



T.C.  
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ESENBOĞA VE ADNAN MENDERES HAVALİMANLARININ PİST ÜSTYAPI  
TASARIMI, KAPASİTE VE TRAFİK TALEBİ BAKIMINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞENOL ÖĞMEN

Eylül 2013



T.C.  
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ESENBOĞA VE ADNAN MENDERES HAVALİMANLARININ PİST ÜSTYAPI  
TASARIMI, KAPASİTE VE TRAFİK TALEBİ BAKIMINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

ŞENOL ÖĞMEN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Recep Koray KIYILDI

Eylül 2013

**Şenol ÖĞMEN** tarafından **Yrd. Doç. Dr. Recep Koray KIYILDI** danışmanlığında hazırlanan **“Esenboğa ve Adnan Menderes Havalimanlarının Pist Üstyapı Tasarımı, Kapasite ve Trafik Talebi Bakımından Değerlendirilmesi”** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Recep Koray KIYILDI, Niğde Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Salih BEKTAŞ, Aksaray Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih ÖZCAN, Niğde Üniversitesi



**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ....../...../2013 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun ....../...../2013 tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../2013

**Doç. Dr. Osman SİVRİKAYA**

**MÜDÜR**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Şenol ÖGMEN

## ÖZET

### ESENBOĞA VE ADNAN MENDERES HAVALİMANLARININ PİST ÜSTYAPI TASARIMI, KAPASİTE VE TRAFİK TALEBİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖĞMEN, Şenol

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd.Doç.Dr.R.Koray KIYILDI

Eylül 2013, 183 sayfa

Küreselleşme sürecinde, hava ulaşımı bölgesel gelişim ve ulusal ekonomide önemli bir rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak hava ulaşımında önemli bir talep artışı görülmektedir. Bu artışın yakın gelecekte de süreceği tahmin edilmektedir. Çalışmanın hedefi, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan havaalanları içerisinde Ankara Esenboğa Havalimanı'nın mevcut ve potansiyel rolünün belirlenerek ve Türkiye'nin batısında bulunan ticaret ve sanayi merkezlerinden biri ve gün geçtikçe turistik öneminin arttığı İzmir Adnan Menderes Havalimanı ile karşılaştırılarak pist üstyapı tasarımları, kapasite ve talep yönünden değerlendirilmesidir.

Esenboğa ve Adnan Menderes Havalimanlarının gelişen uçak teknolojisi ile birlikte Türkiye hava sahasındaki envantere kayıtlı olan uçaklar için, özellikle son alınan yüksek yolcu kapasiteli uçakları için, mevcut pist kapasitesinin yeterli olup olmadığı değerlendirilmiştir. Artan talep ve kapasite neticesinde Yap-İşlet-Devret (YİD) Modeli ile yapıldıktan sonraki son halleri ile mevcut talep ve kapasiteyi karşılayıp karşılamadıkları ortaya konulmuştur. Artan kapasite ve talebe karşılık gelen havaalanı gerisindeki terminal işletme binasında da meydana gelen ve kapasite ve trafik talebini karşılayacak şekilde gerekli tasarım ve dizaynların yeterli olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Anahtar sözcükler : Pist üstyapı tasarımı, Havaalanı kapasitesi, Esenboğa Havalimanı.

## SUMMARY

### EVALUATION OF ESENBOGA AND ADNAN MENDERES AIRPORTS IN TERMS OF RUNWAY PAVEMENT DESIGN, CAPACITY, AND TRAFFIC DEMAND

ÖĞMEN, Şenol

Niğde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor : Assistant Professor Dr.R.Koray KIYILDI

September 2013, 183 pages

Air transport holds great importance in the national economy and regional development in the process of globalization. Hence, a significant increase in demand for air travel is expected to continue for the near future. The purpose of this study is determining the current and potential roles of Ankara Esenboga Airport and comparing it with the Izmir Adnan Menderes Airport; focusing on the runway pavement designs in terms of capacity and demand.

Esenboga Airport and Adnan Menderes Airports are thoroughly evaluated in developing aircraft technology for aircraft registered within the inventory in Turkey. As a result of increased demand and capacity, with the final states of the Build-Operate-Transfer Model and the current demand and capacity are determined based on this information. Corresponding to the increased capacity and demand in the structures of an airport other than the terminal operation and capacity necessary to meet the traffic demand and whether there are sufficient designs were evaluated also.

Keywords : Runway Pavement Design, Airport Capacity, Esenboga Airport.

## ÖN SÖZ

Türkiye'nin 70 milyonun üstünde bir nüfusu olması, ekonomik dengeler, sosyo-ekonomik yapı ve ülkemizin coğrafi konumu itibariyle havayolu bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu artan ihtiyaç karşısında yoğun olarak kullanılmakta olan havaalanlarımızın mevcut kapasiteleri yetersiz kalmıştır. Buna bağlı olarak gelişen teknoloji ile daha büyük ve daha ekonomik uçakların üretilmesi ülkemizde bulunan havaalanlarında pistlerin de yetersizliğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada Ankara Esenboğa Havalimanı ve İzmir Adnan Menderes Havalimanının gelişen teknoloji ile üretilen uçakların iniş ve kalkış yapmalarında gerekli olan pistlerin tasarımı ve havayolu kullanımının artması ile mevcut terminal binalarının yetersizliği neticesinde yap-işlet-devret (YİD) modeli ile yenilenen terminal binalarının kullanımının yeterli olup olmadığı, tasarlanan kapasiteyi karşılayıp karşılamadığı değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın kaynak yetersizliğinin fazla olduğu havaalanları konusunda yapılacak çalışmalara katkıda bulunmasını dilerim.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde beni yönlendiren, destekleyen ve çalışmanın her aşamasında yardımcı olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. R. Koray KIYILDI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yoğun çalışma temposu içinde bulunduğum süreçte beni anlayışla karşılayan iş arkadaşlarıma ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Şenol ÖĞMEN

Eylül, 2013

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ÖN SÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....	xvi
SİMGE VE KISALTMALAR .....	xvii
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II TANIMLAR.....	3
2.1 Uçak Özellikleri.....	10
2.2 Uçak Ağırlıkları .....	21
2.3 Havaalanlarının Sınıflandırılması .....	22
2.3.1 FAA sınıflandırması.....	23
2.3.2 ICAO sınıflandırması .....	24
2.4 Pistlerin Geometrik Özellikleri.....	26
2.4.1 FAA sınıflandırmasına göre pistlerin geometrik özellikleri .....	30
2.4.1.1 FAA sınıflandırmasına göre pist genişliği.....	30
2.4.1.2 Pistlerin uzunluklarının belirlenmesi .....	32
BÖLÜM III HAVAALANI ÜST YAPI TASARIM METODLARI.....	35
3.1 LCN / LCG Metodu.....	35
3.1.1. LCN/LCG üstyapı tasarım örneği .....	37
3.2 ACN / PCN Metodu.....	38
3.2.1 Taban zemini taşıma gücü katsayısı .....	44
3.2.2 Tekerlek lastik iç basıncı .....	44
3.2.3 Eşdeğer tek tekerlek yükü .....	45
3.2.4 Esnek üstyapı tasarım örneği 1 .....	45
3.2.5 Esnek üstyapı tasarım örneği 2 .....	47
3.2.6 Rijit üstyapı tasarım örneği 1 .....	48
3.2.7 Rijit üstyapı tasarım örneği 2 .....	50

3.3 F.A.A. Metodu.....	51
3.3.1 Kaliforniya taşıma gücü oranı (CBR).....	52
3.3.2 F.A.A. üstyapı tasarımı .....	58
3.3.2.1 FAA esnek üstyapı tasarım örneği.....	71
3.3.2.2 FAA rijit üstyapı tasarım örneği .....	73
3.4 Dinamik Yöntemler .....	76
3.5 ACN/PCN Hesaplama Kullarılan Bilgisayar Programı COMFAA .....	78
3.6 Üstyapı Tabaka Kalınlıkları İçin Kullarılan Bilgisayar Programı FAARFIELD ...	81
3.7 Genel Havacılık İçin Üstyapı Tasarımı .....	87
<b>BÖLÜM IV HAVAALANLARINDA KAPASİTE VE TALEP .....</b>	<b>90</b>
4.1 Kapasite Kavramı .....	93
4.2 Pist Kapasitesi.....	97
4.3 Terminal Binası Kapasitesi.....	101
4.4 Kapasite ve Gecikme .....	104
4.4.1 Hava trafik sisteminde kapasite .....	106
4.4.2 Talep ve kapasite.....	106
4.4.3 Hava trafik sistemi kapasite kısıtlayıcıları.....	106
4.4.3.1 Hava sahası kısıtlayıcısı.....	107
4.4.3.2 Kontrol iş yükü kısıtlayıcısı.....	107
4.4.3.3 Teknik kısıtlayıcılar .....	107
4.4.3.4 Usul kısıtlayıcıları.....	107
4.5 Saatlik Kapasiteyi Etkileyen Faktörler.....	108
4.6 Kapasite Yönetimi .....	108
<b>BÖLÜM V HAVA TARAFI KAPASİTESİ VE KAPASİTE BELİRLEME YÖNTEMİ</b>	<b>109</b>
.....	109
5.1 Kapasite ve Gecikme .....	110
5.2 Havaalanı Planlamasında Kapasite ve Gecikme.....	110
5.3 Kapasite ve Gecikmenin Analizi .....	111
5.4 Havaalanı Kapasite Tanımları .....	111
5.5 Kuyruk Teorisine Göre Pist Kapasitesi .....	112
5.6 Yıllık Servis Hacmi .....	112
<b>BÖLÜM VI ESENBOĞA HAVALİMANININ MEVCUT DURUMU.....</b>	<b>114</b>
6.1 Tarihçesi .....	114
6.2 Genel Bilgiler.....	118

6.3	Teknik Bilgiler .....	122
6.4	Terminaller.....	123
6.4.1	İç-Dış hatlar terminali .....	123
6.4.2	Genel havacılık terminali .....	129
6.5	Esenboğa Havalimanı Talep Tahmini .....	130
6.5.1	Yolcu trafik tahminleri .....	131
6.5.2	Uçak trafik tahminleri .....	133
6.5.3	2012 yılı gerçekleşme/tahmin karşılaştırması .....	133
<b>BÖLÜM VII ADNAN MENDERES HAVALİMANININ MEVCUT DURUMU .....</b>		<b>135</b>
7.1	Tarihçesi .....	135
7.2	Genel Bilgiler.....	137
7.3	Teknik Bilgiler .....	143
7.4	Terminaller.....	145
7.4.1	İç hatlar terminali .....	145
7.4.2	Dış hatlar terminali.....	145
<b>BÖLÜM VIII BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>		<b>147</b>
8.1	Esenboğa Havalimanı Kapasite Gelişimi İçin Neler Yapılabilir? .....	147
8.1.1	Pistlerin durumu, taksiyollarının genişletilmesi .....	147
8.1.2	Uçak ve terminal binası arasındaki köprüleri düzenlenmesi .....	153
8.1.3	Apronların PCN değerlerinin artırılması .....	155
8.1.4	İç hatlar kısmında 103 numaralı kapı tarafında binanın uzatılması .....	156
8.1.5	3.Pist yapımı.....	158
8.2	Adnan Menderes Havalimanı Kapasite Gelişimi İçin Neler Yapılabilir? .....	159
8.2.1	Taksiyollarının genişletilmesi .....	159
8.2.2	Yeni iç hatlar terminal binası yapımı .....	160
<b>BÖLÜM IX SONUÇLAR VE GÖRÜŞLER.....</b>		<b>161</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>		<b>164</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ .....</b>		<b>170</b>
<b>EK-A.....</b>		<b>171</b>
<b>EK-B .....</b>		<b>183</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Üstyapı tipi ve kalınlığına etki eden ana etkenler ve değişkenler .....	9
Çizelge 2.2. Çeşitli uçakların karakteristik özellikleri ve ölçüleri.....	13
Çizelge 2.3. Çeşitli uçakların iniş takımı düzenleri ve geometrik ölçüleri.....	14
Çizelge 2.4. Tasarım uçağına dönüşüm katsayıları .....	21
Çizelge 2.5. Yaklaşım hızına göre FAA havaalanı sınıflandırması.....	23
Çizelge 2.6. Kanat açıklığına göre FAA havaalanı sınıflandırması .....	23
Çizelge 2.7. ICAO Havaalanı sınıflandırması .....	25
Çizelge 2.8. Pist ve pist şeridi özellikleri.....	27
Çizelge 2.9. Yaklaşım kategori A ve B ye göre pist boyutları (m) .....	31
Çizelge 2.10. Yaklaşım kategori C,D ve E ye göre pist boyutları (m).....	31
Çizelge 2.11. FAA sınıflandırmasına göre pist eğimleri (%).....	31
Çizelge 3.1. Zemin taşıma gücü katsayıları .....	44
Çizelge 3.2. Lastik iç basınç limitleri .....	44
Çizelge 3.3. Temel tabaka cinslerine göre şartname numaraları .....	82
Çizelge 3.4. Temel tabakası Elastisite Modülü ve Poisson Oranları .....	83
Çizelge 4.1. Kapasite hesaplamada kullanılan veriler .....	92
Çizelge 4.2. Önde gelen ilk 5 havayolu şirketi yolcu uçağı verileri.....	95
Çizelge 4.3. Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün uçak trafik yoğunluğu .....	99
Çizelge 4.4. Ankara Esenboğa Havalimanı pik-saat uçak trafik yoğunluğu .....	99
Çizelge 4.5. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün uçak trafik yoğunluğu.....	100
Çizelge 4.6. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-saat uçak trafik yoğunluğu .....	100
Çizelge 4.7. Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün uçak ve pik-saat uçak trafik değerlendirmesi.....	100
Çizelge 4.8. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün uçak ve pik-saat uçak trafik değerlendirmesi.....	101
Çizelge 4.9. Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün yolcu trafik yoğunluğu .....	102
Çizelge 4.10. Ankara Esenboğa Havalimanı pik-saat yolcu trafik yoğunluğu.....	102
Çizelge 4.11. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün yolcu trafik yoğunluğu ....	103
Çizelge 4.12. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-saat yolcu trafik yoğunluğu ....	103

Çizelge 4.13. Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün yolcu ve pik-saat yolcu trafik değerlendirmesi.....	104
Çizelge 4.14. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün yolcu ve pik-saat yolcu trafik değerlendirmesi.....	104
Çizelge 5.1. Saatlik oran (H) ve günlük oran (D) değerleri.....	113
Çizelge 6.1. Esenboğa Havalimanı genel bilgiler .....	120
Çizelge 6.2. Esenboğa Havalimanı teknik bilgiler .....	122
Çizelge 6.3. Esenboğa Havalimanı pistler .....	122
Çizelge 6.4. Esenboğa Havalimanı apronlar .....	122
Çizelge 6.5. Esenboğa Havalimanı taksirutlar .....	123
Çizelge 6.6. Ankara Esenboğa Havalimanı'nın yıllara bağlı tüm uçak, ticari uçak, yolcu, ve yük verileri .....	124
Çizelge 6.7. Türkiye geneli uçak trafiği, ticari uçak trafiği, yolcu trafiği ve yük trafiği istatistikleri.....	126
Çizelge 6.8. Ankara Esenboğa Havalimanı yolcu trafiği istatistikleri.....	127
Çizelge 6.9. Ankara Esenboğa Havalimanı uçak trafiği istatistikleri.....	127
Çizelge 6.10. Ankara Esenboğa Havalimanı ticari uçak trafiği istatistikleri.....	128
Çizelge 6.11. Ankara Esenboğa Havalimanı yük trafiği istatistikleri .....	128
Çizelge 6.12. Esenboğa Havalimanı Senaryo 1 yıllık yolcu ve uçuş tahminleri .....	130
Çizelge 6.13. Esenboğa Havalimanı Senaryo 2 yıllık yolcu ve uçuş tahminleri .....	131
Çizelge 6.14. Esenboğa Havalimanı terminal binası kapasite gelişimi .....	132
Çizelge 6.15. Esenboğa Havalimanı 5'er yıllık yolcu tahminleri (Senaryo 1,2 ve 3) ..	132
Çizelge 6.16. Esenboğa Havalimanı 5'er yıllık ticari uçuş tahminleri (Senaryo 1,2 ve 3) .....	133
Çizelge 6.17. Esenboğa Havalimanı 2011/2012 yılları gerçekleştirmeleri .....	134
Çizelge 7.1. Adnan Menderes Havalimanı'nın yıllara bağlı tüm uçak, ticari uçak, yolcu ve yük verileri .....	138
Çizelge 7.2. Türkiye geneli uçak trafiği, ticari uçak trafiği, yolcu trafiği ve yük trafiği istatistikleri.....	140
Çizelge 7.3. İzmir Adnan Menderes Havalimanı yolcu trafiği istatistikleri.....	141
Çizelge 7.4. İzmir Adnan Menderes Havalimanı uçak trafiği istatistikleri .....	141
Çizelge 7.5. İzmir Adnan Menderes Havalimanı ticari uçak trafiği istatistikleri .....	142
Çizelge 7.6. İzmir Adnan Menderes Havalimanı yük trafiği istatistikleri.....	142
Çizelge 7.7. Adnan Menderes Havalimanı genel bilgiler.....	143

Çizelge 7.8. Adnan Menderes Havalimanı teknik bilgiler .....	144
Çizelge 7.9. Adnan Menderes Havalimanı pistler.....	144
Çizelge 7.10. Adnan Menderes Havalimanı apronlar .....	144
Çizelge 7.11. Adnan Menderes Havalimanı taksirutlar.....	144
Çizelge 8.1. Esenboğa Havalimanı pist kapasite varsayımı .....	147
Çizelge 8.2. Bazı uçak tiplerine göre pist kalkış mesafeleri.....	148

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Esnek ve rijit üstyapı teorik gösterimi .....	5
Şekil 2.2. Tipik esnek üstyapı enkesiti .....	5
Şekil 2.3. Tipik rijit üstyapı enkesiti .....	5
Şekil 2.4. Kompozit üstyapı teorik gösterimi .....	6
Şekil 2.5. Esnek ve rijit üstyapılarda yük dağılımı .....	7
Şekil 2.6. Pist sonu emniyet ve aşma bölgeleri .....	8
Şekil 2.7. Teorik uçak iniş takımı ağırlık yüzdeleri .....	22
Şekil 2.8. Pist türleri .....	30
Şekil 3.1. LCN eğrileri .....	36
Şekil 3.2. LCN değeri hesaplama .....	38
Şekil 3.3. ACN değerlerinin belirlenmesi için izlenecek adımlar .....	40
Şekil 3.4. Referans kalınlığın bulunması .....	42
Şekil 3.5. Esenboğa havalimanı 03R-21L pisti enkesiti .....	46
Şekil 3.6. A380-800 Uçağı için esnek üstyapıda ACN değerinin bulunuşu .....	47
Şekil 3.7. A380-800F Uçağı için esnek üstyapıda ACN değerinin bulunuşu .....	48
Şekil 3.8. A380-800 Uçağı için rijit üstyapıda ACN değerinin bulunuşu .....	50
Şekil 3.9. A380-800F Uçağı için rijit üstyapıda ACN değerinin bulunuşu .....	50
Şekil 3.10. Tam derinlikli bir asfalt üstyapı sisteminde çekme ve basınç birim deformasyonlarının yer ve doğrultuları .....	52
Şekil 3.11. CBR eğrilerine göre esnek üstyapıda temel ve üstyapı kalınlık abağı .....	59
Şekil 3.12. Tasarım kalınlığının belirlenmesinde kullanılan adımlar .....	60
Şekil 3.13. Standart uçak yükü tekerrürü altında doğal zemin (taban) basınç birim deformasyonu $E_c$ 'yi sınırlandırmak için kaplama kalınlığı .....	61
Şekil 3.14. Standart uçak yükü tekerrürü altında asfalt betonu çekme birim deformasyonu $E_t$ 'yi sınırlandırmak için gerekli kaplama kalınlığı .....	62
Şekil 3.15. Abak A .....	63
Şekil 3.16. Abak B .....	64
Şekil 3.17. Abak C .....	65
Şekil 3.18. Abak D .....	66
Şekil 3.19. Uçak trafiğı form no2 doğal zemin düşey basınç birim deformasyonu, $E_c$ ..	67

Şekil 3.20. Uçak trafiği form no2 doğal zemin yatay çekme birim deformasyonu, $C_t$ ...	68
Şekil 3.21. Doğal zemin düşey basınç birim deformasyonu, $C_c$ ilişkin izin verilebilir trafik değeri, $N_a$ ve tahmin edilen trafik değeri, $N_p$ eğrileri .....	69
Şekil 3.22. Asfalt betonu yatay çekme birim deformasyonuna, $C_t$ ilişkin izin verilebilir trafik değeri, $N_a$ ve tahmin edilen trafik değeri, $N_p$ eğrileri .....	69
Şekil 3.23. Havaalanı kaplamalarına ilişkin tipik bir plan ve kesit .....	70
Şekil 3.24. Toplam esnek üstyapı kalınlığının bulunuşu .....	71
Şekil 3.25. Toplam temel kalınlığının bulunuşu.....	72
Şekil 3.26. Rijit üstyapı için beton tabaka kalınlığının bulunması .....	74
Şekil 3.27. Rijit üstyapı için alttemel tabakası kalınlık saptama .....	75
Şekil 3.28. Rijit üstyapı için temel tabakası kalınlık saptama .....	75
Şekil 3.29. Danimarka'da imal edilen roughness index aracı eskiz şekli.....	77
Şekil 3.30. COMFAA programı hesaplama modu ara yüzü.....	79
Şekil 3.31. ACN modunda COMFAA programının ara yüzü .....	80
Şekil 3.32. PCN grup modunda COMFAA programının ara yüzü.....	80
Şekil 3.33. FAARFIELD iş tanımlama arayüzü .....	85
Şekil 3.34. FAARFIELD kesit tanımlama arayüzü .....	85
Şekil 3.35. FAARFIELD trafik hacmi tanımlama arayüzü .....	86
Şekil 3.36. FAARFIELD üstyapı tabaka kalınlığı hesaplama arayüzü .....	86
Şekil 3.37. Kalınlık tasarımı – tam derinlikli asfalt betonu .....	87
Şekil 3.38. Kalınlık tasarımı – asfalt betonu altında asfalt emülsiyonlu temel tabakası .....	88
Şekil 3.39. Kalınlık tasarımı – granüler temel üzerinde asfalt betonu.....	88
Şekil 4.1. Talep-gecikme eğrisi .....	91
Şekil 6.1. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı tüm uçak sayıları .....	124
Şekil 6.2. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı ticari uçak sayıları .....	125
Şekil 6.3. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı yolcu sayıları .....	125
Şekil 6.4. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı yük sayıları .....	126
Şekil 7.1. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı tüm uçak sayıları .....	138
Şekil 7.2. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı ticari uçak sayıları .....	139
Şekil 7.3. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı yolcu sayıları .....	139
Şekil 7.4. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı yük sayıları .....	140
Şekil 8.1. Pist konfigürasyon karşılaştırması .....	149
Şekil 8.2. Taksiyolu konfigürasyon karşılaştırması .....	151
Şekil 8.3. A380 ile B777 arasındaki dönüş farkları.....	152

Şekil 8.4. A380 biniş kapı yerleri .....	153
Şekil 8.5. A380 uçağa biniş süreleri .....	154

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 2.1. Antonov 225 uçağı .....	11
Fotoğraf 2.2. Çeşitli iniş takımı örnekleri .....	20
Fotoğraf 2.3. Uçak ağırlıkları türü .....	22
Fotoğraf 3.1. Plaka yükleme testi deney aleti .....	53
Fotoğraf 3.2. Plaka yükleme testi deney aleti uygulama .....	54
Fotoğraf 3.3. Dinamik FWD de sensörler .....	76
Fotoğraf 3.4. Karayolları Genel Müdürlüğüne ait Dynetest aracı .....	77
Fotoğraf 3.5. Eski LCN/PCN ölçüm yöntemi .....	78
Fotoğraf 6.1. Ankara Esenboğa Havalimanı'nın konumu .....	114
Fotoğraf 6.2. Ankara Esenboğa Havalimanı .....	118
Fotoğraf 7.1. İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın konumu .....	135
Fotoğraf 7.2. İzmir Adnan Menderes Havalimanı yeni iç hatlar terminal inşaatı ve Genel Havacılık terminali .....	137
Fotoğraf 8.1. A380 iniş anı .....	149
Fotoğraf 8.2. Banket dışı çim alan .....	150
Fotoğraf 8.3. A380 taksiyolu-pist dönüşü .....	150
Fotoğraf 8.4. A380 pist taksiyolu geçişi .....	152
Fotoğraf 8.5. A380 bağlantı köprü çeşitleri .....	154
Fotoğraf 8.6. Esenboğa Havalimanının apronları .....	156
Fotoğraf 8.7. Terminal binası 103 numaralı kapı tarafı .....	157
Fotoğraf 8.8. Terminal binasının uzatılması .....	157
Fotoğraf 8.9. Esenboğa Havalimanına 3. pist yapılması .....	158
Fotoğraf 8.10. Adnan Menderes Havalimanı apron ve taksiyolları .....	160
Fotoğraf 8.11. Adnan Menderes Havalimanı yeni iç hatlar terminal binası inşaat alanı .....	160

## SİMGE VE KISALTMALAR

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
\$	ABD para birimi
ft	İngiliz uzunluk ölçü birimi
$t_c$	Referans kalınlık
DSWL	Yük türü
Mpa (Megapascal)	Basınç birimi
Psi	Basınç birimi (pound/inçkare)
kPa (Kilopascal)	Basınç birimi
knot	Uçak yaklaşım hızı birimi
t	Tasarım kalınlığı
P	Tek teker yükü
A	Lastik temas alanı
f	Tasarım kalınlığı yüzdesi
ETTY	Eşdeğer tek teker yükü
c	Maksimum gerilmedeki geçiş sayısı
lb	Libre (İngiliz ağırlık birimi)
kg	Ağırlık birimi
kN	Ağırlık birimi
$\alpha_i$	Yük tekrar katsayısı
$R_1$	Tasarım uçağının eşdeğer yıllık kalkış sayısı
$R_2$	Tasarım uçağına dönüştürülecek uçağın yıllık kalkış sayısı
$W_1$	Tasarım uçağı teker yükü
$W_2$	Tasarım uçağına dönüştürülecek uçağın teker yükü
$N_a$	İzin verilebilir trafik değeri
$N_p$	Tahmin edilen trafik değeri
$T_a$	Tam derinlikli asfalt betonu kaplama kalınlığı
$T_A$	Tasarım kalınlığı
$\epsilon_c$	Doğal zemin (taban) basınç birim deformasyonu
$\epsilon_t$	Asfalt betonu çekme birim deformasyonu
X-RAY	Güvenlik denetim cihazı

EDS	Bagaj tarama sistemi
BRS	Bagaj eşleştirme sistemi
DGS	Otomatik yanaştırma sistemi
MVA (Megawatt)	Enerji birimi

**Kısaltmalar**      **Açıklama**

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACI Europe	Airport Council International (Avrupa Uluslararası Havalimanları Konseyi)
ACN	Aircraft Classification Number (Uçak Sınıflandırma Sayısı)
AYGM	Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü
BRS	Bagaj Eşleştirme Sistemi
CBR	Kaliforniya Taşıma Gücü Oranı
CCTV	Güvenlik Kamerası
CDF	Cumulative Damage Factor (Kümülatif Hasar Katsayısı)
CDOT	Canadian Department of Transportation
CONFAA	ACN Değerinin Tespiti İçin Kullanılan Paket Yazılım Programı
DGS	Otomatik Yanaştırma Sistemi
DHMİ	Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü
DHY	Devlet Hava Yolları
DLH	Ulaştırma Bakanlığı Devlet Liman ve Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü <sup>1</sup>
ETTY	Eşdeğer Tek Teker Yükü
EUROCONTROL	Avrupa Hava Seyrüsefer Güvenliği Örgütü (Avrupa Hava Trafik Kontrol Birliği)
FAA	Federal Aviation Administration (Amerikan Federal Havacılık Dairesi)
FAARFIELD	Üstyapı Kalınlığını Hesaplamak İçin Kullanılan Paket Yazılım Programı

---

<sup>1</sup> DLH; Ulaştırma Bakanlığı Devlet Liman ve Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü iken 2012 Yılında Bakanlığın adı “Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı” bu genel müdürlüğün adı da “Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü” olarak değiştirildi.

FWD	Falling Weight Deflectometer (Düşük Ağırlıklı Deflektometre)
HWD	High Weight Deflectometer (Yüksek Ağırlıklı Deflektometre)
ICAO	International Civil Aviation Organization (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı)
IATA	International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)
IFR	Aletli Uçuş Kuralları
LCN	Load Classification Number (Yük Sınıflandırma Sayısı)
LCG	Load Classification Group (Yük Sınıflandırma Grubu)
LEAF	Esnek Üstyap İçin Yapısal Hesaplama Bilgisayar Programı
PAT	Pist, apron ve taksiyolları
PCA	Portland Cement Association
PCN	Pavement Classification Number (Üstyapı Sınıflandırma Sayısı)
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
TAV	Tepe ve Akfen Grubu
THK	Türk Hava Kuvvetleri
THY	Türk Hava Yolları
VFR	Aletsiz Uçuş Kuralları
YİD	Yap-İşlet-Devret

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Ulaşım günümüzde insanların yaşamlarında zorunlu ihtiyaçları arasındadır. Ülkemizdeki ulaşım hizmetlerinden biri olan havayolu taşımacılığında son yıllarda büyük bir artış meydana gelmiştir. Havayolu taşımacılığına olan aşırı talep havaalanlarının hizmet veremez hale gelmesine neden olmaktadır.

Günümüzde havayolu ile yapılan yolcu ve kargo taşımacılığı, ulaşım sektöründe önemli bir paya sahiptir. Bu da uçak tasarımındaki gelişmelerin bir sonucudur. Bu gelişim zaman içerisinde uçakların geometrik boyutlarında önemli değişikliklere sebep olmaktadır. Bu artış eğilimi günümüzde de sürmektedir. Uçakların geometrik boyutlarının artması ile taşıma kapasiteleri arasında doğrudan bir ilişki vardır. Taşıma kapasiteleri arttıkça uçakların boyutları da artmaktadır. Havaalanlarının maruz kaldığı trafik yüklerinin gün geçtikçe artması, pistlerin ekonomik olarak tasarımında yeni malzemeler kullanımını zorunlu hale getirmektedir.

