,74	0,71
200- kip çift teker	0,84	0,78	0,87	0,79	0,89	0,80	0,91	0,81	0,92	0,82
100- kip çift tandem	0,97	0,95	0,88	0,87	0,82	0,81	0,75	0,74	0,72	0,71
150- kip çift tandem	0,84	0,70	0,87	0,70	0,89	0,705	0,91	0,71	0,92	0,71
200- kip çift tandem	0,96	0,97	0,87	0,88	0,82	0,82	0,75	0,75	0,72	0,72
300- kip çift tandem	0,84	0,78	0,87	0,79	0,89	0,80	0,91	0,81	0,92	0,82
400- kip çift tandem	0,96	0,96	0,87	0,88	0,81	0,82	0,75	0,75	0,72	0,72
Boeing 727	0,84	0,78	0,87	0,79	0,89	0,80	0,91	0,81	0,92	0,82
DC-8-63F	0,95	0,96	0,86	0,87	0,81	0,82	0,74	0,75	0,71	0,72
DC-10-10	0,84	0,78	0,87	0,79	0,89	0,80	0,91	0,81	0,92	0,82
DC-10-30	0,99	0,96	0,86	0,88	0,81	0,82	0,74	0,75	0,71	0,72
L-1011	0,78	0,78	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82
Concorde	0,98	0,94	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,74	0,73	0,71
	0,78		0,79		0,80		0,81		0,82	
	0,97		0,88		0,82		0,76		0,73	

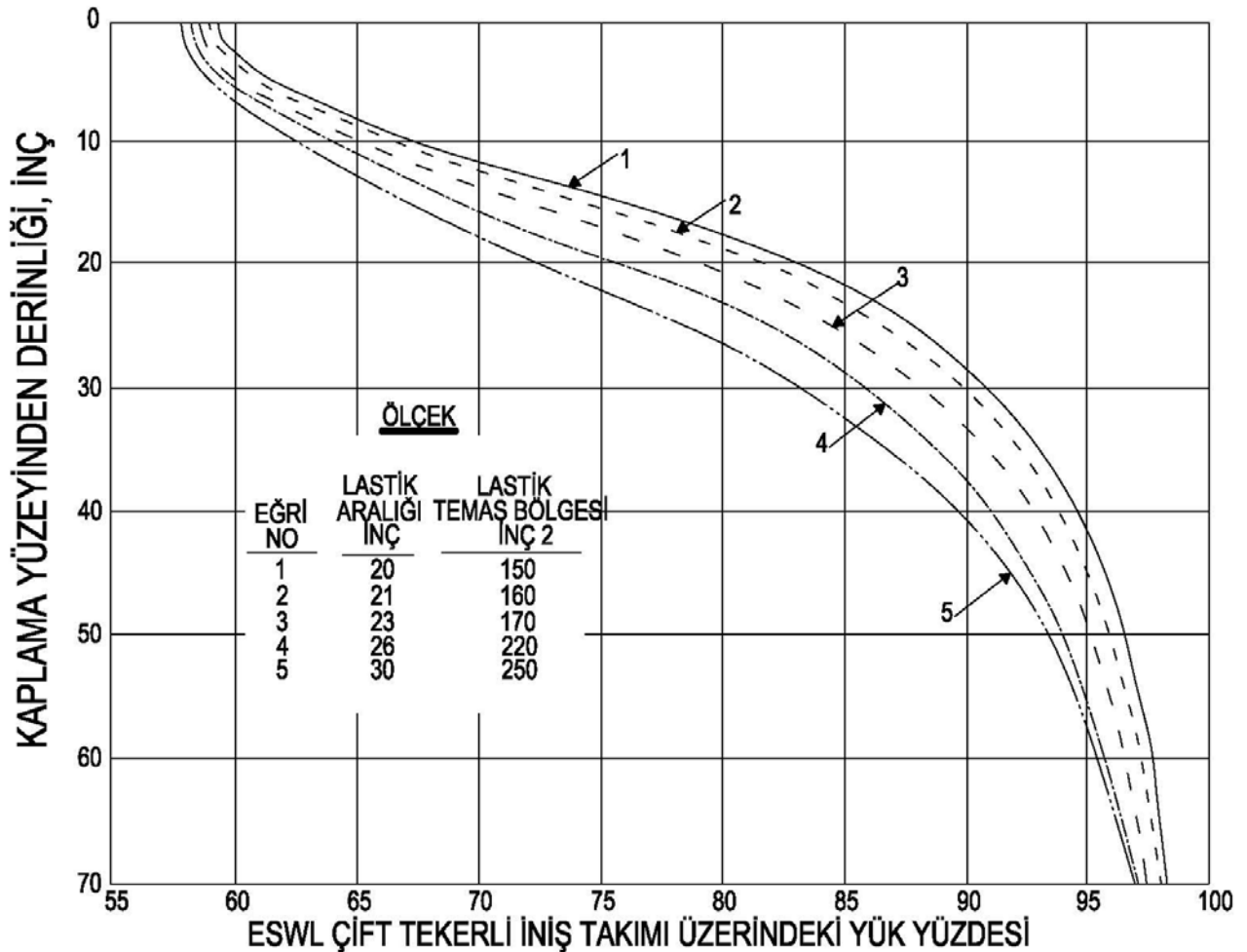
Tablo 4.2. Uçak lastiklerinin temas bölgeleri ve ana iniş tekerlerinin toplam sayısı

Uçak	Lastik Teması Bölgesi Cm ² inç ²		Ana iniş Tekerlerinin Toplam sayısı	Uçak	Lastik Teması Bölgesi Cm ² inç ²		Ana iniş Tekerlerinin Toplam sayısı
30 kip tek teker	1 226	190	2	100 kip çift tandem	645	100	8
45 kip tek teker	1 548	240	2	150 kip çift tandem	839	130	8
60 kip tek teker	1 141	270	2	200 kip çift tandem	968	150	8
75 kip tek teker	1 935	300	2	300 kip çift tandem	1290	200	8
100 kip çift teker	968	150	4	400 kip çift tandem	1548	240	8
150 kip çift teker	1 032	160	4	Boeing 727	1355	210	4
200 kip çift teker	1 097	170	4	DC-8-63F	1419	220	8
	1 419	220	4	Boeing 747	1316	204	16
	1677	260	4	Boeing 747 STR	1580	245	16
				DC-10-10	1897	294	8
				DC-10-3	2135	331	10
				L-1011	1819	282	8
				Concorde	1593	247	8

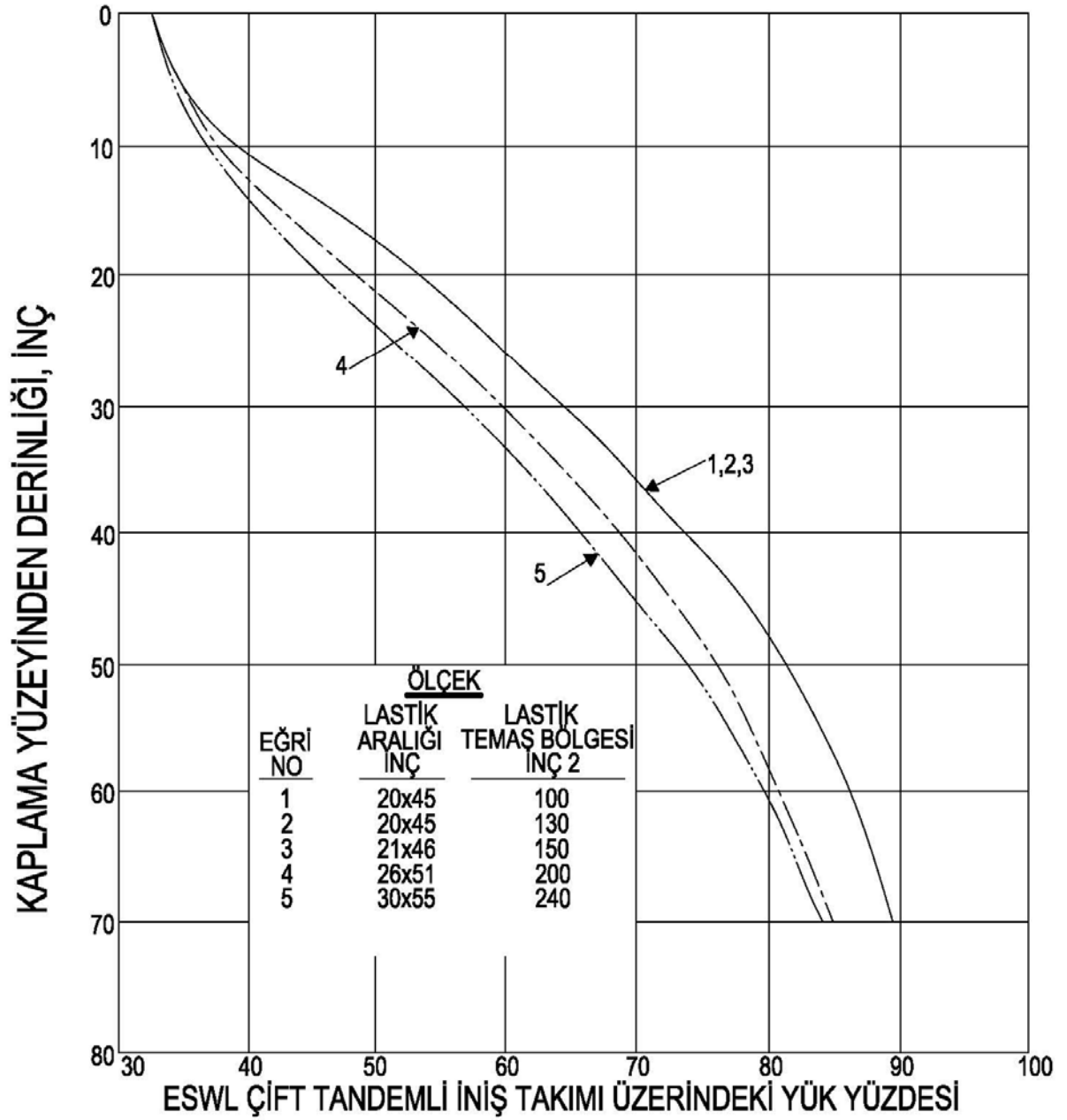
WM = Değerlendirmenin yapıldığı uçağın bütün ana iniş takımlarındaki (burun takımlarındaki tekerler hariç) tekerlerin toplam sayısı (Bakınız **Tablo 4.2**)

Özet

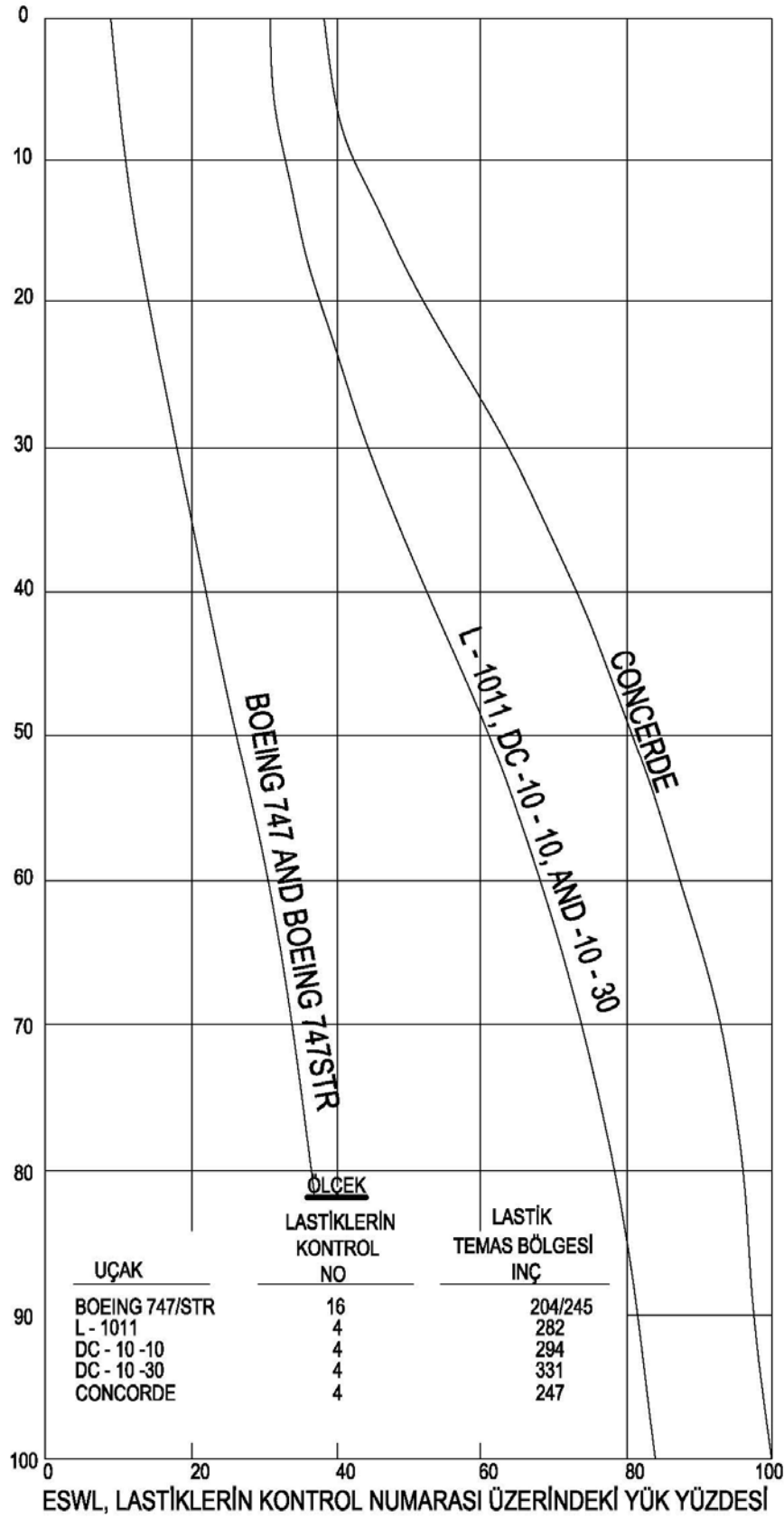
Burada sunulan değerlendirme prosedürü ilk nesil prosedürler olarak adlandırılabilirler. Yani, bu prosedürün daha geniş çaplı olarak uygulanabilirliği konusunda çalışmalar yapılacak ve uygun olduğu şekilde güncelleştirilecektir. Ayrıca NDT değerlendirme prosedürünü daha teorik bir zemine oturtma ve böylelikle uygulanabilirliğini artırmak için araştırmalar yapılacaktır. Burada sunulan prosedür kullanılarak belirlenen izin verilebilir yükler kabul edilen diğer değerlendirme prosedürleri kullanılarak belirlenenlere kıyasla kabul edilebilir doğruluk sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu prosedür daha ekonomik olma normal havaalanı işlemlerine daha az müdahale etme ve değerlendirmeyi yapan mühendise kararlarını hangi temelde vereceği konusunda daha fazla veri sağlama gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca, DSM değerleri izin verilebilir uçak yüküne ulaşmada sağladığı faydaya ilaveten bir kaplama bölgesinin bir başkasıyla kaliteli kıyaslar yapılması (Esnek kaplamalardaki DSM değerleri, rijt kaplamadakilerle kıyaslanmamalıdır) ve erken yıpranan ya da daha fazla inceleme gerektiren bölgelerin belirlenmesi içinde kullanışlıdır. NDT teknikleriyle ve verilerin yorumlanmasıyla daha fazla tecrübe kazanıldığından konseptin daha pek çok faydasının ortaya çıkacağı düşünülmektedir.