Havaalanı tasarımında uçakların karakteristik özellikleri göz önüne alınmaktadır. Kullanılmakta olan uçakların karakteristik özellikleri farklılıklar gösterdiği için havaalanı sınıflandırılmasında genel olarak uçakların karakteristik özellikleri göz önüne alınır. Havaalanları sınıflandırılması ile pist, taksiyolu, apron ve diğer bölümlerin tasarımı ve inşasında bir standart sağlanmaktadır.

Hızla değişen ve gelişen dünyada zaman en değerli kaynak haline gelmiştir. Hava ulaşımı diğer ulaşım türlerine göre hızlı, konforlu ve emniyetlidir. Ancak hava ulaşımı ekonomik olmadığından diğer ulaşım türlerine olan talep daha fazladır. Dünyada hava ulaşımı 1970 yılından sonra hızla artmıştır. Hava ulaşımındaki rekabet, uçak ve işletme maliyetlerindeki düşüş de bu gelişmede önemli rol oynamaktadır (Tunç, 2003). Ülkemizde ise 2003 yılından itibaren sivil havacılığın etkinleştirilmesi yönünde alınan kararlar ve atılan adımlar sonucunda, yolcu talebi son on yılda % 100 oranında artmıştır. Bu artış oranı ülkemizdeki sosyo-ekonomik

anlamda gelişmeyi ve kişilerin ulaşım alışkanlıklarındaki değişimini göstermektedir.

Gelişen ve her geçen yıl talebin arttığı hava taşımacılığında kapasite en önemli konu haline almıştır. Havaalanı kapasitesi ise özellikle trafik hacmi büyük havalimanlarının gelişimi için hayati öneme sahiptir. Havaalanlarının yapımı ve genişlemesi yüksek maliyet getirdiğinden mevcut yapının en yüksek verim ile kullanılabilmesi için kapasite artırma çalışmaları; Esenboğa Havalimanı 2006 ve Adnan Menderes Havalimanı 2012 örneklerindeki gibi yapılmaktadır.

Ülkemizde artan hava taşımacılığı talebini karşılayabilmek için hava yolu şirketleri, gerek uçak filosu gerekse personel sayısında genişlemeye gitmektedir (THY Raporu, 2009). En büyük taşımacılığı yapan Türk Hava Yolları (THY) 2012 yılı içerisinde yolcu taşımacılığında % 10 oranında büyümüştür. Bu büyümeyi destekleyebilmek için uçak filosunda ve hizmet için personel artışına gidilmiştir.

## BÖLÜM II

### TANIMLAR

Havaalanı, yolcu ve uçak trafiğinin düzenlenmesi için bina, tesis ve donanımları, uçakları uçuşa hazırlamak amacıyla gerekli alt yapıları kapsayan ve uçakların iniş, kalkış ve yer hareketlerini yapmasını sağlamak için özel bir şekilde düzenlenmiş veya hazırlanmış, kara ya da suda yer alabilen sahalar olarak tanımlanmaktadır (Annex 14, 1999a).

Globalleşen dünyada gelişen uçak ve tasarımları neticesinde hava ulaşımına olan talep, hava yolu ulaşımındaki rekabet, uçak ve işletme maliyetlerindeki düşüş ile birlikte havayolu ulaşımının gelişmesinde önemli rol oynamıştır (Tunç, 2003).

Hava ulaşımındaki gelişmeyle birlikte, havaalanı kaplamaları konusu büyük önem kazanmıştır. Havaalanı kaplamaları hava taşıtı yüklerini taşıyan, kapalı ve açık alanlarda yapılan, doğal veya ıslah edilmiş zemin üzerindeki tüm tabakaları kapsayan yüzeylerdir. Bu yüzeyler genel olarak kaplamalı saha şeklinde anılmaktadır (U.S.ACE Raporu, 2001). Horonjeff (1975), bu konuyla ilgili olarak “Kaplama, düzgün ve her hava koşulunda güvenli sürüşü sağlayacak şekilde olmalıdır. Her tabakanın kalınlığı ise aynı tabakada veya farklı tabakalarda uygulanan yüklerden dolayı kopma ve kırılmaya sebebiyet vermeyecek yeterli kalınlıkta olmalıdır.” demektedir.

Havaalanı üstyapıları; uçak yüklerini taşıyan, doğal veya iyileştirilmiş zemin üzerindeki tüm tabakaları kapsayan alanlardır. Havaalanı üstyapı tasarım yöntemleri ampirik ve analitik yöntemler olmak üzere 2 alt başlıkta incelenir. Havaalanı üstyapı tasarımında kullanılan **ampirik yöntemler** tecrübe ve deneysel sonuçlara dayanan; çizelgeler, abaklar ve grafikler yardımı ile üstyapı kalınlığının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerdir. **Analitik yöntemler ise** üstyapıda kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri, tahmini trafik yükü ve çevre koşulları dikkate alınarak test cihazları ve bilgisayar programları yardımıyla tabaka kalınlıklarının belirlendiği gelişmiş yöntemlerdir (Okur, 2008).

En eski tasarım yöntemleri, Kaliforniya Taşıma Oranı (Corps of Engineers) (CBR) Yöntemi, Portland Cement Association (PCA) Yöntemi, Canadian Department of Transportation (CDOT) Yöntemi, Federal Aviation Administration (Amerikan Federal Havacılık Dairesi) (FAA) Yöntemi ve Shell Asfalt Enstitüsü yöntemidir. Bu yöntemlerden sonra bulunan LCN Metodu ve ACN/PCN Metodu havaalanı üstyapı tasarımında kullanılan yöntemlerdendir.

Ülkemizde de tasarım yöntemleri olarak LCN Metodu, ACN/PCN Metodu ve FAA Yöntemleri; Ulaştırma, Habercilik ve Denizcilik Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Havameydanları Daire Başkanlığı ve NATO Enformasyon İnşaat Emlak Dairesi Başkanlığı tarafından kullanılmakta olan metod ve yöntemlerdir.

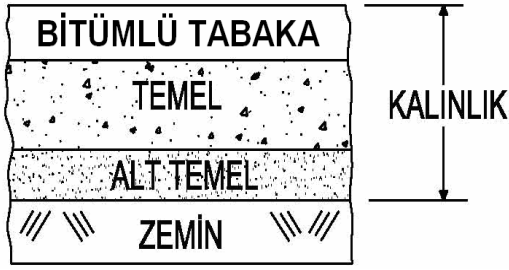
Havaalanı üstyapıları; karayolu üstyapılarında olduğu gibi yapımında kullanılan yöntem ve malzemelere göre; rijit, esnek ve kompozit üstyapı olmak üzere sınıflandırılmaktadır (NATO Raporu, 1999; Tunç, 2004).

**Rijit üstyapı**, beton veya betonarme plaklardan oluşur. Yapısal ana elemanlar beton plak, temel tabakası ve sıkıştırılmış zemindir (Şekil 2.1) (U.S.ACE Raporu, 2001).

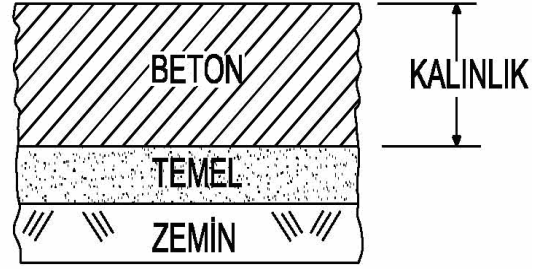
**Esnek üstyapı ise**, yük uygulandığında elastik davranış altında esneklik gösteren ve küçük deformasyonlara olanak sağlayan üstyapıdır. Yapısal elemanları; bitümlü sıcak karışım yüzey tabakası, temel tabakası, alt temel tabakası ve sıkıştırılmış zemindir (Şekil 2.1) (Horonjeff 1975). Şekil 2.2’de tipik esnek üstyapı enkesiti ve Şekil 2.3’de de tipik rijit üstyapı enkesiti görülmektedir (USCOE, 2001).

Havaalanlarındaki esnek üstyapılar karayollarındaki esnek üstyapılardan çok daha büyük yüklere maruz kalmaktadırlar. Ayrıca bitümlü sıcak karışım oranları da farklılık göstermektedir. Bu nedenle, karayollarında kullanılan asfalt betonunun havaalanlarında kullanılması düşüncesi temel mühendislik hatası olarak nitelendirilir (Okur, 2008).

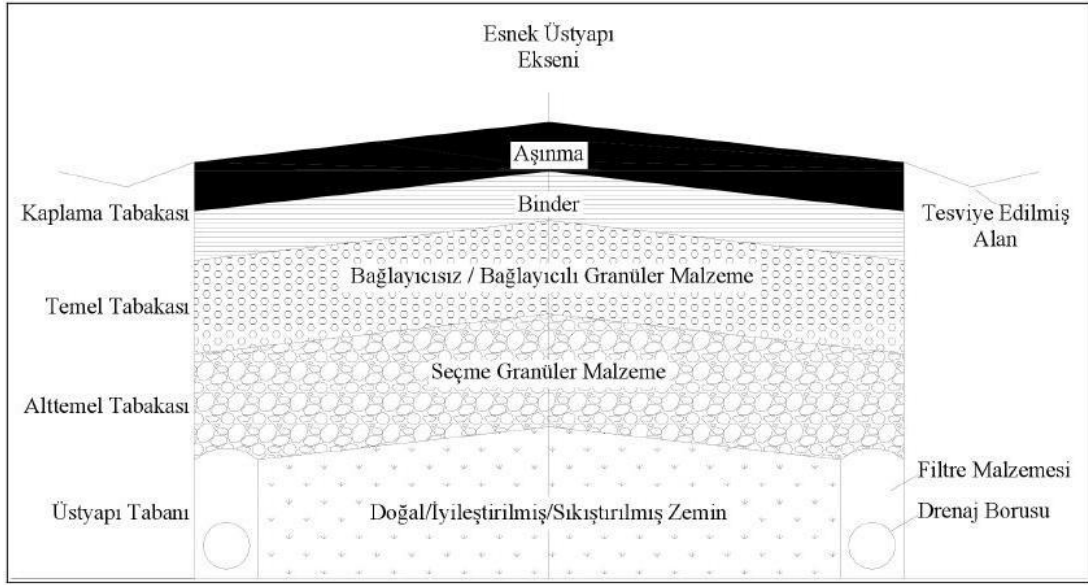
### TEORİK ESNEK ÜSTYAPI



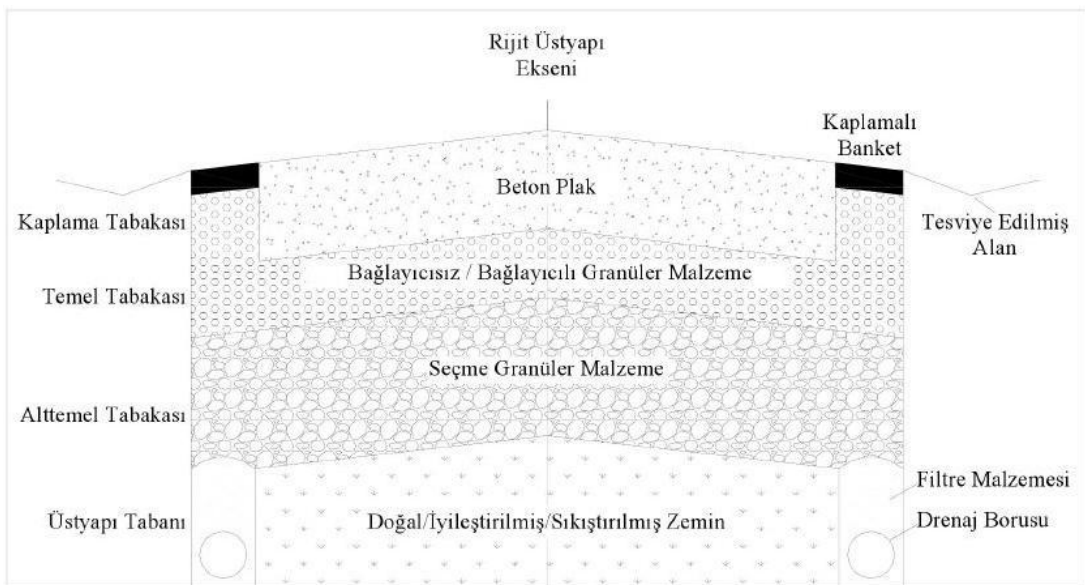
### TEORİK RİJİT ÜSTYAPI



Şekil 2.1. Esnek ve rijit üstyapı teorik gösterimi

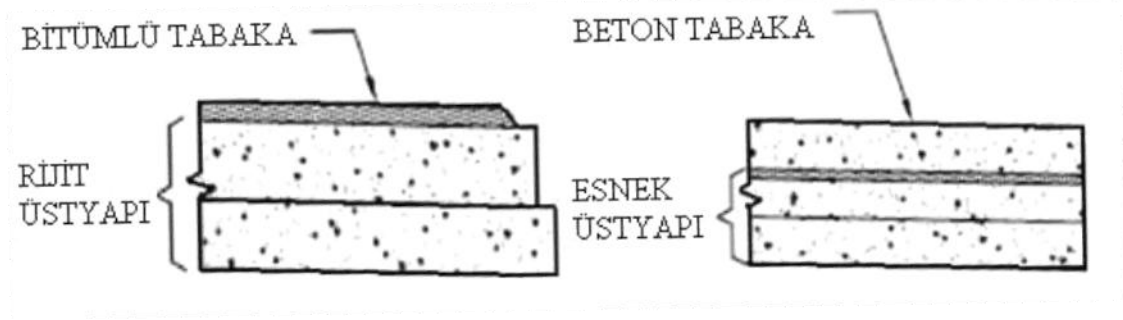


Şekil 2.2. Tipik esnek üstyapı enkesiti



Şekil 2.3. Tipik rijit üstyapı enkesiti

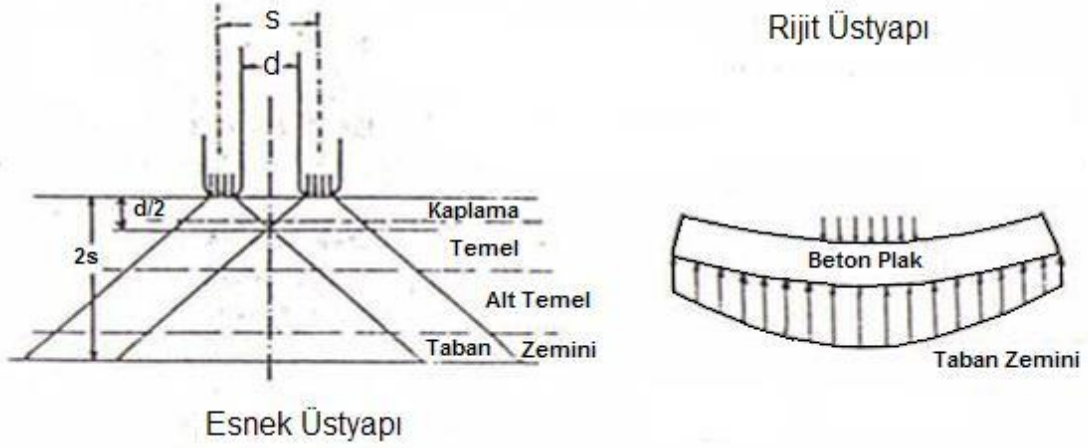
Kompozit üstyapı ise, zamanla bozulmuş beton plakların üzerine bitümlü sıcak karışım serilmesiyle veya bozulmuş bitümlü karışım tabakası üzerine beton plakların inşa edilmesiyle oluşan üstyapıdır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Kompozit üstyapı teorik gösterimi

Her iki üstyapı arasında yapısal yönden önemli farklar bulunur. Bu farklar her iki üstyapıyı oluşturan malzemelerin özelliklerinden ileri gelmektedir. Çok tabakalı bir sisteme sahip olan esnek üstyapılar, üzerlerine gelen tekerlek yükü altında deforme olur ve her tabaka, üzerine gelen yükü, bir alttaki tabakaya biraz daha yayarak iletir. Böylece doğal zemine (altyapıya) ulaşan yük, büyük bir alana yayılmış olur ve esas taşıyıcı olan altyapı, yüksek gerilmelere maruz kalmaz.

Rijit kaplamada durum tamamen farklıdır. Beton yolun taşıma kapasitesi, elastisite modülü ve dolayısıyla rijitliği çok yüksek olan beton plağın eğilme direncine dayanır. Yük altındaki beton plak eğilir ve yük, esnek kaplamaya oranla daha büyük bir alana yayılır (Şekil 2.5), beton kaplamanın elastik bir temel üzerine yüklenmiş bir kiriş olarak düşünülmesi sonucunda yayılışı ortaya çıkar (Ağar vd., 1998). Beton plağın altında meydana gelen gerilmeler, kaplamada oluşan defleksiyonun ve taban reaksiyon modülünün (yatak katsayısı) bir fonksiyonudur.



**Şekil 2.5.** Esnek ve rijit üstyapılarda yük dağılımı

Havaalanı üstyapıları pist, apron ve taksiyolları (PAT) olmak üzere 3 kısımdan oluşur.

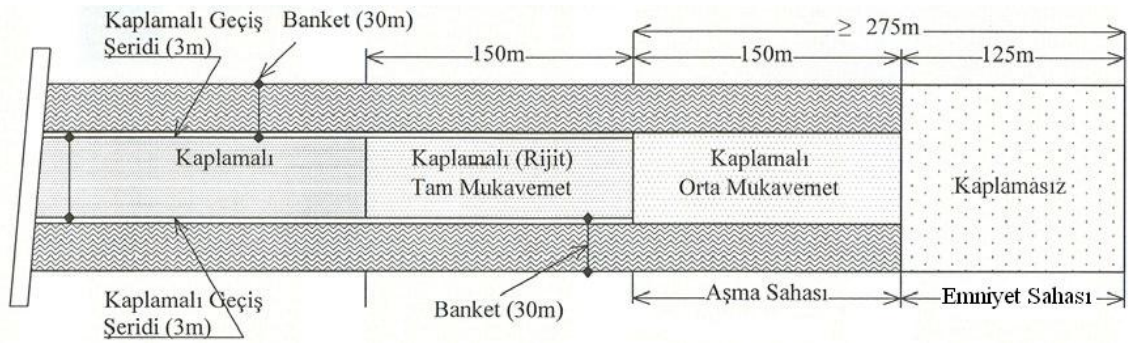
Pist (Runway); havaalanında uçakların iniş – kalkış ve yer hareketleri için hazırlanmış havaalanı üstyapı bölgesi üzerindeki dikdörtgen biçimindeki bölgelerdir (Annex 14, 1999a). FAA’ın tanımına göre ise, havaalanı içerisindeki iniş alanı ile birlikte uçakların iniş ve kalkış yollarını da kapsar (FAA AC 150/5060-5, 1983). Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü’nün (DHMİ, 2002), Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliğinde bu konuyla ilgili olarak “Pist: Bir kara meydanında uçakların iniş ve kalkışları için hazırlanmış dikdörtgen biçimde belirlenmiş sahadır.” demektedir.

Apron; havaalanında uçakların park ettiği, yolcu, yük, posta veya kargo yükleme/boşaltmalarının, akaryakıt ikmalinin veya bakım ihtiyacının karşılanması amacıyla tahsis edilmiş sahalardır (Annex 14, 1999b; DHMİ, 2011). DHMİ’nin (DHMİ, 2002) Yapım, İşletim ve sertifikalandırma Yönetmeliğinde bu konuyla ilgili olarak “Apron; Bir havaalanında hava araçlarının park edildiği, akaryakıt ikmalleri, yolcu, yük, posta, kargo, indirme-bindirmeleri ve bakımlarının yapılabilmesi için belirlenmiş sahalardır.” demektedir.

Taksiyolu (Taxiway); havaalanında uçakların geçiş yapmaları için hazırlanmış ve havaalanının bir yeri ile diğer bir yeri (pist-apron, pist-pist ve apron-apron) arasındaki bağlantıyı sağlayan yollardır (Okur, 2008; Annex 14, 1999b; DLH, 2007).

Hareket sahası - PAT (Pist-Apron-Taksiyolu) sahası, bir havaalanında uçakların kalkış, iniş ve taksi yapması için kullanılan manevra ve park sahalarıdır (DHMI,2002).

Bunun dışında pilot hataları, hava şartları, uçak mekanik sorunları veya buna benzer sebeplerden dolayı zamanında duramayan bir uçağın zarar görme riskini azaltmak amacıyla pist sonuna yapılmış; emniyet ve aşma bölgeleri diye adlandırılan bölümlerde üstyapı bölümleri (Şekil 2.6.) adı altında yer almaktadır (THY Raporu, 2009; ICAO, 1984; Okur, 2008; NATO Raporu, 1999).



**Şekil 2.6.** Pist sonu emniyet ve aşma bölgeleri

Havaalanı kaplaması çok farklı yükler ve çok değişken iklim ve çevre koşullarına maruz kalmaktadır. Üstyapı tipi ve kalınlığına etki eden etmenler genel olarak Çizelge 2.1’de verilmiştir. Bu etmenlerin birçoğunun niceliği tespit edilememektedir (Kuloğlu vd., 2007).

Havaalanı üstyapı kısımlarının her biri için farklı gereksinimler ve dikkate alınması gereken hususlar bulunmaktadır. Bundan dolayı hava kısmını oluşturan pist, apron ve taksiyolu (PAT) sahalarının ve diğer yer hizmetlerinin verildiği bölgelerin üstyapılarının esnek, rijit veya kompozit olarak tanımlanarak tasarlanması, karayolu üstyapı tasarlanmasındaki gibi karmaşık ve teknik deneyim isteyen bir mühendislik sorunudur.

**Çizelge 2.1.** Üstyapı tipi ve kalınlığına etki eden ana etkenler ve değişkenler

<b>ANA ETKENLER</b>	<b>DEĞİŞKENLER</b>
Trafik ve Yük	Mevcut trafik hacmi, tahinini gelecek trafik hacmi, trafiğin dağılımı, teker yükü, teker düzeni, lastik basıncı, temas alanı, yük tekrar sayısı, yükün tatbik süresi.
İklim ve Çevre	Isı değişimleri, yağış miktarı, don derinliği, drenaj şartları, zemin özellikleri, donma – çözünme, konsolidasyon.
Malzeme	Malzeme özellikleri (asfalt, beton, agrega ve içerdikleri malzemeler), tabakaların yük dağıtma ve mukavemet gibi mekanik özellikleri.
Yapım ve Bakım	Üstyapı tayini, tabaka kalınlığı, tabaka cinsi, yapım kalitesi ve kalite kontrol seviyesi, periyodik ve duruma dayalı bakım hizmetlerinin yapılması.

Pist; kaymaya karşı direnç, iyi frenleme için iyi drenaj, uçaklarda bulunan hassas elektronik cihazların zarar görmemesi ve yolcu konforu için satıh düzgünlüğü gibi özelliklere sahip olması gerekirken aynı zamanda uçakların tekerlek yüklerine karşı dayanıklı olmalıdır. Trafiğin daha yavaş seyrettiği, statik ve dinamik yüklerin etkilerinin daha fazla hissedildiği uçak park alanlarında ve apronlardaki ana gereksinim ise yüksek teker yüklerinin emniyetli bir şekilde taşınabilmesidir.

Yakıt ikmal ve bakım alanları gibi sahalarda ise kaplama teker yüklerine ve bakım araçlarının noktasal yüklerine karşı yeterli dayanımda ve dökülebilecek kimyasallara, yağ ve yakıt sızıntılarına karşı dirençli olmalıdır. Esnek kaplamaların genellikle, pist (pist başları hariç), taksi yolu, banket, kaplamalı aşma sahası gibi rijit kaplama gerektirmeyen alanlarda kullanımı daha uygundur (U.S.ACE Raporu, 2001; Department of Environment, 1971; EAPA, 2003). NATO kriter ve standartlarına göre pist kaplamalı saha gereksinimi ise Şekil 2.6’da gösterilmiştir (NATO Raporu, 1999).

Yapımı oldukça maliyetli olan ve çeşitli hava taşıtlarınca kullanılan kaplamalı sahaların iyi tasarlanması, maliyetleri çok daha fazla olan hava taşıtlarının güvenliği için büyük önem arz etmektedir. Özellikle askeri uçaklar dikkate alındığında, bu maliyetler ve kaplamalı sahaların önemi daha da artmaktadır. Ülkemizde bulunan, sivil ve askeri hizmete açık havaalanlarının büyük çoğunluğu NATO bütçesiyle inşa edilmiştir. NATO

kriter ve standartlarına göre esnek kaplamalı saha asgari 15 yıl, rijit kaplamalı saha ise asgari 25 yıl hizmet vermelidir (NATO Raporu, 1999). NATO bütçesi ile yapılan kaplamalı sahalar için esnek kaplamalı sahalarda 10 yıl, rijit kaplamalı sahalarda ise 12 yıldan önce restorasyon bütçesi ayrılmamaktadır. Türk Hava Kuvvetleri'nin (THK) sorumluluğunda yaklaşık 8 milyon metrekare esnek ve 7 milyon metrekare rijit kaplamalı pist bulunmaktadır. Yüklenici firma tarafından yapılan kaplamalı sahalarda metrekare yapım maliyeti pistler için 100 ile 140 \$ arasında, taksi yolları ve apronlar için ise 70 ile 100 \$ aralığında olmaktadır. THK' nin sorumluluğunda yer alan kaplamalı sahalardan yalnızca pistlerin toplam yapım maliyeti 1,5 milyar \$ gibi bir değeri bulmaktadır. Apron, taksiyolu, park sahası vb. diğer kaplamalı sahalar da değerlendirildiğinde bu maliyet 3 milyar \$ değerini aşmaktadır (Kuloğlu vd., 2007).

Pistlerin hizmet ömrü (ortalama 20 yıl), üstyapı tasarım aşamasında ve inşasından sonra yürütülecek bakım faaliyetleri ile sadece bir yıl uzatılabildiği takdirde THK'nin sadece yıpranma payı giderlerinden yıllık kazancı yaklaşık 15 milyon \$ olacaktır. Daha güvenli kaplamalı sahalar sayesinde uçak kazalarının/kırımlarının sayısında meydana gelecek azalmayla sosyal ve ekonomik alanda büyük kazançlar elde edilecektir (Kuloğlu vd., 2007).

Pist tasarımı yapılmasında dikkate alınan temel kriterler; uçak özellikleri ve ağırlıklarıdır. Buna göre de pist türü seçimi belirlenerek diğer hizmet tesislerinin tasarımı yapılır.

## **2.1 Uçak Özellikleri**

Uçakların sahip olduğu, her uçakta farklı olabilecek özellikler, hava alanlarının tasarımındaki en önemli etkidir. Bir uçağın ağırlığı; kaplamaların dolgu kalınlığını, iniş ve kalkış pistlerinin uzunluğunu belirlenmesindeki en büyük etkidir. Uçakların geometrik özellikleri ise pistlerin genişliğini, uçaklar arası mesafeyi, apron büyüklüklerini, binaların yerleşimini, uçakların dönme özelliklerini ve yarıçaplarını belirlemektedir.

Pist tasarımında kullanılmak üzere uçakların özelliklerini belirlenmesinde kullanılan ana parametreler Çizelge 2.2'de özetlenmiştir (Tunç, 2003). Uçak boş ağırlığı; personel

ağırlığı ve uçağın donanımlarından oluşan ağırlıklardır. Maksimum kalkış ağırlığı; uçağın boş ağırlığı, seyahat için gerekli yakıt ağırlığı ve taşınan yüklerin toplamı olarak tanımlanabilir. Uçağın apronda iken ağırlığı ile pist başındaki kalkış ağırlıkları farklıdır. Günümüzde uçan uçak tiplerinin arasında en çok tercih edilen uçak tipi Boeing 737'dir. Çünkü 6000'nin üzerinde sipariş verilmiş ve bunların 6000'e yakını muhtelif havayollarına teslim edilmiştir. Bu uçak tipini Türkiye'de; THY, Pegasus Havayolları, SunExpress, Onur Air, Tailwind, Sky Havayolları, Corendon Havayolları kullanmaktadır (<http://ugurdemiroz.com>, 2010).

Her uçağın belli limitleri vardır. Genelde uçaklar, maksimum kalkış ağırlığına göre sınıflandırılır. Örneğin 737-800 uçağının maksimum kalkış ağırlığı 79 tondur. Boeing 777 tipi uçağın maksimum kalkış ağırlığı ise 350 tona yakındır. Son dönemlerde yeni üretilen uçak tipi Airbus 380 ise yerden 560 ton ile kalkış yapabilecek güce sahiptir. Doğal A380'i en büyük uçak olmasına rağmen bu uçağı takip eden Antonov 225 - Mriya (Fotoğraf 2.1) tipi rus uçağının maksimum kalkış ağırlığı tam 600 tondur (<http://ugurdemiroz.com>, 2010). Ancak sıkıntı, üretilen bu ağırlıktaki uçaklara uygun iniş-kalkış yapabilecek pistleri olup olmadığıdır.



**Fotoğraf 2.1.** Antonov 225 uçağı

Bir uçağın maksimum kalkış ağırlığı hesaplanması büyük önem arz etmektedir. Boeing 737'nin maksimum kalkış ağırlığı 79 ton olmasına rağmen, bu her pistten 79 ton ile kalkacak anlamına gelmemektedir. Bir uçağın kalkış ağırlığını; meydanın deniz seviyesinden yüksekliği, hava sıcaklığının yüksek olması, rüzgâr, pistin uzunluğu ve kalkılacak pistin çevresindeki manialar yani dağ, tepe vb. yükseltiler etkilemektedir.