Çizim 4.17. Esnek Kaplama üzerinde Çift Tekerli Uçak ESWL Eğrileri



Çizim 4.18. Esnek Kaplama üzerinde Çift Tandemli Uçak ESWL Eğrileri



Çizim 4.19. Esnek Kaplama üzerinde Çeşitli Jet Uçaklar İçin ESWL Eğrileri

5. HAVAALANI ÜSTYAPI TESİSLERİ PLANLAMASI

5. Havaalanı Üstyapı Tesisleri Planlaması ve Tasarımında İzlenecek Metotlar

5.1. Yerseçimi Çalışmaları

Bir havaalanı için yapım talebi oluştuğunda, havaalanı yapılması talep edilen yerleşim bölgesinde topoğrafik harita ve uygun arazi araştırma çalışmaları başlatılır. Uygun koşullar, bir çok faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu faktörler ;

- Arazinin topoğrafik yapısı, (meyiller, engebeler, akarsular, dere yatakları, düzlük alanlar),
- Mania durumu (Doğal Manialar : Dağlar, tepeler – Suni Manialar : Yerleşim bölgeleri, yüksek binalar, havai hatlar, verici istasyonları, v.b.),
- Hakim Rüzgar durumu (Hakim rüzgar yönü ve yıllık yüzde oranı, manialara göre esme istikameti),
- Meteorolojik veriler (Yılın her ayı için ortalama en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri, en sıcak ayın, en sıcak ortalaması, rüzgar hız ve istikametleri, yıllık yan rüzgar oluşumu, açısı, şiddeti ve etkileme yüzdesi),
- Kamulaştırma durumu (arazinin hazineye kayıtlı alanları, özel mülkiyet alanları, arazinin kıymet değeri, yıkılacak yapı ve tesisler, kamulaştırılacak alanların toplam maliyeti),
- Zemin durumu (zemin suyu derinliği, mevsimlere göre değişkenliği, arazinin jeolojik yapısı, kil, şist, kaya, sert zemin, sulak arazi, bataklık, drenaj imkanları ve arazi ıslah durumu, menfez geçişleri, pist – menfez kesişimleri, zemin emniyet gerilmesi)
- Dolgu Malzemesi temini (Taş ocakları yerleri ve havaalanına yakınlığı, malzeme uygunluğu),
- Çevresel etkiler (arazinin ekolojik yapısı, tarıma uygun alanlar, orman, mera, göl, sulama alan ve tesisleri, yabani hayvan yaşamı ve göç yolları, tarihi eser, sanat yapıları ve ören yerleri, gürültü ve çevre kirlenmesi etkileri ve alınabilecek tedbirler),
- Şehir Bağlantısı (havaalanının şehre olan uzaklığı, trafik yoğunluğu ve alternatif ulaşım çeşitleri, şehir yolu bağlantı kavşağı ile havaalanı bağlantı yolu mesafesi ve ek kamulaştırma maliyeti),

ve benzer unsurlardır.

Talep edilen Havaalanı için yer seçimi yapıldıktan sonra, altyapı ön proje çalışmaları başlatılır. Pist uzunluğu, genişliği, açısı, başlangıç ve bitiş noktaları, yaklaşım ışıkları yerleşimi, tahditli alanlar, mania planları, PAT Sahaları (Pist, Apron, Taksirut) tanzimi, Apron ebatları, piste göre yerleşimi (Üstyapı kriterleri ile birlikte) gibi proje çalışmaları.

Pistin boyu, konumu ile apron yeri ve apron şekli kesinlik kazandıktan sonra, Üstyapı Genel Yerleşim Planı ve mimari avan proje çalışmaları başlatılır.

5.2. Üstyapı Avan Proje Çalışmaları

Yukarıda bahse konu edilen yer seçimi çalışmaları, ham arazi üzerinde sıfırdan başlayacak yeni bir meydan yapımı için geçerlidir. Ancak konu, mevcut altyapısı bulunan herhangi bir meydanın büyütülmesi, geliştirilmesi veya tamamen yenilenmesi gibi durumları içeriyorsa, yukarıda bahse konu edilen araştırmalar daha evvelce yapılmış olduğundan, kamulaştırma maliyeti ve çevresel etkileşim haricindeki hususlar için aynı çalışmalar yapılmayabilir. Ancak yeni araştırmaların gerekliliği halinde, bazı hususlar yeniden tahkik edilir.

Diğer yandan yolcu kapasitesi yüksek olan büyük hava limanları, genel olarak çok daha önceki yıllarda küçük ölçeklerle başlatılıp, zaman içerisinde ilave ve yenilemelerle büyütülmüş havalimanlarıdır. Ham arazi üzerinde sıfırdan başlayarak yapılan havaalanları, genelde gelişmekte olan bölgelerde, ulaşım imkanları merkezi kentlere uzak ve kısıtlı ulaşım türleri olan yerlerde veya turizm amaçlı hizmetlere yönelik olarak başlatılır ve geliştirilir. Bununla birlikte, ham arazi üzerinde çok büyük yolcu kapasiteli olarak yapımı gerçekleştirilen istisnai örneklerle, dünyanın çeşitli şehirlerinde rastlamak mümkündür. (2. veya 3. meydan yerleri şeklinde)

Üstyapı avan proje çalışmaları başlatılırken, bazı temel verilere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu verilerin başında, havaalanı yapımı talebinde bulunan kuruluşun hazırlayacağı “İhtiyaç Programı” gelir. İhtiyaç Programları, yapılması talebedilen üstyapı tesislerine dair genel bilgileri, kullanıcı teknik dokümanları, alan büyüklüklerini, mekan ihtiyaç ve adetlerini, Terminal yapısının büyüklüğü, yolcu kapasitesi, iç ve dış hat yapılanması, hizmet kategorisi, yapı sistemi gibi ön çalışmalara yönelik verileri kapsar.

İhtiyaç Programı elde edildikten sonra, daha fazla veri için, havaalanı yapım ve işletimi ile ilgili tüm kuruluşlarla gerekli yazışma ve toplantılar yapılır ve mahalli incelemelerde bulunulur. Bu kuruluşlar Ülkemiz için genellikle ;

- DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü
- DHMİ Genel Müdürlüğü,
- Emniyet Genel Müdürlüğü,
- Gümrükler Genel Müdürlüğü,
- Jandarma Genel Komutanlığı,
- İlgili Belediye Başkanlıkları ve Valilikler,
- Petrol Ofisi, Yer Hizmeti veren özel kuruluşlar ve Resmi ve Özel Havayolu Şirketleri gibi , kurum ve kuruluşlardır.

Kuruluş görüşleri de alındıktan sonra, başta Terminal Binası olmak üzere üstyapılar için mimari avan proje çalışmaları başlatılır.

Havaalanları Planlamaları, iki ayrı ana dalda projelendirilmektedir. Bu proje konularından birisi “Altyapı Proje Hizmetleri”, diğeri ise “Üstyapı Proje Hizmetleri”dir. Altyapı Proje Hizmetleri, Yer Seçimi işleminden başlayarak, tüm havaalanı sahasını kapsayan arazinin her türlü zemin ıslah tedbirlerine ilişkin teknik uygulama projeleri ile PAT Sahalarının (Pist, Apron, Taksirut) dizayn, kaplama, koruma ve gelişim projelerinin tamamını kapsayan proje uygulamalarını içerir. Havaalanı Altyapı Proje Hizmetleri, Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu’nun (ICAO) yayınlamış olduğu Havaalanı Yapım Standartları ile ilgili ANNEX 14 kural ve kalite standartlarına uygun olarak dizayn edilme zorunluluğundadır. Örneğin bir havaalanının Pisti ile ilgili projeler hazırlanırken, baz olarak alınan referans uçağın performans limitleri altında kalmamak kaydıyla, pist uzunluğu, genişliği, LCN değerine göre pistin min. Kaplama Kalınlık ve En Kesitleri, Sürat Taksirutu bağlantı noktaları, dönüş yarıçapları, bekleme alanları, Paralel Pist ve Paralel Taksirut aks mesafeleri ve daha bir çok önemli dizayn kriterlerinin hepsi, belli standartlara uymak zorundadır. Aynı şekilde Pist, Taksirut ve Apron aydınlatma ve yaklaşma ışıkları gibi elektrik altyapı projelerinin de, benzer standartlar ve kurallar dahilinde dizayn edilme mecburiyeti vardır. Ancak ;

Bir Havaalanı Terminal Yapısı ve diğer Üstyapı Tesisleri için yapılacak Dizayn ve Proje Hizmetlerinde, Altyapı projelerinde olduğu gibi herhangi bir uluslararası teşkilat tarafından yayınlanmış (ICAO, FAA gibi) bağlayıcı standart ve kurallar yoktur.

Bununla birlikte, Terminal yapıları içerisindeki bazı üniteler için dünya literatüründe kabul görmüş bir kısım kriter, ölçü ve hesaplama yöntemleri bulunmaktadır. (Rampalar, merdivenler, bagajlar, konveyörler, konturlar, x-ray’ler, özürölüler, v.b) Bu kriterler, terminal yapısının hizmet türüne, yolcu kapasitesine ve alan büyüklüğüne göre değişiklikler göstermektedir.

Dolayısıyla yapılacak planlamanın başarısı, projeyi yapan kurum veya kuruluşun bilgi, deneyim ve kabiliyeti ile doğru orantılı olmaktadır.

5.3. Havaalanı Terminal Binası Yapıları

Terminal Binası dizaynı için, Mevcut İhtiyaç Programı ve eldeki veriler doğrultusunda etütler ve taslak proje çalışmaları başlatılır.

Terminal Binaları, yolcu kapasite ve büyüklükleri açısından çok farklı ve çeşitli boyutlarda yapılabilmektedirler. Yıllık 150 000 yolcu kapasitesinden başlamak üzere, hemen hemen her 250 000 , 500 000 , 1 000 000 , 5 000 000 , 10 000 000 veya daha fazla ve değişik kapasite artış dilimlerine göre yapılandırılabilirler. Yolcu kapasiteleri, gelen ve giden yolcuların yıllık toplamını içerir. Terminal Binaları ayrıca, sadece iç hatlar, sadece dış hatlar veya iç ve dış hatlar müşterek gibi hizmet kategorilerine de ayrılırlar. Diğer yandan yolcu türlerine göre de farklı yapılaşmalar gösterirler. Turistik amaçlı terminaller, Charter amaçlı terminaller, VIP terminalleri, Komplike terminaller, gibi.

Büyük hava limanlarındaki yolcu terminallerinde, yolcu ve bagajların en kolay, en çabuk ve en kısa güzergahlardan transfer edilmesi esastır. Yolcu akışını engelleyecek olay ve yetersizlikler karşısında ilave ünite, alternatif çözüm veya yedek alanlar yaratılması, yolcu bekleme salonlarının geniş ve ferah olması, alış veriş imkanları ile yiyecek – içecek yerlerinin düzenli ve uçuş bilgilerinin rahatlıkla izlenebileceği ortamlarda oluşması, planlamanın ilk ana prensiplerini içerir.

5.3.1. Turistik amaçlı terminaller (Sezonluk Terminaller) :

Turistik Bölgelere hizmet veren terminaller, genelde sezonluk olarak çalışırlar. Örneğin sadece yaz sezonunda çalışıp, kış aylarında hizmete kapalı olan bir çok terminal işletmesi vardır. Bunun tersi mevsimlerde çalışan terminaller de olabilir. Veya sezon harici oluşan yolcular, dikkate alınmayacak kadar düşük kapasite içeren terminaller için de durum aynıdır. Bu terminallerde yıllık olarak hesaplanan yolcu kapasitesi, bir sezon için (Ör. 6 ay) hesaplanan yolcu sayısı kadar olmalıdır. Yani bir turizm bölgesi için yıllık 3 milyon kapasiteli bir terminal binası planlanmışsa, bu yapı bir sezon için normal şartlarda 1,5 milyon yolcuya hizmet verebilecek demektir. Eğer böyle bir terminal için '3 milyon yolcu kapasiteli' ifadesi kullanılıyorsa, buradan bir sezonda 3 milyon yolcu transfer edileceği anlamı çıkmaktadır ki, bu durum ülkemizde genellikle görülmekte ve yanlışlara neden olmaktadır.

5.3.2. Charter amaçlı terminaller (Tarifersiz yolcu) :

Özellikle yaz turizmi olan bölgelerde, veya büyük yolcu kapasitesi bulunan hava limanlarında, tarifeli yolcu hizmetlerinin aksamaması ve aşırı pik yolcu oluşmaması için ek terminal yapıları olarak ta işleme açılırlar.

Charter Terminalleri genellikle tarifersiz yolcu türüne hizmet verdiği için, günün tarifeli sefer saatleri dışında kalan gece yarısı saatlerde daha çok yoğunluk kazanmaktadırlar. Yani gecenin saat 00.00 ile 04.00 arası saatlerde –özellikle yaz turizmi bölgelerinde- yolcu yoğunluğu oldukça yükselmekte, hafta sonu günlerinde ise yoğunluk, pik saatlere ulaşmaktadır. Bunun nedeni, turizm şirketlerinin daha ucuza yolcu taşıyabilmek için, günün ölü saatlerinden faydalanmak, gündüz saatlerindeki uçak trafiği ve ihtiyacının gece geç saatlerde azalmasından ve meydan ücretlerinin gece promosyonlarından yararlanmak gibi sebeplere dayanmaktadır. Büyük hava limanlarında mevcut terminale ek olarak yapılan charter terminalleri ise, bayram, Noel, Hac, spor müsabakaları ve kabileleri, fuar ve kısa turistik sezonlar gibi sıklıkla olagelen ani yolcu artış hareketlerini sübvans etmek için yapılandırılırlar.

Charter Terminalleri bu nedenle, rutin bir yolcu hizmeti verememektedirler. Örneğin hafta içi gündüz mesai saatleri içinde terminal تنها iken, hafta sonu veya gece saatlerinde birden aşırı yoğunluklar

yaşanabilmektedir. Dengeli bir yolcu hizmeti olmamakta, terminal bazen boş, bazen ise aşırı yoğun olmaktadır. O halde bu terminaller planlanırken, bahse konu hususlar dikkate alınarak pik yolcu saatlerine göre hizmet veren yapılanmaya dikkat edilmelidir. Yani gelen ve giden yolcuyu bir ana önce transfer edebilecek ünitelerin daha fazla sayıda yapılması, çıkışlara direkt ulaşılması, yolcuyu terminalde oyalayacak gereğinden fazla satış üniteleri yapılmaması, fazla büro, mekan ve koridor sirkülasyonlardan kaçınılması, yolcu bekleme alanı oranının diğer terminallerdeki oranlara göre daha yüksek olması gibi tedbirler gerekli olmaktadır.. Ayrıca turistik bölgelerdeki tatil dönüşü günlerinde, tur operatörlerinin yolcuları terminale erken getirmelerinden oluşan bekleme ve rötarlar içinde, gerekli rezerv alanlar düşünülmeli ve diğer önlemler alınmalıdır.