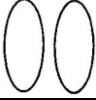
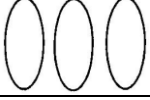
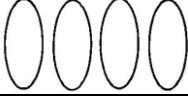

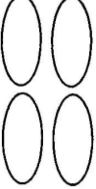
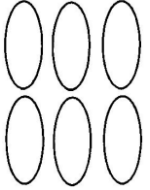
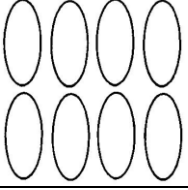

Uygulamada bu bilgiler o havalimanını kullanan havayolu şirketi elemanları tarafından değerlendirilerek hesaplanır ve tablolar haline getirilerek ve uçaklara yüklenir. Kokpit ekibi de kalkış öncesi kalkış yapabileceği maksimum ağırlığı yer görevlilerine bildirir. Yer ekibi de buna göre uçağa alınacak yolcu ve yükü hesaplayarak gerekli müdahalelerde bulunur. Bir Boeing 737-800 ortalama 40-44 ton ağırlığındadır, yurt içinde yaklaşık 5-6 ton, 2-3 saatlik uçuşlarda ise yaklaşık 10-12 ton civarında yakıt alır, geri kalan ağırlıkta yolcuların ve bagajların ağırlığına paylaşılır. Yolcular genelde 84 kg, çocuklar 35 kg ve bagajlar da 15 kg olarak hesaplanır.

Maksimum iniş ağırlığı; uçağın boş ağırlığı ve taşınan yüklerin toplamı oluşturur. Çizelge 2.2'de incelendiğinde, uçakların kanat açıklıkları 60 m'nin üzerine, uzunluklarının 70 m'nin üzerine ve maksimum kalkış ağırlıklarının ise 360.000 kg'a kadar çıkabildiği görölmektedir. Bu değerler ve diğer başka parametreler de dikkate alınarak havaalanlarını pist tasarımı yeniden boyutlandırılır. Çizelge 2.3'de çeşitli uçakların iniş takımlarının yerleşimleri ve ölçüleri verilmiştir (FAA AC 150/5320-6E, 2009).

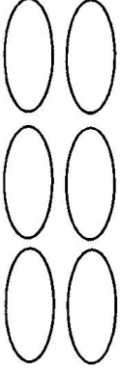
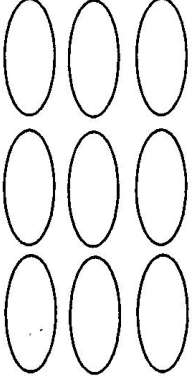
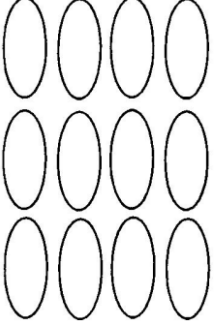
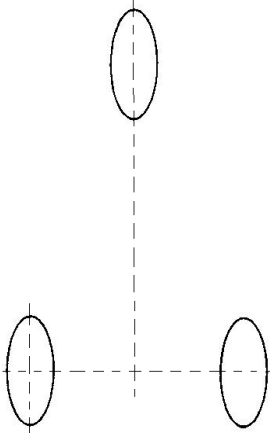
**Çizelge 2.2. Çeşitli uçakların karakteristik özellikleri ve ölçüleri**

İmalatçı	Uçak Tipi	Kanat Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	İniş Takımları	Ana İniş Takımları	Maksimum Kalkış (kg)	Maksimum İniş (kg)
Airbus Industrie	A-300-600	44,81	53,36	18,6	9,47	165.001	138.001
Airbus Industrie	A-310-300	43,89	46,64	14,97	9,47	149.998	123.001
Airbus Industrie	A-320-200	33,84	37,5	12,51	7,35	71.999	60.999
Airbus Industrie	A-340-200	60,08	59,44	18,93	4,9	253.513	180.983
Boeing	B-727-200	32,92	46,64	19,21	5,51	83.824	68.039
Boeing	B-737-200	28,35	30,49	11,29	5,19	45.359	43.091
Boeing	B-737-300	28,68	33,44	12,22	5,19	56.472	51.709
Boeing	B-737-400	28,68	36,29	14,05	5,19	62.822	54.885
Boeing	B-737-500	28,68	30,81	10,98	5,19	52.390	49.895
Boeing	B-747-100	59,46	70,44	25,6	11	322.050	255.826
Boeing	B-747-200B	59,46	70,44	25,6	11	351.534	255.826
Boeing	B-747-300	59,46	70,44	25,6	11	322.050	255.826
Boeing	B-747-400	64,92	70,44	25,6	11	362.874	260.362
Boeing	B-747-SP	59,46	56,11	20,43	10,98	285.763	204.116
Boeing	B-757-200	37,83	47,25	18,29	7,32	99.790	89.811
Boeing	B-767-200	47,55	48,47	19,53	9,16	142.881	123.377
Boeing	B-767-300	47,55	54,87	22,58	9,16	156.489	136.078
Boeing	B-777-200	60,69	63,71	25,64	10,97	242.672	201.848
McDonnell- Douglas	DC-8-73	45,13	57,01	23,49	6,13	161.025	117.027
McDonnell- Douglas	DC-9-32	28,97	36,28	16,16	4,89	54.885	49.895
McDonnell- Douglas	DC-9-51	28,36	40,56	18,32	4,88	54.885	49.895
McDonnell- Douglas	MD-81	32,64	44,84	21,96	4,9	63.503	58.060
McDonnell- Douglas	MD-87	32,64	39,64	18,93	4,9	67.812	58.967
McDonnell- Douglas	MD-90-30	32,64	46,35	23,48	4,9	70.760	64.410
McDonnell- Douglas	DC-10-10	47,26	55,48	21,96	10,67	195.045	164.881
McDonnell- Douglas	DC-10-30	50,3	55,48	21,96	10,67	259.455	214.549
McDonnell- Douglas	DC-10-40	50,3	55,48	21,96	10,67	251.744	182.798
McDonnell- Douglas	MD-11	51,83	61,39	24,41	10,67	273.289	195.045
Lockheed	L-1011-500	50	50	18,62	10,97	231.332	166.922
British Aerospace	BAe111-500	28,36	32,61	12,51	4,28	53.999	49.499
Fokker	F-28-4000	25	29,57	10,09	4,9	33.112	31.525
Aerospatiale/BAC	Concorde	25,33	62,5	18,01	7,63	185.066	111.130

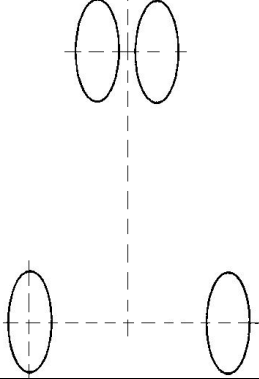
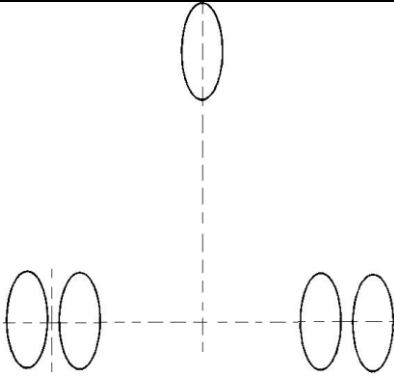
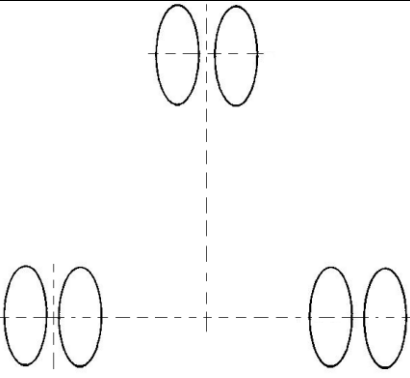
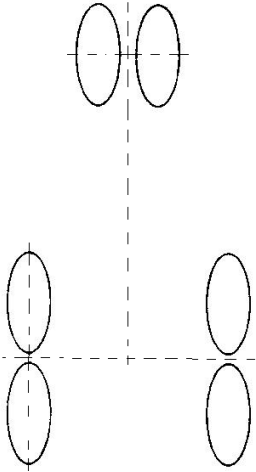
**Çizelge 2.3.** Çeşitli uçakların iniş takımı düzenleri ve geometrik ölçüleri

Standart Gösterim	Tekerlek ve İniş Takımı düzeni	Örnek Uçak Tipi
S		Sing Whl-45 F-14, F-15
D		B737-100
T		
Q		HS-121 Trident
2S		C-130
2D		B767-200
2T		C-17A
2Q		
3S		

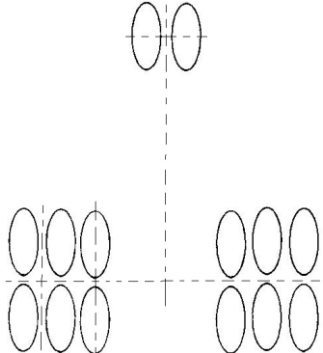
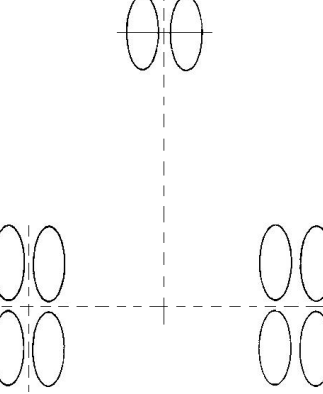
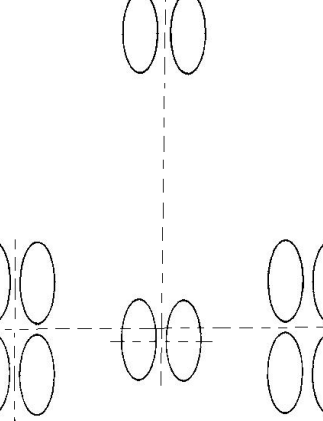
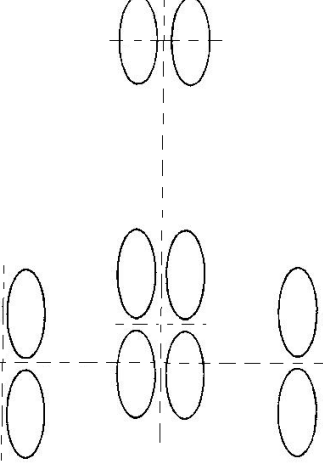
Çizelge 2.3. Devamı

3D		B777-200
3T		
3Q		
S		

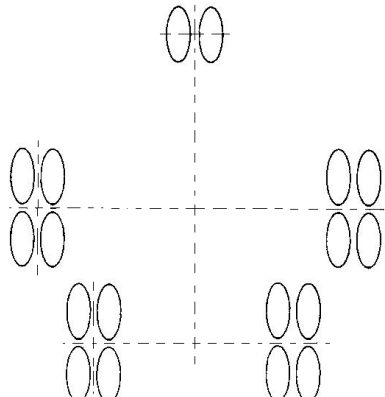
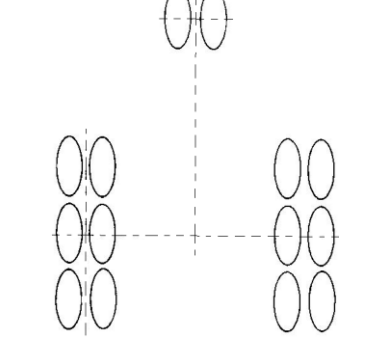
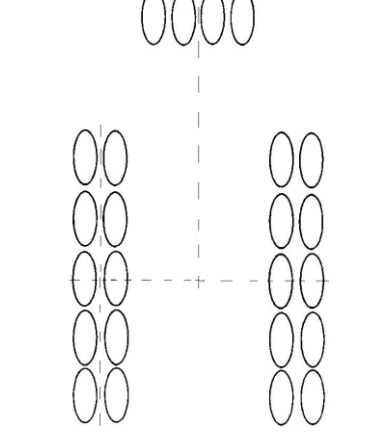
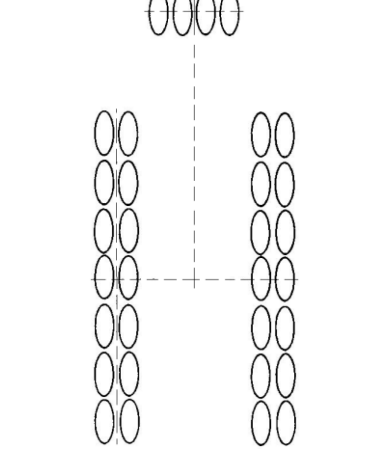
**Çizelge 2.3. Devamı**

S		
D		Beech 1900
D		B-737, P3(C-9)
2S		C-130

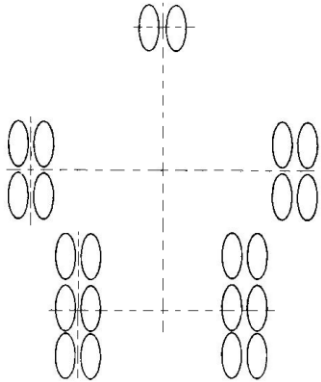
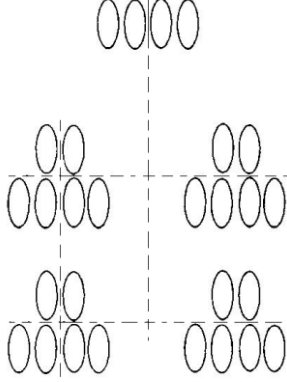
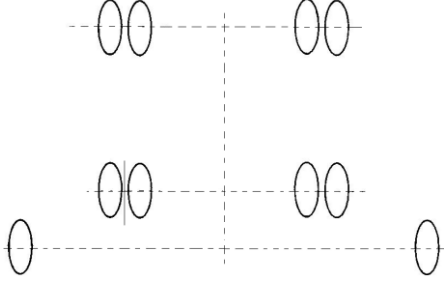
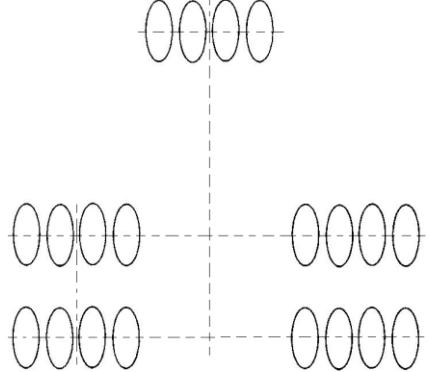
**Çizelge 2.3. Devamı**

2T	 <p>The diagram shows a top-down view of the Boeing C-17 cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are two seats. Below this, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line indicates the front of the cabin.</p>	Boeing C-17
2D	 <p>The diagram shows a top-down view of the B-757, KC-135, and C141 cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are two seats. Below this, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line indicates the front of the cabin.</p>	B-757, KC-135, C141
2D/D1	 <p>The diagram shows a top-down view of the DC 10-30-40 and Lockheed L-1011 cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are two seats. Below this, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. In the middle of the cabin, there is a single seat on each side of the aisle. A horizontal dashed line indicates the front of the cabin.</p>	DC 10-30-40, Lockheed L- 1011
2D/2D1	 <p>The diagram shows a top-down view of the A340-600 standard cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are two seats. Below this, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. In the middle of the cabin, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line indicates the front of the cabin.</p>	A340-600 std

**Çizelge 2.3. Devamı**

2D/2D2	 <p>The diagram shows a top-down view of a 2D/2D2 aircraft cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are two seats. Below this, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. At the bottom, there are two rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line is drawn between the two rows of seats on each side.</p>	B-747-400
3D	 <p>The diagram shows a top-down view of a 3D aircraft cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are two seats. Below this, there are three rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line is drawn between the first and second rows of seats on each side.</p>	B-777
5D	 <p>The diagram shows a top-down view of a 5D aircraft cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are four seats. Below this, there are five rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line is drawn between the first and second rows of seats on each side.</p>	Antonov AN-124
7D	 <p>The diagram shows a top-down view of a 7D aircraft cabin. A central vertical dashed line represents the aisle. At the top, there are four seats. Below this, there are seven rows of seats on each side of the aisle, with two seats per row. A horizontal dashed line is drawn between the first and second rows of seats on each side.</p>	Antonov AN-225

**Çizelge 2.3. Devamı**

2D/3D2		A380-800
C5		Lockheed C5 Galaxy
D2		Boeing B-52 Bomber
Q2		Ilyushin IL-76

Uçak iniş takımları; uçak ağırlığı ve üstyapı arasındaki etkileşimi belirlemek için bir araç olarak kullanılmaktadır. İniş takımı tipi ve konfigürasyonu, uçak ağırlığının üstyapı üzerinde nasıl dağıtılacağını belirtir ve üstyapının uçak yüklerine karşı göstereceği dayanımı belirler.



**Fotoğraf 2.2.** Çeşitli iniş takımı örnekleri

İniş takımı konfigürasyonları, lastik temas bölgeleri ve lastik basıncının incelenmesiyle elde edilen sonuçlar, bunların uçağın ağırlığı ile belli bir eğilim izlediğini göstermiştir.

Esnek ve rijit üstyapı kalınlığı tasarım hesapları; iniş takımı tiplerine ve geometrisine bağlı olduğundan, tasarım eğrileri uçak iniş takımı konfigürasyonlarına göre geliştirilmiştir (Fotoğraf 2.2).

Trafik tahmini, farklı iniş takımlarına ve farklı ağırlıklara sahip olan çeşitli uçakların bir karışımı olduğundan, toplam trafiğin etkileri, tasarımda kullanılan uçağın iniş takımlarının şekline dönüştürülür (FAA AC 150/5320-6E, 2007) ve buna göre pist boyutlandırılması yapılır.

Tasarım uçağı cinsinden yıllık eşdeğer kalkış sayısının belirlenmesinde üstyapıyı kullanacak tüm uçakların tasarım uçağının sahip olduğu tekerlek ve iniş takımı düzenine dönüştürülmesi gerekmektedir. Dönüşüm için kullanılacak katsayılar Çizelge 2.4’de verilmiştir (AC 150/5320-6D, 2004). Farklı üstyapı cinsi ve kalınlığı için daha gerçekçi katsayılar geliştirilebilir. Ancak bu katsayılar geliştirilirken basit hesaplama imkanları ortadan kalkacağından, iterasyon ve uyarlamaların hesaplamalara dahil edilmesi gereklidir.

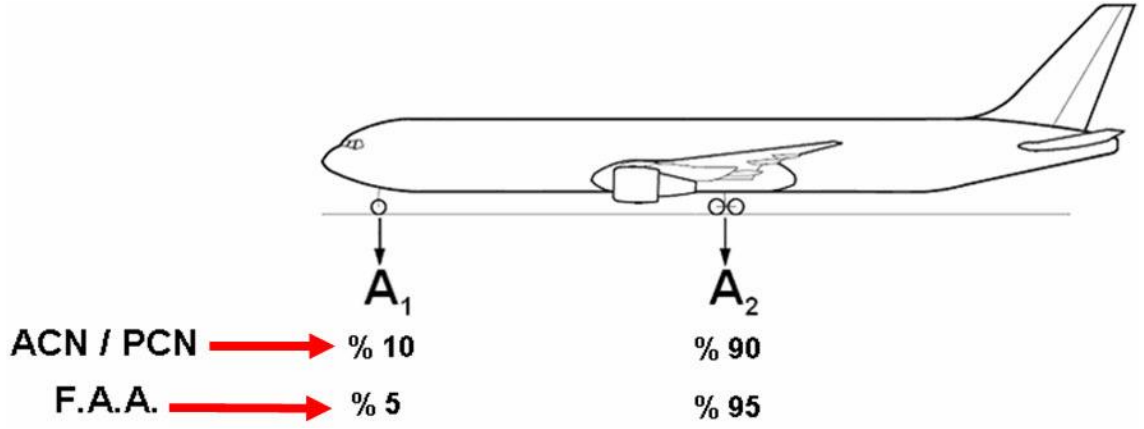
**Çizelge 2.4.** Tasarım uçağına dönüşüm katsayıları

<b>Tekerlek ve İniş Takımı Düzeninden</b>	<b>Tekerlek ve İniş Takımı Düzenine</b>	<b>x Kalkış Sayısı</b>
S	D	0,8
S	2D	0,5
D	S	1,3
D	2D	0,6
2D	S	2,0
2D	D	1,7
Çift ikili tandem	2D	1,0
Çift ikili tandem	D	1,7

## **2.2 Uçak Ağırlıkları**

Uçak ağırlığı üstyapı tasarımına etki eden ana etkindir. Ampirik yöntemlerde değişkenlerin sayısını azaltmak için bazı geçerli varsayımlar kullanılmıştır. Örneğin; arka tekerlek ağırlık yüzdesi uçağın toplam ağırlığının ortalama % 90-95'i (Şekil 2.7), ön tekerlek ağırlık yüzdesi de toplam ağırlığın ortalama % 5-10'u olarak hesaplarda göz önüne alınmış ve buna bağlı olarak abaklarda ve grafiklerdeki uçak

ağırlık eğrileri çizilmiştir (FAA AC 150/5320-6E, 2007). Uçak ağırlıkları ile ilgili Çizelge Ek-A'da ACN tablolarında verilmiştir (Fotoğraf 2.3).



Şekil 2.7. Teorik uçak iniş takımı ağırlık yüzdeleri



Fotoğraf 2.3. Uçak ağırlıkları türü

### 2.3 Havaalanlarının Sınıflandırılması

Uçaklar kullanım amaçlarına ve şekillerine göre değişik boyutlarda üretilmektedir. Bu farklılıklardan dolayı uçakların ve havaalanı tesislerinin tasarımında ve imalatlarında belli standartlar kullanılmaktadır. Bu sayede havaalanlarında pistlere gelecek trafik yükleri ile ilgili değer ve parametreler belirlenmiş olmaktadır. Bu

amaçla sivil havacılık için çeşitli sınıflandırmalar yapan organizasyonlardan FAA ve International Civil Aviation Organization (ICAO) (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı) en büyükleridir (FAA AC 150/5320-6E, 2007). En çok kullanılan sınıflandırma ICAO'nun yapmış olduğu Annex 14'de tanımlanmış olan sınıflandırmadır.

### 2.3.1 FAA sınıflandırması

FAA sınıflandırması, havaalanını kullanması öngörülen uçakların karakteristik özelliklerini baz alarak yapılmaktadır. Buna göre uçak yaklaşım kategorisi ve uçak tasarım grubu olmak üzere iki kavram göz önüne alınmaktadır. Uçak yaklaşım kategorisini belirleyen uçak yaklaşım hızı, uçak iniş halindeyken ve ağırlığı izin verilen maksimum iniş ağırlığındayken düşmeden uçabileceği minimum hızın 1,3 katı olarak kabul edilmektedir. Uçak tasarım grubu ise uçağın kanat açıklığına göre belirlenmektedir. Bu iki kritere göre havaalanının sınıfı tespit edilmektedir. Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6'ya göre yaklaşım hızı 120 knot, kanat açıklığı 50 m olan bir uçağın FAA sınıflandırmasına göre sınıfı B-IV olmaktadır (FAA AC 150/5320-6E, 2007).

**Çizelge 2.5.** Yaklaşım hızına göre FAA havaalanı sınıflandırması

Yaklaşım Kategorisi	Yaklaşım Hızı (knot) (1,85 km/h)
A	$V < 91$
B	$91 < V < 121$
C	$121 < V < 141$
D	$141 < V < 166$
E	$V > 166$

**Çizelge 2.6.** Kanat açıklığına göre FAA havaalanı sınıflandırması

Tasarım Grubu	Kanat Açıklığı (a) (m)
I	$a < 15$
II	$15 < a < 24$
III	$24 < a < 36$
IV	$36 < a < 52$
V	$52 < a < 65$
VI	$65 < a < 80$

### 2.3.2 ICAO sınıflandırması

ICAO sınıflandırması alfabetik ve nümerik olarak iki şekilde yapılmaktadır.

Alfabetik sınıflandırma ile uçakların kanat açıklıklarını ve ana iniş takımları arasındaki mesafeyi göstermektedir.

Nümerik sınıflandırma uçağın rüzgârsız havada, deniz seviyesinde, standart atmosfer koşullarında ve düz eğimli pistte maksimum kalkış ağırlığındaki gerekli minimum arazi uzunluğunu vermektedir.

Chicago anlaşmasına göre havaalanları 6 kategoriye ayrılmaktadır. Her kategori bir referans kodu ile gösterilmektedir. Bu kod, bir sayısal bir de alfabetik işaretlerden oluşmuştur. Havaalanı kod rakamları (1-4) mevcut pistin uzunluğunu gösterirken, havaalanı kod harfleri (A-F) havaalanını kullanması muhtemel en büyük uçağın kanat genişliğini ve tekerlek dış kenarları arasındaki mesafeyi göstermektedir. Havaalanı referans kodları Çizelge 2.7’de gösterilmiştir. Referans kodu meydan özellikleri ile meydanı kullanacak uçaklar arasında bir bağ kurmak amacıyla kullanılmaktadır. Havaalanlarının sınıflandırılması meydanın özellikleri ve meydanı kullanacak uçakların özelliklerine göre yapılmıştır (ICAO, 2004).

Türkiye’de Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) ICAO havaalanı referans kodlarından yararlanarak “Havaalanı Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliği”nde havaalanlarını küçük, orta büyüklükte ve büyük havaalanları olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre havaalanlarının özellikleri (SHY-14A, 2002);

**Küçük havaalanları:** Çizelge 2.7’de kod numarası 1, 2 ve kod harfi A,B,C olarak belirlenen uçak referans uzunluğu 1200 m’den küçük olan havaalanlarıdır. Bu havaalanlarına hava yolu işletmeleri tarafından yapılacak iniş ve kalkışlar hava yolu işletmecisi ve kaptan pilotun yetki ve sorumluluğundadır.

**Orta büyüklükteki havaalanları:** Çizelge 2.7’de kod numarası 3 olan, kod harfi A,B,C,D olarak tariflenen, uçak referans uzunluğu 1200 ile 1800 m arasında olan

havaalanlarıdır. Orta büyüklükteki havaalanları en az iki uçak kapasiteli apronu olan ve uçuş emniyeti bakımından asgari uçuş ünitelerine sahip havaalanlarıdır. Bu havaalanlarında 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 havaalanlarının gerektiğinde üst grup uçaklarının fiziki ihtiyaçlarını dikkate alarak tasarlanması zorunludur.

**Büyük havaalanları:** Çizelge 2.7’de kod numarası 4 olan, kod harfi C,D,E,F olarak tariflenen, uçak referans uzunluğu 1800 m’den büyük olan havaalanlarıdır. Havaalanı trafik kapasitesine göre apron ve taksi yollarını içeren büyük havaalanları, orta ve büyük gövdeli uçakların değişik hava koşullarında aletli (IFR) iniş ve kalkış yapabilecekleri, ICAO tarafından yayımlanan kuralların son şeklinde belirtilen tüm standart ve tavsiyelere uygun iç ve dış hat trafiğine müsait alt ve üst yapı kriterleri ile havaalanının seçilmiş kategorisine göre aydınlatma, sinyalizasyon ve uçuş emniyeti gibi elektronik ve seyrüsefer sistemlerine sahip ve bulunduğu yerleşim bölgesinin gelişimine göre büyüme potansiyeli olan havaalanıdır.

**Çizelge 2.7. ICAO Havaalanı sınıflandırması**

1. Kod Bileşeni		2. Kod Bileşeni		
Kod Numarası	Uçak Referans Alan Uzunluğu	Kod Harfi	Kanat Açıklığı (m)	Tekerlek Dış Kenarları Arası Mesafe* (m)
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

\* Ana tekerleklerin dış kenarları arasındaki mesafe.

Çizelge 2.7’ye göre Airbus A310-300 uçağının yukarıda belirtilen koşullarda gerekli minimum referans arazi uzunluğu 1845 m, iniş takımları arasındaki mesafe

10,9 m ve kanat açıklığı 43,89 m olduğu için, ICAO sınıflandırmasına göre sınıfı 4-D olmaktadır.

FAA sınıflandırması ile ICAO sınıflandırmaları arasında tam birebir olmayan ama yaklaşık bir ilişki vardır. Bu ilişkiye göre FAA da ki A, B, C, D ve I, II, III, IV, V ile ICAO'nun 1, 2, 3, 4 ve A, B, C, D, E ve F sınıflandırmasına denk gelmektedir.

## **2.4 Pistlerin Geometrik Özellikleri**

ICAO tarafından belirlenen ve havaalanı yerleşimleri konusunda uyum sağlamak amacıyla uyulması gereken kriterler, pist genişliği, eğimi, uçakların performansı, pilotaj ve hava koşulları gibi hususlar dikkate alınarak pistler belirlenmelidir.

Havaalanlarının sunduğu hizmetlere yönelik standartları belirlemek amacıyla kullanılan referans kodları vardır. Referans kodlarının amacı, tasarım özelliklerine bağlı teknik şartnameleri pistleri kullanan değişik uçaklara göre havaalanı tesisinin uyum içinde olmasını sağlamaktır. Söz konusu kodlar Çizelge 2.7'de (ICAO, 2004) görüldüğü gibi temel havaalanı uzunluğu ile uçağın kanat açıklığı ve tekerlek açıklığına göre belirlenmektedir.

Pistler aşağıda belirtilen temel elemanlardan oluşmaktadır:

- a) Uçak yükünü taşımaya yönelik yapısal kaplama,
- b) Jet uçakların oluşturduğu rüzgar ve balasttan kaynaklanan erozyonu önlemek ve bakım ekipmanlarını ve havaalanı devriyelerini bulundurmak amacıyla yapısal kaplamanın iki yanında uzanan banketler,
- c) 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 sağlayabilmeli,

d) Sürekli ya da tekrar eden jet balastına maruz kalan pist sonlarına yakın yüzeylerdeki erozyonu önlemeye yönelik olarak tasarlanmış olan rüzgar yastıkları. Bu alan ya kaplamalı ya da çimlendirilmiş olmalı,

e) Pist sonu emniyet alanları, pistten önce iniş yapan ya da pist bitiminde duramayan uçaklar yüzünden meydana gelebilecek kazaları önlemeye yöneliktir. ICAO tarafından uyarlanan bazı pist özellikleri Çizelge 2.8’de verilmiştir.

Durma uzantısı, pist sonundan itibaren devam eden ek bir kaplama uzunluğudur. Durma uzantısı kaplamaları muhtemel uçak yüklerini taşıyabilecek mukavemette olmalıdır. Durma uzantısının uzunluğu, yayınlanmış pist uzunluklarına dâhil edilmemiş olmakla birlikte, havaalanı yetkililerinin emriyle söz konusu durma uzantılarının pilotlar tarafından kabul edilebilir kalkış ağırlığının belirlenmesi amacıyla kullanılmasında 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 imkân sağlamaktadır (ICAO, 1987).