5.3.3. Komplike Terminaller (Tarifeli Yolcu) :

Tarifeli yolcu hizmetlerine yönelik terminaller, havaalanında sürekli ve aşırı yolcu yoğunluğu olmadığı sürece tarifesiz yolcular için de hizmet verirler. Bu terminaller, gün içindeki çalışma saatleri ve büyüklüklerine göre sınıflandırılabilirler. Şöyle ki ;

Uluslararası terminaller, dışhat terminalleri, içhat terminalleri, iç ve dışhat terminalleri, günün 24 saati boyunca hizmet veren terminaller, günün belli saatlerinde hizmet veren terminaller, gibi büyüklü küçüklü şekilde tanımlanabilirler. Yolcu kapasitesi düşük terminaller ile yıllık ortalama 3 000 000 yolcu kapasiteye kadar hizmet verebilen terminaller, bir takım tiplleşmiş ve basit yolcu akış şemaları içeren binalardan oluşturulabilirler.

Yüksek yolcu kapasitesine hizmet verecek terminaller ise (Ör. ~ 3 000 000 yolcu/yıl ve üzeri), bulundukları hava meydanının mevcut fiziki durumuna, planlama ve tasarım kriterlerine, şehir ile olan ilişkisine, yolcu profiline, havaalanı - şehir ulaşım imkanı ve alternatif ulaşım türlerine, iklim şartlarına ve daha bir kısım dikkate alınması gereken hususlara göre projelendirilmelidir.

5.3.4. Yolcu Kapasitesi Yüksek Olan Terminal Tasarımı :

Yıllık 10 milyon yolcu kapasiteli, İç ve Dışhatlar Terminal Binası gibi bir yapı tasarımını örneklemek gerekirse, ilk yapılacak tasarım kriterleri şunlar olmalıdır.

Terminalin kara tarafı yaklaşımı, yapının kat adedi (ana katlar), viyadük sistemi, otopark sistemi (kapalı – açık) ile giriş-çıkış kapıları planlaması, terminalin hava tarafındaki uçak park pozisyonu, köprü-körük ilişkileri, mesafe ve adetleri, hava tarafı köprü ve rotunda kotları ile kara tarafı viyadük kotlarının, apron kotu ve giden-gelen yolcular açısından irdelenmesi,

- Gelen ve Giden yolcu katlarının ayrılması, yüksekliklerin belirlenmesi, asma katlar ve galeri katları, ilgili büro, ofis ve kiralık ünitelerin yerleşeceği mekan ayırımlarının tasarlanması
- Terminalin büyük yolcu salonlarının kitlesel yerleşimleri, büyüklükleri, uygun aks ve modülasyon seçenekleri, Terminal Binası Ana Blok ve Gate kitlelerine ait mimari formun, kabaca ortaya çıkarılması,
- Yolcu ve Bagajların akıcı bir şekilde transfer edilebilmesi için, Giden ve Gelen Yolcu Akış Şeması etütlerinin yapılarak, kesişme ve engellenme noktalarındaki çözümlerin belirlenmesi,
- Yolcu ve Uçuş Güvenliği ile ilgili alınacak yapısal güvelik önlemleri ve gerekli mahaller,
- Terminal ihtiyacı her türlü malzeme nakli, depolama ve personel servis bağlantıları, çöp tahliye ve sterilizasyon tedbirleri,

ilk etüt safhasında çözümlenmelidir.

Yapılan ön etüt çalışmaları sonucunda hesaplanan kapasiteye uygun sayılarda, yeterli alanlarda ve fonksiyonel ilişkilerde planlanmak üzere ;

a- Giden Yolcular Ana Blok için :

Giriş kapıları, rüzgarlıklar, x-ray yerleşim düzeni, sayıları, gelişim imkanları, Check-in banko yerleşimleri, sayıları, tartı ve aktarma konveyör bağlantıları (giden bagaj naklinin ilk aşaması), Check-in bekleme alanları, Salon dizaynı (ana çatı karakteristik kesiti dahil olmak üzere), oturma grupları, alış-veriş, yeme içme, sirkülasyon ve ıslak hacim dizayn kriterleri, Pasaport Kontuarları, sayıları, geçiş ve kuyruklaşma alanları, Gümrüklü Salon, Duty- Free, bar, kafe, gelen ve giden transit yolcu bağlantısı, sosyal ve idari ihtiyaçlar, Gate Bloğu steril bölge x-ray geçişleri, VIP - CIP yolcu hizmetleri, gibi ünite ve mekanlar, ilk etüt aşamasından sonraki tasarım kriterleri olarak ortaya çıkmaktadır.

Terminalin iç hat bölümü için, pasaport ve gümrüklü alanlardaki yerleşimler hariç olmak üzere diğer ünitelere ilişkin planlamalar da, aynen yukarıdaki hususlar gibidir.

b- Giden Yolcular Gate Bloğu İçin :

Yolcu yönlendirilmesi ile yolcu akış sirkülasyonunun, karışıklığa sebebiyet vermeden Gate Salonlarına ulaşılabilir şekilde, Köprü bağlantılı Gate Salonları, Açıkta Park Bağlantılı Gate Salonlarına ulaşım kolaylıkları, sabit ve yürüyen merdivenlere ulaşım, transit yolcu ulaşımı, Güvenliğin müsaade ettiği ölçüde ve uygun gördüğü yerlerde satış üniteleri, Gate salonları için yeterli sayıda ıslak hacim üniteleri, köprü, körük ve uçak bağlantı sistemi, rotunda yüksekliği, rampa eğimleri ve uzunlukları, gibi ünite ve mekanlar.

c- Gelen Yolcular Gate Bloğu İçin :

Körük vasıtasıyla terminale giriş yapan yolcular ile Açıkta park eden uçaklardan gelen yolcuların, uygun ve yeterli bir mahalde birleşerek, ana bloğa geçişlerinin sağlanması, uzun koridorlar oluştuğu takdirde, yürüyen bantlar için yapısal önlemlerin alınması, transit yolcular için gerekli yönlendirme ve ulaşım tedbirlerinin alınması,

d- Gelen Yolcular Ana Blok için :

Körük ve açıkta park yoluyla gelen yolcuların, Gelen Yolcu Pasaport Salonuna ulaştırılmaları, transit yolcu ayırımlarının (dış hattan-dış hat'a, dış hattan-iç hat'a, iç hattan-iç hat'a, iç hattan-dış hat'a) karışıklığa meydan vermeden sağlanması, yeterli sayıda pasaport kabini ve geçiş turnike yerleşimi, kuyruklaşma alanları, bagaj alım salonu, bagaj alım konveyörleri ve yolcu sirkülasyon alanları, Uçaktan gelen ve uçağa giden bagaj ayırımlarının yapıldığı Bagaj Maniplasyon alanları (Bagaj arabaları –doly- trafiği için yeterli alanlar, yükleme boşaltma sahaları, erken gelen bagaj, transit bagaj, giden bagaj otomasyon sistemleri – cute systems- ile, uçuş güvenliğine yönelik '%100 Tarama EDS' sistemleri için gerekli mekanlar ve bağlantılı konveyör ağı), Bagaj Maniplasyon alanı için geliş katında yeterli alanlar sağlanamadığı takdirde, daha alt katlarda veya başka kotlarda çözümlerin üretilmesi, Duty-Free mağazaları, banka, döviz bozdurma, Gümrük işlemlerine ilişkin kontrol bankoları, büro ve idari ofisler, Karşılıklı holüne çıkış, rent-a car ve otel, turizm ofisleri, ihtiyaca yönelik tüm satış ve tanıtım üniteleri, güvenlik ve sosyal ihtiyaç üniteleri, çıkış kapıları, taksit, otobüs, yolcu indirme-bindirme platformu, otopark ilişkileri, gibi ünite ve mekanlar.

e- Karayolu Yaklaşımı ve Otopark için :

Otoparklar, terminal kapasitesiyle orantılı olarak, terminal yapısı görünüş ve estetiğini engellemeyecek şekilde mümkün mertebe terminale yakın ve genelde viyadük yapısı içerisinde Katlı, açık veya yarı açık şekilde yapılandırılmaktadırlar. Yol ve otoparklar, yolcu ve personelin terminale ulaşımını kolay sağlamalıdır. Yolcu, VIP yolcusu, Personel, Servis, Rent-a car gibi hususlar için ayrı ayrı olmak üzere otopark ve yanaşma yerleri, planlamada mutlak çözümlenmelidir.

Bir terminal planlamasının tasarım kriterleri, yukarıda kısaca başlıklar halinde sunulmaya çalışılmıştır. Uygulama projeleri aşamasında, çok daha geniş boyutlara varan ve çeşitli ihtisas dallarına ayrılmış üst düzey mimari, statik, mekanik, elektrik ve elektronik mühendislik proje hizmetlerine ihtiyaç bulunduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Terminal yapısı içerisinde konuşlanacak, elevatör, otomasyon sistemleri ve cihazların işletim ve kullanma ihtiyaçlarına yönelik tüm teknik hususlar, uygulama projeleri aşamasında şartnameleriyle birlikte belirlenmelidir. X-Ray, CCTV, EDS, Kartlı Geçiş, Yangın İhbar ve Duman Kontrol gibi güvenlik sistemleri, Bagaj Otomasyon ağının tamamı, yürüyen merdiven, bant ve asansörler, Işıklı yönlendirmeler, Otomatik kapılar ve otomasyon cihazlar, acil anons ve seslendirme, telefon, faks, data, saat, kamera, TV, uçuş bilgi, bilgisayarlı üniteler ve bağlantılı sistemler, PC işletim ve network ağı, Ramp Kontrol, DGS, GOS Uçak Park Pozisyonu Yanaşma sistemleri, körük bağlanma sistemleri, gibi işletim sistemleri ile, UPS, Trafo, AG, OG, Aydınlatma, Klima, Havalandırma, Soğuk Depo, gibi teknik ihtiyaçlar ve ilgili mekanlar, akla ilk gelen önemli ihtisas mühendisliği proje yapım unsurlardır.

5.4. Yolcu Kapasitesi Hesaplama Yöntemleri :

Bir Terminal yapısının toplam kapalı alanı tayin edilirken, yıllık yolcu kapasite verilerine göre planlanması gereken, mekan, ünite, ofis ve elevatörler tek, tek yeterlilik hesaplamasına tabii tutulurlar. Örnekleme gerekirse, "Check-in ve Pasaport kontuarlarının, yolcu başına hizmet süreleri için kabul görmüş kriterlere göre" Giden Yolcu Bekleme Salonunuzda, 1 saatlik zaman dilimi içerisinde aynı anda 15 uçak yolcusuna hizmet verebilecek Check-in Banko ve konveyör imkanınız olmasına, 10 uçak yolcusuna hizmet verebilecek Pasaport kontuar ve x-ray üniteleriniz olmasına mukabil, Salonun büyüklüğü aynı anda ancak 5 uçak yolcusu alabiliyorsa, Giden Yolcu için saatteki yolcu sayısı 5 uçak kapasitesi kadardır. Şöyle ki;

Baz uçak olarak alınan uçağın yolcu sayısı, %70 doluluk oranı ile çarpılır. (Genel kabul değerlerine göre). Baz Uçak 150 kişilik orta gövdeli bir uçaksa ; $150 \times \%70 = 105$ kişi bir uçak için hesaplanacak yolcu sayısıdır. Salon Kapasitesi 5 uçak olduğuna göre, $105 \times 5 = 525$ Kişi saatteki giden yolcu sayısı olarak kabul edilebilir. Check-in bekleme salonu için yolcu başına 3,5 m². (oturma grupları dahil) alan ihtiyacı düşünülürse; $525 \times 3,5 = 1838 \sim 1850$ m². Bekleme Salonu için net alan gereklidir. Bu alana; giriş kapıları önündeki birikim sahaları, alışı-veriş üniteleri etrafındaki işgal alanları ve yolcu sirkülasyonu için tayin edilmiş % (Sirkülasyon Yüzdesi) alanlar eklenir ve 5 uçaklık salon kapasitesinin toplam alan hesabı yapılmış olur. Ancak unutulmaması gereken çok önemli bir nokta daha vardır. Check in Salonunda 5 uçak yolcusu aynı anda yer almışsa, 1 Saat veya 1,5 saat sonra tekrar 5 uçak yolcusu alınacak diye bir hesaplama yapılmaz. Terminal Yolcuları devir daim usulüne göre transfer edilmektedirler. Şöyle ki; Dışhat uçağı için 1,5 saat, içhat uçağı için 1 saat alanda bekleme öngörülür. Ancak son yıllardaki artan güvenlik önlemleri nedeniyle yapılan beklemeler ve yolcu bagajlarının EDS % 100 Tarama sistemlerinden geçirilmesi nedeniyle, uçakların bekleme süreleri yarım saat daha uzamış durumdadır. Apronun Uçak kapasitesi ve terminalin Gate Salonu sayıları, terminalin hizmet verebileceği azami uçak sayılarını belirlemektedir. Ne kadar çok uçak yanaşma pozisyonu varsa, o kadar çok sık aralıklarla devir daim olmaktadır. Peş peşe inişler ve kalkışlar olduğu sürece, 1 saat içerisindeki uçak hareketlerinden gelen ve giden yolcu sayıları ortaya çıkacaktır.

Giden Yolcu Check-in Salonunun kapasitesi genelde, asgari kapasiteye esas taban sayı kabul edilir. Check-in Salonunda aynı anda 5 uçak yolcusu bulunabiliyorsa, bir uçak yolcusunun aynı salonda yarım saat süreyle bekleyeceğini varsayalım. (Ör. Gümrüklü Salonda –Duty-Free - 40 dk., Gate Salonunda 20 dk. gibi). O halde, yarım saatte bir uçak yolcusu Check-in Salonundan geçebilmekte ve 5 Uçak kapasiteli salondan ise, saate 10 uçak yolcusu hizmet alabilmektedir. Trafığın yoğun olduğu saatlerde, 6 dakikada bir uçağın kalkış yaptığı varsayımıyla (Gelen uçak sayısı da 6 dk.da bir olacaktır ki; bu saatte 20 uçak operasyonu yapar. Pistte her 3 dk.da bir operasyon var demektir.) Terminalin yolcu hizmetlerine yönelik diğer tüm ünite ve mekanlarının adet, tip, alan ve yerleşimleri teker teker hesaplanır. Yani giden yolcu için saatte min. 10 uçağa hizmet verebilecek imkan ve genişlikte, Giriş Kontrol, X-Ray yerleşimleri, Güvenlik Büroları, Giden Bagaj Konveyör tip, adet, uzunluk ve yerleşimleri, Galeri Katı Planlaması ve burada yer alabilecek üniteler, Meydan İşletme Büroları, Havayolu Şirket Büroları, Teknik Hacım, Büro ve Ofisler, VIP, CIP, Bilet Satış, Turizm, Otel, Rent-a Car, Satış Mağazaları, üniteler ve box'lar, Bar, Cafe Restoran, Servis, depolama, WC, merdiven, koridor, Yatay ve düşey sirkülasyon elevatörleri, gibi daha birçok mekana ilişkin hacim ve alanlar, plan paftası üzerinde tek tek yerleştirilir. Böylece terminalin giden yolcu için gerekli alanı ve yapısı kabaca ortaya çıkmış olur.

Gelen Yolcu kapasite hesabında da, giden yolcu hesaplamasındaki mantık yürütülür. Buradaki hesaplama için gerekli veriler, Gelen Yolcu Pasaport Salonu ve kontuar sayıları, Gelen yolcu Bagaj Dağıtım Konveyörleri (konveyörün tipi, uzunluğu ve dv.dk. hızı –, konveyörün 1 dakikalık kapasitesini belirler), kapasiteleri ve sayıları, Gümrük Geçişleri ve Gelen Yolcu Gümrüklü Bekleme Salonunun (Duty-Free Salonu) büyüklüğüdür. Dikkat edilmesi gereken husus, kapasiteye esas yolcu hizmeti sunan mekan ve üniteler içerisinde, 1 saatlik zaman dilimindeki en gayri müsait (en düşük) sayıya hizmet veren ünitenin kapasitesi, hesaplama esas alınacak rakamları teşkil etmelidir. Yukarıda özetlendiği şekilde Giden Yolcu Kapasitesi ile Gelen Yolcu Kapasitesi belirlenir. Daha düşük olan kapasite değeri 2 ile çarpılarak (Gelen ve Giden Yolcu) Terminalin Yıllık Toplam Yolcu Kapasitesi ve alanı ortaya çıkar.

Ancak kapasite hesaplamalarının burada anlatıldığından daha detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Yolcu, bagaj, otopark, araç yanaşma hesaplamalarının hepsi farklı yöntemlerle ve terminal kategori ve sınıflarına göre ayrı şekilde bulunur. Yukarıda bahse konu edilen kapasite hesaplama yöntemi, çok basite indirgenmiş ve örnek olmak amacıyla yapılmıştır.

Bazı kapasite hesaplamaları için daha pratik yöntemler uygulanmaktadır. Yani belli bir kat sayının, istenilen yolcu kapasitesiyle çarpımı sonucunda elde edilen rakam, terminalin toplam kapalı alanı olarak hesaplanmaktadır. Baştan söylenebilir ki, bu yöntemlerin hiç biri, sağlıklı hesaplama yöntemleri değildir. Daima yanıltıcı olabilirler. Çünkü terminal yapı tasarımları, hizmet sınıfları, kategorileri, büyüklükleri o kadar çok farklılıklar gösterirler ki, içlerinden birine uygun olan katsayı hesabı, diğerlerine uymayacaktır.

5.5. Yan Tesisler :

Bir havaalanının en önemli üstyapısı, şüphesiz ki Terminal Binasıdır. Ancak bir havaalanında hizmetlerin bir bütün olarak gerçekleştirilebilmesi için, terminal binası ile birlikte diğer destek binalarının da tamamlanması gerekir. Terminal yapıları, esasen yolcu ihtiyaçlarına yönelik olarak inşa edilirler. Destek yapıları ise, meydan işletmesinin, uçuş kontrol, güvenlik, teknik, lojistik, acil yardım, sağlık ve sosyal hizmet ihtiyaçlarını sağlarlar.

Destek Yapıları (Yan Tesisler), Üstyapı Genel Yerleşim Planı çerçevesinde değerlendirilmek üzere, aşağıda kısa özetlerle belirtilmiştir.

5.5.1. Bağlantı Yolu ve Meydan Giriş Kontrol Yapısı :

Havaalanını şehre bağlayan ana kavşaktan başlayarak, Giriş Kontrol yapısına kadar uzanan yol, Havaalanı Bağlantı Yolu'dur. Giriş Kontrol Yapısı, bağlantı yolunun meydana giriş noktasında yer alır. Meydana giriş ve çıkış yapan araç ve şahısların kontrolünü sağlamak amacıyla planlanır. Kontrolü ulusal güvenlik güçleri sağlar. Gerekğinde kimlik ve güvenlik kontrolü yapılacağı göz önünde bulundurularak, araç ve şahıslar için uygun bir yerde bekleme ve korunaklar yapılması gerekebilir. Bu yapılarda genel olarak, Giriş Sundurması Saçağı ve Sürgülü Bariyer sistemi, bir gözlem odası, wc ve dinlenme odası gibi ihtiyaçlara yönelik basit üniteler bulunur.

5.5.2. Yaklaşım Yolu, Otoparklar ve Dahili Yollar (Üstyapı Tesisleri Genel Yerleşimi) :

Giriş Kontrol yapısından geçtikten sonra terminal binası önüne giden yol, Yaklaşım Yolu'dur. Havaalanı içersindeki diğer tesis ve otoparklarla bağlantıyı sağlayan yollar ise, Dahili Bağlantı Yolları olarak isimlendirilir. Altyapı ve Üstyapı Kriterleri doğrultusunda analizi yapılarak en uygun seçimle yeri belirlenen Apronun önüne, daha öce planlaması yapılmış olan Terminal Binası yerleştirilir. Giriş yapısından başlayarak terminal yaklaşımı ve otopark düzeni planlanır. Daha sonra, diğer destek binalarının (facilty) önem, işlev ve ilişkileri doğrultusunda vaziyet planları hazırlanarak Üstyapılar Genel Yerleşim Planı yapılır. Yapılan yerleşimde, meydanın gelişimine dair tüm ihtiyaçlar göz önünde bulundurulur ve gerekli saha rezervasyonları ile altyapı tesislerine ilişkin önlemler alınır. Günün ihtiyacı olan yapıların plan üzerinde yerleşimleri yapıldıktan sonra, Bu yapıların meydan içi ulaşımı (dahili yol – otopark), tesisat galerileri, aydınlatma, yağmur drenajı, pis su deşarjı, çevre ve peyzaj gibi tüm ihtiyaçları ile birlikte, gelişimleri de düşünülerek her yapının bireysel vaziyet planları hazırlanır ve bütün dahili yol ve otoparklar, bu yapılaşma düzenine göre planda yer alır.

5.5.3. Terminal Binası

Terminal Binası için daha önce bahse konu edilen hususlar dikkate alınmalıdır.

5.5.4. Teknik Blok ve Kule Yapısı :

Uluslararası Hava Trafiği (seyrüsefer) ile ilgili cihaz, uzman personel ve idari birimlerin yer aldığı bu bina, Terminal yapısından sonra meydanın en çok öneme haiz olan yapılarından. Ülke Hava Sahası Uçak Trafiğinin, uluslararası kurallara uygun olarak düzenlenmesinde, söz konusu meydanın kapsam alanına giren tüm seyrüsefer hizmetleri, bu bina ve diğer yardımcı binalardaki radar ve elektronik cihazlar vasıtasıyla yapılır. Havadaki uçaklar kontrol edilir ve diğer meydanlarla irtibatlı olarak trafik yönlendirilir. Teknik Blok Binası, Kule yapısından ayrı bir blok olarak ihtiyaca göre planlanır. Yapı İçerisinde, yakın ve uzak mesafe cihazları ile diğer teknik ve meteorolojik bilgilerin değerlendirildiği ileri teknoloji ürünü donanım ofisleri ve konu uzmanı personeller yer alır. Teknik Blok yapısında yer alan cihazların Kule Kontrol ile bağlantısını sağlayacak tüm elektronik cihaz ve güç sistemleri ile ilgili inşai tedbirler, proje aşamasında önceden alınır. Meydan İşletme Müdürü ofisinin de bulunduğu bu yapılarda, meydanın büyüklüğüne göre ayrıca eğitim ve sosyal amaçlı üniteler yer alabilir.

Kule Yapısının en üst katında, yaklaştırmaya giren uçakların piste inişi esnasında karşıdan, alttan ve üstten görüşlerini çıplak gözle sağlayabilecek mesafe ve yükseklikte (Bakış Yüksekliği) bir gözlem odası bulunur. Buradan, uçakların transit geçişleri, yaklaşma trafiği kombinasyonları, iniş ve kalkış hareketleri, pilotlarla irtibat sağlanarak gerçekleştirilir. Gözlem odası görüş pencerelerinin 360

derecelik açıda görüşü engellemeyecek konumda olması ve kule çatısı ile üzerindeki anten yüksekliklerinin ise, mania kriterlerini (Mania Yüksekliği) ihlal etmemesi gerekir. Bu yükseklikler, belli bir formül kullanılarak hesaplanır. Ancak zorunlu hallerde veya acil ihtiyaçlarda, bu formüllere riayet edilmeyerek çok daha alçak yüksekliklerde kontrol kuleleri teşkil edilebilir. Dolayısıyla Kule yapıları, mümkün olabildiğince mevcut pistlerin ortalarına yakın bölgelere (mania sınırları dışında) yerleştirilebildiği ölçüde, yükseklik kriterleri daha kolaylıkla halledilebilmektedir. Ancak bu yerleşim mutlak bir zaruret değildir. Üstyapı Tesisleri Genel Yerleşimi, pistin (veya pistlerin) konumuna göre nerede konuşlanmışsa, Teknik Blok ve Kule yapıları da, meydana Terminal ve diğer üst yapı tesisleriyle ilişkili olarak uygun konumda yerleştirilmelidirler.

5.5.5.Kargo Yapısı

Bilindiği üzere, havayolu ulaşımında yolcuların transferi, Yolcu Terminali ile sağlanmaktadır. Uçakla yapılan yolcu taşımacılıklarında, yolcu beraberinde bir kısım eşyalar ile hacim ve ağırlık olarak belirli sınırları aşmayan bazı yük, evraklar, aynı uçağın bagaj bölümünde transfer edilebilirler. Ancak yük trafiğinin artması, eşya ebat ve ağırlıklarının büyüme istidadı göstermesi durumunda, bu yüklerin taşınması kargo uçaklarıyla yapılmak zorundadır. Bu yüklerin bir havaalanından, diğer başka bir havaalanına taşınması esnasında yüklerin depolanması, korunması ve nakil hizmetlerinin tamamlanması, varış noktasında ise, aynı işlemlerin aksi istikamette süratle yürütülmesi, ancak Kargo yapıları ile sağlanmaktadır. Bu yapılar, diğer bir tanımlama ile “Kargo Terminali” olarak ta nitelendirilmektedirler. Kargo yapıları da, aynen yolcu terminallerinde olduğu gibi bir tarafı doğrudan aprona, diğer tarafı ise karayolu yükleme – boşaltma platformuna cepheli olarak projelendirilirler. Kargo Apronu’nun, yolcu terminali önündeki apron ile birleşik veya yakın olma zorunluluğu yoktur. Kara yolu ile hava meydanına gelecek ve gidecek yüklerin (mümkün olduğu takdirde raylı sistemlerle de bağlantı yapılabilir) uçaklara aktarılmasını sağlayacak ve meydan içi araç trafiğini engellemeyecek uygun bir bölgede de Kargo Apronu ve kara yolu yanaşması teşkil edilebilir.

Kargoların fiziksel yapıları, bulunduğu bölge koşullarına göre ağırlıklı ihraç ve ithal ürünlerinin ihtiyaç gösterdiği, yükleme, depolama (soğuk hava ve deep-freeze imkanı), istifleme ve boşaltma hizmetleri dikkate alınarak projelendirilmelidir. Hava yolu naklinde uçuş güvenliğinin sağlanması öncelikli bir koşul olduğuna göre, bu güvenliğin sağlanması için de, yüklerin özel X-RAY cihazlarından geçirilmesi gerekmektedir. Planlama yapılırken bu husus mutlaka düşünülmeli, transferleri geciktirici olaylara sebebiyet vermeden kolay ve süratli çözümler proje aşamasında üretilmelidir. Uzak mesafeler arasındaki, taze sebze, meyve, çiçek, taze et, balık gibi gıda ürünleri ile elektronik eşya, kıymetli eşya, evrak ve koli gibi yüklerin taşınmasında, Havayolu Kargo Taşımacılığı, diğer taşıma sektörlerine nazaran çok hızlı bir şekilde gelişmekte ve sektörde önemli bir yer tutmaktadır. Günümüz Kargo yapıları, küçük ölçekli taşımaya yönelik yapılardan başlayarak, çok büyük ölçekli ve yüklerin uçaklara naklinin tamamen otomasyon ve konveyör sistemleriyle sağlandığı yapılara kadar (konteynır yükleme) değişik amaçlara yönelik şekilde gerçekleştirilmektedirler.

5.5.6. Gümrük Binası :

Bir havaalanı uluslararası nitelikte yapılmış ve söz konusu meydan hudut kapısı teşkil etmişse, bu havaalanlarında gümrük işlerinin yürütülmesi ile ilgili işlemlerin yapılacağı Gümrük Binalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Bilhassa kargo yükü ve ticari yolcu eşyaları ile ilgili hizmetleri yürütmek amacıyla yönelik büro ve ofisleri içeren Gümrük Binalarında, geçiş vizesi alamayan bir kısım eşyalar için, fazla büyük olmayan kısa süreli depolama mahalleri (eşya tiplerine göre – kaçak eşya, elektronik eşya, ilaç, v.b.), küçük çapta soğuk depo ve deep-freeze odaları, idari büro ve ofisler yer alır. Depolama mahalleri ile idari mahallerin birbirlerinden ayrı bölümler halinde planlanması önerilir. Gerekli hallerde, Gümrük Binasına ilaveten, açık veya kapalı sundurmalar ile yükleme – boşaltma alanları da, eklenti olarak yapılandırılabilir.

Meydanın dış hat kapasitesi çok düşük ve kargo yükü transferleri yapılmıyorsa, böyle hallerde terminal içerisindeki birkaç gümrük bürosu yeterli olabilmekte, ayrıca bir yapıya gereksinim duyulmamaktadır.

5.5.7. Emniyet Binası :

Bir Hava Meydanında, başta Uçuş Güvenliği ve Terminal Binası olmak üzere, yolcuların, çalışanların ve uçakların güven ve asayiş, Ulusal Emniyet Kuvvetlerince sağlanmaktadır.

Hava Meydanında güvenlik (Securty), uluslararası anlaşmalara, standartlara ve günün koşullarına göre özel ilave tedbirlerin alınması zorunluluğunu gerektiren mutlak ve vazgeçilmez bir unsurdur. Havaalanının ve Terminal Binasının (Apron giriş – çıkışları, X-ray'ler) bir çok noktalarında özel eğitilmiş personeller tarafından yürütülen güvenlik hizmetleri yaptırımları, meydan işletmesi müdürlüğünce birinci derecede uygulanması zorunlu olan kanuni bir hükümdür. Dolayısıyla, her meydan işletmesi, güvenlik güçlerinin görev, uygulama ve talimatlarına uymakla yükümlüdür.

Havaalanının yolcu kapasitesiyle orantılı olarak güvenlik personeli ihtiyacı ve kontrol noktaları oluşmakta, kapasite büyüdükçe personel sayıları ve kontrol noktaları da artmaktadır. Yolcu kapasitesi yüksek olan hava limanlarında, havaalanında görev yapan emniyet güçleri için, meydanın uygun bir yerinde sosyal hizmet binaları gerekmektedir. Bu binalar, çalışan personelle orantılı olarak asayiş işleri ve işlemlerinin yapılabileceği büro, sorgulama ve nezaret gibi asli hizmetlere yönelik mekanlar ile, normal ve vardiyalı çalışan personelin yeme, yatma, spor ve eğitim gibi çeşitli sosyal ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte olmalıdır. Kapasitesi düşük veya genellikle iç hatlara hizmet veren orta veya küçük ölçekli meydanlarda ise, çok daha küçük çaptaki emniyet binaları yeterli olmaktadır. Bu binalar, Polis – Karakol Binaları olarak ta isimlendirilmektedir. Polis – Karakol Binalarında asayiş ile ilgili birkaç ünite ile basit ihtiyaçlara yönelik mahallerin yer alması, yeterli olabilmektedir. Ancak bazı havaalanları küçük boyutlu da olsa, meydanın veya bölgenin stratejik korunma ihtiyacı bulunması halinde, daha geniş kapsamlı Emniyet Binalarının yapılmasını gerektirmektedir.. (Çevik Kuvvet barındıran yapılar gibi).