**Çizelge 2.8.** Pist ve pist şeridi özellikleri

<b>Pist Genişliği</b>	<b>Kod Numarası</b>			
	1	2	3	4
A Kodu	18 m	23 m	30 m	---
B Kodu	18 m	23 m	30 m	---
C Kodu	23 m	30 m	30 m	45 m
D Kodu	---	---	45 m	45 m
E Kodu	---	---	---	45 m
F Kodu	---	---	---	60 m
<b>Pist ve banketlerin toplam genişliği</b>	D ve E kodu için pist ve banketlerin genişlikleri toplamı 60 m’nin altında, F kodu için 75 m’nin altında olmayacaktır.			
<b>Pist</b>				
Maksimum uzunlamasına eğim	% 1,5	% 1,5	% 1,25	% 1,25
Maksimum etkin düzgünlük	% 2	% 2	% 1	% 1
Maksimum uzunlamasına eğim değişikliği	% 2	% 2	% 1,5	% 1,5
Maksimum enine eğim	Kod harfi A ve B için % 2 ve kod harfi C, D, E ve F için % 1.5.			
<b>Pist şeridi genişliği</b>				
Hassas ve hassas yaklaşmasız pist	150 m	150 m	300 m	300 m
Aletsiz pist	60 m	80 m	150 m	150 m
<b>Şerit</b>				
Maksimum uzunlamasına eğim	% 2	% 2	% 1,75	% 1,5
Maksimum enine eğim	% 3	% 3	% 2,5	% 2,5

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 sahasında tasarımında dikkat edilmesi gereken husus kabul edilebilir kalkış ağırlığının hesaplanmasında aşma sahası ve durma uzantılarının göz önünde bulundurulmasının alışlagelmiş bir uygulama olmamakla birlikte, bazı koşullar altında bu uygulamanın kabul edilebilir kalkış ağırlığını hesaplamakta etkili bir yöntemdir (ICAO, 1987).

Pist sayısı ve istikametleri ile terminal binalarının pistlere göre yerleştirilmesine alan düzeni denilmektedir. Pist sayısı trafik hacmine, istikametleri rüzgâr yönüne bağlı olmaktadır. Yolculara hizmet veren terminal binası pistlere kısa ve kolay erişimi sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Genel olarak pistler ve taksirutlar bazı hususlar göz önüne alınarak düzenlenmektedir. Bunlar; trafik akımları için yeterli aralıklarda; iniş, taksi ve kalkış işlemlerine en az müdahale ve en az gecikmeye neden olacak tarzda olmalıdır. Terminal sahası ve pist uçları arasındaki mesafeyi en aza indirecek şekilde ve inen uçakların pisti süratle boşaltmasına ve terminal sahasına en kısa yerden ulaşmasına imkân verecek sayıda taksiyolu olacak şekilde düzenlenmelidir.

Çok meşgul alanlarda pist kalkış uçlarında bekleme cepleri inşa edilmeli, bunlar beklenen en büyük uçaktan üç-dört adet alabilecek ve geçişlere izin verecek büyüklükte olmalıdır.

Birçok pist düzeni vardır. Bunlar şu temel düzenlerin kombinezonlarıdır:

**a. Tek pist:** En basit pist düzenidir. Saatlik kapasiteleri VFR için 45-100 hareket, IFR için 40-50 harekettir. Kapasite uçak karışımına ve seyrüsefer yardımcılarının varlığına bağlıdır.

**b. Paralel pistler:** Kapasiteleri sayılarına ve ara mesafelerine bağlıdır. İki ve dört paralel pist oldukça yaygındır. Üç paralel pist nadiren yapılmaktadır. Bu takdirde

terminal binası ortaya yapılacağından yeterli aralık bırakılmalıdır. Bazen pist uçlarına şaşırtmak gerekmektedir.

**c. Çift şerit pistler:** Kapasitenin gerekli yerin az olduğu durumlarda yapılmaktadır. En iyi strateji iç pistleri kalkış dış pistleri iniş için kullanmaktır.


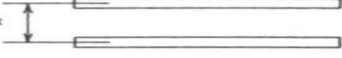
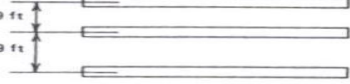
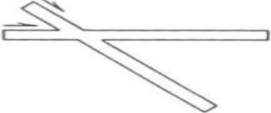
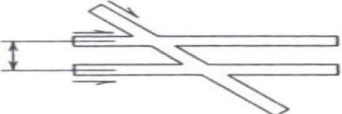
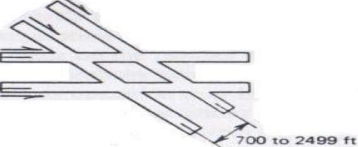
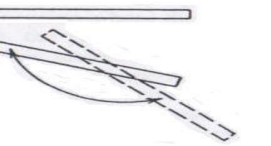
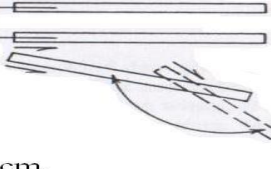
**d. Kesişen pistler:** Üç tipi vardır: Yakın eşikte kesişenler, Merkezde kesişenler ve Uzak eşikte kesişenler.

Bunlar şiddetli rüzgârlar değişik yönlerden estiği zamanlarda kullanılır. Sakin havalarda iki pistin birden kullanılması mümkündür. Kapasite, kesişme tipine ve stratejiye bağlıdır.

**e. Açık V pistler:** Toplayıcı ve dağıtıcı olmak üzere iki tipi vardır. Şiddetli rüzgârlar bir yönde estiğinde tek piste dönüşürler. En yüksek kapasiteyi veren strateji halidir.

Pistlerin yerleşimine ve geometrik özelliklerini belirleyen faktörler; yerel iklim koşulları (rüzgâr ve görüş mesafesi), havaalanının arazisinin ve çevresinin topografyası, trafik hacmi ve uçakların özellikleri ile çevresel kriterleri olarak sıralanabilir. Bu faktörler pistlerin güvenlik ve verimli kullanım amaçlarına göre tasarlanmasını belirleyen faktörlerdir (FAA AC 150/5320-6E, 2007). Şekil 2.8'de pist türleri verilmiştir (Paul vd.,1998).

Kalkışın tamamlanamaması durumunda gerekecek güvenlik için pistin sonuna eklenen durma ek uzantı yapısı ve pist sonunda uçağın tırmanma açısı azaltılarak kalkış ağırlığının artmasını sağlamak amacıyla engellerin kaldırıldığı pist sonundaki ek bölgedir (FAA AC 150/5320-6E, 2007).

Pist Görünümleri	Saatlik Kapasite VRF	IFR	Yıllık Servis Hacmi
	98	59	230,000
	74	57	195,000
	63	56	205,000
	55	53	210,000
	51	50	240,000
	197	59	355,000
	145	57	275,000
	121	56	260,000
	105	59	285,000
	94	60	340,000
	295	62	385,000
	219	63	310,000
	184	65	290,000
	161	70	315,000
	146	75	385,000
	98	59	230,000
	77	57	200,000
	77	56	215,000
	76	59	225,000
	72	60	265,000
	197	59	355,000
	145	57	275,000
	121	56	260,000
	105	59	285,000
	94	60	340,000
	197	59	355,000
	147	57	275,000
	145	56	270,000
	138	59	295,000
	125	60	350,000
	150	59	270,000
	108	57	225,000
	85	56	220,000
	77	59	225,000
	73	60	265,000
	295	59	385,000
	210	57	305,000
	164	56	275,000
	146	59	300,000
	129	60	355,000

1 ft : 30,4 cm

Şekil 2.8. Pist türleri

## 2.4.1 FAA sınıflandırmasına göre pistlerin geometrik özellikleri

### 2.4.1.1 FAA sınıflandırmasına göre pist genişliği

FAA sınıflandırması, pist sistemlerini; kaplama, banketler, tampon bölge, pist güvenlik alanı, engellerden arındırılmış bölgeler ve pist koruma alanı tanımlayarak oluşturmaktadır. FAA sınıflandırmasına göre Çizelge 2.9 ve Çizelge 2.10 A, B, C, D ve E yaklaşım kategorilerine göre pist boyutlarını, Çizelge 2.11 pist eğimlerini

göstermektedir. FAA sınıflandırmasında pist yapılarını kaplama, banketler, tampon bölge, pist güvenlik alanı, engellerden arındırılmış bölgeler ve pist koruma alanı olarak tanımlanmaktadır.

ICAO sınıflandırmasına göre pist yapılarında pist şeridi ve pist sonu güvenlik bölgesi, FAA sınıflandırmasının pist güvenlik bölgesi olarak tanımladığı bölümlere karşılık gelmektedir (FAA AC 150/5320-6E, 2007).

**Çizelge 2.9.** Yaklaşım kategori A ve B ye göre pist boyutları (m)

Yaklaşım Tipi	Görsel					Aletli (Radarla)				
	Ia	I	II	III	IV	Ia	I	II	III	IV
Uçak Tasarım Grubu										
Pistin Genişliği	18,3	18,3	22,9	30,5	45,7	22,9	30,5	30,5	30,5	45,7
Banket Genişliği	3,0	3,0	3,0	6,1	7,6	3,0	3,0	3,0	6,1	7,6
Pist Güvenlik Bölgesi Genişliği	36,6	36,6	45,7	91,4	152,4	91,4	91,4	91,4	121,9	152,4
Pist Güvenlik Bölgesi	73,2	73,2	91,4	182,9	304,8	182,9	182,9	182,9	243,8	304,8

**Çizelge 2.10.** Yaklaşım kategori C,D ve E ye göre pist boyutları (m)

Uçak Tasarım Grubu	I	II	III	IV	V	VI
Pistin Genişliği	30,5	30,5	30,5	45,7	45,7	61,0
Banket Genişliği	3,0	3,0	6,1	7,6	10,7	12,2
Pist Güvenlik Bölgesi Genişliği	152,4	152,4	152,4	152,4	152,4	152,4
Pist Güvenlik Bölgesi Uzunluğu	304,8	304,8	304,8	304,8	304,8	304,8

**Çizelge 2.11.** FAA sınıflandırmasına göre pist eğimleri (%)

Uçak Yaklaşım Kategorisi	A	B	C	D	E
Boyuna Maksimum Eğim	2	2	1,5	1,5	1,5
Enine Maksimum Eğim	2	2	1,5	1,5	1,5
Boyuna Maksimum Değişim	2	2	1,5	1,5	1,5

### 2.4.1.2 Pistlerin uzunluklarının belirlenmesi

ICAO planlama amacı ile uçağın imalatçısından bütün ayrıntılı bilgileri aldıktan sonra uçağın kalkış ve uzunluğunu tayin etmek için bazı yaklaşık düzeltmelerin yapılmasını öngörmektedir. Genel olarak aşağıda sıralanan unsurlar, uçakların motor performanslarına etki ettiği için pist uzunlukları değişmektedir.

Pistlerin uzunluklarına etki eden başlıca unsurlar:

**a. Pist Eğimi:** Ters yöndeki eğimler pist uzunluğunu değiştirir. Yükseklik ve sıcaklığa bağlı pist uzunluğu, A, B ve C sınıfı havaalanlarında her % 1 lik eğim artışı için pist uzunluğu % 10 oranında arttırılır.

**b. Havaalanının deniz seviyesinden yüksekliği:** Rakım arttıkça pist uzunluğu artar. Her 305 m için pist yüzeyi % 7 arttırılır.

**c. Sıcaklık:** Sıcaklığa bağlı olarak uçak motorlarının performansı değişmektedir. Sıcak bölgelerde pistler aynı tasarım uçağı için daha uzundur. Bu sebeple havaalanı referans sıcaklığının standart atmosfer sıcaklığını aştığı her 1 °C' lik fark için % 1 oranında pist uzunluğu arttırılır. Eğer havaalanı referans sıcaklığının standart atmosfer sıcaklığından düşükse aynı şekilde uzunluk düşürülmelidir.

**d. Yüzeyin Durumu:** Su, buz, benzeri bulunan yüzeyler pist uzunluğunun artmasına sebep olur.

**e. Rüzgâr:** Rüzgârın istatistiksel olarak esme yön ve şiddetine bağlı olarak pist uzunluğu değişir.

Pist uzunluğunun belirlenmesi için kritik olarak tanımlanan uçağın boş ağırlığı bulunur. Bu uçağın boş ağırlığına ticari yük ve yakıt, yedek yakıt miktarları ilave edilerek iniş ağırlığı tespit edilir. İniş ağırlığı maksimum iniş ağırlığını geçmemesi gerekmektedir. Aynı şekilde uçağın kalkış ağırlığı da tespit edilir. Bu ağırlık maksimum kalkış ağırlığını geçmemesi gerekir. Daha sonra diğer parametreler, sıcaklık, pistin eğimi, rakım, rüzgâr belirlenir. Bu parametreler ve uçağın özelliklerine göre pist uzunluğu belirlenir. Daha sonra belirlenen pist

uzunluklarının yukarıda belirtilen çeşitli etkenlere göre düzeltilmesi gerekmektedir (FAA AC 150/5320-6E, 2007).

**Örnek 1:** Standart koşullardaki iniş için pist uzunluğu 3000 m, kalkış için 2500 m, rakımın 951 m, referans sıcaklığın 25 °C, standart sıcaklığın 16 °C ve pist eğiminin % 0,7 olan pistin iniş ve kalkış için pist uzunluklarının yeterli olup olmadığının belirlenmesi için düzeltilmiş pist uzunluğunun hesaplanması gereklidir:

Kalkış uzunluğu düzeltmesi:

Rakım:  $2500 \times 0,07 \times 951 / 300 + 2500 = 3054$  m

Sıcaklık:  $3054 \times (25 - 16) \times 1 / 100 + 3054 = 3329$  m

Eğim:  $3329 \times 0,7 \times 0,1 + 3329 = 3562$  m, düzeltilmiş pist kalkış uzunluğudur.

İniş uzunluğu düzeltmesi:

Rakım:  $3000 \times 0,07 \times 951 / 300 + 3000 = 3666$  m, düzeltilmiş pist iniş uzunluğudur.

Sonuç olarak  $3666 > 3562$  olduğu için 3666 m pist uzunluğu olarak kullanılmalıdır.

**Örnek 2:** "A" havaalanına ait pist uzunluğu, "A" havaalanından "B" havaalanına yapılan bir uçuşa bağlı olarak şu şekilde hesaplanmalıdır:

- a) Uçağın boş işletim ağırlığı belirlenir.
- b) Uçağın taşıyacağı yük belirlenir.
- c) Yakıt rezervi belirlenir.
- d) Birinci, ikinci ve üçüncü maddeler toplanır. Bulunan değer, uçağın "B" şehrine iniş ağırlığıdır. Bu ağırlık uçağın yapısal iniş ağırlığını aşmamalıdır.
- e) Yükselme, yolculuk süreci ve iniş için gerekli yakıt ihtiyacı belirlenir.
- f) Uçağın kalkış ağırlığı, dördüncü ve beşinci maddeler toplanarak bulunur. Bu ağırlık, uçağın yapısal kalkış ağırlığını aşmamalıdır.
- g) "A" havaalanının sıcaklık, yüzey rüzgarı, pist eğimi ve yükseklik koşulları belirlenir.
- h) Altıncı ve yedinci maddelerde belirtilen veriler ve uçağın onaylanmış uçuş kılavuzu kullanılarak pist uzunluğu hesaplanır (SHGM, 2008).

Yukarıda verilen maddeler aşağıdaki koşullar kullanılarak, Boeing 707-320B tipi bir uçağın "A" ve "B" havaalanları arasında yaptığı 3.000 deniz millik bir yolculuk için örneklenebilir:

Uçuş İrtifası	: 9.450 m
Uçuş, kalkış, iniş	: Standart koşullar
Uçuşta karşıdan gelen rüzgar	: 37 km/saat (200 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 alan 97.522 kg.dan azdır.
5. Adım Uçuş irtifasına ulaşmak için kullanılacak olan 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.

## BÖLÜM III

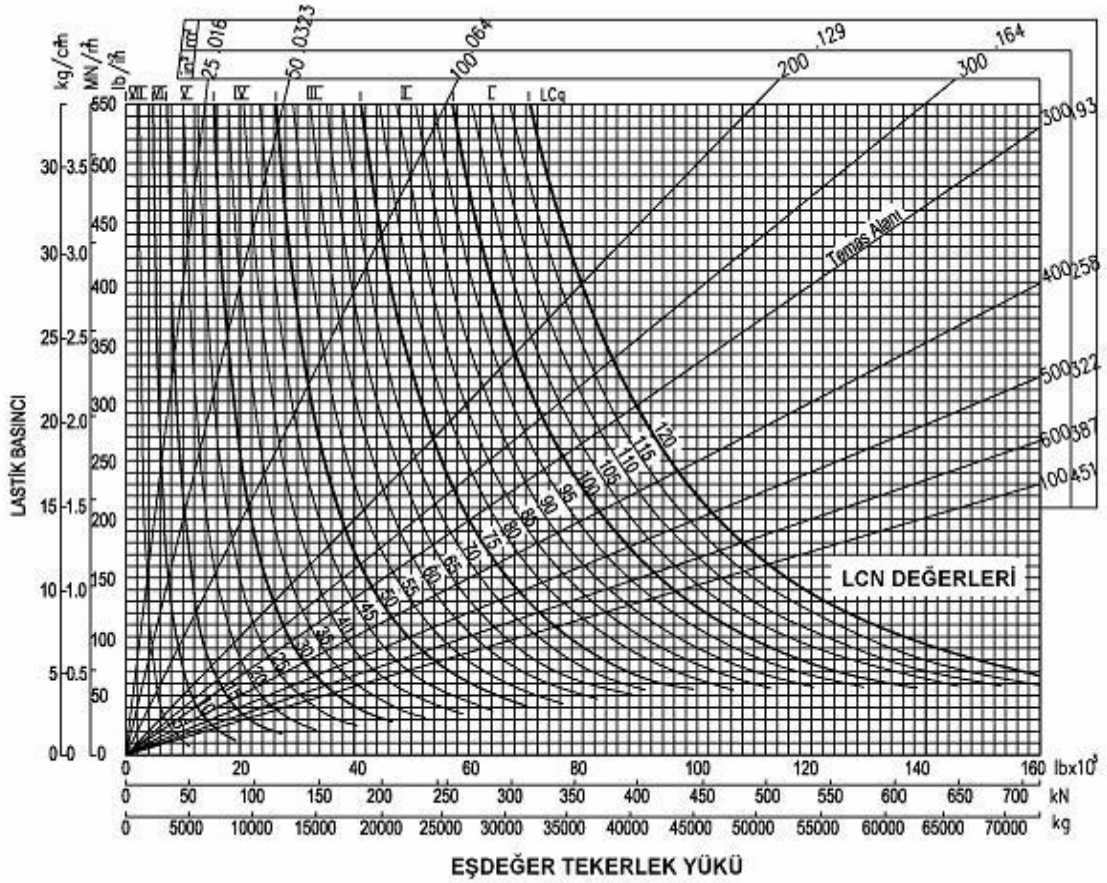
### HAVAALANI ÜST YAPI TASARIM METODLARI

#### 3.1 LCN / LCG Metodu

Yük sınıflandırma numarası yöntemi (LCN) (Load Classification Number); üstyapı tasarımında ve mevcut bir üstyapının gelişen uçak şartları altında nasıl bir dayanım göstereceğini değerlendirmede kullanılan bir tasarım yöntemidir. Herhangi bir alana emniyetli iniş ve kalkış yapabilecek uçakların belirlenmesinde LCN değeri kullanılmaktadır. Kullanılan ilk sistem olan ve günümüzde de halen kullanılmakta olan LCN yöntemi; 1962 yılından beri üstyapı taşıma gücünün belirlenmesi ve üstyapı kalınlıklarının tespitinde kullanılmaktadır.

İlk olarak İngiliz Havacılık Bakanlığınca 1948 yılında geliştirilmiş ve teknik doküman olarak yayınlamıştır. Yöntem, 1956 yılında düzeltilmiş haliyle ICAO tarafından havaalanı üstyapısının taşıma gücü değerlendirmesinde önerilen yöntemlerden biri olarak benimsenmiştir. 1965 yılında ise ICAO'nun ilgili dokümanına dahil edilmiştir 1971 yılına kadar üstyapı tasarım ve değerlendirme konusunda önemli oranda bilgi birikimi oluşmuştur. Elde edilen veriler LCN yönteminin geliştirilmesi gereğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, 1971 yılında yayınlanan doküman hava taşıtlarının LCN değerlerinin yedi grupta toplanması ile oluşan yük sınıflandırma grubu yani LCG (Load Classification Group) kavramını ortaya koymuştur. LCG, belirli bir kaplama üzerinde yaklaşık aynı gerilmeleri oluşturan uçakları aynı grupta toplamaktadır. Bu sınıflandırmanın kaplama tasarımında basit ve yeterli olacağı düşünülmüştür (Kuloğlu vd., 2007).

1977 yılında yayınlanan ICAO dokümanında üstyapı dayanımlarının belirlenmesinde önerilen bir yöntem olmasına rağmen LCG sınıflarının pratikte kullanım için çok geniş bir LCN aralığı vermesinden ve düzeltilmiş yöntemin eski yöntem ile LCN değerleri açısından farklılık göstermesinden dolayı yöntem yerini Aircraft Classification Number/Pavement Classification Number (ACN/PCN) yöntemine bırakmıştır (Kuloğlu vd., 2007).



Şekil 3.1. LCN eğrileri

Teorik olarak, uçak tarafından zemine aktarılan yükün oluşturduğu gerilmenin iniş takımları aracılığı ile her uçak tipinde aynı olması sağlanabilir. İniş takımı ile kaplamaya aktarılan yükün temas alanı ise lastik basıncı ile tespit edilir. Bu amaçla aynı gerilmeyi oluşturan tek teker yükü için farklı yük ve lastik basıncı değerleri ile bir eğri oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Bu eğri, kaplama üzerinde aynı etkiyi oluşturan yük-lastik basıncı gruplarını göstermektedir. Eğri sayısal halde LCN olarak adlandırılır. LCN terimi, uçağın yükünü, lastik basıncını ve kaplamanın yük taşıma kapasitesini tek bir sayı ile ifade edebilmek için oluşturulmuştur. LCG kavramı ise yükleri yedi ayrı sınıfta toplamaktadır. Her bir uçağın LCN/LCG sınıfı mevcuttur. Bu yöntemde trafik hacmi tasarım aşamasında değerlendirilmemektedir. Zemin, çakıllı ve kireçtaşı olduğu durumlar için “iyi” ve killi olduğu durumlar için “kötü” olarak sadece iki sınıfta tanımlanmıştır. Yöntem, herhangi bir arazi için zemin sınıfının tespit edilmesinde mühendislik tecrübesini ön plana çıkarmaktadır. Bu yöntemde geliştirilen abakta yer alan, tasarım ve değerlendirmeye ait altı farklı alternatif, dünya çapında elde edilen

deneysel sonuçlar ve tecrübelerle dayanarak ampirik olarak hazırlanmıştır. Mevcut kaplama performanslarının dikkate alındığı abakta, sıcaklıktan kaynaklanan gerilme ve trafik yoğunluğu gibi etkilerin dikkate alındığı düşünülebilir. Yöntemin havaalanı işletmecileri ve pilotlar tarafından kullanılmasında; uçağın LCN değerinin hesaplanması ve kaplamanın mukavemetinin, dolayısıyla LCG sınıfının tespit edilmesi gerekmektedir (Kuloğlu vd., 2007).

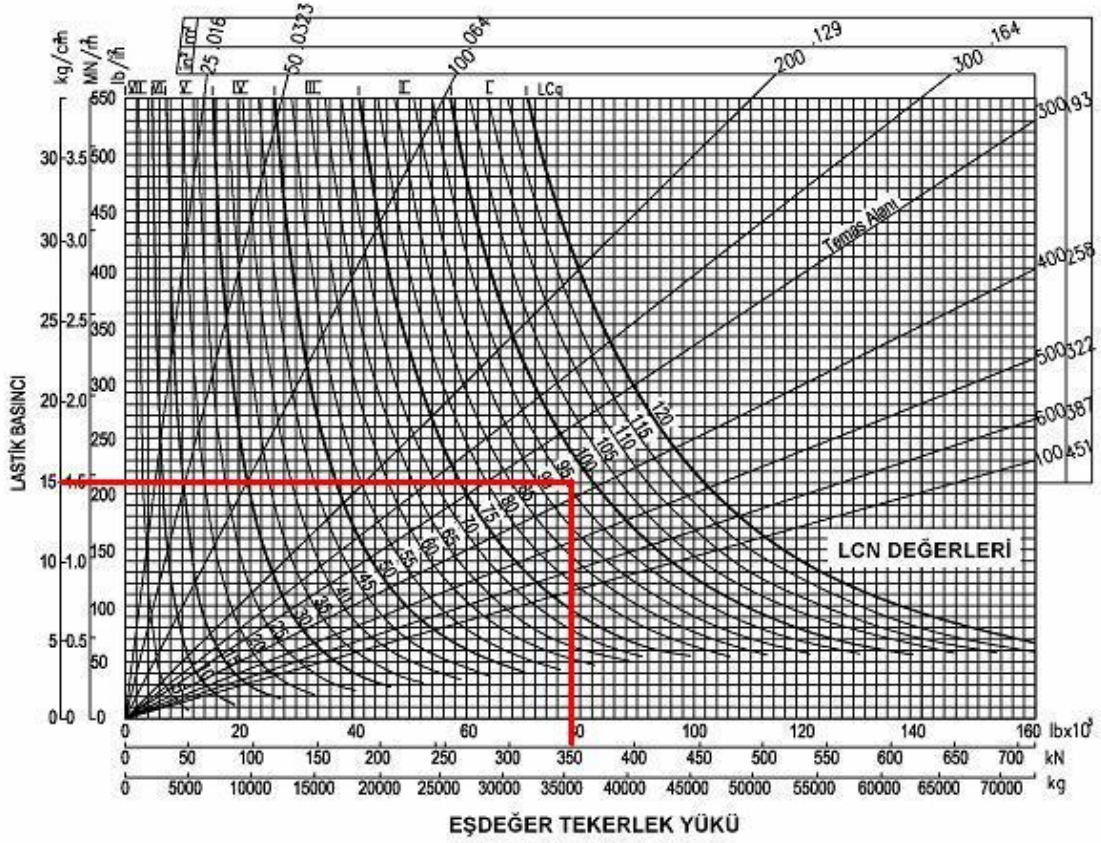
Uçak LCN değerinin bulunduğu LCG sınıfı, kaplamanın LCG sınıfına denk geldiği takdirde o uçak kaplama üzerinde tahditsiz (limitsiz) operasyon gerçekleştirebilir. Aynı kaplama üzerinde LCG sınıfı daha düşük uçakların da tahditsiz operasyon gerçekleştirmesi mümkündür (Kuloğlu vd., 2007). Yöntem; uçak ağırlığı, lastik iç basıncı, temas alanı ve üstyapının taşıma gücü arasındaki ilişkiyi esas alır. Üstyapı kalınlığı, üstyapı tipleri ve zemin durumu gibi faktörleri birlikte değerlendirir (MD Aircraft Company, 1990). Hizmete açılan üstyapıların dayanımı bir kaç sene sonra gözle görülmeyen bazı etkilerle mesela nem oranının değişmesi veya tasarımında kabul edilmiş yüklerin üstündeki yüklerle yüklenmesi gibi sebeplerle değişerek, üstyapı bölgelerinin yüzey tabakalarında çatlak ve kırılmalar meydana gelebilir (Kuloğlu vd., 2007).

Esnek üstyapıda kalınlık tasarımı yapmak için LCN grafiklerindeki; sabit bir tekerlek basıncında, eşdeğer tek tekerlek yükü değerlerinden yararlanılarak uçak ağırlıklarına bağlı tasarım eğrilerinden kalınlık tespiti yapılır (DLH, 2007).

Tasarımda, trafik yoğunluğunun tam olarak tanımlanamadığı ve üstyapı kalınlığının değişmesinin maliyete olan etkisinin tespit edilememesi sebebiyle mühendislik tecrübesinin kullanılması gerekmektedir (Bingöl, 2000).

### **3.1.1. LCN/LCG üstyapı tasarım örneği**

Lastik basıncı 1,5 MN/m<sup>2</sup> ve eşdeğer tekerlek yükü 350 kN olan bir uçağın LCN değeri; Şekil 3.1'den düşeyde lastik basıncına karşılık gelen değerin yatayda verilen eşdeğer tekerlek yükü ile kesiştirilmesi sonucunda oluşan değer Şekil 3.2'de görülmektedir. Bu uçak için hesaplanan değer LCN % 95 II'dir.



Şekil 3.2. LCN değeri hesaplama

### 3.2 ACN / PCN Metodu

1981 yılına kadar havaalanı kaplamaları LCN/LCG olarak adlandırılan yük sınıflandırma sistemi ile ifade ediliyordu. Ancak ICAO 1977 yılında oluşturduğu bir çalışma grubu ile havaalanı kaplamalarının daha güvenli ve etkin kullanılması dünya çapında kabul görecektir. Böylece pilotların uçakları ile ilgili farklı kaplamalar üzerinde izin verilebilir operasyon ağırlıklarını tespit edebilmeleri, uçak üreticilerinin kaplama ve halen yapım aşamasında olan uçak arasında uygunluğu görebilmeleri ve havaalanı yetkilileri tarafından havaalanı üstyapısının değerlendirilmesi ve operasyon gerçekleştirebilecek uçakları rapor edebilmeleri mümkün olmuştur (FAA AC 150/5335-5A, 2006).