5.5.8. Jandarma Binası :

Terminal Binası ve yolcu emniyeti, uçuş güvenliği, meydan asayiş gibi iç güvenlik hizmetlerinin Ulusal Emniyet Güçleri'nce sağlandığını daha önce belirtmiştik. Meydanın dış güvenliğiyle ilgili, yani havaalanının kamulaştırma sınırlarını belirleyen çevre tel örgü sınırları boyunca yapılması gereken güvenlik hizmetleri ise, Jandarma Kuvvetleri'nce sağlanmaktadır.

Meydan sahasının dış sınırları boyunca alanı çevreleyen emniyet tel örgüsü, belli mesafelerde konuşlanmış olan – birbirlerini görmek koşuluyla ortalama 250 ~ 300 mt. – nöbetçi kuleleri ile kontrol edilmektedir. Orta Büyüklükteki bir havaalanında yaklaşık 25 ~ 30 adet Jandarma Gözetleme Kulesi ve bu kulelerin birbirleriyle ulaşımını sağlayan Alan Çevre Yolu (~ 5 mt. genişlikte) yer almaktadır. Her kule için bir nöbetçinin gözlem yaptığı, bir jandarma erinin ise maksimum 4 saat nöbet tuttuğu varsayıldığı ve 24 saatlik zaman diliminde bir kule için 6 erin görev yaptığı düşünülürse, 25 kule için min. 150 adet jandarma erine ihtiyaç bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Er, erbaş, subay ve astsubaylar birlikte bu sayının 160 ~ 170 kişiye ulaştığı görülmektedir. O halde meydanda yer alacak Jandarma Binasının da, bu sayıdaki askeri personelin silah, cephaneye, yeme, yatma, duş, dinlenme v.b. hizmetleri karşılayacak kapasitede olması gerekmektedir. Ancak Ülke koşulları, mevcut jandarma birliklerinin, korunması gereken birçok yerleşim bölgesi, yollar, sayısız stratejik yapı ve tesisler açısından yeterli olmasına müsait değildir. Diğer taraftan bu kadar çok bölgenin korunması için jandarma personeli barındırmak ta, başka sorun ve yetersizliklere neden olmaktadır. Dolayısıyla çoğu meydanda ihtiyacın 1/2 veya 1/3' ü kadar asker sayısına hizmet verebilecek yapılar yapmak daha gerçekçi bir çözümdür. Gözetleme ve koruma konusunda nöbetçi erlerden yararlanmakla birlikte, teknolojik gelişmeler doğrultusunda kamera kontrol ve elektronik devre sistemleri de uygulamalarda yer almaktadır. Diğer yandan Meydanların iç ve dış güvenliğiyle ilgili, işletici kuruluşlar tarafından

sağlanan Özel Güvenlik Teşkilatının daha etkin görevlendirilmeleri için yapılan yasa ve yönetmelik çalışmalarında önemli ilerlemeler sağlanmıştır.

Jandarma Binalarının, meydanadaki diğer tesisler ve işletme yönetimiyle direkt ilişkisi bulunmadığından, diğer tesislerden ayrı daha uzakça bir bölgede, ancak Alan Çevre Yoluna yakın konumda planlanması, mevcut ısı ve enerji şebekelerinden yararlanacağı da göz ardı edilmemek üzere Genel Vaziyet Planlarında yer alması uygun olmaktadır.

5.5.9. Özel Güvenlik Birimleri Binası :

Havaalanlarında, meydanın iç ve dış güvenliklerini sağlamak için gerekli olan nitelikli personel ihtiyacı, günümüz koşullarında sürekli bir artış içersindedir. Uçak ve Yolcu sayısı arttıkça, duruma paralel olarak personel ihtiyacı da artmakla birlikte, dünya ülkeler arası barış ortamının bozulması, terör örgütleri faaliyetleri ve bireysel eylemlerin gün geçtikçe çoğalması neticesinde, güvenlik hizmetlerinin sağlanmasında daha fazla personele gereksinim duyulmaktadır.. Bu durum, hem seyahat eden yolcular açısından, hem işletme açısından ve hem de güvenlik güçleri açısından son derece sıkıntılı anların yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Yapılan kontrollerde insan faktörü dışında bir çok gelişmiş elektronik cihaz ve sistemlerden yararlanılmasına mukabil, yine de güvenlik personeli ihtiyaçlarında bir azalma gerçekleşmemektedir. Gerekli güvenlik personelinin tamamını da ülkenin ulusal emniyet güçlerinden tedarik etmek mümkün ve müsait değildir. Güvenlik personelleri, 24 saat uçuşa açık olan meydanlarda normal ve vardiyalı mesai uygulaması yaptıklarından, personel ihtiyaç sayıları da 3'e veya 4'e katlanmaktadır. Bu durum, açık olan personel ihtiyacının, işletme tarafından tedarik edilen Özel Güvenlik Elemanlarınca karşılanmasını zorunlu hale getirmiştir. Özel Güvenlik Elemanları, Polis görev ve yetki alanlarının içersindeki bir kısım güvenlik hizmetlerinin, Emniyet Genel Müdürlüğü'nce belirlenen sınırlar dahilinde yerine getirilmesinden sorumlu olarak çalışırlar.

Özellikle 24 saat uçuşa açık meydanlarda, işletme kadrosunda özel güvenlik elemanı olarak çalışan personel için, eğitim, sosyal ve idari hizmetlerin karşılanmasına yönelik ayrı bir binaya ihtiyaç bulunmaktadır. (Yap-İşlet-Devret Modeli işletmeler için durum farklıdır). Özel Güvenlik Birimleri Hizmet Binası olarak tanımlanan bu yapılarda, eğitim, spor (aletli – aletsiz), yemek, nöbet, yatma ve idari ofisler gibi ihtiyaçlara yönelik üniteler yer alır. Bu yapıların da, Jandarma yapılarında olduğu gibi meydanın merkezi alanlarından biraz daha ayrı parsellerde yapılması uygun olmaktadır.

5.5.10. İtfaiye İstasyonu (Kaza – Yangın) Binası :

Sivil ve askeri uçuşlara açık tüm meydanlarda, İtfaiye İstasyonu yapmak mecburiyeti vardır. İtfaiye İstasyonları, uçakların iniş ve kalkışlarında, yer trafiği veya bakımları esnasında olabilecek kaza ve kırımlar ile muhtemel sabotaj olaylarına karşı anında müdahalede bulunmak ve can güvenliğini sağlamak üzere teçhizatlandırılmış önemli yapılardır. Bu yapılar meydanın büyüklüğü, kapasitesi ve önemine binaen, ICAO Standartlarında belirtilen kriterlerdeki mahal ve araç-gereç ihtiyaçlarına uygun şekilde projelendirilirler. Meydan kategorisine göre, min. 4 araçlık itfaiye garajından başlayarak, 10, 12 İtfaiye araç garajı ile diğer ihtiyaçların sağlandığı yapılara kadar değişiklik gösterebilirler. Çok yüksek kapasite ve birden fazla pisti olan havalimanlarında, birden fazla itfaiye istasyonları yer alabilir.. İtfaiye İstasyonlarında, tam donanımlı itfaiye araçlarının rahatlıkla park ve manevra yapabileceği, egzoz gazlarının tahliyesinin sağlanacağı garaj yapılarıyla, itfaiye erlerinin nöbet, gözlem ve alarm odası, yatıp kalkma (emergency kıyafetler ile tedbirli olarak), yatak bölümünden süratle araçlara ulaşabilme, yeme, dinlenme, spor ve eğitim gibi imkanlarını sağlayacak ünitelerin bulunması gereklidir. İstasyon garajında, Köpük deposu, tam donanımlı itfaiye araçları, yangın söndürme cihazları, aydınlatma araçları, cankurtaran ve sıhhiye araç, gereç ve yedek parça malzemeleri gibi teçhizatlar bulunmaktadır

Bir alarm durumunda, itfaiye erlerinin bulundukları yerden 30 saniye içersinde araçları hareket ettirmesi ve 3 dakika içinde de pistin orta bölümüne ulaşması amaçlanmıştır. Garajlardan hızla çıkış yapacak araçların, mümkün olabilecek en kısa mesafede ve engelsiz olarak kaza mahalline ulaşması

gerekmektedir. Bunun için, İtfaiye İstasyonu ile pist arasında direkt ulaşımı sağlayan kaza – yangın yolu yapılma mecburiyeti vardır. Dolayısıyla yapılacak istasyonların yeri, bu durum göz önünde bulundurularak tayin edilmelidir. Yani Üstyapılar Genel Yerleşim planında dikkate alınması gereken husus, İtfaiye İstasyonunun diğer yapılarla olan ilişkisinden ziyade, pistin orta bölümüne yakın olan kısımda konuşlanmasının sağlanmasıdır. Bu yapılar, emniyet tel örgüsünün hava tarafında kalabilen yapılardır. Pist ortalarına yakın ve mania kriterleri dışında uygun araziler bulunduğu takdirde, İtfaiye istasyonlarının, diğer üst yapılarla ilişkisi kesilerek bu arazilerde konuşlanması daha uygun mütalaa edilmektedir.

5.5.11. Araç – Bakım ve İş Makinaları Garajı :

Meydan İşletmesine bağlı olarak havaalanında çalışan tüm araçların bakımlarının yapıldığı, özel hizmet görevi bulunan araçların park imkanlarının sağlandığı, araç görevlendirilmelerinin yapıldığı, şoför ve bakım ustalarının bulunduğu yapılardır. Kış ikliminin şiddetli geçtiği bölgelerde, Kar küreme araçları için büyük ebatlı garaj binalarının ilave edilmesi gerekeceğinden, bu yapılar için seçilecek yerleşim alanının genişlemeye imkan tanıyacak bölümlerde yapılmasına dikkat edilmelidir.

5.5.12. Apron Handling Araçları Park , Garaj ve İdari Yapıları (Yer Hizmet Araçları) :

Apronda park eden uçaklara yer hizmetleri veren kuruluşlar, genellikle uçak şirketlerinin kendi kuruluşları veya bu hizmetleri yapan özel kuruluşlardır. İniş yapmış ve uçuşa hazırlanan park halindeki uçaklar, çok çeşitli yer hizmetlerine muhtaçtır. Bu uçakların mobil merdivenlerle yolcu indirmesi ve bindirmesi, iç temizliği, yakıt ve yiyecek ikmali, bagajlarının boşaltılıp yüklenmesi, aprona park etmesi, uçak ve lastik bakımlarının yapılması, terminaldeki yolcuların uçağa taşınması, çekiciler vasıtasıyla aprondan ayrılması gibi hizmetlerin tümü, uçağa apronda yapılan yer hizmetleridir. Bu hizmetlerin bir kısmı meydan işletmesince, bir kısmı da özel kuruluşlarca yapılmaktadır. Bu hizmetleri sağlayan araçların hepsi birbirlerinden farklı boyut ve işlevlerde olduğundan, sevk ve idareleri de uzman kişilerce yönlendirilmektedir. Bahse konu araçların aprona yakın bölgelerde konuşlanması, parklarının sağlanması, garaj ve idare binalarının da yine aprona yakın bölgelerde yapılması tercih edilir. Dolayısıyla, terminal gelişim alanı sınırları içersine girmeyen ve apron servis yoluyla bağlantısı sağlanabilen aprona yakın bölgelerde planlanır. Garaj ve idari bölümleri içeren yönetim yapılarıdır. Bu yapıların planlanması ve işlevleri kuruluşların kendilerince tasarlanır. Ancak meydan planlaması yapılırken bu kuruluşlara ait sahalar Genel Yerleşim Planında belirtilerek alt yapı hizmetleri getirilir.

5.5.13. Meydan İşletme Sosyal Hizmet Binası :

Havaalanında Meydan İşletme Müdürlüğü personeli olarak çalışanlar ve işletme ihtiyaçları için, mutfak, servis, yemek (tabldot-alakart), kafe, misafirhane, dinlenme, yemekli toplantı, çamaşırhane gibi ihtiyaçlar için teşkil edilen sosyal amaçlı yapılardır. Misafirhane bölümü 2 kat veya en fazla 3 kat olarak düşünülebilir. Meydanının işletilmesinde özel görevi bulunan personel lojmanları ile arazi bütünlüğü sağlayabilecek konumda planlanması uygun olmaktadır.

5.5.14. Lojmanlar :

Meydan İşletmesi açısından her an göreve çağırılabilir ve gerekli personeller için lojman yapımı havaalanları için gerekli olmaktadır. Meydanın büyüklüğü, şehre olan mesafesi ile şehrin trafik durumu, lojman sayı ve ihtiyacının belirlenmesinde önemli bir etken olmaktadır. Meydanın iç dinamiğinden ayrı uygun bir bölgede, 2 veya 3 katlı bloklar halinde ve site düzeniyle planlanmaları uygun olmaktadır.

5.5.15. Güç (Enerji) Merkezi - Kuvvet Santrali :

Güç Merkezleri, meydan enerji ihtiyacının çevreye en yakın kuvvet santrali veya enerji nakil hatlarından temin edilerek, meydan içindeki trafo ve gerilim hücrelerinin bulunduğu bir merkeze intikal etmesini ve bu merkezden havaalanının tüm ilgili tesislerine dağıtım ve ulaştırılmasını sağlayan yapılardır. Ayrıca, herhangi bir nedenle elektrik kesilmesi vukuu bulunduğu, havaalanı sınırlarını çevreleyen tel çit ve yol aydınlatması dahil olmak üzere, meydan dahilindeki tüm altyapı tesisleri ile (Pist, Apron ve Taksirut aydınlatması), Terminal ve emergency binaların öncelikli sistemlerine, birkaç saniye içerisinde enerji sağlayarak devreye sokabilecek güç kaynağı, yine bu güç merkezlerinden sağlanmaktadır.

Güç Merkezleri planlanırken, meydanın tüm enerji ihtiyacı tek tek hesaplanır, bütün güçler toplanır. Terminal ve destek binaları, dahili yol ve otoparklar, PAT Sahaları aydınlatmaları ile tüm tesislerin ısıtma – soğutma sistemleri, elektrikli cihaz ve aletler, mekanik ve otomasyon sistemleri, her türlü elevatör, asansör, yürüyen merdiven, bagaj konveyör sistemlerinin bütün kombinasyonları, v.b. tüm enerji ihtiyacı belirlenir. Gerekli enerjiyi tedarik edebilmek için en yakın kuvvet santralından veya enerji nakil hatlarından yararlanılır. Bu merkezlerden elde edilen enerji, yeni bir nakil hattıyla meydandaki Güç Merkezi yapısındaki trafolarla ulaştırılır. Bu binadaki trafolar ve Alçak ve Orta Gerilim hücreleri vasıtasıyla, gerekli teknik donanım ve kablo cinslerine ulaştırılan enerji nakil hatları, binadaki galeri ağzından giriş yaparak meydandaki tüm tesislere ulaştırılır. Daha önce hesaplanan enerji ihtiyacı doğrultusunda, yeterli güç miktarını üretebilecek kapasitede büyük jeneratörler, Güç Merkezi Binası içinde yedekli olarak monte edilir. Enerji kesilmesi durumunda, jeneratörler birkaç saniye içerisinde otomatik olarak devreye girer ve gerekli enerji anında sağlanır.

5.5.16. Isı Merkezi :

Isı Merkezleri, havaalanı üstyapı tesisleri merkezi ısıtma-soğutma sistemlerine ilişkin kazan ve soğutma grupların yer aldığı yapılardır. Sıcak veya kızgın su kazanları ile pompaj ve soğutma gruplarının bulunduğu bu yapılar, Güç Merkezi ve Su Deposu binaları ile birbirlerine yakın ilişki içerisinde planlanırlar. Çünkü, ısıtma, sıcak su, soğuk su ve enerji dağıtımı, belli bir güzergah planıyla aynı galeriler vasıtasıyla yapıldığından, bu şebekenin çıkış ağzlarının aynı noktada bulunması uygulamada kolaylık sağlamaktadır. Isı Merkezleri, Su depoları ile birlikte bitişik olarak planlanabildiği gibi, soğutma grupları da bina dışında teşkil edilebilir. Alternatif planlama şekilleri vardır. Planlama da dikkat edilmesi gereken husus, bu enerji merkezlerinin terminale ne çok yakın, ne de çok uzak olmamasıdır. Egzoz ve baca gazlarının terminali, apronu ve önemli yapıları etkilememesine dikkat edilmelidir. Ancak diğer taraftan bu merkezlerin diğer üstyapı tesislerinden de uzak olmaması enerji tasarrufu ve dağıtım kolaylığı açısından gereklidir. Planlanacak galeri güzergahı, merkezi dağıtım sisteminin en rasyonel şekilde uygulanmasını sağlamakla birlikte, ısı ve güç merkezlerinin ön planda değil, gözden ırak daha arka planlarda yerleştirilmesini sağlamalıdır.

5.5.17. Su Deposu :

Planlaması yapılacak meydanın, gelişim sonunda ulaşabileceği düşünülen yıllık yolcu kapasitesi, veri olarak alınır. Bu sayı 360'a bölünerek günlük yolcu sayısı bulunur. Meydan da çalışan tüm personel sayısı yaklaşık hesaplanarak günlük veri sayısına ilave edilir. Böylece günlük kişi sayısı, kişi başına tüketilen su miktarı ile çarpılarak günlük ihtiyaç yaklaşık bulunur. Kişi başına tüketilen su için, deneyimlere dayanan bir kısım ortalama veya yaklaşık değerler kabul edilir. Ayrıca yangın suyu ve günlük çevre sulama ihtiyacı da yaklaşık hesaplanır. (Çevre sulama için bazen arıtılmış sulardan da yararlanılabilir.) En yakın çevrelerden su temini için araştırılmalar başlatılır. Çevreye yakın, uygun debide ve sağlığa zararsız su kuyuları bulmak en çok tercih edilen uygulamadır. İstenilen evsaf veya yeterlilikte su bulunamadığı takdirde, yerel yönetimlerin mevcut su şebekelerinden yararlanma yoluna gidilir veya takviye yapılır. Neticede, hesaplanan toplam miktar suyun rezervi ile birlikte depolanmasını sağlayacak büyüklükte su depoları yapılarak, meydanın su ihtiyacı sağlanır.

5.5.18. Akaryakıt Tesisleri :

Havaalanları, aynı zamanda uçakların her türlü ikmal ve ihtiyaçlarını sağladığı lojistik istasyonlardır. Bu nedenle, bir havaalanının eksiksiz hizmet verebilmesi için, yolcu ve çalışanların ihtiyaçları yanında, uçakların zorunlu ihtiyaçlarına da tam olarak hizmet verebilmesi gerekir. Uçakların günlük rutin bakımları ile birlikte yakıt ikmali de bu ihtiyaçların başında gelir. Akaryakıt Tesislerinin, üstyapı tesisleri yerleşim sahasının uygun bir köşesinde yapılanmaları tercih edilir. Bu bölge, meydan giriş yapısından geçtikten hemen sonra ayrılacak bir yol bağlantısı ile diğer yapılardan uzakça bir köşede, ancak aynı zamanda aprona ulaşımı kolay olabilecek bir konumda olmalı, aprondan çok uzak ve dolambaçlı güzergahlar oluşturmamalıdır. Akaryakıt tankerlerinin güzergahı, meydan içi terminal trafiğinden mümkün mertebe ayrı tutulmalı, tankerlerin havaalanına giriş ve çıkışları, diğer araç trafiğini engellememelidir. Çünkü, tesis edilecek binlerce tonluk akaryakıt tanklarına dolum yapacak tankerlerin, meydan içersindeki araç trafiğinde yer işgal etmesi, çevre, gürültü ve diğer araçların ulaşımı açısından olumsuzluk yaratacaktır. Ayrıca, bu tesislerin, terminale ve park halindeki uçaklara 250 mt. den daha fazla yaklaşması istenmez. Ancak zaruri nedenler oluşursa, mümkün olabildiğince uzakta konuşlanmaları gerekir. Çok büyük hava limanlarında, akaryakıt tanklarına nakiller boru hatlarıyla yapılmaktadır. Uçakların yakıt ikmalleri de akaryakıt hidrant tesisleriyle sağlanmaktadır. D tipi büyük gövdeli uçakların her birinin 150 ~ 160 ton yakıt kapasitelerinin olduğu düşünülürse, büyük havalimanlarındaki yakıt ihtiyacının ne derecede yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Akaryakıt Tesislerinin proje ve yapım işleri, petrol şirketlerinin kendileri tarafından gerçekleştirilmektedirler. Dolayısıyla planlama yapılırken Akaryakıt Tesislerinin yerleşeceği sahalar ve ulaşım yolları belirlenir, alt yapı hizmetleri getirilir. Bu tesislerde başlıca ; İdare Binası, apron servisi yapan yakıt tankerlerine ait Garaj Yapısı, Giriş Bekçi Kulübesi, Akaryakıt Tankları (korunaklı ve ilave tank ihtiyacı kadar), Akaryakıt Pompa İstasyonu, Acil Yangın İstasyonu gibi yapılar yer almaktadır.

5.5.19. Arıtma Tesisleri :

Su Deposu için yapılan hesaplamaya benzer bir yöntemle günlük atık su miktarı hesaplanarak, arıtma tesislerinin kapasitesi belirlenir. Hesaplanan kapasiteye uygun olarak tesisin büyüklüğü ve sistemine karar verilir. Bu arıtma sistemleri, açık dinlendirme havuzları, biyolojik ve kimyasal arıtma, paket arıtma gibi çeşitli uygulamalardan oluşur. Arıtma Tesisleri sahası, mümkün olabildiğince arazinin en düşük kotlu alanlarında teşkil edilmeli ve sıcak bölgelerde istenmeyen kokuların oluşacağı dikkate alınarak, olabildiğince uzakta konuşlandırılmalıdır.

5.5.20. Regülatör Binası, VOR – DME Binası, Trafo Binaları :

Bu yapılar, bir kısım elektrik ve elektronik cihazların yer aldığı, pist yerleşimine, meydanın genel planlamasına ve işlevine uygun olarak havaalanının çeşitli yerlerinde konuşlanan teknik ihtiyaçlara yönelik yapılar olup, havaalanı genel yerleşim planının tamamlanmasından sonra yerleri belirlenir.

5.5.21. Şantiye ve Kontrollük yapıları :

Büyük bir havaalanı inşaatında, vaziyet planları hazırlanırken, şantiye sahasının da yerinin belirlenmesinde yarar bulunmaktadır. Çünkü bu meydanlar gelişime açık olduklarından sürekli bir yapılaşma içersinde olabilmektedirler. Şantiye sahalarının, diğer inşaatların yapımına mani teşkil etmeyecek ve meydan içi yolcu trafiğinden uzak bölgelerde teşkil edilmesi gerekir. Bu alanlarda, prefabrik şantiye idare yapıları, yatakhane ve sosyal ihtiyaç yapıları, işçiler için yatak ve yemek üniteleri, müşavir ve kontrollük hizmet binaları, beton ve asfalt laboratuvarları, beton ve asfalt santralları, ihzarat alanları gibi tesisler yer alır.

6. HELİPORTLAR

6.Heliportlar

Bu bölüm Heliport yerleşimlerinin planlanmasında ve tesislerinde dikkate alınması gereken fiziki ve teknik faktörleri kapsamakta olup mevcut yayınların özetidir. Daha detaylı bilgiler için ICAO EK 14 Bölüm 2. yayınına ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanmış olan Heliport Yönetmeliği (SHY-14B) ne başvurulmalıdır.

Heliport, özel amaçlarla kullanılan en basit tiplerden, birden fazla operasyona müsait ve gelişmiş tesislere sahip olacak şekilde düzenlenebilmektedir.

Helikopter : Helikopterlerin dizaynında farklılıklar görülmekle beraber uçuşa hemen hemen aynı esaslara göre geçerler. Pervane bıçakları helikoptere dönen bir kanat gibi hizmet eder ve uçaklarda kullanılan sabit kanatlara duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır. Helikopter doğrudan doğruya yukarı doğru havalanmayı pervane sistemi ile sağlar. Uçuş istikametinin değiştirilmesi, pervane diskinin istenilen dönüş yönüne doğru eğilmesi ve/veya kuyruk pervanesine dönüşü sağlayacak gerekli burulmanın verilmesiyle elde edilir.

Helikopter Tipleri : Helikopterler ana pervanenin sayısına, motorların sayı ve tipine, ebat ve ağırlıklarına göre değişir.

İşletme Emniyeti : Bir Heliportun emniyetinin sağlanması, alana geliş ve gidişi sağlayan uygun yaklaşma-kalkış yollarının sağlanmasına bağlıdır.

Heliportların, helikopterin arzulanan uçuş yüksekliğine ve otorotatif kabiliyetine bağlı olarak çevreye göre yüksekte bulunmaları önemli bir avantajdır.

Genellikle yaklaşma-kalkış sahalarının; yerleşme bölgelerinin, oyun sahalarının, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelere yapılmasından kaçınılır.

Yapılan bir Heliportun, işletme ruhsatı alınmasından itibaren iniş-kalkış sahalarında yapılaşma nedeniyle kullanılamaz duruma düşmemesi için, çevredeki yapılaşmayı sürekli kontrol etmek gerekmektedir.

6.1. Helikopterlerin Özellikleri :

- Helikopter kalkışta genellikle Heliport sahasından bir kaç feet dikine kalkış yapar ve uçuş hızı ile yüksekliğine ulaşmak üzere eğik bir yüzeyde öne ve yukarı doğru ilerler.
- Helikopter inişte uçuş yüksekliğinden hızını azaltarak zeminin bir kaç feet üzerinde duruş haline (ileriye doğru olan süratin sıfırlanması) geçene kadar alçalır. Asıl iniş Heliport üzerine 3 ila 4 feet yükseklikte dikine alçalarak iniş gerçekleştirilir. Son iniş safhasında helikopteri arzulanan uygun pozisyona getirmek için yana doğru uçuşlar yapılabilir.

6.2. Yer Seçimi :

Heliport yer seçiminde 4 ana esas bulunur:

- 1) Arzu edilen yer ve fiziksel plan : Heliport kara üzerine, kara veya denizde bulunan uygun yapıların üzerine yerleştirilebilir. Zemin seviyesinde yapılan yerleşimler ekonomik ve kullanan kişilere kolaylık sağlar.Yükseltilmiş platform ve mevcut bina üzerlerine yapılan pistler çok defa

alana daha uygun uçuş yaklaşımını sağlar. Heliport, helikopterlerin işletme özelliklerine ve arzulanan yardımcı tesislerin tipine bağlı olarak düzenlenebilir.

- 2) İşletme emniyeti : Bir heliportun, ana emniyetinin sağlanması, Heliporta geliş ve gidişi sağlayan uygun yaklaşma-kalkış yollarının teminine bağlıdır.
- 3) Seyrüsefere müsait gökyüzü : Heliport, işletmeye açıldığında gökyüzü emniyeti ve efektif kullanma gibi etkileri olacağı FAR kısım 157 nin şartlarına uygun olarak yapılan, FAA form 7480-1 "Notice 10 Landing Area Propasal" da yer almaktadır. Heliportun, işletmeye açık bir havaalanı veya havacılıkla ilgili çalışmaların yapıldığı yerlerin yakınında olması halinde diğer hava araçlarını etkilememesi gerekmektedir.
- 4) Çevre halkı üzerindeki etkisi : İskan sahalarında veya bu sahaların yakınındaki yerlerde helikopter operasyonlarının yarattığı gürültü, Heliport planlanmasında önemli bir faktördür. Heliport tesisi helikopter tarafından yaratılan gürültünün civar halkını rahatsız etmeyecek şekilde yerleştirilmeye çalışılmalıdır. Kalkış ve iniş anında izlenen uçuş yolunun altında gürültü en yüksek seviyededir. Genel helikopter alanları için yaklaşma, kalkış yollarının tesbiti ve bunların korunması için yükseklik tahditi konulacak bölgelerin tesbiti, Heliport yeri seçiminde önemli yer tutar. Halkın ve çevrede bulunan mülk sahiplerinin helikopterlerin özel karakteristikleri hakkında eğitilmeleri gerekmektedir.

6.3. Havaalanlarında Yapılacak Helikopter Pistleri

Helikopter taşımacılığının havaalanı ile bağlantısının mutlaka sağlanması gerekmektedir. Uçak yolculuğu yapanların ihtiyaç mahallerine taşınması, uçak yolculuğu yapacak olanların en kısa sürede havaalanına aktarılması önem kazanmaktadır.

Havaalanında Heliport tesis edilebilmesi için ;

- 1) Yaklaşma ve kalkış yolunun mania yönünden temiz olması
- 2) Uçak trafiğinden yeterli ayırım sağlanmalı ve havaalanı mania kriterleri ile çakışmamalıdır
- 3) Uçak yolcuları kontrol sahalarına yakın olmalıdır.
- 4) Uçakların taksi ve park halindeki sahaları ile karışıklığa yol açmamalıdır.

Havaalanında helikopter pisti için uygun sahalar ;

- 1) Terminal binası çatısı
- 2) Terminal binası ve aprona bitişik veya bağlantısı sağlanmış sahalar
- 3) Otopark bitişiği veya büyük havaalanlarında kapalı otopark çatısı

6.4.Yön Tayini

Helikopterler kısmen yan rüzgarda da manevra yapabilmelerine rağmen iniş ve kalkış sahaları rüzgara karşı operasyon sağlayacak şekilde yönlendirilmelidir. Yön tayinininde belirleyici diğer faktörler iskan sahaları, tahditli sahalar, topografya ve manialardır.

6.5. Özel Heliportlar

Özel amaçlarla kullanılan Heliport tesisleri genellikle özel teşebbüsün faaliyetinde kullanılır. Bu tesislerde genellikle tek motorlu küçük helikopter kullanılır.

Heliport ebat, şekil ve müştemilatı özellikle Heliport yapımına uygun sahanın durumu, helikopterin tipi, performansı, binalar ve çevredeki diğer hususlar olmak üzere kare dikdörtgen ve daire şeklinde yapılabilmelerine rağmen belirli şekillerde olmaları çok önem arz etmemektedir.