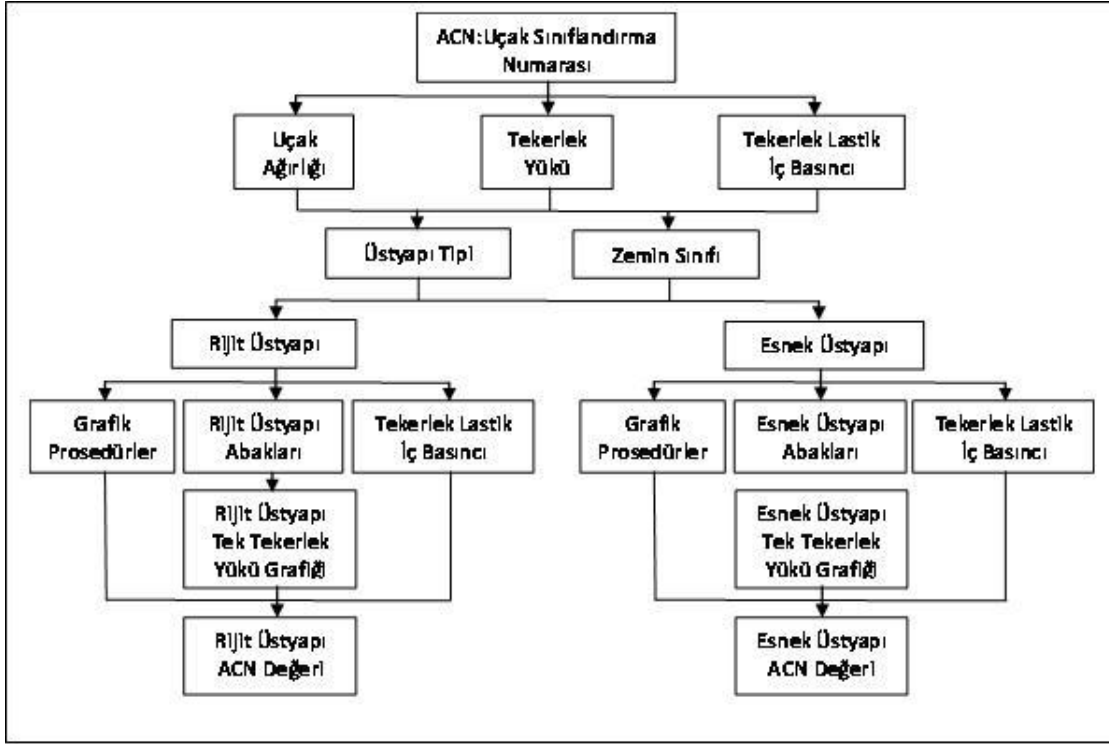
1981 yılında ICAO tarafından hava taşıtını ve kaplamayı sınıflandıran ACN/PCN yöntemi önerilmiştir. Bu yöntem kaplama tasarımından daha çok havaalanı üstyapı mukavemetlerinin rapor edilmesinde sınıflandırma amacıyla kullanılmaktadır. Bundan dolayı tasarım ve değerlendirme konusunda özel bir yöntem önermemektedir (FAA AC 150/5335-5A, 2006).

ACN; belirli standart zemin mukavemeti için kaplamanın üzerine uçağın rölatif yük etkisini, PCN ise; tahditsiz (limitsiz) uçuşlar için kaplamanın yük taşıma kapasitesini ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile ACN değeri PCN değerine eşit veya daha az olan bir hava taşıtı o üstyapı üzerinde tahditsiz operasyon gerçekleştirebilmektedir. ACN/PCN yönteminin LCN yöntemine göre avantajları olmasına karşın, uluslararası kabul görmüş bir PCN belirleme yönteminin ve PCN değerlerinin ACN değerleriyle korelasyonunun bulunmayışının sıkıntıları yaşanmaktadır (Kuloğlu vd., 2007).

ACN/PCN yöntemi; havaalanı üstyapı dayanımlarının, taşıma gücünün rapor edilmesinde ve üstyapı tabaka kalınlık tayininde kullanılan uluslararası nitelikli bir standarttır (Şekil 3.3). 1981 yılından itibaren havaalanı üstyapı tasarım yöntemi olarak kullanılmaktadır. ACN; uçağın üstyapı üzerinde yaptığı göreceli etkiyi ifade eden sayı, PCN; uçağın yaptığı etkiye karşılık üstyapının gösterdiği dayanımı ifade eden sayı anlamını vermektedir.

ACN/PCN yönteminde zemin taşıma gücüne göre rijit üstyapı için yüksek, orta, düşük ve çok düşük olmak üzere 4 farklı k değeri, esnek üstyapı için de yüksek, orta, düşük ve çok düşük olmak üzere 4 farklı k değerleri olup toplamda sekiz standart değer kullanılmaktadır.

ACN/PCN yönteminin ampirik bir yöntem olması nedeniyle; ACN değeri hesaplanırken, kullanılan uçak ağırlığının statik bir ağırlık olduğu ve dinamik unsurların (Üstyapının sürtünme katsayısı, uçak hızı, sıcaklık vs.) yüklemeye artışa sebep olmadığı varsayılır (DLH Raporu, 2007).



Şekil 3.3. ACN değerlerinin belirlenmesi için izlenecek adımlar

Esnek üstyapıda elde edilen tasarım kalınlığı toplam üstyapı kalınlığı, rijit üstyapıda da sadece beton üstyapı yüzey tabakasının kalınlığıdır. Temel ve alttemel tabakalarının kalınlık tayini ise mühendislik tecrübelerine ve yapılan etütlere bağlı kalmaktadır. Bu özellik ACN / PCN yöntemindeki önemli bir eksikliği açıkça ortaya koymaktadır.

PCN değerleri plaka yükleme deneyi ile belirlenir. Elde edilen test verilerine göre bulunan üstyapı PCN değeri üstyapının güvenli şekilde kullanımı için, en az ACN değerinde veya daha büyük olmalıdır.

Başlangıçta bu değer sağlanmış olsa bile; işçilik ve malzeme kalitesi, temel tabakalarında şartnamelerce öngörülen sıkışma oranlarının üzerinde gerçekleşme durumu, yeraltı su seviyesi ve yönünde değişimler, drenaj sorunu, tasarımda öngörülen yüklerin üzerinde üstyapının yüklenmesi nedenleriyle durumda değişimler olabilir.

Yöntemin kullanımını kolaylaştırmak için uçak üreticileri yayınladıkları dokümanlarda uçakları için saptadıkları ACN değerlerini dört standart zemin mukavemeti kategorisinde vermektedirler. Bir uçağın ACN değerinin hesaplanabilmesi için; uçağın arka ağırlık merkezi ağırlığı, teker aralığı, lastik basıncı ve benzeri operasyonel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Kuloğlu vd., 2007). Ayrıca ICAO tarafından çeşitli uçakların ACN değerleri yayınlanmıştır (ICAO, 1983). Bu yöntemde esnek üstyapıda zemin mukavemeti için 4 ayrı CBR aralığı tanımlanmış ve zeminler 4 grupta toplanmıştır.

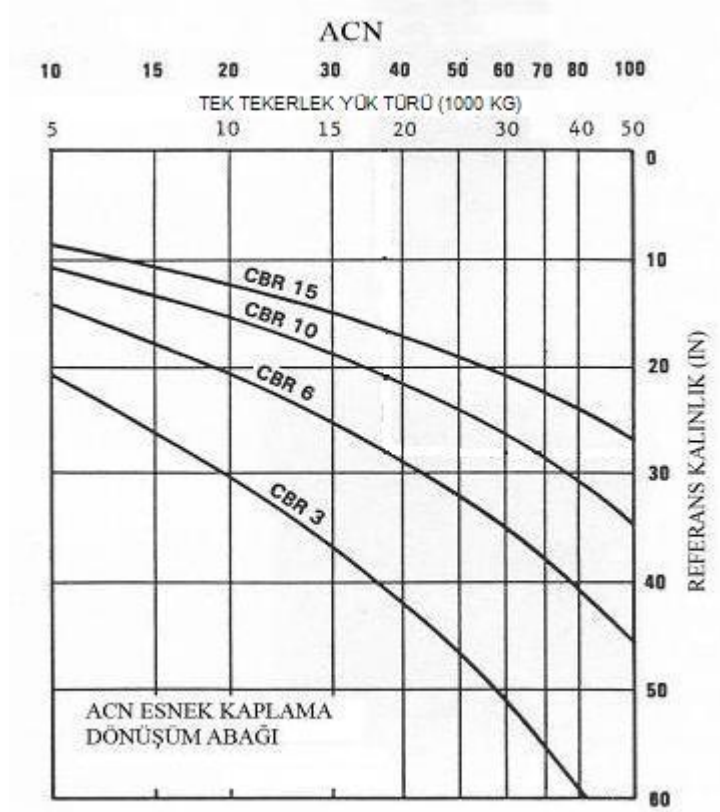
Esnek üstyapı ACN değerinin tespiti üç adımda gerçekleştirilir (Department of Environment, 1989).

a) Üretici firmaların kaplama kalınlığı şartı eğrisi kullanılarak ana iniş takımı tarafından uygulanan 10.000 yük tekrarına mukavemet gösterecek kaplama kalınlığı uçak ağırlığı ve zemin CBR değeri kullanılarak belirlenir. Eğriden okunan değer referans kalınlıktır ( $t_c$ ) (Şekil 3.4).

b)  $t_c$  kullanılarak DSWL 1000 kg cinsinden elde edilir. DSWL, referans kaplama kalınlığı için kaplama üzerinde aynı gerilmeyi oluşturacak yüküdür. Bu aşamada standart tek teker lastik basıncı 181 psi<sup>2</sup> (1,25 Mpa) olarak alınır.

---

<sup>2</sup> 1 psi (pound/inçkare) : 6,895 Kpa (Kilopascal) : 0,006895 Mpa (Megapascal)



Şekil 3.4. Referans kalınlığının bulunması

c) ACN değeri DSWL'nin 2 katı olarak okunur.

ACN değeri eşitlik (3.1) kullanılarak da bulunabilir (Kuloğlu vd., 2007).

$$ACN = \frac{\frac{t_c^2}{1000}}{\frac{0,878}{CBR} - 0,01249} \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

$t_c$  : Referans kalınlık (cm),

CBR : Standart zemin CBR (%) değeridir.

Bu yöntemde yük tekrarı tam yük uygulamalarıdır (FAA AC 150/5335-5A, 2006). Uçak kaplama üzerindeki hareketlerini aynı veya önceden takip ettiği yörüngede gerçekleştirmez. Uçağın, izlemesi gereken yoldan ayrılması sapma olarak ifade edilir. Bu yüzden kaplamanın üzerindeki belirli bir noktanın tam yük uygulamasına maruz kalması için uçağın birden çok geçişi gerekmektedir. Geçiş/Maksimum Gerilmedeki

Geçiş Sayısı oranı pass-to coverage oranı (P/C) dir. Her uçak için verilen bu oran kullanılarak maksimum gerilmedeki geçiş sayısı bulunabilir (FAA AC 150/5335-5A, 2006).

ICAO, PCN değeri ile birlikte yerel otoritenin aşağıdaki bilgileri de kodlu düzende yayınlamasını önermektedir (ICAO, 1983). Herhangi bir kaplama için PCN kodlu düzeni beş kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; PCN değeri, kaplama tipi, zemin mukavemet sınıfı, izin verilebilir lastik basıncı ve PCN tespitinde kullanılan yöntemdir. Örneğin PCN 80/R/B/W/T gibi.

Bu kodlu düzende PCN tam sayı ile ifade edilir. Kaplama tipi ise rijit kaplama için R, esnek kaplama için F ile temsil edilmektedir. Kompozit kaplamalarda durum biraz farklıdır. Eğer rijit kaplama üzerinde kalınlık açısından değerlendirildiğinde % 75-100 oranında bitümlü takviye tabakası mevcut ise kaplama esnek, diğer durumlarda rijit olarak rapor edilir. Esnek kaplamalar üzerindeki lastik basınçları asfaltın kalitesi ve iklim koşulları göz önünde bulundurularak sınırlandırılmaktadır. Alt zeminin kuvvet sınıfı türleri yüksek (A), orta (B), düşük (C) ve çok düşük (D) olarak gruplandırılmaktadır. Bunun nedeni düşük kaliteli asfalt karışımlar yüklemeye dolaylı oluşan konsolidasyon sonucunda oluklanmaya neden olmaktadır. Standartlara uygun olarak düzgün hazırlanmış ve yerleştirilmiş asfalt 1,5 Mpa dan daha büyük lastik basınçlarına dayanabilmektedir. Ancak standartlara uygun olmayan asfalt 0,7 Mpa basınç altında bile bozulma sergileyebilmektedir. Lastik basıncı sınıf türleri yüksek (W), orta (X), düşük (Y) ve çok düşük (Z) olarak gruplandırılmaktadır. Bu yüzden 4 – 5 inç kalınlığında serilmiş iyi asfaltın X ve W, daha ince ve düşük kaliteli asfaltlar için ise Y ve Z kodları kullanılmalıdır (FAA AC 150/5335-5A, 2006). Raporlamada kullanılan son parametre olan PCN tespitinde kullanılan yöntemin belirtilmesinde, T teknik değerlendirmeyi, U ise kullanıcı uçak deneyimini temsil etmektedir.

FAA tarafından ACN değerinin tespiti için paket yazılım programı (COMFAA) kullanılmaktadır. Program esnek üstyapı için; ACN değerini, ICAO (1983) prosedürüne uygun olarak dört ayrı zemin grubu için kaplama kalınlığını ve FAA (FAA AC 150/5320-6D, 1995) prosedürüne göre kaplama kalınlığını hesaplayabilmektedir.

Ek-A’da verilen ACN değerleri uçak tiplerine göre maksimum ve minimum değerlerdir. Uçak ağırlığına ve üstyapı türüne göre bulunacak olan ACN değeri bu değerler arasında olmak zorundadır.

### 3.2.1 Taban zemini taşıma gücü katsayısı

ACN/PCN yönteminde zemin taşıma gücü katsayısı, rijit üstyapılarda K (MN/m<sup>3</sup>) cinsinden yüksek, orta, düşük ve çok düşük olmak üzere 4 tanedir. Esnek üstyapılarda ise CBR (%) cinsinden yüksek, orta, düşük ve çok düşük olmak üzere 4 tanedir. Çizelge 3.1’de bu değerler verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Zemin taşıma gücü katsayıları

Üst Yapı Tipi	Zemin Taşıma Gücü Katsayısı (MN/m <sup>3</sup> )			
	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Rijit Üstyapı	K=150 MN/m <sup>3</sup>	K=80 MN/ m <sup>3</sup>	K=40 MN/ m <sup>3</sup>	K=20 MN/ m <sup>3</sup>
	K>120	120>K>60	60>K>25	25>K
Esnek Üstyapı	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
	CBR=15 %	CBR=10 %	CBR=6 %	CBR=3 %
	CBR>13	13>CBR>8	8>CBR>4	4>CBR

### 3.2.2 Tekerlek lastik iç basıncı

Tekerlek lastik iç basıncı, tekerler arasındaki boşluklar ve uçak ağırlığına bağlı olarak üstyapı tasarımına etki etmektedir. Bu nedenle uçak tekerleklerinin lastik iç basınçları üstyapı tasarımında kullanılan abak ve grafiklerde 4 grupta ele alınmıştır (Çizelge 3.2). Uçakların lastikleri maksimum apron ağırlıklarına uygun bir basınca kadar şişirilir ve bu basınç kalkış ağırlığındaki değişikliğe bakılmaksızın korunmaktadır.

**Çizelge 3.2.** Lastik iç basınç limitleri

Lastik İç Basıncı	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Basınç Limiti	Yok	1,50 Mpa (217,5 psi)	1,00 Mpa (145 psi)	0,50 Mpa (72,5 psi)

### 3.2.3 Eşdeğer tek tekerlek yükü

Uçakların iniş takımları ile üstyapı üzerindeki ilişkiyi belirlemek için kullanılmaktadır. Bir uçağın iniş takımlarının üstyapıya uyguladığı toplam yüklemenin 181,3 psi (1,25 Mpa) standart lastik iç basıncındaki tek tekerleğe karşılık gelen eşdeğer yüklemeye eşitlenmesiyle elde edilen değerdir.

### 3.2.4 Esnek üstyapı tasarım örneği 1

Türkiye’de bulunan ve THY’de dahil sivil havayolu şirketlerinin kullandığı envanterlerde kayıtlı olan en ağır uçak B777-300ER’dir. Bu uçak için (Ek-A’dan);

CBR = % 10 (Orta mukavemetteki esnek üstyapı tabii zemin değeri)

Tekerlek lastik iç basıncı = 1,52 Mpa (221 psi)

Maksimum iniş ağırlığı = 300.000 kg için ACN değeri;

$$ACN = ACN_{max} - \frac{(\text{Max Apron Ağırlığı} - \text{Operasyonel Ağırlık})}{(\text{Max Apron Ağırlığı} - \text{Boş Çalışma Ağırlığı})} \times (ACN_{max} - ACN_{boş})$$

$$= 71 - \frac{(352.441-300.000)}{(352.441-167.829)} \times (71-25)$$

$$= 71 - (0,284) \times (46)$$

$$ACN = 57,94$$

Bulunan bu değer denklem 3.1’de yerine konulduğunda;

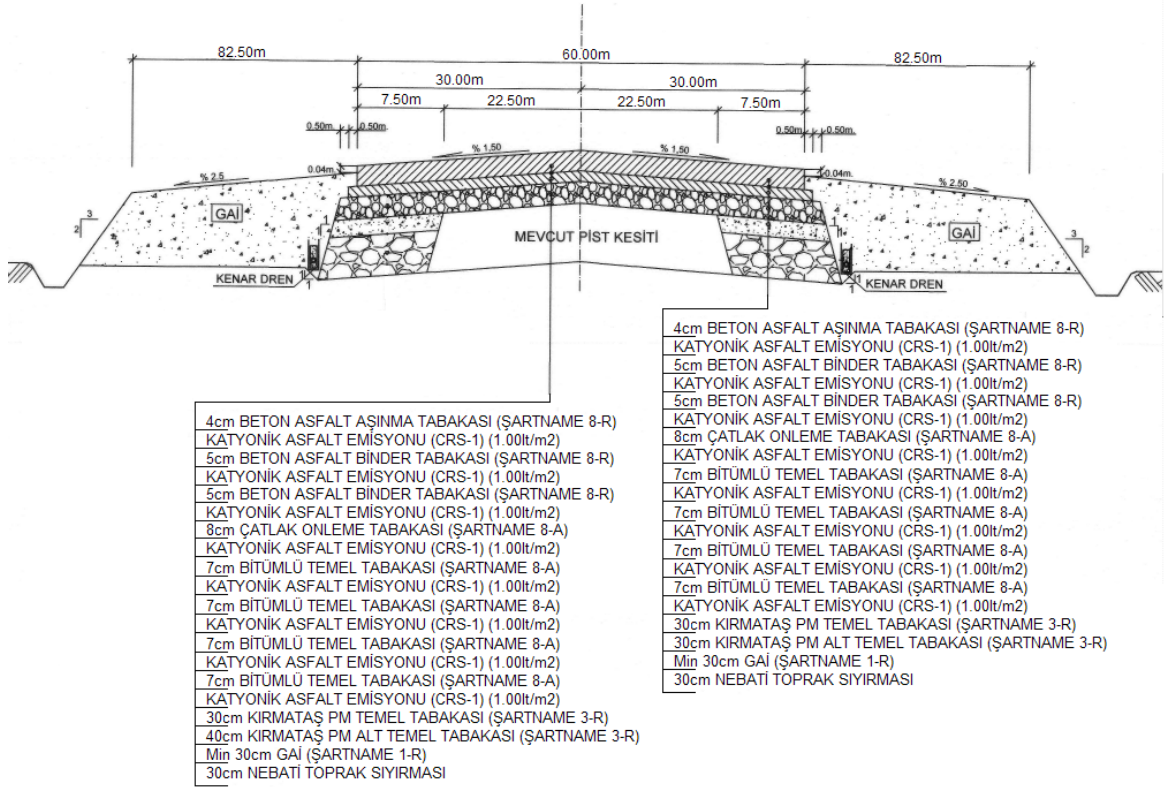
$$57,94 = \frac{\frac{t_c^2}{1000}}{\frac{0,878}{10} - 0,01249} \rightarrow \text{buradan } t_c \text{ referans kalınlığı} = 66,06 \text{ cm}$$

Burada; Ankara Esenboğa Havalimanının pistlerinin PCN değeri 110/F/C/W/T ve U olup bu tanım esnek üstyapı türünde, düşük mukavemet alt zemin türünde, yüksek lastik basıncı sınıf türünde, bunun diğer bir anlamı 4-5 inç (10,14-12,7 cm) kalınlığında serilmiş iyi bir asfalt üstyapı türünün olduğu ve teknik değerlendirme ve kullanıcı uçak deneyimini temsil etmektedir.

Dolayısıyla mevcut PCN değerini maksimum ACN değeri kabul edersek ve denklem 3.1’de yerine koyduğumuzda;

$$110 = \frac{\frac{t_c^2}{1000}}{\frac{0,878}{10} - 0,01249} \rightarrow \text{buradan } t_c \text{ referans kalınlığı} = 91,02 \text{ cm}$$

Şekil 3.5’de görüleceği üzere Esenboğa Havalimanının 03R-21L (60 m) olan pistin gövdesi toplamda 50 cm asfalt kısım, 70 cm kırmataş temel altı tabakası olup toplam 120 cm ve bununda altında 30 cm bitkisel toprak sıyırması bulunmakta olup bu enkesit mevcut pist enkesittir. Banket kısımlarında ise 70 cm kırmataş temel altı tabakası 60 cm’e düşmekte olup toplamda 110 cm’dir.



**Şekil 3.5.** Esenboğa havalimanı 03R-21L pisti enkesiti

Ek-A’daki B777-300ER uçağı için esnek üstyapı tipi için CBR değerleri için ACN değerlerine bakıldığında (% 15 CBR için 64, % 10 CBR için 71, % 6 CBR için 89 ve % 3 CBR için 120) Ankara Esenboğa Havalimanının pistleri asfalt ve PCN değeri 110 olduğundan ve bu bölgedeki CBR değerinin % 3’den fazla olduğu laboratuvar

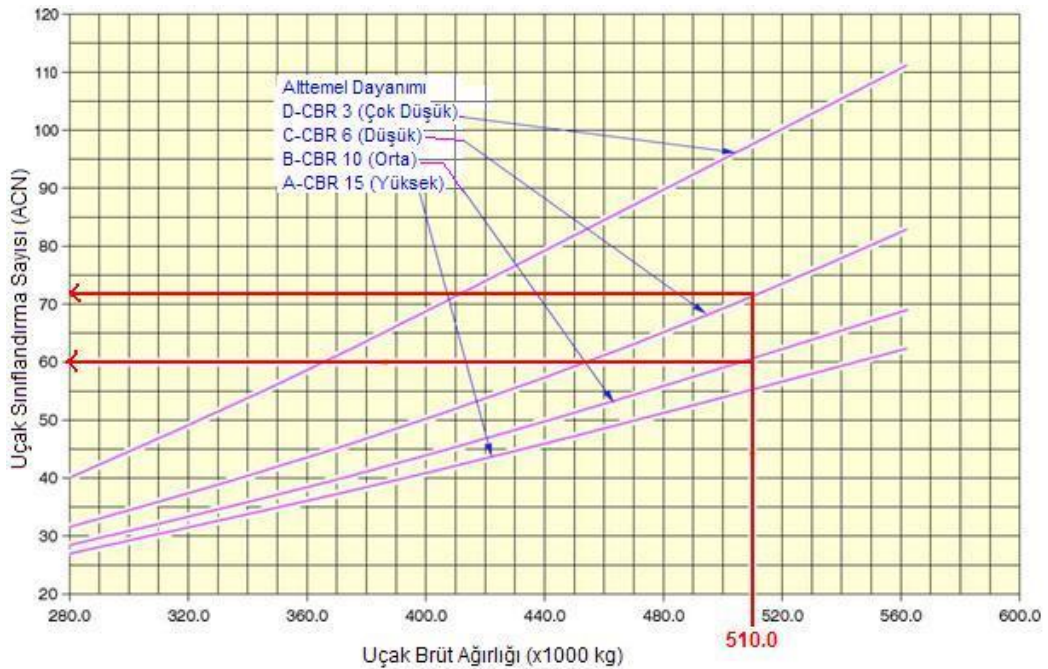
deneylerinde de kanıtlandığı görüldüğünden bu uçağın Ankara Esenboğa Havalimanının pistine inmesinde sakınca yoktur. Ancak pist ve apron PCN değerleri 58 olduğundan tam yüklü olarak bu uçağın pist ve apronları kullanması pist ve apronlara zarar verecektir.

### 3.2.5 Esnek üstyapı tasarım örneği 2

Maksimum yüklü apron ağırlığı modeline göre 571.000 kg olan A380-800 uçağı için normal şartlarda ortalama 510 ton ağırlık ile orta (CBR 10) ve düşük mukavemetli (CBR 6) zemin CBR dayanım değerinde esnek üstyapı için ACN değeri Şekil 3.6'dan (A380 Preliminary Data, 2002) 60 ve 72 olarak okunmaktadır.

A380-800 uçağının F modeli için normal şartlarda ortalama 510 ton ağırlık ile orta (CBR 10) ve düşük mukavemetli (CBR 6) zemin CBR dayanım değerinde esnek üstyapı için ACN değeri Şekil 3.7'den (A380 Preliminary Data, 2002) 59 ve 69 olarak okunmaktadır.

Bu fark ağırlıktan kaynaklı ve tekerlekler arasındaki mesafeden dolayı tekerleklerin binen yükten kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.6. A380-800 Uçağı için esnek üstyapıda ACN değerinin bulunuşu



**Şekil 3.7.** A380-800F Uçağı için esnek üstyapıda ACN değerinin bulunuşu

Ankara Esenboğa Havalimanının pistleri asfalt ve PCN değeri 110 olduğundan bu uçağın Ankara Esenboğa Havalimanının pistine inmesinde sakınca yoktur. Ancak taksiyolu ve apron PCN değerleri 58 F/A/X/T olduğundan tam yüklü olarak bu uçağın pist ve apronları kullanması zarar verecektir. Yalnızca A380-800 ve B777-300 tipi büyük ve ağır uçaklar için terminal binası önünde bulunan 4 numaralı apronun PCN değeri 110 R/C/W/T olduğundan sorun oluşturmayacağı değerlendirilmektedir. Fakat taksiyollarının PCN değerleri 58 F/A/X/T olduğundan taksiyollarına ACN değeri 58'den fazla olan uçakların zarar vermesi kaçınılmazdır.

### 3.2.6 Rijit üstyapı tasarım örneği 1

Türkiye'de bulunan ve THY'de dahil sivil havayolu şirketlerinin kullandığı envanterlerde kayıtlı olan en ağır uçak B777-300ER'dir. Bu uçak için (Ek-A'dan);

$K = 80 \text{ MN/m}^3$  (Orta mukavemetteki rijit üstyapı tabii zemin değeri)

Tekerlek lastik iç basıncı = 1,52 Mpa (221 psi)

Maksimum iniş ağırlığı = 300.000 kg için ACN değeri;

$$\begin{aligned}
ACN &= ACN_{\max} - \frac{(\text{Max Apron Ağırlığı} - \text{Operasyonel Ağırlık})}{(\text{Max Apron Ağırlığı} - \text{Boş Çalışma Ağırlığı})} \times (ACN_{\max} - ACN_{\text{boş}}) \\
&= 85 - \frac{(352.441-300.000)}{(352.441-167.829)} \times (85-28) \\
&= 85 - (0,284) \times (57) \\
ACN &= 68,81
\end{aligned}$$

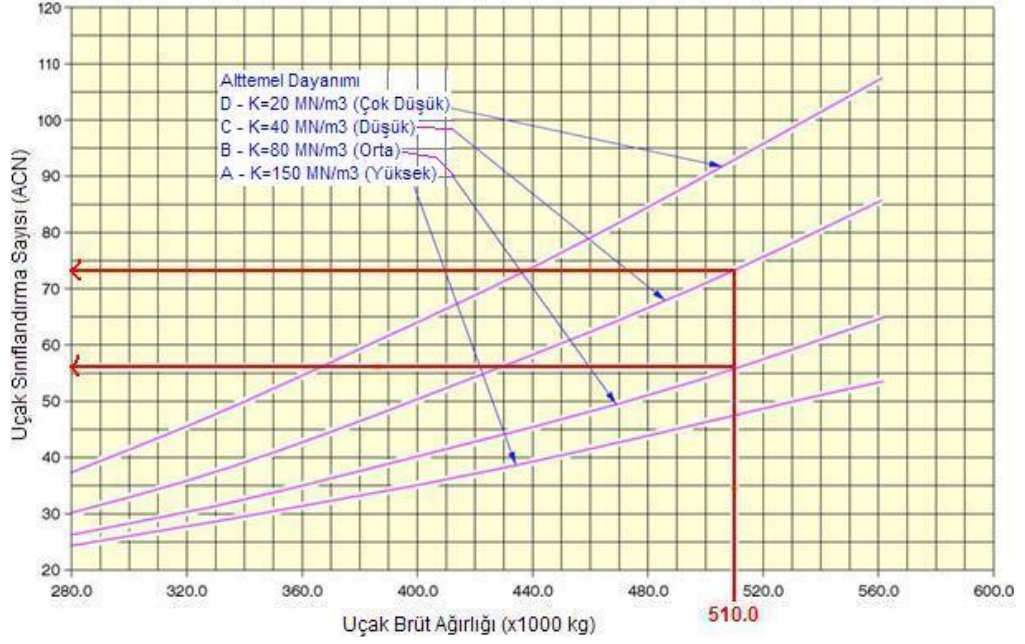
Bu değer ortalama uçağın ana iniş takımı üzerindeki ağırlık veya uçağın ana iniş takımı üzerindeki kalkış ağırlığı ile taban zemini taşıma gücü değerleri yardımıyla bulunan ACN 68,81 değeri İzmir Adnan Menderes Havalimanının Çizelge 7.9’da verilen PCN değerleri için oldukça düşük bir değerdir. Yani, kompozit bir pist üstyapı tipine sahip olan İzmir Adnan Menderes Havalimanının pistine Ek-A’da verilen uçak tiplerinden en ağır olan Rus yapımı Antonov An-225 tipi uçak da rahatlıkla bu piste inebilir. Ancak bu uçağın inebilmesi için pist mukavemetinin güçlü olması yeterli değildir. Bununla birlikte uçak uzunluğunun ve özellikle de uçak kanat açıklığının önemi büyüktür. Uzunluğu 84 m, yüksekliği 18,1 m ve kanat açıklığı 88,4 m olan bu uçağın mevcut pist genişliği 45 m olan İzmir Adnan Menderes Havalimanının pistine inmesi tecrübeli bir pilotun olması ile mümkün görünmektedir.