İniş ve kalkış sahasının büyüklüğü helikopter toplam uzunluğunun bir buçuk misli olmalıdır. (Uzunluğu 10 m. olan helikopter için yapılması gereken alan en az 15x15 m. olmalıdır)

Teker temas sahasının boyutları helikopterin ana pervane çapına eşit olmalı. Çevre sahanın dış kenarı boyunca yetkili personelin haricindekiler Heliport tesisi dışında tutmak amacıyla bir emniyet bariyerinin tesis edilmesi tavsiye edilir. Çevre sahanın tehlikeli maddelerden ve alan üzerindeki helikopter manevralarına engel olacak (fonksiyonları belli uçuş yardımcıları hariç) operasyonlardan arınmış halde muhafaza edilmelidir.

Yaklaşma ve kalkış yolları iniş ve kalkış sahasına doğru en avantajlı uçuş hattı sağlayacak şekilde seçilir. Bu yollar iniş ve kalkış sahasının kenarından başlar ve mümkün olduğu kadar hakim rüzgar istikametine doğru yönelirler.

Motorların birinin çalışmaması halinde dahi tırmanma kabiliyeti gösteren ve uçuşa devam edebilen birden fazla motorlu helikopterlerin kullandıkları Heliport tesisleri hariç diğerlerinin tümünde yaklaşma kalkış yolları boyunca acil iniş sahaları düşünülmesi ve planlamada dikkate alınmalıdır.

Helikopterin uçuşuna mania teşkil edebilecek cisimleri belirtmek amacıyla FAR (Federal Havacılık Kaideleri) Bölüm 77 ye dahil olan helikopter için mania düzlemleri tespit edilir. Bu düzlemler;

- **Yaklaşma kalkış yüzeyleri** : İniş ve kalkış sahasının kenarından başlayarak yaklaşma kalkış yolu istikametinde dışa ve yukarı doğru açılarak uçuş yüksekliğine kadar 8:1 eğimle (8 yatay 1 düşey) yükselir. Bu eğimli düzlemin genişliği Heliport tesisi hududunda iniş ve kalkış sahasının kenarı ile 300 feet'i aşmamak kaydıyla çakışır ve düzgün olarak açılarak iniş sahasından itibaren 4000 feet mesafede 500 feete ulaşır. Düzlemler yaklaşma kalkış yolunun eksenine göre simetriktr. Bununla beraber Şekil-2 de görüldüğü gibi kavisli olabilir.

- **Geçiş Yüzeyleri** : İniş sahasına ve yaklaşma kalkış açıklık yüzeylerine bitişik olan mania açıklık düzlemleri; bu düzlemlerin içine mania olarak giren cisimleri belirtmek amacıyla tespit edilen geçiş yüzeyleri veya "kenar eğimleri" dir. Bu tip manialar alan sahasında yapılacak çalışmalara bağlı olarak uçuş emniyeti bakımından tehlikeli olabilirler veya önemsizdirler. Geçiş yüzeyleri (kenar eğimleri) iniş-kalkış sahası ile yaklaşma-kalkış açıklık yüzeyinin kenarlarından başlamak üzere kalkış sahasının merkezinden itibaren 250 feet ve yaklaşma-kalkış açıklık yüzeyinin ekseninden itibaren 250 feet mesafeye kadar dışa ve yukarı doğru 2:1 (2 yatay 1 dikey) eğimli açılır.

6.6. Genel Heliportlar :

Toplum ulaşımı için tarifeli helikopter servislerinin geliştirilmesi ülkenin büyük metropoliten sahalarında şehir içi operasyonlarında şehir merkezinden havaalanına ve havaalanından havaalanına ulaşımında hizmet vermesi mümkündür. Taşımacılık için kullanılacak bu tip Heliportlar, helikopterin tipine ve sağlanan hizmetin kapsamına bağlı olarak sınıf II (küçük) veya sınıf III (büyük) olarak gruplandırılır.

Sınıf II (küçük) : Genel Heliportlar, için iniş ve kalkış sahasının ebatları uçuş şartları kategorisindeki modellerin herbirine hizmet verebilecek yeterlilikte olmalıdır. Bu alanlar helikopter toplam uzunluğunun minimum 2 katı ebadında uzunluğa ve 1.5 misli ebadında genişliğe sahip olmalıdır. (Şekil 2)

Genişliği asgari 10 feetten az olmamak üzere helikopterin toplam uzunluğunun 4 de birine eşit olan, iniş ve kalkış alanını çevreleyen sahanın maniadan arınmış bölge olarak muhafaza edilmesi tavsiye edilir.

Sınıf III (büyük) : Genel helikopter alanları için iniş ve kalkış sahasının ebatları uçuş şartları kategorisindeki modellerin herbirine hizmet verebilecek yeterlilikte olmalıdır. Bu alanlar helikopter toplam uzunluğunun minimum 2 katı ebadında uzunluğa ve bir buçuk katı ebadında genişliğe sahip olmalıdır. (Şekil 2)

Çevre sahasının asgari genişliği helikopter toplam uzunluğunun yarısına eşittir. Çevre sahasının dış kenarı boyunca yetkili personel haricindekileri alan dışında tutabilmek için emniyet bariyeri yapılması tavsiye edilir. Tekerek temas sahasının ebadı helikopter ana pervane çapına eşit olmalıdır.

6.7. Hassas IFR İşletmeler İçin Mania Açıklıkları

Yaklaşma kalkış Açıklık yüzeyleri : Hassas IFR yaklaşma istikametindeki mania açıklık düzlemi, iniş sahasının kenarından başlayarak dışa doğru genişler ve 15:1 eğimle (15 yatay, 1 dikey) yükselir. Bu eğimli düzlemin iniş sahası kenarındaki genişliği, ana yüzeyin genişliğine eşittir. (300 feet) ve iniş sahasından itibaren 10.000 feet mesafede, 3400 feet olacak şekilde düzenli olarak dışa doğru açılır. Düzlem yaklaşma kalkış yolunun eksenine göre simetriktr. (Şekil 6)

Ana Yüzey : İniş ve kalkış sahası ile merkezleri aynı olan bir muhayyel yüzeydir. Uzunluğu iniş sahasının uzunluğuna eşittir. Genişliği 300 feet'tir. Düzlemin yüksekliği iniş sahasının en yüksek kotuna eşittir. (Şekil 6)

Geçiş Yüzeyleri : Ana yüzeye ve yaklaşma kalkış açıklık yüzeylerine bitişik olan mania açıklık düzlemleri, geçiş yüzeyleri veya "kenar eğimleri" dir. Kenar eğimleri ana yüzey ile yaklaşma kalkış yüzeyinin kenarından itibaren dışa ve yukarı doğru 4:1 (4 yatay 1 dikey) eğimle açılır. Geçiş yüzeyi ana yüzeyin kenarından itibaren 200 feet ve yaklaşma kalkış yüzeyinin ekseninden itibaren 200 feetDİR. Yaklaşma kalkış yüzeyinin ekseninden itibaren 350 feet mesafeye kadar aynı eğimle açılarak devam eder. (Şekil-6)

Uçuş sahalarının korunması : Yukarıda tanımlanan yüzeylerin mahalli otoritelerce kontrolü ve korunması gerekmektedir.

6.8. Helikopter Park Sahası

Park sahasını büyüklüğü alanı kullanması gereken helikopterin büyüklüğüne ve sayılarına bağlı olarak değişmektedir. Park pozisyonunun uzunluğu ve eni helikopterin toplam uzunluğuna eşit olmalıdır.

6.9. İdare Binası Ve Servis Sahaları

İdare binası, hangar ve servis sahalarına ihtiyaç duyulması halinde helikopterin manevralarını ve park etmesini mümkün kılacak bir aprona ihtiyacı bulunur. Bu çeşitli tesislere duyulan ihtiyaç ve bunların büyüklükleri alanın kullanılış amacına mevcut ve tahmin edilen uçuşların frekansına ve yolcu ve kargo trafiğinin hacmine bağlıdır.

6.10. Zemin Seviyesinden Yüksekte Bulunan Heliportlar

Hemzemin Heliport sahalarının bulunamaması veya genellikle bulunanların uygun olmaması halinde zemin seviyesinden yüksekte bulunan bir yer Heliport için uygun olabilir.

Heliport yerinin müstakil oluşu, binaların üst katlarına çıkışın çabukluğu ve daha fazla sayıda açık uçuş yollarının bulunuşu çatı üzeri veya diğer zeminden yüksek yerle tercih sebebidir.

Zemin seviyesinden yüksekte bulunan Heliportlar, binaların üzerinde olduğu gibi su üzerindeki iskelelerin veya yapı türlerinin üzerinde yapılabilir.

Hemzemin Heliportlarda yaklaşma kalkış yollarında kullanılan kural ve kaideler zemin seviyesinden yüksekte bulunan Heliportlar için de aynen geçerlidir.

Çatı üzeri Heliport planlanmasında bina şartnameleri, bina statiği, kullanım şekli, çıkış ve yangından korunma durumları dikkate alınması gereklidir.

Çatıda yapılan Heliportlar ve bunların dayandığı mesnetler yanmaz malzeme ile inşaa edilmeli ve sızabilecek yakıtı toplayacak şekilde dizayn edilmelidir.

İniş kalkış sahasının uzun eksenini hakim rüzgar istikametinde yerleştirmek uygundur.

Bütün yüzeyler kaymaz veya kaymaz malzeme ile kaplanmış olmalıdır.

Gece uçuşlarının yapılması halinde, inişlerde derinlik kavrayışına yardımcı olmak üzere parlak renkli yüzeyler düzenlenmelidir.

Heliportlar diğer binaların yakınında olması halinde ters bir türbilansın uçuşları etkileyip etkilemeyeceği tespit amacıyla uçuş testlerinin yapılması gerekebilir.

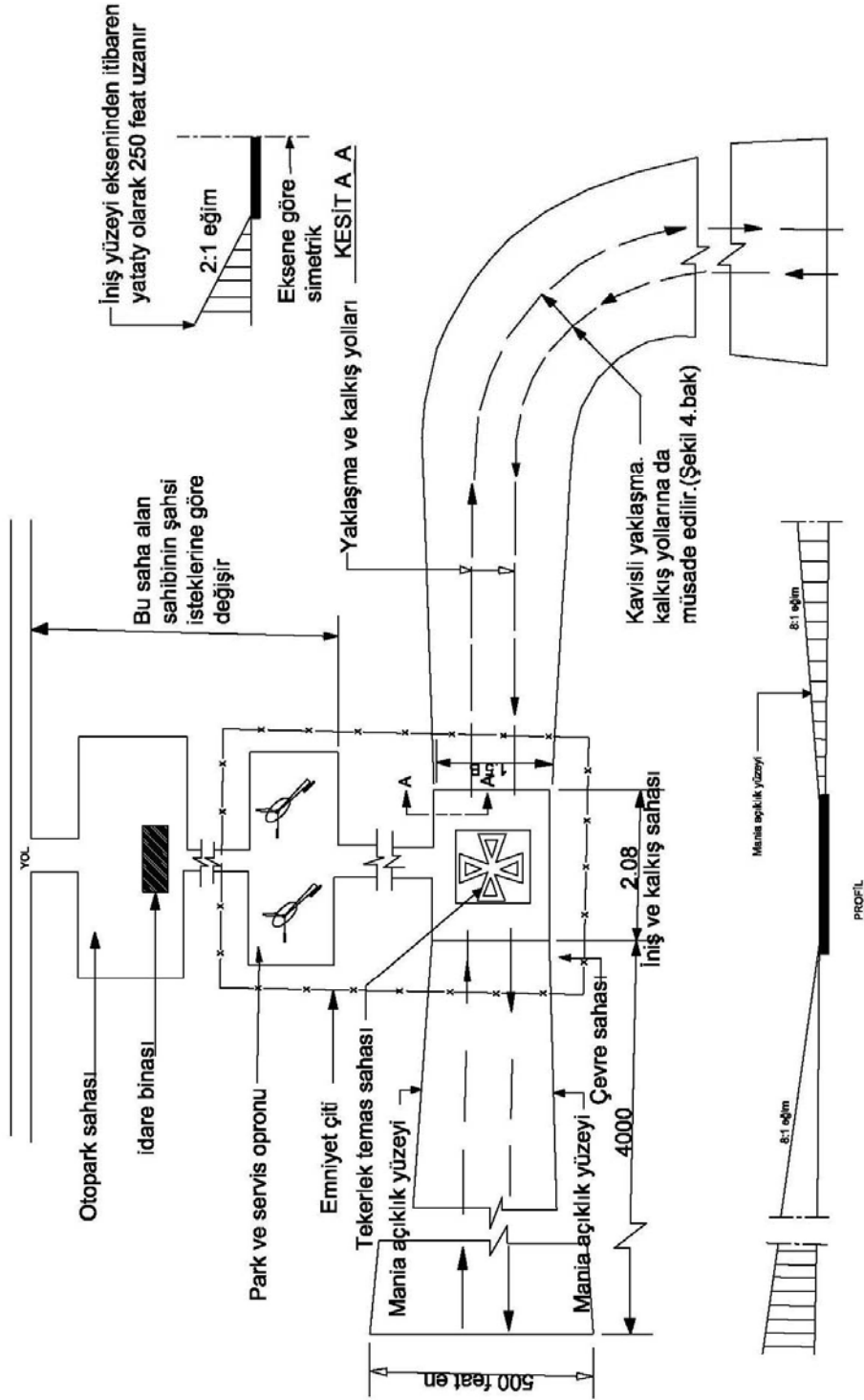
6.11. Kaplama

Zeminde yapılan Heliport tesisleri kaplamaları, alanı kullanacak olan helikopterlerin yüklerini karşılayabilecek düzgün, bütün hava şartlarına uygun ve pervane süpürmesi ile emilebilir veya püskürtülebilir toz veya diğer parçalardan temizlenmiş yüzeyleri kapsayacak şekilde inşaa edilmelidir.

Kaplama, meydana gelen helikopter yüklerinin tekerlek veya kızak temas sahasından daha geniş bir alana yayılmasına hizmet eder. Kalın kaplamalar, yükleri zeminde daha geniş bir alana dağıtır. Bu nedenle zemin mukavemetinin azaldığı oranda, kaplama kalınlığının daha fazla olması gerekmektedir.

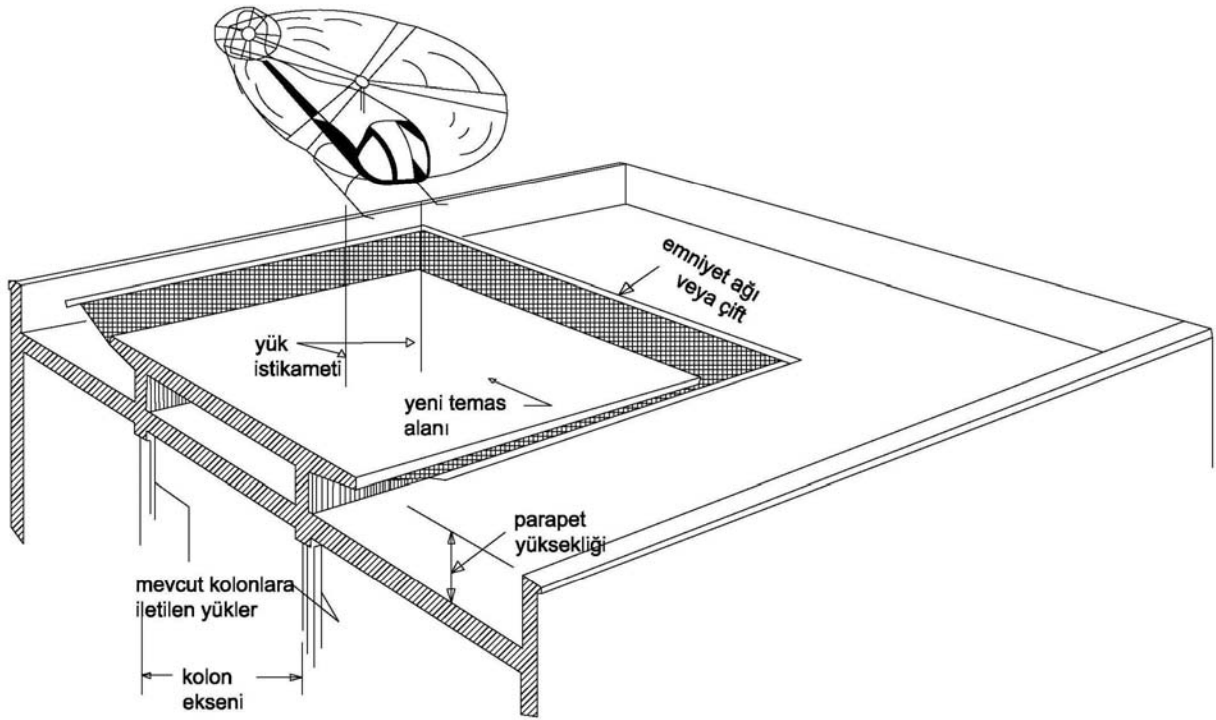
Toplam ağırlığı 20.000 libreden az olan helikopterler için kullanılan kaplamalar normal olarak 6" lik minumum beton kaplama veya bitümlü kaplama ile mahalli kaynaklardan elde edilen temel ve temelaltı malzemelerinden oluşmakta ve özel dizayn gerektirmemektedir.

Toplam ağırlığı 20.000 libreden fazla olan helikopterler için kullanılan kaplamalar bitümlü veya partland çimento katkılı beton kaplama ve uygun gradasyona sahip temel, temelaltı malzemelerinden oluşmakta ve özel dizayn gerektirmektedir. Bu tür helikopterlere uygun kaplama dizayn esasları ICAO yayınlarından "Pavement" dan yararlanılmaktadır.

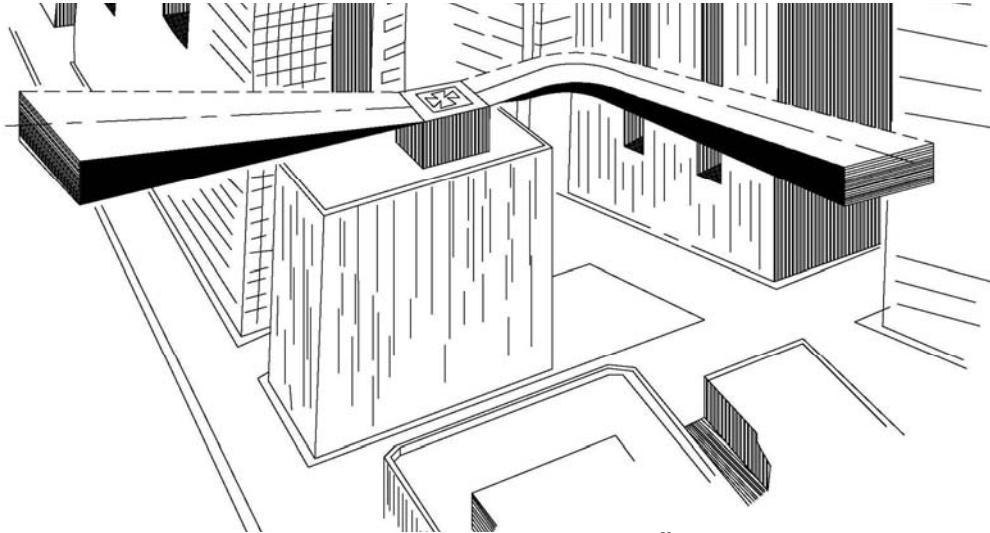


NOT: "8" ebadı helikopterin toplam uzunluğuna eşittir

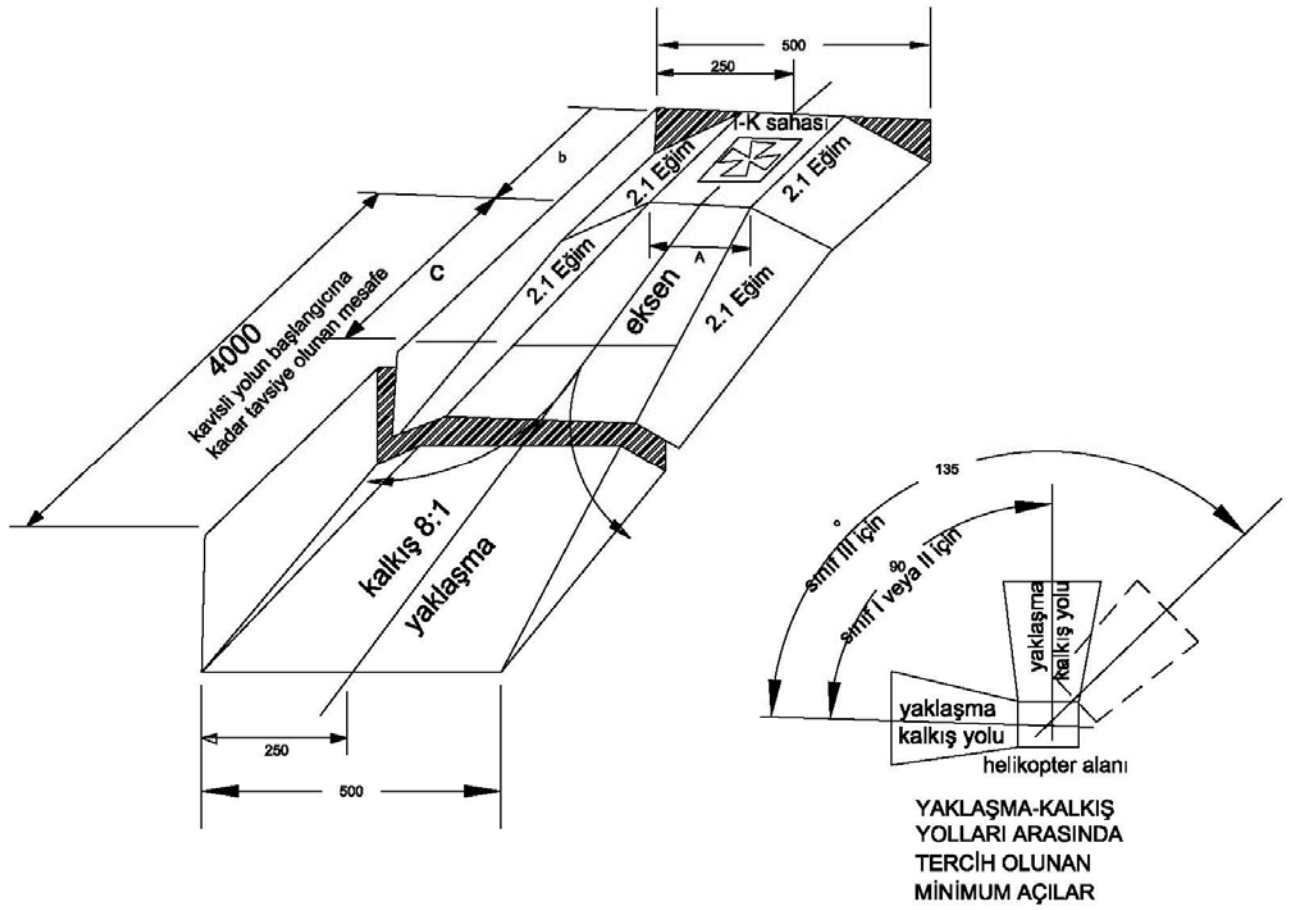
Çizim 6.1. Genel Helikopter Alanı Yerleşimine Örnek (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)



Çizim 6.3. Yükseltmiş Yüzeydeki Yükün Dağılımı (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)



Çizim 6.4 Kavisli Yaklaşma-Kalkış Yüzeyine Örnek (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)



Çizim 6.5. Yaklaşma Kalkış Yolu Perspektif Görünüşü (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)

Tablo 6.1. VFR Mania açıklık diyagramı (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)

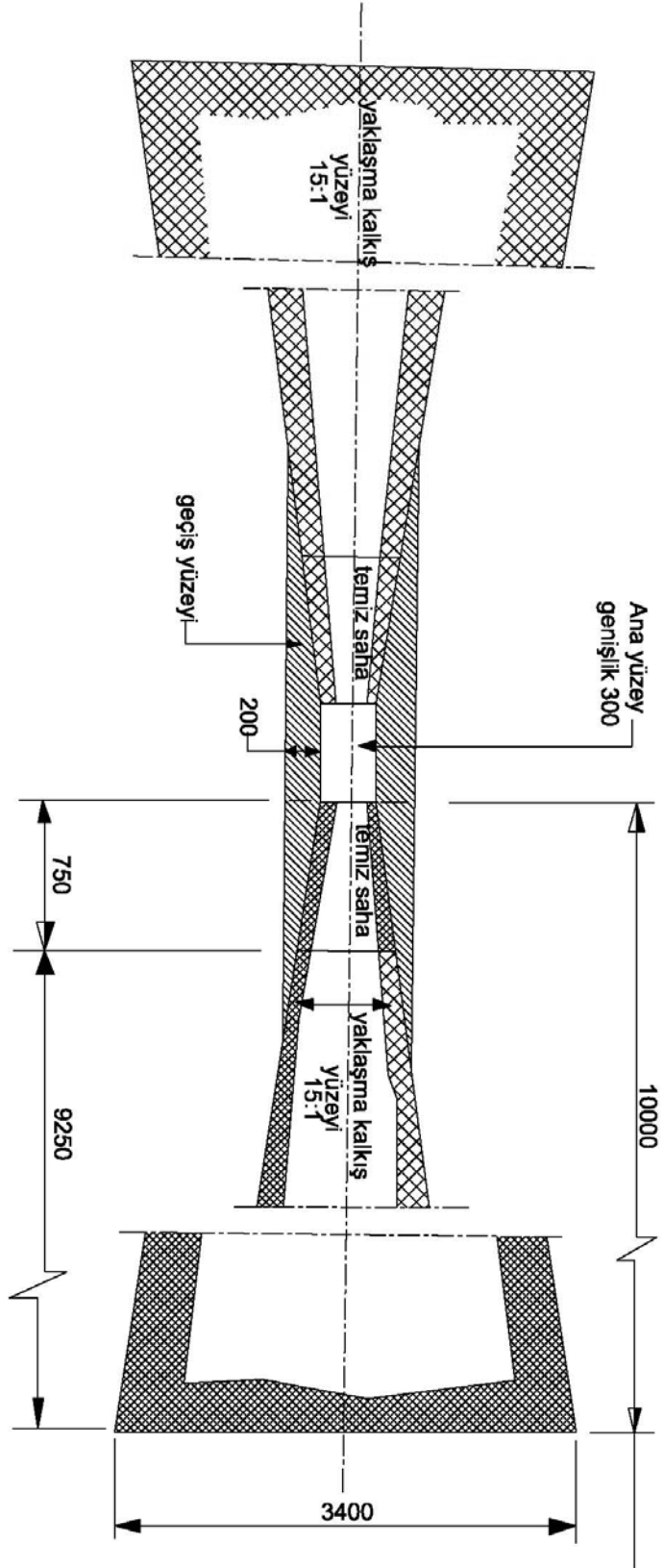
Helikopter Alanı Sınıfı	FAR Kategori Helikopter	A	B	C	Yaklaşma-kalkış yolları arasında tercih olunan minimum mesafe	Kavisli yolun yarıçapı
I Özel	Kısım 27,29 (CAR 6 ve 7)	1.5	1.5	300'	90°	Yaklaşık 700 ft
II Küçük Genel	Kısım 27 (CAR 6)	1.5	2.0	300'	90°	Yaklaşık 700 ft
III Büyük Genel	Kısım 27,29 (CAR 6 ve 7)	1.5*	2.0*	400'	135°	Yaklaşık 1500 ft

A ve B ebatları

(1) Helikopter toplam uzunluğunun katları olarak tanımlanır

(2) FAA tarafından, yerleşimin incelenmesine bağlı olarak azaltılabilir veya artırılabilir.

*Tarifeli havayolu işletmeleri için, belirli yerleşim FAA tarafından kabul edilmelidir. (FAR kısım 127)



Çizim 6.6. Hassas IFR mania açıklık yüzeyleri (ICAO Heliport Elkitabı, 1985)

EKLER

HAVAALANI KAPLAMA TASARIMI

İLİ	İLÇESİ	HAVAALANI
PROJE NUMARASI	PROJE SAHİBİ KURUM	TASARIM MÜHENDİSİ

PROJENİN TANIMI

MÜSADELİ BRÜT UÇAK AĞIRLIĞI (KIPS)

(İniş Takımı Düzeni veya Uçak Tipi)									
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TEK TEKER	ÇİFT TEKER	ÇİFT AKSLI	B-747	L 1011	DC-10-
-----------	------------	------------	-------	--------	--------

TASARIM KRİTERLERİ	
--------------------	--

TASARIM A/C	EŞDEĞER KALKIŞ	CBR	K	BRÜT A/C WT. (kips)	USC (BZS)	FLEX. STRENGTH (EĞ.-GER. DAYANIMI)	C _b veya C _r	F
-------------	----------------	-----	---	------------------------	-----------	---------------------------------------	------------------------------------	---

TİP KESİTLER

(Her Tabakayı Numarala ve Göster)

KRİTİK OLMAYAN ALANLAR	KRİTİK ALANLAR

TASARIM AYRINTILARI	
---------------------	--

[illegible]

TOPRAK ANALİZLERİ																			
		DANE BOYUTU (% GEÇEN)																	
ARAŞTIRMA ÇUKURU	NUMUNE DERİNLİĞİ	3"	2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	100	200	0.02 MM DEN İNCE MALZEME % Si ¹	L.L.	P.I.	USC (BZS)			
ZEMİN ÖZELLİKLERİ																			
ORTALAMA DONMA DERİNLİĞİ				YÜZEY DRENAJ				DON TASARIM METODU ²											
								CP	☐	LSP	☐	RSP	☐	RSS	☐	NONE	☐		
YORUMLAR ³ SİMGELELER CP: Komple koruma LSP: Sınırlı zemin donmasına izin RSP: Düşürülmüş zemin P'sine göre RSS: Düşürülmüş zemin dayanım NONE: Koruma Yok										NOTLAR 1. Donma Çizgisinin Üstündeki Malzemeler İçin Uygula 2. Birini seçiniz 3. Sondaj Yerlerini Gösteren Çizimi Ekleyiniz.									
										HAZIRLAYAN			UNVANI			TARİH			
										KONTROL EDEN			KAP.DİZAYN ŞB. MD.			TARİH			
										ONAYLAYAN			DAİRE BAŞKANI			TARİH			