Ayrıca bu değer B777-300ER tipi uçak için gerekli PCN değerlerini sağlasa da, Esenboğa Havalimanında kullanılan 20 tane taksiyolundan tamamının PCN 58 F/A/X/T ve 4 tane aprondan 2’si PCN 58 F/A/X/T 1’isi beton yüzeyli PCN 58 F/A/X/T ve köprülere bağlantılıların olduğu apron 4 PCN 110 R/C/W/T’dir.

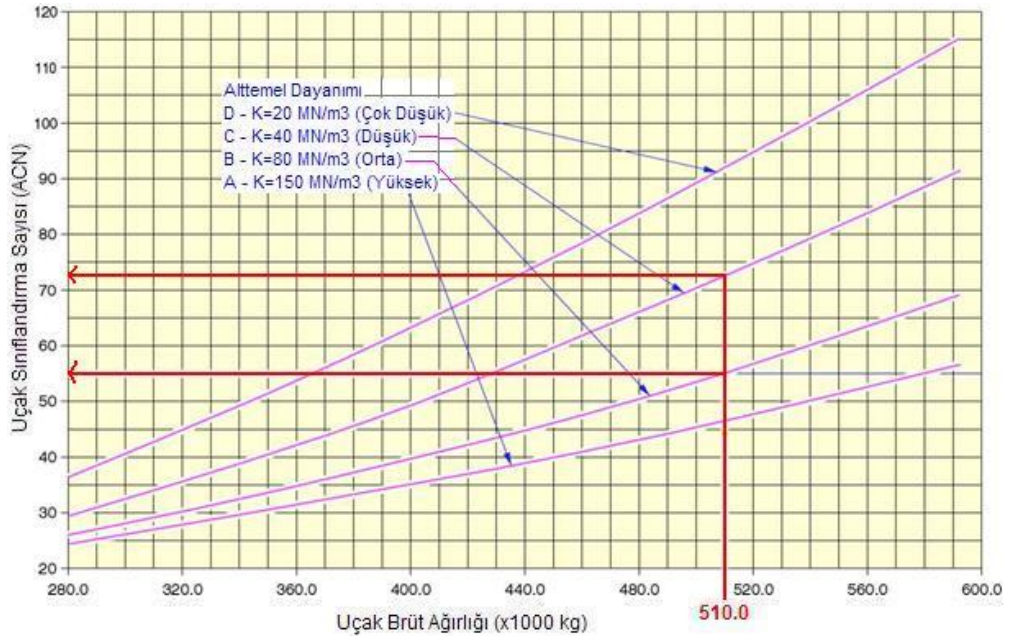
Adnan Menderes Havalimanında büyük uçaklar için kullanılan taksiyollarından 12 tanesinden 9’unun PCN 120 R/C/W/T, 2’sinin PCN120 R/D/W/T ve 1’inin PCN 88 F/C/W/T olduğundan kullanacağı taksiyolu önemlidir. Buna bağlı olarak da kullanacağı 3 apron ve 1 kargo apronunun PCN 120 R/C/W/T olduğundan kullanacağı apron da önemlidir.

### 3.2.7 Rijit üstyapı tasarım örneği 2

Maksimum yüklü apron ağırlığı modeline göre 571.000 kg olan A380-800 uçağı için normal şartlarda ortalama 510 ton ağılık ile orta ve düşük mukavemetli zemin CBR dayanım değerinde esnek üstyapı için ACN değeri Şekil 3.8'den (A380 Preliminary Data, 2002) 56 ve 73 olarak okunmaktadır.



Şekil 3.8. A380-800 Uçağı için rijit üstyapıda ACN değerinin bulunuşu



Şekil 3.9. A380-800F Uçağı için rijit üstyapıda ACN değerinin bulunuşu

A380-800 uçağının F modeli için normal şartlarda ortalama 510 ton ağırlık ile orta ve düşük mukavemetli zemin CBR dayanım değerinde esnek üstyapı için ACN değeri Şekil 3.9'dan (A380 Preliminary Data, 2002) 55 ve 72 olarak okunmaktadır.

Bu fark ağırlıktan kaynaklı ve tekerlekler arasındaki mesafeden dolayı tekerleklerle binen yükten kaynaklanmaktadır.

### 3.3 F.A.A. Metodu

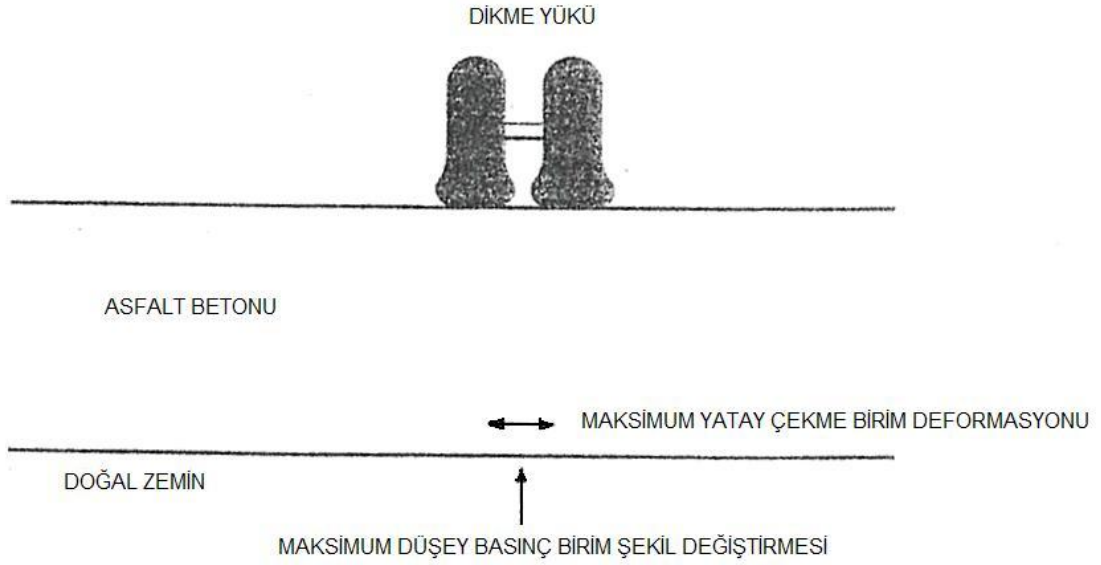
F.A.A.'in havaalanı üstyapılarının dayanıklılığı konusundaki tasarım ve raporlama yöntemi, havaalanı üstyapılarına gelen yüklemeleri; uçakların her bir iniş takımı tipi için brüt uçak ağırlığı ile ifade eder. Bu çeşitli tip ve ağırlıklardaki uçaklar için; mevcut üstyapının değerlendirilmesine ve üstyapı kalınlık tasarımı yapılmasına olanak verir.

F.A.A. 445 kN (45377,36 kg)<sup>3</sup> ve daha yukarı ağırlıktaki uçaklara uyum sağlanabilmesi için dizayn edilen yeni üstyapılarda stabilize temel ve alttemel tabakaları şart koşulmuştur. Buna istisna, beklenen uçak yükleri ve iklimsel koşullar altında istenilen derecede performans göstermiş olduğu kanıtlanmış malzemeler yada üstün, kırma, sert ve dona mukavim taşlardır (Temel için 80, alttemel için 35 minimum suya batırılmış (Yaş) CBR mukavemeti). Dolayısıyla, tam derinlikli asfalt üstyapı dizaynı ele alınan uçakların çoğunluğu için tercih edilen metot durumundadır (Uluçaylı, 2002).

Dizayn yöntemi, Tam Derinlikli bir asfalt kaplamanın çok tabakalı bir elastik sistem olduğu teorisine dayanmaktadır. Bundan dolayı, kaplamanın yük uygulanması iki kritik birim deformasyon doğurmaktadır. Bunlar, asfalt tabakası altında oluşan çekme birim deformasyonu ile doğal zemin (taban) üzerinde oluşan düşey basınç birim deformasyonudur. Bunların her biri dizayn analizinde, ayrı ayrı değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Bu gerilmelerin yerleri ve doğrultuları Şekil 3.10'da gösterilmektedir (Uluçaylı, 2002).

---

<sup>3</sup> 1 kN = 101,97 kg



**Şekil 3.10.** Tam derinlikli bir asfalt üstyapı sisteminde çekme ve basınç birim deformasyonlarının yer ve doğrultuları

Kalınlık dizaynı için bu iki birim deformasyonun ( $\epsilon_t$  ve  $\epsilon_c$ ) her biri üstyapı davranışına yaptığı etki bakımından verilen limitler içinde değerlendirilmektedir (Uluçaylı, 2002).

Yöntemin teorisi incelendiğinde üstyapı kalınlık tasarımı, dikkat edilecek unsurlardan sadece bir tanesidir. Çevresel özellikler, iklim şartları, arazinin topoğrafik yapısı, kullanılan malzemelerin kalitesi ve yapım teknikleri dikkate alınması ve çok dikkat edilmesi gereken unsurlardır

### 3.3.1 Kaliforniya taşıma gücü oranı (CBR)

Kaliforniya Taşıma Gücü Oranı (CBR) metodu en yaygın olarak kullanılan esnek üstyapı dizayn yöntemidir. Bu metot 1930 yılı civarında Kaliforniya Karayolları Dairesi tarafından geliştirilmiş olup, çeşitli eyaletler, ABD Askeri Mühendisler Birliği ve birçok dünya ülkesi tarafından benimsenmiştir. ABD Askeri Mühendisler Birliği (Corps of Engineers) bu yöntemi 1940'larda kabul etmiştir (Uluçaylı, 2002). CBR deneyi, havaalanı esnek üstyapı tasarımında taban zemini taşıma gücünü belirlemek için yapılan, basit olarak üniform basınç altında yapılan bir penetrasyon deneyidir. CBR zeminin kesme mukavemetinin kıyaslamalı bir ölçümüdür. Bu deney standart boyuttaki bir pistonun belli bir hızda zemin numunesine batmasını sağlaması

için gereken yükün ölçülmesinden ibarettir. Bu yük, standart bir kırma taş numunesinde pistonun aynı derinliğe batması için gereken yüke bölünmekte ve elde edilen sonuç 100 ile çarpılarak CBR değeri bulunmaktadır. Genellikle 2,5 ile 5 mm'lik (0,1 ve 0,2 inç) derinlik değerleri kullanılmakta olup istenilirse 7,5 10 ve 12,5 mm derinlik değerleri de kullanılabilir. Kırma taşa ilişkin batma yükleri de standart hale getirilmiştir. Bu deney temel, alttemel ve doğal zeminin nispi taşıma değerini (veya CBR) vermektedir (Fotoğraf 3.1). Laboratuvarda sıkıştırılmış şişen, şişmeyen ve granüler malzemeler için yöntemler vardır. Bu deneyler genellikle üstyapı dizaynında kullanılacak bilgileri elde etmek amacıyla yapılır (Uluçaylı, 2002).

Zemin numunesine, dakikada 1,27 mm deplasman yaptırmak için uygulanan kuvvetin, standart kırmataş numunesinde aynı penetrasyon derinliğine ulaşmak için uygulanan kuvvete oranı zeminin CBR değeri olarak adlandırılmaktadır. Bir zeminin CBR'ı yoğunluğuna, sıkıştırma nemine ve suda bırakıldıktan sonraki su içeriğine bağlı olarak değişir. Laboratuvar sıkıştırma sonucu elde edilen numunenin arazideki sıkışmayı temsil etmesi gerektiğinden bu değişkenlerden ilk ikisi laboratuvar numunelerinin hazırlanması sırasında dikkatli kontrol edilmelidir. Zeminin, yapımdan sonra, nem toplamayacağından ve nemden etkilenmeyeceğinden emin olmadıkça, CBR deneyi suda bekletilmiş numuneler üzerinde yapılmalıdır (Uluçaylı, 2002). CBR deneyi, havaalanı esnek üstyapı tasarımında; deneyden elde edilen değerler (Fotoğraf 3.2) ile tasarım abaklarının birlikte kullanılmasıyla üstyapı için gerekli alttemel, temel ve üstyapı yüzey tabakası kalınlıklarının tespit edilmesine olanak sağlamaktadır (U.S.ACE Raporu, 2001; Horonjeff, 1975; Aytekin, 2004).



**Fotoğraf 3.1.** Plaka yükleme testi deney aleti



**Fotoğraf 3.2.** Plaka yükleme testi deney aleti uygulama

1950’li yıllar boyunca Corps of Engineers havaalanı kaplamaları ile ilgili tam-ölçekli deneyler gerçekleştirmiştir. Bu deneyler ve hizmette olan kaplamalar üzerinde yapılan performans çalışmaları tek teker yükleri için CBR tasarım kriterinin,

$$\frac{\text{Kalınlık}}{\sqrt{\text{Temas alanı}}}$$

$$\frac{\text{CBR}}{\text{Lastik basıncı}}$$

parametreleri ile ifade edilebileceğini göstermiştir. Bu parametrelerin oluşturduğu eğri;

$$t = \sqrt{\left[ \frac{P}{8,1(\text{CBR})} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad (3.2)$$

matematiksel eşitlik ile ifade edilmektedir (Kuloğlu vd., 2007).

Eşitlikte;

t : Tasarım kalınlığı (inç),

- P : Tek teker yükü (lb<sup>4</sup>),  
A : Lastik temas alanı (inç<sup>2</sup>) dir.

$$t = f \sqrt{\left[ \frac{ETTY}{8,1(CBR)} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad (3.3)$$

1959 yılında eşitlik (3.3) yük tekrarlarını ve çoklu teker düzenini de değerlendirecek şekilde geliştirilmiştir. Yeni eşitlikte eşdeğer tek teker yükü (ETTY) değeri de kullanılmıştır (Kuloğlu vd., 2007).

Eşitlikte;

- f : Tasarım kalınlığı yüzdesi (  $0.23 \log c + 0.15$  ),  
ETTY : Eşdeğer tek teker yükü (lb),  
c : Maksimum gerilmedeki geçiş sayısıdır.

1960'lı yılların sonuna doğru Waterways Experiment Station, çoklu teker düzenine sahip ağır hava taşıtlarına yönelik kaplama kalınlığı gereksinimi üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu hava taşıtları C-5A ve Boeing 747 gibi brüt ağırlıkları 272.169 kg'ı aşan uçaklardır. Yapılan araştırmalar yukarıdaki eşitliğin düşük trafik hacminde tüm teker düzenleri için yeterli olduğunu ortaya koymuştur. Ancak eşitliğin, yüksek trafik hacminde çok yüksek kaplama kalınlıklarını verdiği tespit edilmiştir. Çalışmalar neticesinde geliştirilen eşitlik (3.4) aşağıdaki gibidir (Kuloğlu vd., 2007).

$$t = ai \sqrt{\left[ \frac{ETTY}{8,1(CBR)} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

- ai : Yük tekrar katsayısıdır.

---

<sup>4</sup> 1 lb : 0,454 kg

Bu eşitlik CBR değerinin 15 veya daha az olduğu zeminler için önerilmektedir. 15'den büyük CBR değerleri hesaplamalara dahil edileceği durumda minimum kaplama kalınlığı, dayanıklılık ve uzun hizmet ömrü dikkate alınarak tespit edilmelidir. Revize edilmiş eşitliğin kullanılmasıyla herhangi bir hava taşıtı için CBR-Kaplama Kalınlığı eğrisi çizilebilir (Kuloğlu vd., 2007).

Bu yöntemde, belirli bir hava taşıtı trafiği için tasarım abaklarını ve zeminin CBR değerini kullanarak kaplama kalınlıkları ampirik olarak belirlenmektedir. Kullanılan tasarım abakları, kaplama ve zemin üzerinde yük dağılımının teorik analizi, deneysel kaplama analizi, kullanılmakta olan kaplamaların performans analizi sonucu geliştirilmiştir (Kuloğlu vd., 2007).

Bu yöntem ile tüm kaplamanın kalınlığının yanı sıra alttemel, temel ve yüzey tabakalarının her birinin kalınlıkları saptanabilmektedir. Hesaplamalarda kaplama için 20 yıllık hizmet ömrü öngörülmektedir. Ancak kullanımdan, çevre ve iklim koşullarından dolayı yüzey tabakası onarımına 20 yıldan daha kısa sürede gerek olmaktadır.

Yöntemin kullanılmasında, her bir hava taşıtının ağırlığı, hava taşıtı tipi ve iniş takımı düzeni, her bir hava taşıtının trafik hacmi, belirli alandaki trafik yoğunluğu, zemin özellikleri (mukavemeti) ve kaplama malzemelerinin özellikleri gibi donelerin bilinmesi gerekmektedir (Kuloğlu vd., 2007).

Kaplama tasarımında yük önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Tasarım, hava taşıtının maksimum kalkış ağırlığına göre yapılmaktadır. Bu ağırlığın % 95' inin ana iniş takımları, % 5' inin ise burun iniş takımı tarafından taşındığı kabul edilmektedir (Şekil 2.7). Diğer bir parametre ise iniş takımı tipi ve düzenidir. İniş takımları hava taşıtıdan gelen yükün kaplama üzerine nasıl etkideğinin ve kaplamanın bu yüke karşı nasıl tepki verdiğinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, çeşitli iniş takımı düzenleri için ayrı ayrı tasarım abakları oluşturulmuştur. Ancak, iniş takımları ile ilgili bazı kabuller yapılarak üstyapı tasarımında kullanılan değişken sayısının azaltılması amaçlanmıştır. Bu kabuller aşağıda sıralanmıştır.

1. Tek tekerlek düzenine sahip hava taşıtları için herhangi bir kabul yapılması gerekmemektedir.

2. Çift tekerlek düzenine sahip hava taşıtları için tekerlek eksenleri arasındaki mesafe hafif uçaklar için 0,51 m, ağır uçaklar için 0,86 m olarak kabul edilmektedir.

3. Çift tandem tekerlek düzenine sahip hava taşıtları için; hafif uçaklar için tekerlek eksenleri arası mesafe 0,51 m ve tandem arası mesafe 1,14 m, ağır uçaklar için tekerlek eksenleri arası mesafe 0,76 m, ve tandem arası mesafe 1,40 m olarak kabul edilmektedir.

4. Geniş gövdeli uçaklar (B-747, B-767, DC-10, L-1011 vb.) için; bu tip uçaklar her ne kadar çift tandem tekerlek düzenine sahip olsalar da, ağırlık ve tekerlek düzeni geometrisinden kaynaklanan farklılıklardan dolayı ayrı tasarım abakları mevcuttur.

5. Triple çift tekerlek düzenine sahip B-777 ve A-380 gibi uçaklar üç sıra çift tekerlek düzenine sahiptirler.

6. Lastik basıncı tekerlek düzeni ve uçağın ağırlığına göre 75 psi -200 psi (515 Kpa-1380 Kpa) arasında değişmektedir. Bu değer 1380 Kpa olarak kabul edilmiştir (Kuloğlu vd., 2007).

Yük ve tekerlek düzeni gibi tasarımda kullanılan diğer bir parametre ise her bir uçağın yıllık trafik hacminin belirlenmesi veya tahmin edilmesidir. Trafik hacmi tahmin edilirken yalnız kalkışlar dikkate alınmalıdır. Her tip hava taşıtının yıllık kalkış sayısının ayrı ayrı tahmin edilmesinden sonra tasarım uçağı belirlenmelidir. Çünkü bir havaalanı çok değişik tipte ve sayıdaki uçaklar tarafından kullanılmaktadır. Uygun tasarım abağının kullanılması ve kalkış sayısının girilmesi için havaalanını kullanan uçakların seçilen bir tasarım uçağı türünden ifade edilmesi gerekmektedir. Tasarım uçağı en ağır değil en fazla kaplama kalınlığı gerektiren uçak tipidir. Diğer bir ifadeyle, tasarım uçağı deneme-yanılma yoluyla saptanmalıdır. Tasarım uçağı cinsinden eşdeğer yıllık kalkış sayısının belirlenmesi için önce kaplamayı kullanacak tüm uçakların tasarım uçağı iniş takımı düzenine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu

amaçla FAA tarafından dönüşüm katsayıları verilmiştir (FAA AC 150/5320-6D, 1995). Kaplamayı kullanan uçaklar tasarım uçağına dönüştürüldükten sonra tasarım uçağı cinsinden yıllık kalkış sayısına dönüştürülmelidir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlik (3.5) kullanılmalıdır (Kuloğlu vd., 2007).

$$\text{Log}R_1 = \text{Log}R_2 \sqrt{\frac{W_2}{W_1}} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

$R_1$  : Tasarım uçağının eşdeğer yıllık kalkış sayısı,

$R_2$  : Tasarım uçağına dönüştürülecek uçağın yıllık kalkış sayısı,

$W_1$  : Tasarım uçağı tekerlek yükü,

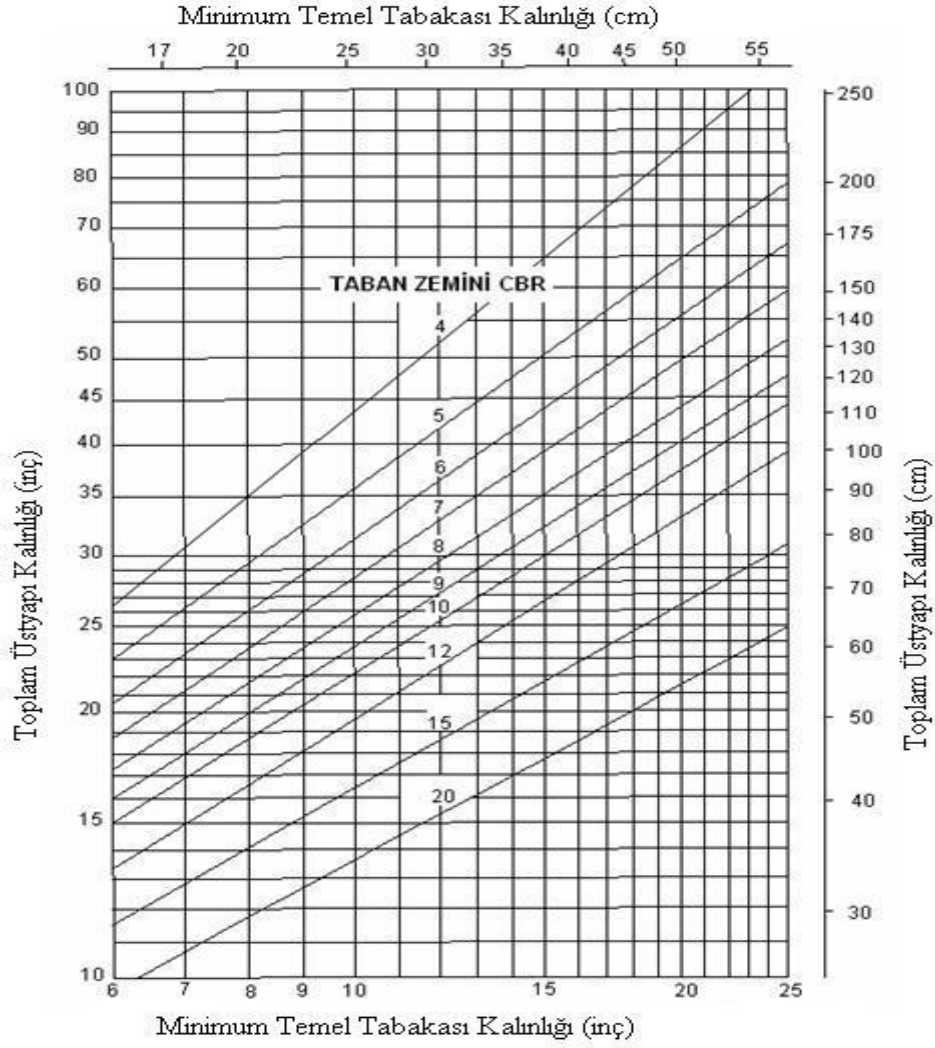
$W_2$  : Tasarım uçağına dönüştürülecek uçağın tekerlek yüküdür.

Geniş gövdeli uçaklarda iniş takımı düzeni çok farklıdır. Bu nedenle hesaplamalarda, tasarım uçağı olarak seçtikleri durumda dahi, 136.100 kg ağırlığında ve çift tandem olarak kabul edilmelidirler (Kuloğlu vd., 2007).

Yapılan çalışmalar ve hesaplamalar sonucunda elde edilen zemin CBR değeri, maksimum kalkış ağırlığı ve yıllık toplam kalkış sayısı tasarım uçağının abağına girilerek toplam gerekli kaplama kalınlığı tespit edilir. Benzer şekilde alttemel tasarım CBR değeri de girilerek temel ve yüzey tabaka kalınlıkları da tespit edilebilir. Ancak her bir tabaka kalınlığının minimum şartları sağlaması gerekmektedir (Kuloğlu vd., 2007).

### 3.3.2 F.A.A. üstyapı tasarımı

A.B.D. Federal Havacılık Dairesi, esnek ve rijit üstyapıyı; kullanacak uçakların tekerlek düzeni ve ağırlıklarına göre ifade eder. Yöntem üstyapının değişik tip ve ağırlıktaki uçakları taşıyabilme kapasitesini belirtmektedir. Tasarım kalınlığının bulunmasında; araştırma ve deney sonuçları ile tasarım eğrileri hazırlanmıştır (Şekil 3.11). Esnek üstyapı tasarım eğrileri CBR yöntemine dayanmaktadır (Okur, 2008).



**Şekil 3.11.** CBR eğrilerine göre esnek üstyapıda temel ve üstyapı kalınlık abağı

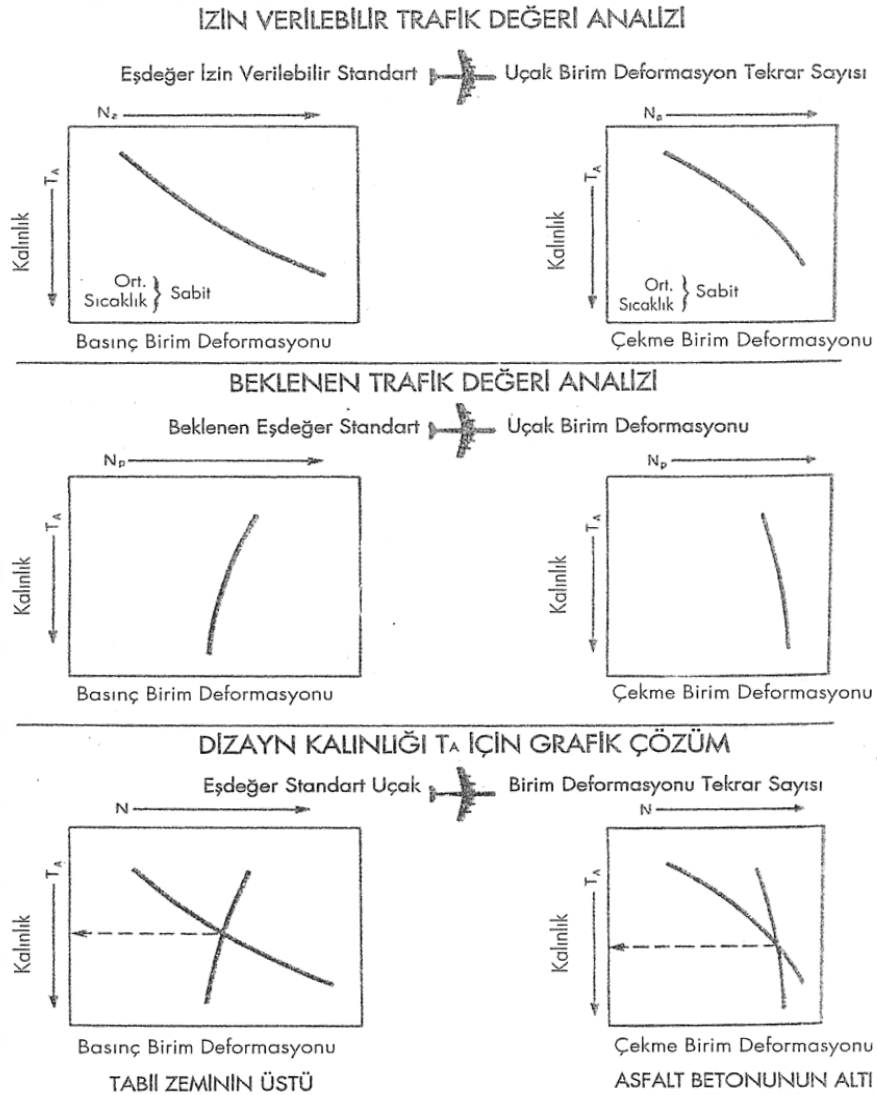
Havaalanı üstyapısının tasarım kalınlığının belirlenmesinde; doğal zeminin esneklik modülü, ortalama yıllık hava sıcaklığı ve uçak trafiği karışımının geleceğe yönelik tahmini (projeksiyonu) kullanılır (Uluçaylı, 2002).

Belirlenen girdi verileri analize dahil edilen her bir birim deformasyon kriteri için üç ana adımda kullanılmaktadır:

1) İzin Verilebilir Trafik tayini ( $N_a$ ). Bu değer belli kalınlıktaki Tam Derinlikli asfalt kaplamanın, belirtilen doğal zemin modülü ve yerel çevre şartları altında dayanabileceği eşdeğer standart uçak sayısının doğurduğu birim deformasyon tekerrür sayısını vermektedir.

2) Tahmin Edilen Trafik değerin belirlenmesi ( $N_p$ ). Bu değeri seçilen zaman periyodu içinde fiilen gerçekleşecek olan eşdeğer standart uçağın doğurduğu birim deformasyon tekrarı sayısını (uçak trafik projeksiyonlarına dayanan) verecektir.

3) Alttemel zemini modülü, ortalama yıllık hava sıcaklığı ve trafik karışımı dizayn girdi değerleri için deformasyon kriterlerinin karşılanması amacıyla ihtiyaç duyulan Tam Derinlikli asfalt betonu kaplama kalınlığının belirlenmesi ( $T_A$ ). Bu kalınlık izin verilen Trafik değeri  $N_a$  ve beklenen Trafik Değeri,  $N_p$ 'nin aynı grafik üzerine çizilerek kesişme noktalarından bulunur (Uluçaylı, 2002). Şekil 3.12'de tasarım kalınlığının belirlenmesinde kullanılan üç adım şematik olarak gösterilmektedir. Gösterimde tasarım kalınlığı ( $T_A$ ), iki kalınlığın büyüğü olan asfalt betonunun çekme birim deformasyonuna dayandırılmıştır (Uluçaylı, 2002).



**Şekil 3.12.** Tasarım kalınlığının belirlenmesinde kullanılan adımlar

Örnek:

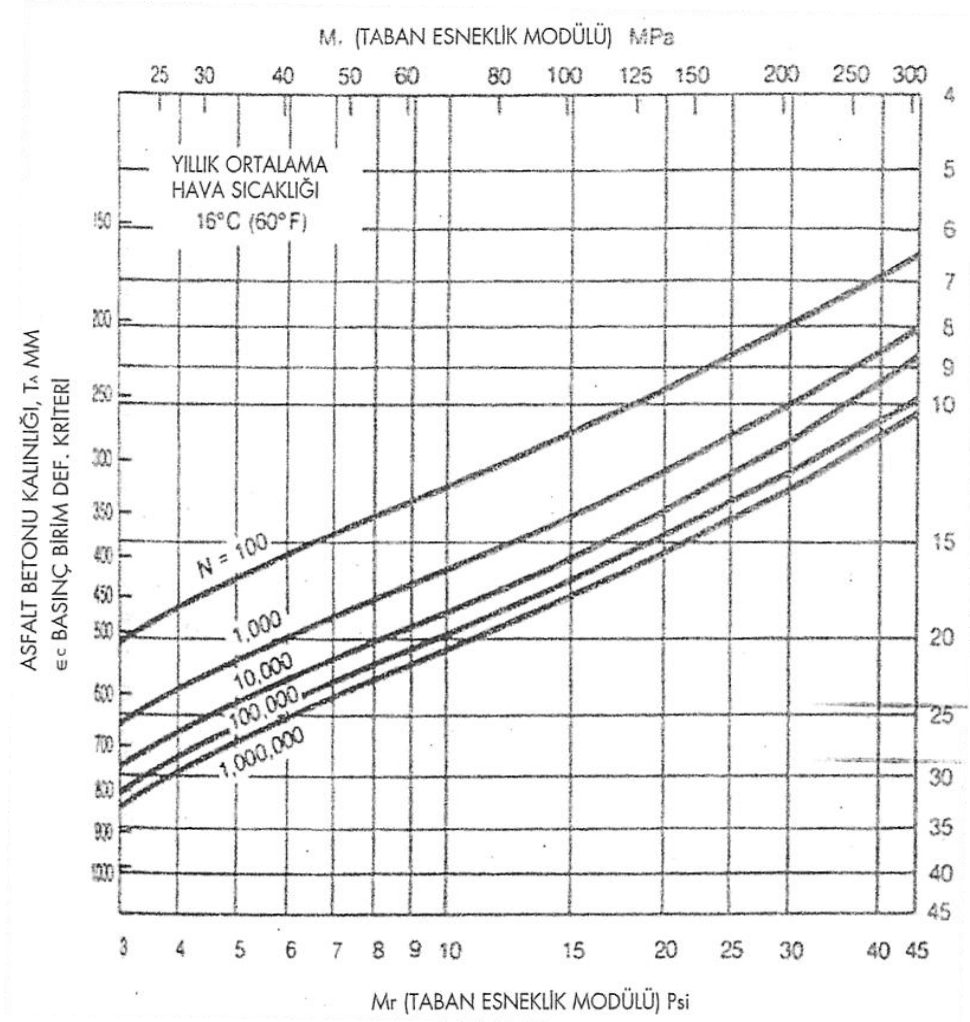
Aşağıdaki koşullarda;

Ortalama yıllık hava sıcaklığı : MAAT = 16°C (60°F)

Dizayn Doğal Zemin Modülü : Mr = 48 Mpa (7000 psi)

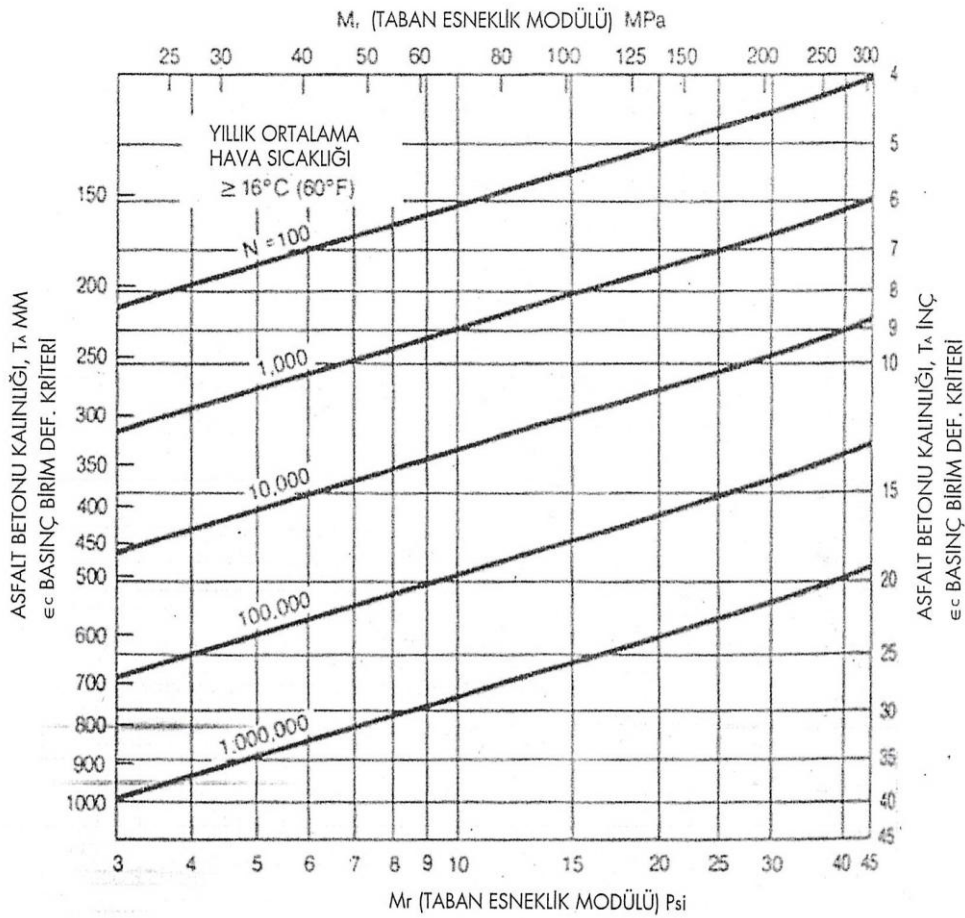
Dizayn Trafığı : B757-200'ün 149000 hareketi

Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'den N = 100, 1000, 10.000, 100.000 ve 1.000.000 olmak üzere beş ayrı trafik düzeyi için izin verilebilir trafik-kalınlık eğrisinden  $C_c$  ve  $C_t$  elde edilebilmektedir (Uluçaylı, 2002).



Şekil 3.13. Standart uçak yükü tekrerrü altında doğal zemin (taban) basınç birim deformasyonu  $C_c$ 'yi sınırlandırmak için kaplama kalınlığı

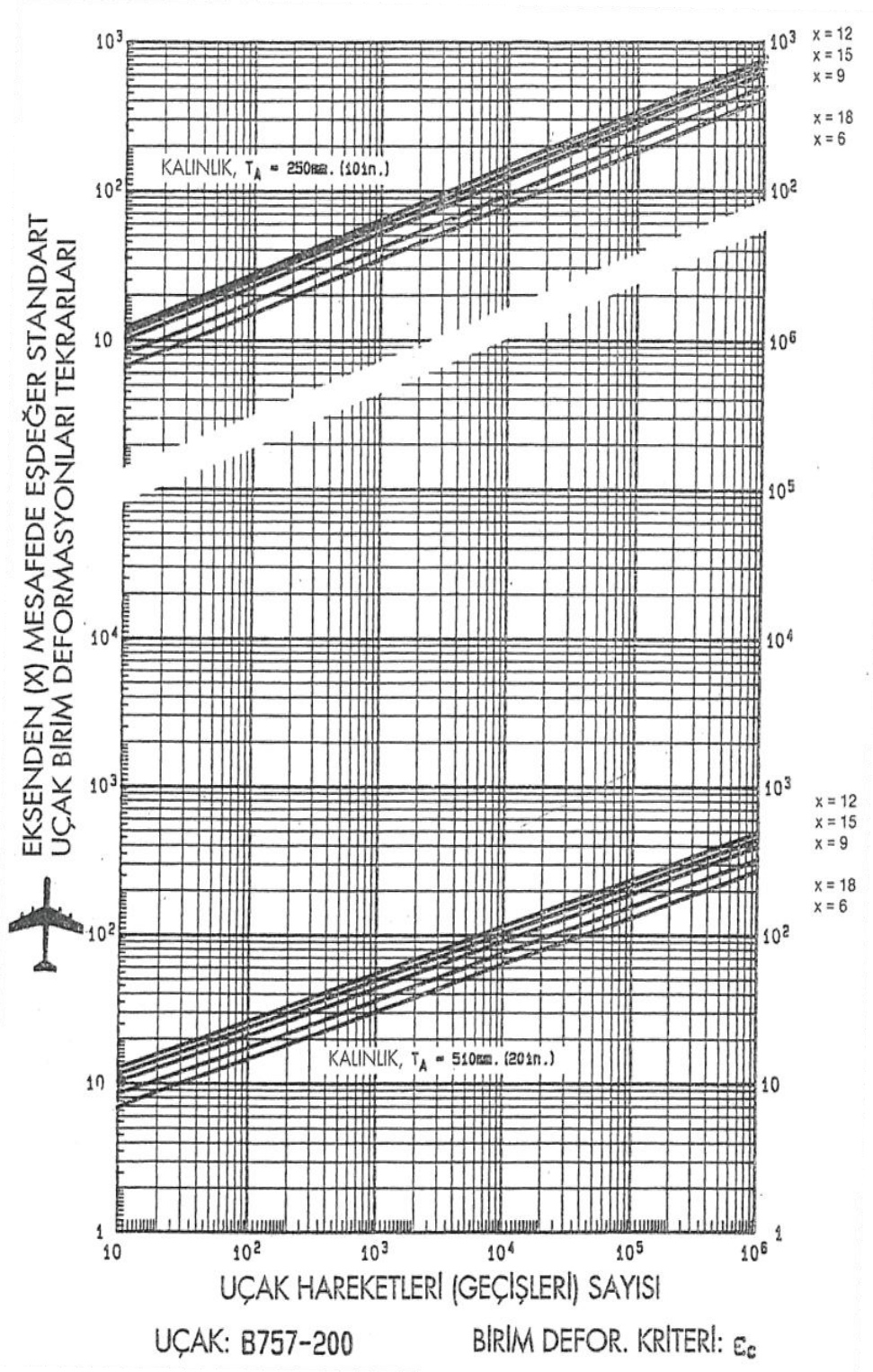
$\epsilon_c$  basınç birim deformasyonu için A ve B (Şekil 3.15 ve Şekil 3.16);  $\epsilon_t$  çekme birim deformasyonu içinse C ve D (Şekil 3.17 ve Şekil 3.18) grafikleri kullanılarak, eşdeğer birim deformasyonları tekrarlarının tahmin edilen sayısı ( $N_p$ ) logaritmik abakta her kalınlık ve değişik uzaklıklar için  $x$  okunabilmektedir. Bu  $N_p$  değerleri  $\epsilon_c$  ve  $\epsilon_t$  için Şekil 3.19 ve Şekil 3.20’de tablo haline getirilir. Şekil 3.21 ve Şekil 3.22’de her bir dizayn kriteri için grafiksel kesişmeler gösterilmektedir. Tasarım kalınlığı iki kalınlık değerinin büyük olanı olup, en yakın 10 mm’ye (0,5 inç) yuvarlanmaktadır (Uluçaylı, 2002).



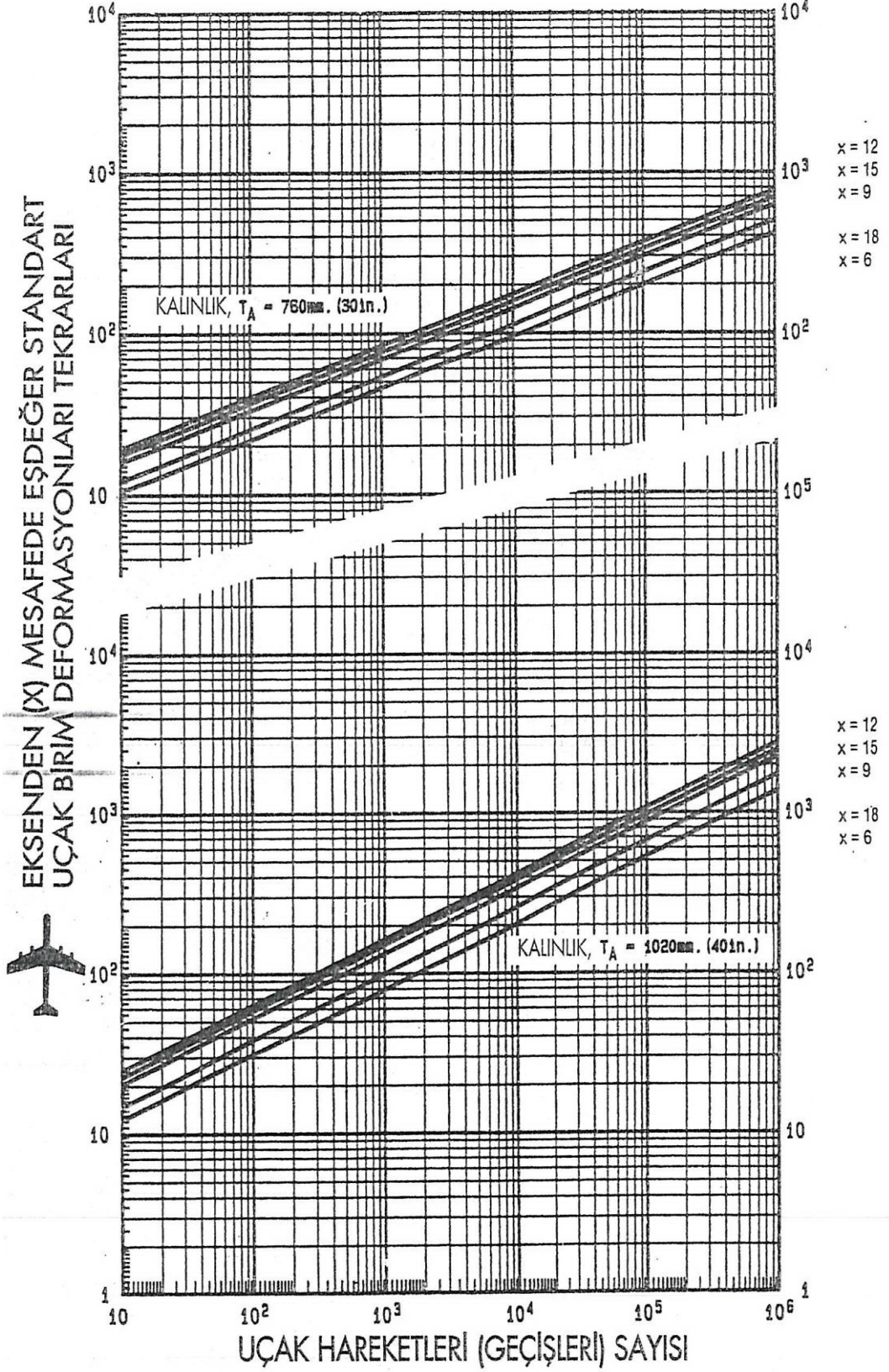
**Şekil 3.14.** Standart uçak yükü tekerrürü altında asfalt betonu çekme birim deformasyonu  $\epsilon_t$ 'yi sınırlandırmak için gerekli kaplama kalınlığı

Doğal zemin birim deformasyonu  $\epsilon_c = 419$  mm (16,5 inç)  
Çekme birim deformasyonu  $\epsilon_t$  için  $= 318$  mm (15,0 inç)  
Dizayn kalınlığı,  $T_A$  (yuvarlanmış)  $= 420$  mm (16,5 inç)

Kritik tasarım yerleri dışındaki kaplama alanlarına ilişkin düşünölmüş kalınlıklar Şekil 3.23'den elde edilebilir (Uluçaylı, 2002).



Şekil 3.15. Abak A



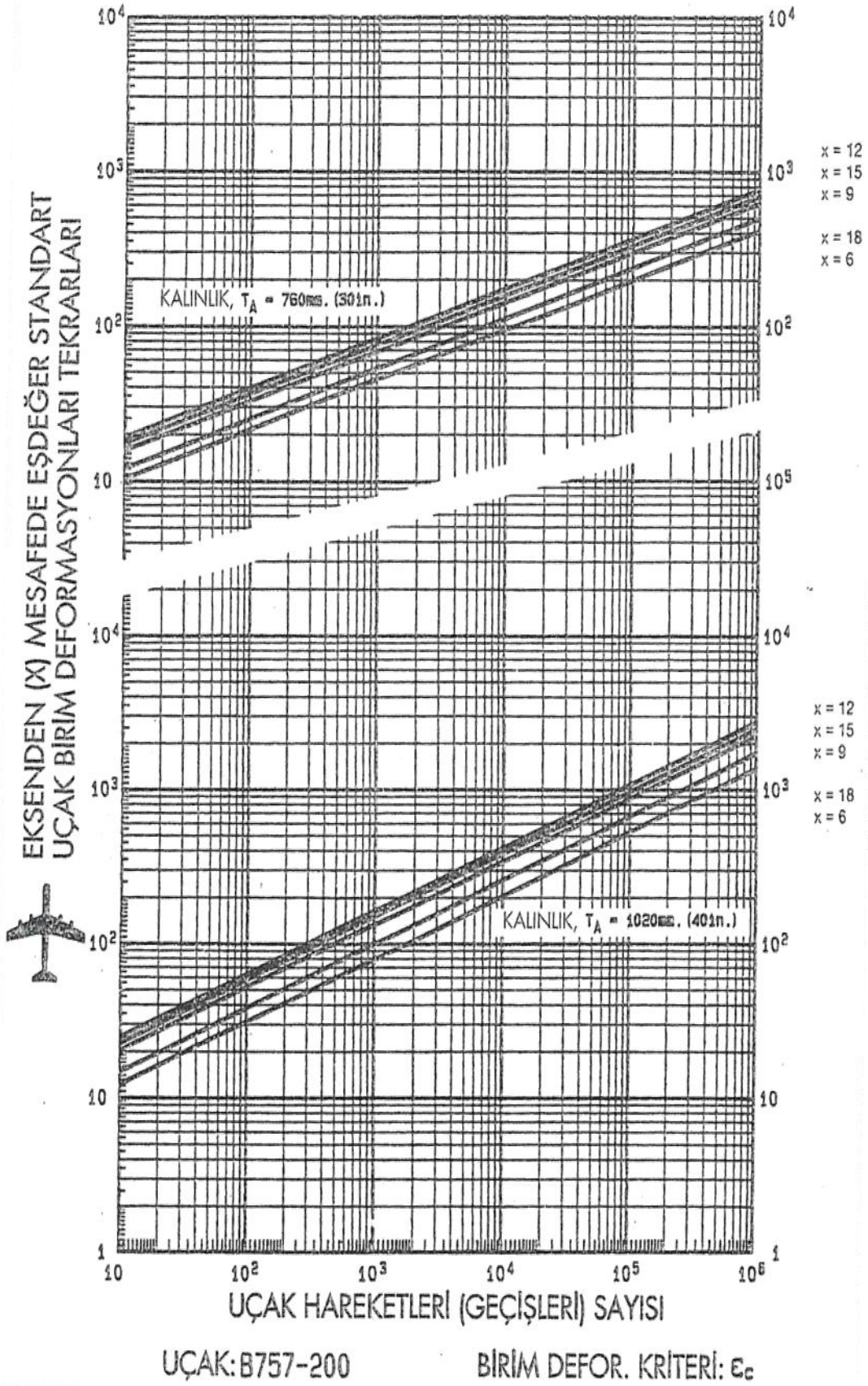
x = 12  
x = 15  
x = 9  
x = 18  
x = 6

x = 12  
x = 15  
x = 9  
x = 18  
x = 6

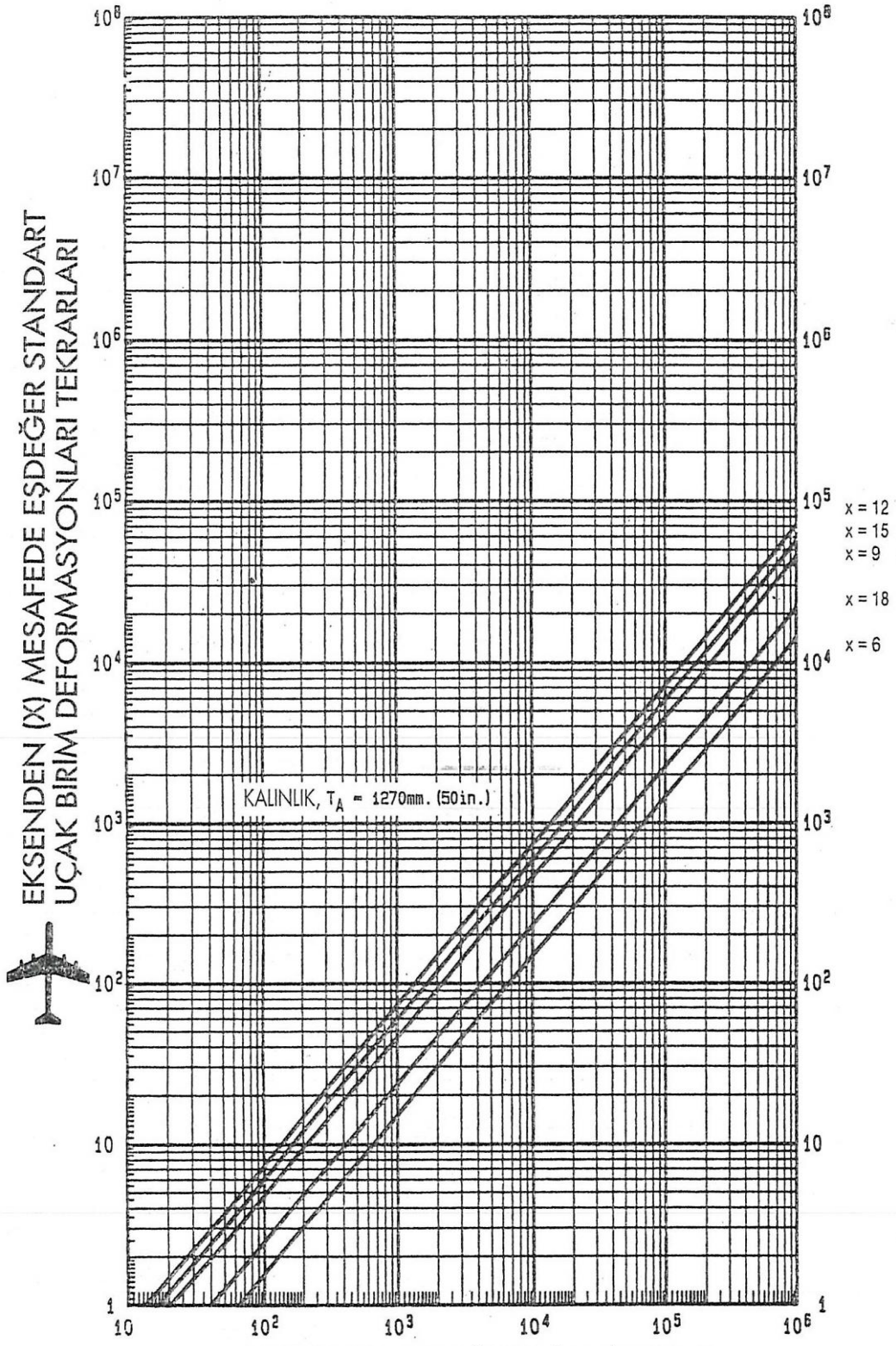
UÇAK: B757-200

BİRİM DEFOR. KRITERİ:  $\epsilon_c$

Şekil 3.16. Abak B



Şekil 3.17. Abak C



UÇAK HAREKETLERİ (GEÇİŞLERİ) SAYISI

UÇAK: B757-200

BİRİM DEFOR. KRITERİ:  $\epsilon_t$

Şekil 3.18. Abak D

EŞDEĞER (UÇAK) BİRİM  
DEFORMASYON TEKRAR SAYISI



BİRİM DEFORMASYON TİPİ  $\epsilon_c$

DİZAYN PERİYODU : 20 yıl

UÇAK	Dizayn Dönemi Hareketleri	MERKEZ HATTINDAN UZAKLIK x				
		1.8m (6 ft)	2.7m (9 ft)	3.7m (12 ft)	4.6m (15 ft)	5.5m (18 ft)
KALINLIK, $T_A = 250$ mm ( 10 in.)						
1. B 757-200	149,000	210	330	390	350	250
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		210	330	(390)	350	250
KALINLIK $T_A = 510$ mm ( 20 in.)						
1. B 757-200	149,000	160	240	270	250	180
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		160	240	(270)	250	180
KALINLIK $T_A = 760$ mm ( 30 in.)						
1. B 757-200	149,000	230	340	390	350	260
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		230	340	(390)	350	260
KALINLIK $T_A = 1020$ mm ( 40 in.)						
1. B 757-200	149,000	620	1,100	1,300	1,200	800
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		620	1,100	(1,300)	1,200	800

Şekil 3.19. Uçak trafiği form no2 doğal zemin düşey basınç birim deformasyonu,  $\epsilon_c$

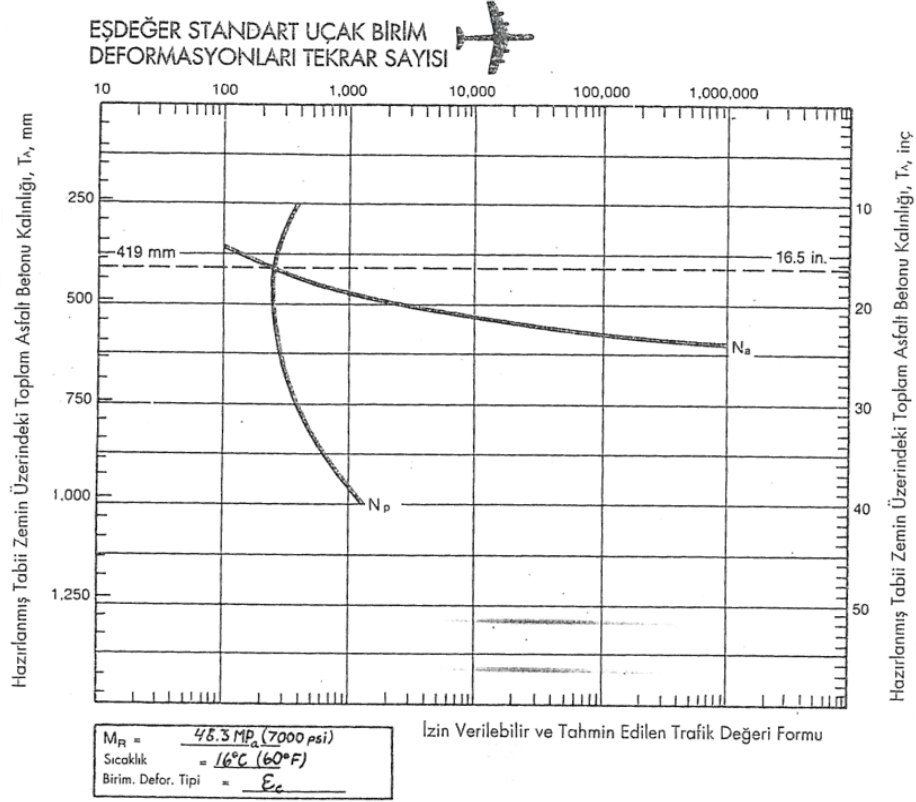


BİRİM DEFORMASYON TİPİ :  $\epsilon_t$

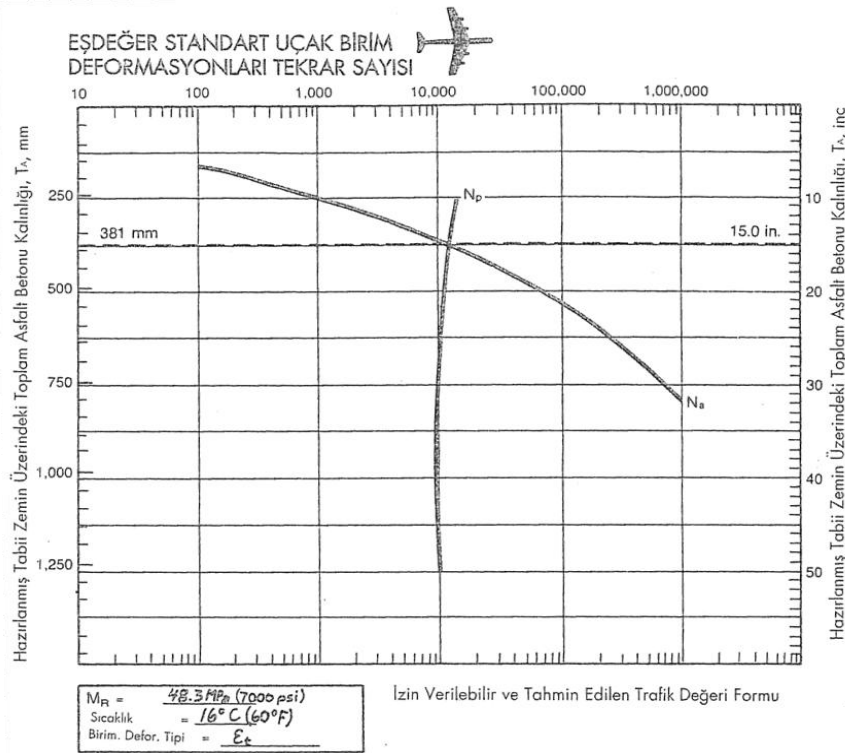
DİZAYN PERİYODU : 20 yıl

UÇAK	Dizayn Dönemi Hareketleri	EKSENDEN UZAKLIK x				
		1.8m (6 ft)	2.7m (9 ft)	3.7m (12 ft)	4.6m (15 ft)	5.5m (18 ft)
KALINLIK, $T_A = 250$ mm (10 in.)						
1. B757-200	149,000	3,100	9,900	15,000	12,000	4,900
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		3,100	9,900	(15,000)	12,000	4,900
KALINLIK, $T_A = 760$ mm (30 in.)						
1. B757-200	149,000	2,100	6,400	9,900	7,900	3,300
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		2,100	6,400	(9,900)	7,900	3,300
KALINLIK, $T_A = 1270$ mm (50 in.)						
1. B757-200	149,000	2,200	6,500	10,000	8,000	3,400
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM		2,200	6,500	(10,000)	8,000	3,400
KALINLIK, $T_A =$ mm ( in.)						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
TOPLAM						

Şekil 3.20. Uçak trafiği form no2 doğal zemin yatay çekme birim deformasyonu,  $\epsilon_t$



**Şekil 3.21.** Doğal zemin düşey basınç birim deformasyonu,  $E_c$  ilişkin izin verilebilir trafik değeri,  $N_a$  ve tahmin edilen trafik değeri,  $N_p$  eğrileri



**Şekil 3.22.** Asfalt betonu yatay çekme birim deformasyonuna,  $E_t$  ilişkin izin verilebilir trafik değeri,  $N_a$  ve tahmin edilen trafik değeri,  $N_p$  eğrileri



### 3.3.2.1 FAA esnek üstyapı tasarımı örneği

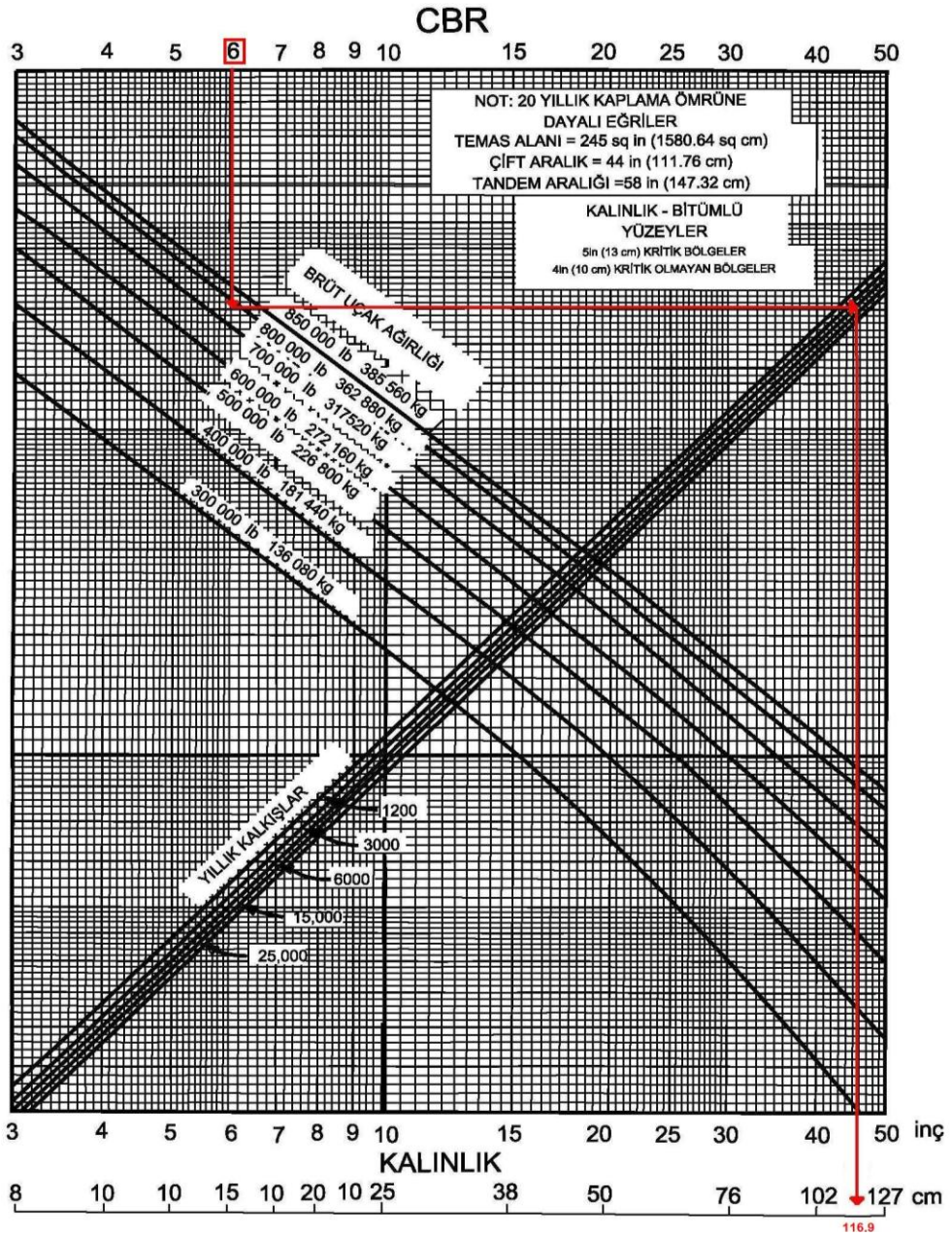
Tasarım uçağı B777-300 ER brüt ağırlık 352.441 kg (777.000 lb) için,

-Taban zemin CBR= 6, -Alttemel CBR= 20

-Yıllık kalkış miktarı= 6000

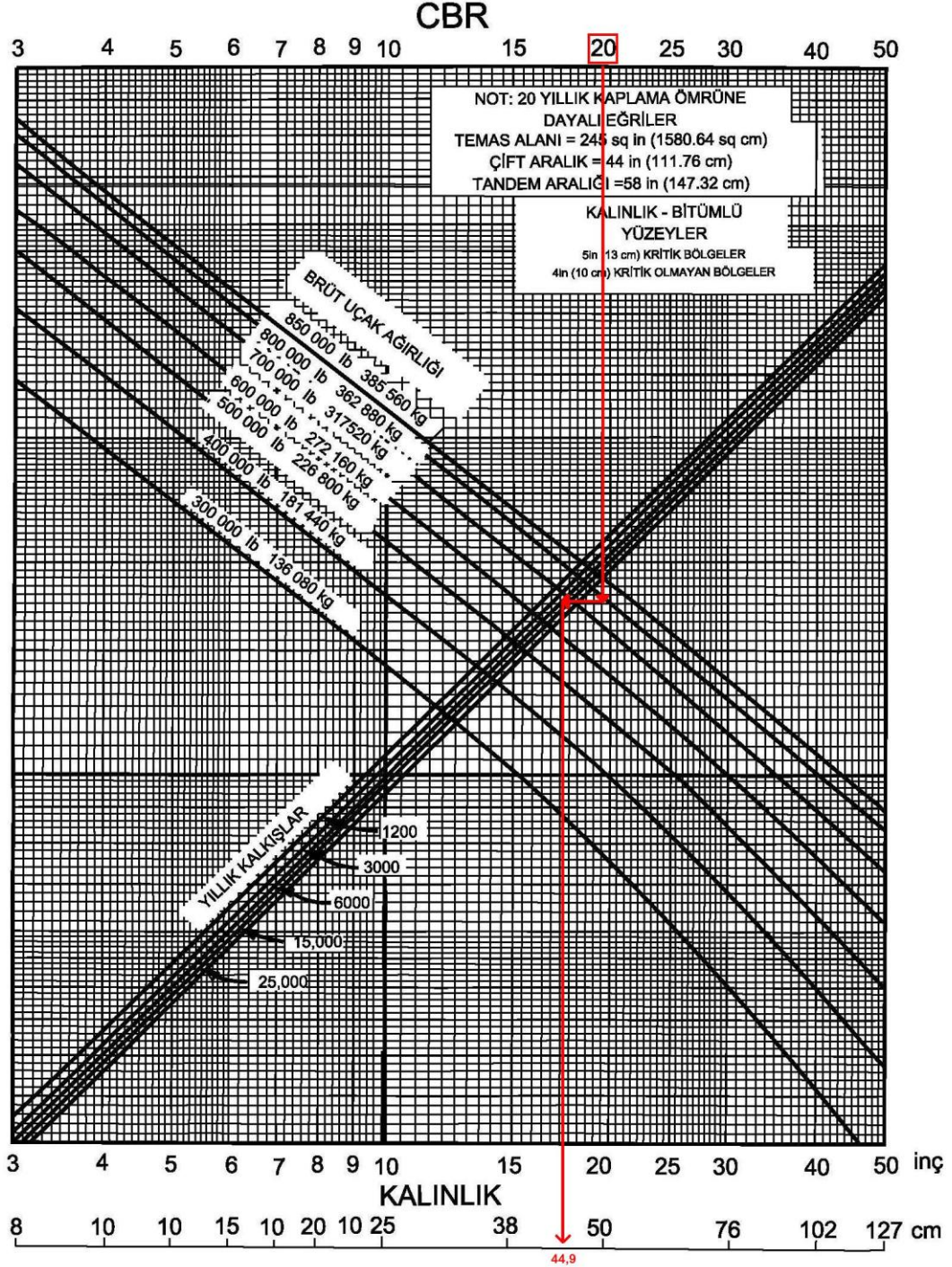
Esnek üstyapı için FAA yönteminde geliştirilmiş grafikler kullanılır. Grafiklerde zeminin CBR değerinden tasarım uçağının brüt ağırlık eğrisine yatayda karşılık gelen tasarım uçağı yıllık toplam eşdeğer kalkış miktarına karşılık gelen değere ulaşılır.

Buradan da düşeyde toplam esnek üstyapı kalınlığı belirlenmiş olur.



Şekil 3.24. Toplam esnek üstyapı kalınlığının bulunuşu

Verilen değerlere göre toplam üstyapı kalınlığı 116,9 cm (Şekil 3.24) olarak bulunur. Alttemel CBR 20 içinde aynı grafikten toplam temel kalınlığı 44,9 cm (Şekil 3.25) bulunur. Bulunan bu kalınlık temel ile bitümlü sıcak karışımın toplam kalınlığıdır. Bitümlü sıcak karışım tabaka kalınlığı ortalama 8-10 cm alındığında temel kalınlığı  $44,9 - 10 = 34,9$  cm bulunur. Alttemel kalınlığı  $116,9$  cm  $- 44,9$  cm  $= 72,0$  cm bulunur.



Şekil 3.25. Toplam temel kalınlığının bulunuşu

Bitümlü sıcak karışım genelde kritik olmayan alanlarda 8 cm, kritik alanlarda ise 10 cm alınır. Temel kalınlığı ise kritik olmayan alanlarda minimum 13 cm, kritik alanlarda minimum 15 cm alınır. Alttemel kalınlığı ise kritik olmayan alanlarda minimum 25 cm, kritik alanlarda minimum 28 cm alınır. Bu değerler don etkisi olmayan zemin türlerinde uygulanır.

Kritik olmayan alanların kalınlığı ise; toplam üstyapı kalınlığı, kritik üstyapı temel, alttemel ve üstyapı kalınlığının % 90'ına karşılık gelir. Kritik ve kritik olmayan kalınlaştırılmış kenarlar için % 70'tir ve sadece temel tabakasına uygulanır. Kısacası; kritik alanlarda; bitümlü üstyapı kalınlığı 10 cm, temel kalınlığı minimum 15 cm ve alttemel kalınlığı 28 cm'dir. Kritik olmayan alanlarda ise bitümlü üstyapı kalınlığı 8 cm, temel kalınlığı 13 cm ve alttemel kalınlığı 25 cm'dir (Bingöl, 2000).

### 3.3.2.2 FAA rijit üstyapı tasarım örneği

Rijit üstyapı projelendirmelerinde ise; öncelikle tasarım uçağı ağırlığı, uçağın tahmini yıllık kalkış sayısı, taban zemini modülü ve betonun dayanım mukavemetinin bilinmesi gereklidir. Uçak ağırlığı seçilen tasarım uçağının maksimum kalkış ağırlığı, tahmini yıllık kalkış sayısı iniş takım tiplerine göre belirli katsayılar ile çarpılarak bulunur. Taban zemini modülü plaka yükleme ile, betonun dayanım mukavemeti ise ASTM C-78 test metodu ile tasarım için 90 günlük dayanımdır. Normal şartlarda 90 günlük dayanıklılığın 28 günlük dayanımdan % 10 daha fazla olduğu kabul edilir.

Çift tandem inişli tasarım uçağı için;

Yıllık tahmini kalkış sayısı 15000

Ağırlık 160.000 kg

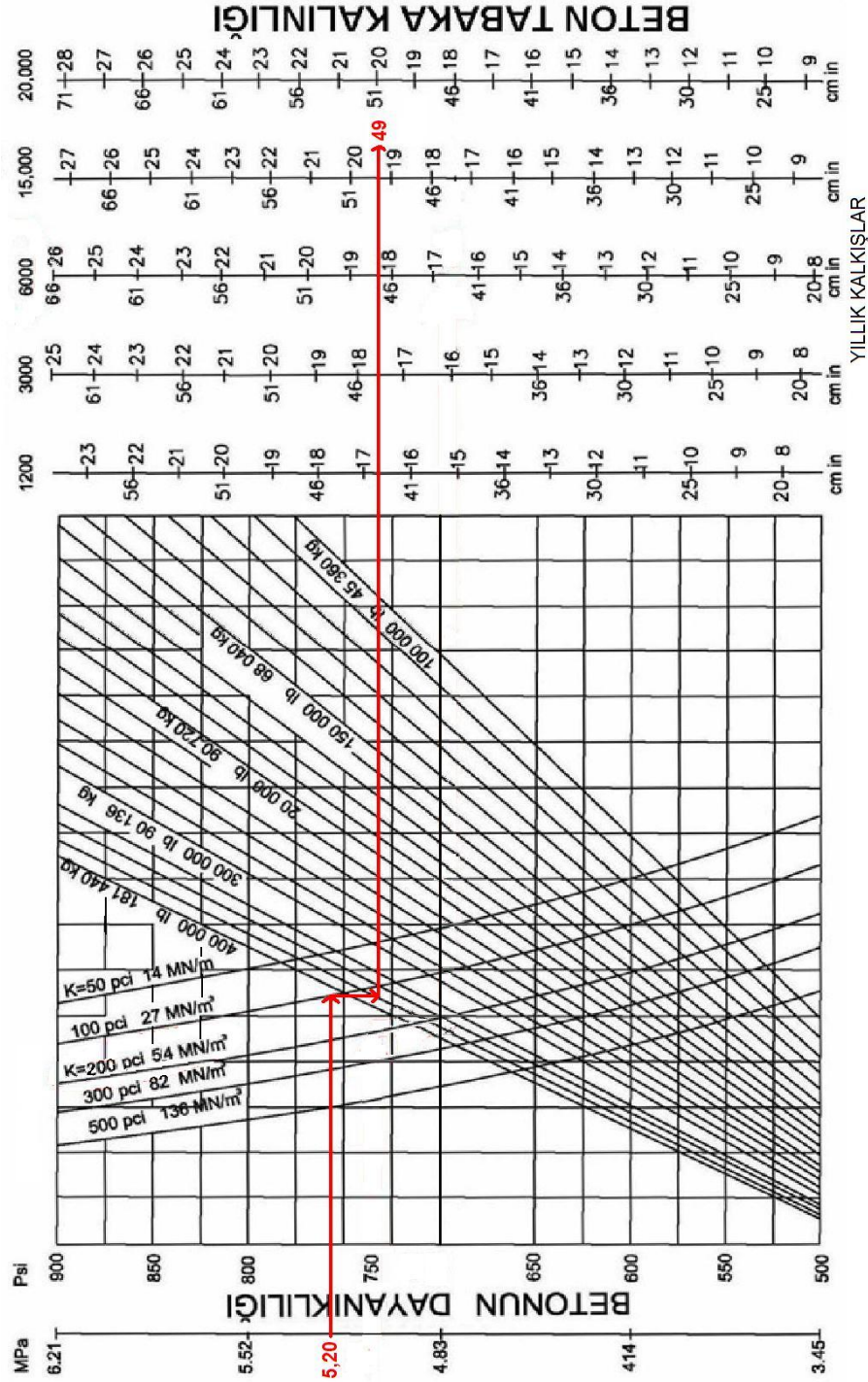
Taban zemin modülü (K) = 27 Nm/m<sup>2</sup> (100 psi) olsun,

Beton dayanımı 5,20 Mpa (530.233 kg/m<sup>2</sup> – 754,17 psi<sup>5</sup>) olan beton tabaka kalınlığını bulmak için Şekil 3.26'daki grafiklerden faydalanılır. Bu grafikte beton dayanımı yatayda taban zemini taşıma gücü olan K değeri ile kesiştirilerek sonrasında düşeyde

---

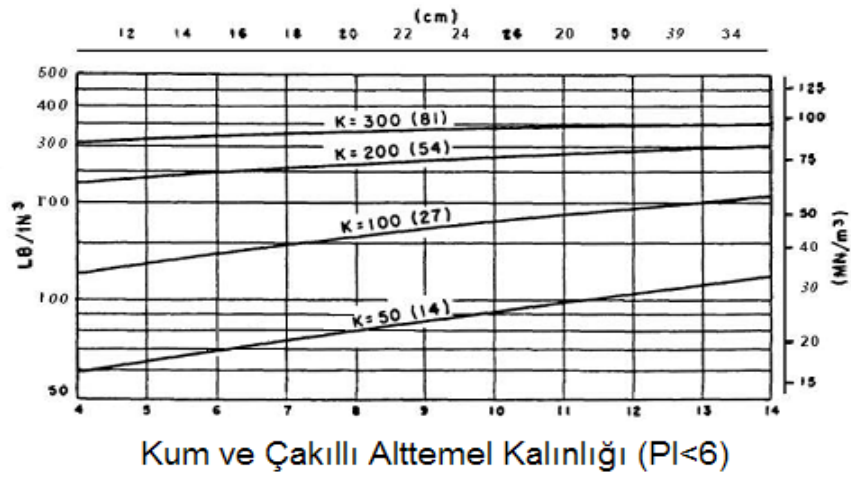
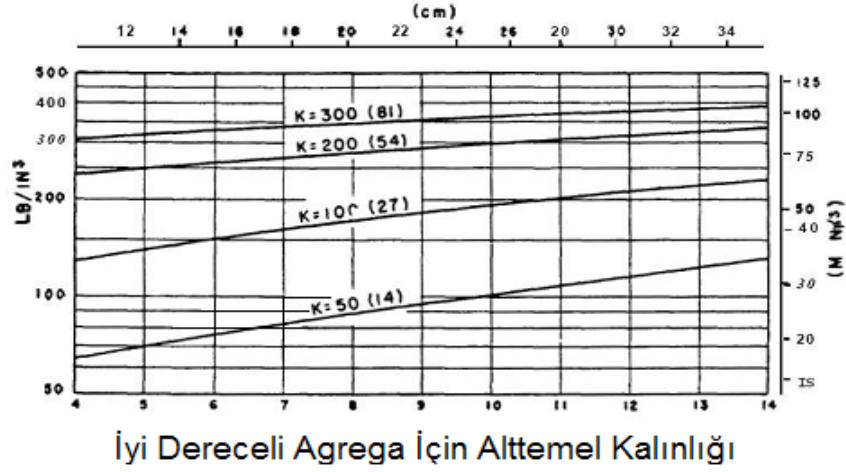
<sup>5</sup> 1 kg/m<sup>2</sup> (kilogram kuvvet/metrekaare) = 0,000009807 Mpa (Megapaskal)  
1 psi (pound/inçkaare) = 0,006895 Mpa = 6,895 Kpa (Kilopascal)

uçak ağırlığı eğrisine gidilir. Bu eğride keşiştirildikten sonra yatayda tasarım uçağının yıllık kalkış durumuna göre gidilerek beton tabaka kalınlığı bulunur. Örnekte okunan 49 cm beton üstyapı yüzey tabakası kalınlığıdır. Yani sadece beton plağın kalınlığıdır. Temel ve alttemel kalınlıkları Şekil 3.27 (FAA AC 150/5335-5B, 2011) ve Şekil 3.28 (FAA AC 150/5335-5B, 2011)'den okunur.

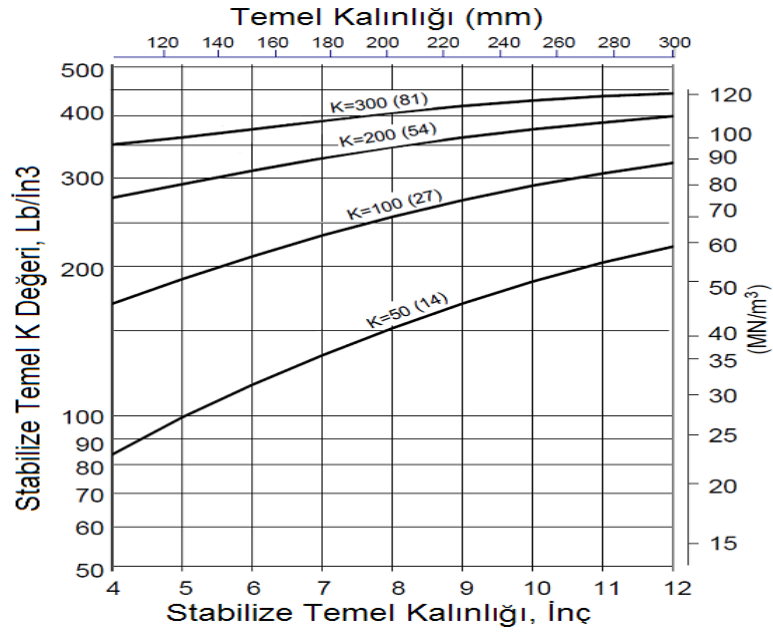


Şekil 3.26. Rijit üstyapı için beton tabaka kalınlığının bulunması

Alttemel K Değeri



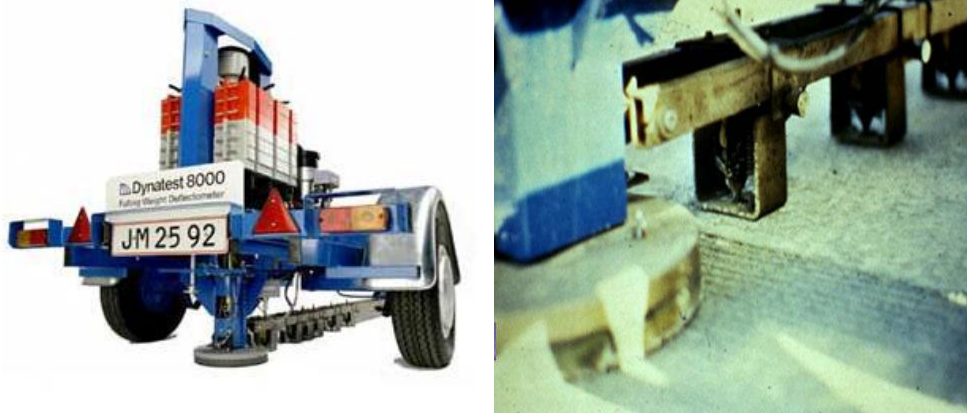
Şekil 3.27. Rijit üstyapı için alttemel tabakası kalınlık saptama



Şekil 3.28. Rijit üstyapı için temel tabakası kalınlık saptama

### 3.4 Dinamik Yöntemler

Bu yöntemler taşınabilecek ve üstyapı üzerine indirilecek şekilde araç yada treyler üzerine monte edilen dinamik bir yükleme cihazı içermektedir. Uygulanan yük ile ölçülen yer değişikliğinin kıyaslanması, test edilen üstyapı yüzey tabakasının 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 bölgesindeki denge noktalarında da belirlenir. Bir sensörden diğerine geçmek için gerekli olan dinamik yük tarafından ortaya çıkarılan gerilme dalgaları için zamanı ölçmek ve bu zamanla sensörlerle arasındaki mesafeden hızı hesaplamak mümkündür (Hall vd., 2001). Fotoğraf 3.3 Dinamik FWD (Düşük Ağırlıklı Deflektometre)'yi göstermektedir. Dinamik FWD'ler genellikle yollarda kullanılmakla birlikte küçük havalimanlarındaki küçük uçakların pistleri için de kullanılmaktadır. Havalimanlarında pistlerin durumuna göre Dinamik FWD'ler ile birlikte Dinamik HWD (Yüksek Ağırlıklı Deflektometre) kullanılmaktadır.

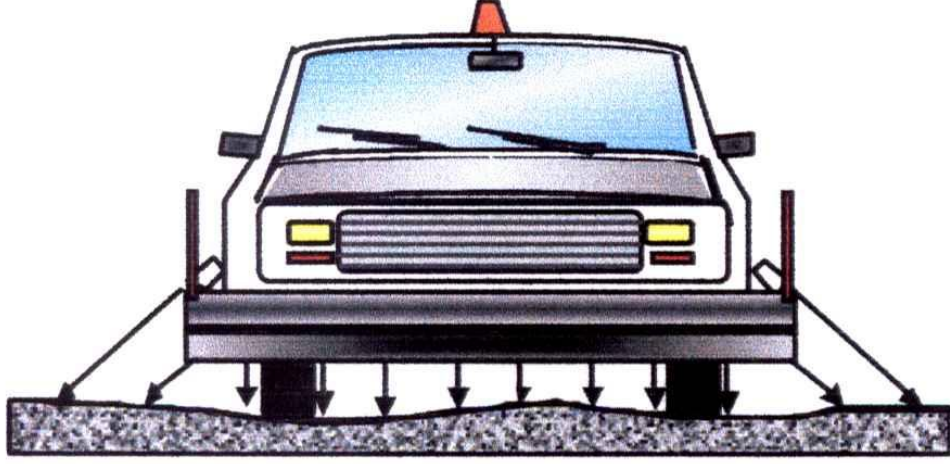


**Fotoğraf 3.3.** Dinamik FWD de sensörler

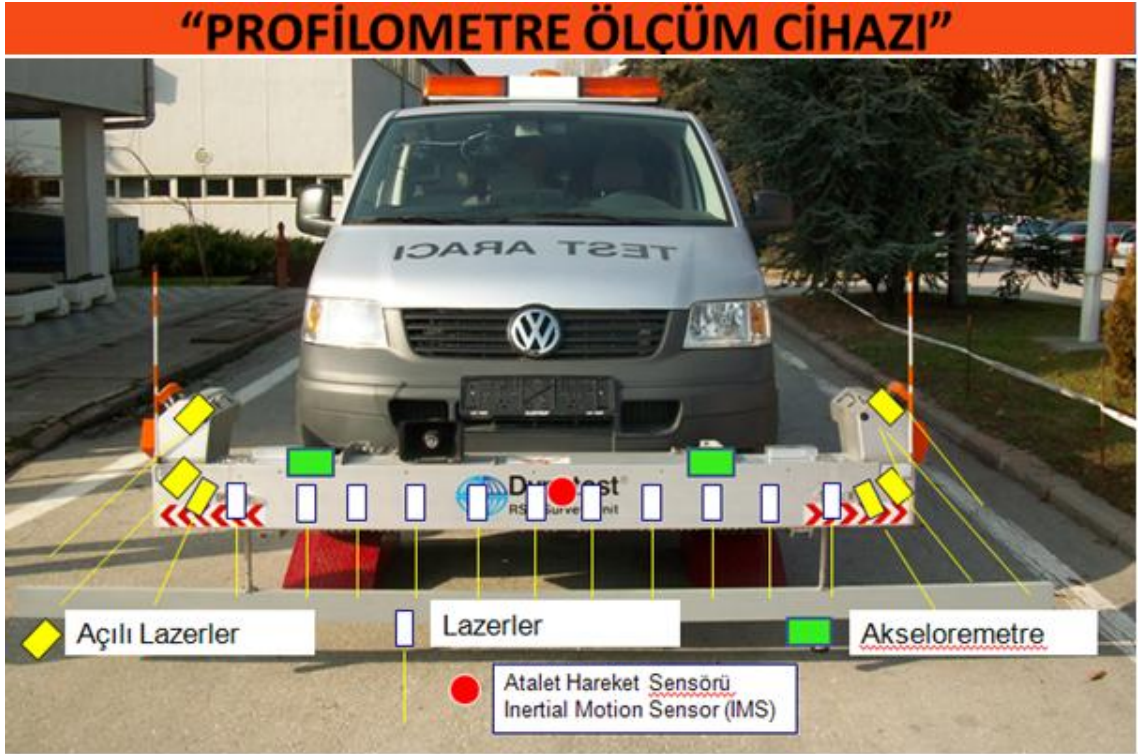
Bu yöntemle birlikte DYNATEST Grubu tarafından dünyanın birçok bölgesinde yeni teknolojilerle ölçümler yapılmaktadır. Grubun yaptığı makinalar, analiz programları ve bunları destekleyen altyapı çalışmaları ile ölçümlendirilmektedir.

Danimarka'da imal edilen roughness index aracı ile pürüzlülük değerleri ölçümlendirilir. Pistlerde kullanılması sonucunda çoğu pistin uçakların iniş yaptıkları

noktalarda meydana gelen ondülasyonların tespitinde kullanılmaktadır. Aracın eskiz resmi Şekil 3.29’da görülmektedir. Ölçümler 17-21 adet lazerli cihazlarla yapılmakta olup, veriler 2 adet HD kameraya aktarılmaktadır. Bu kayıtlar gelecekte de bilgi vermesi amacıyla saklanmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü de yol pürüzlülükleri ölçmek için 17 adet lazerli ölçüm cihazı kullanmaktadır. Uygulamada kullanılan araç fotoğrafı Fotoğraf 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.29. Danimarka’da imal edilen roughness index aracı eskiz şekli



Fotoğraf 3.4. Karayolları Genel Müdürlüğüne ait Dynetest aracı

LCN/PCN ölçümleri 100 tonluk tır yükleme deneyinde kullanılan eski ve zaman kaybettirici metodlar (Fotograf 3.5) yerine hassas geofonlarla yapılmakta olup bir pistin 30 gün kadar sürebilecek deney süreci birkaç güne indirilebilmektedir.



**Fotograf 3.5.** Eski LCN/PCN ölçüm yöntemi

Uygulamada bulunan kurumlarda her iki ölçüm metodu da yapım aşaması bittikten sonra devreye girmektedir. Bu ölçümler imalatı yaptıran birimden bağımsız bir birim tarafından yapılmakta olup, ölçümün doğruluğunu ve güvenilirliğini tartışmalara mahal bırakmaksızın yayınlanmaktadır.

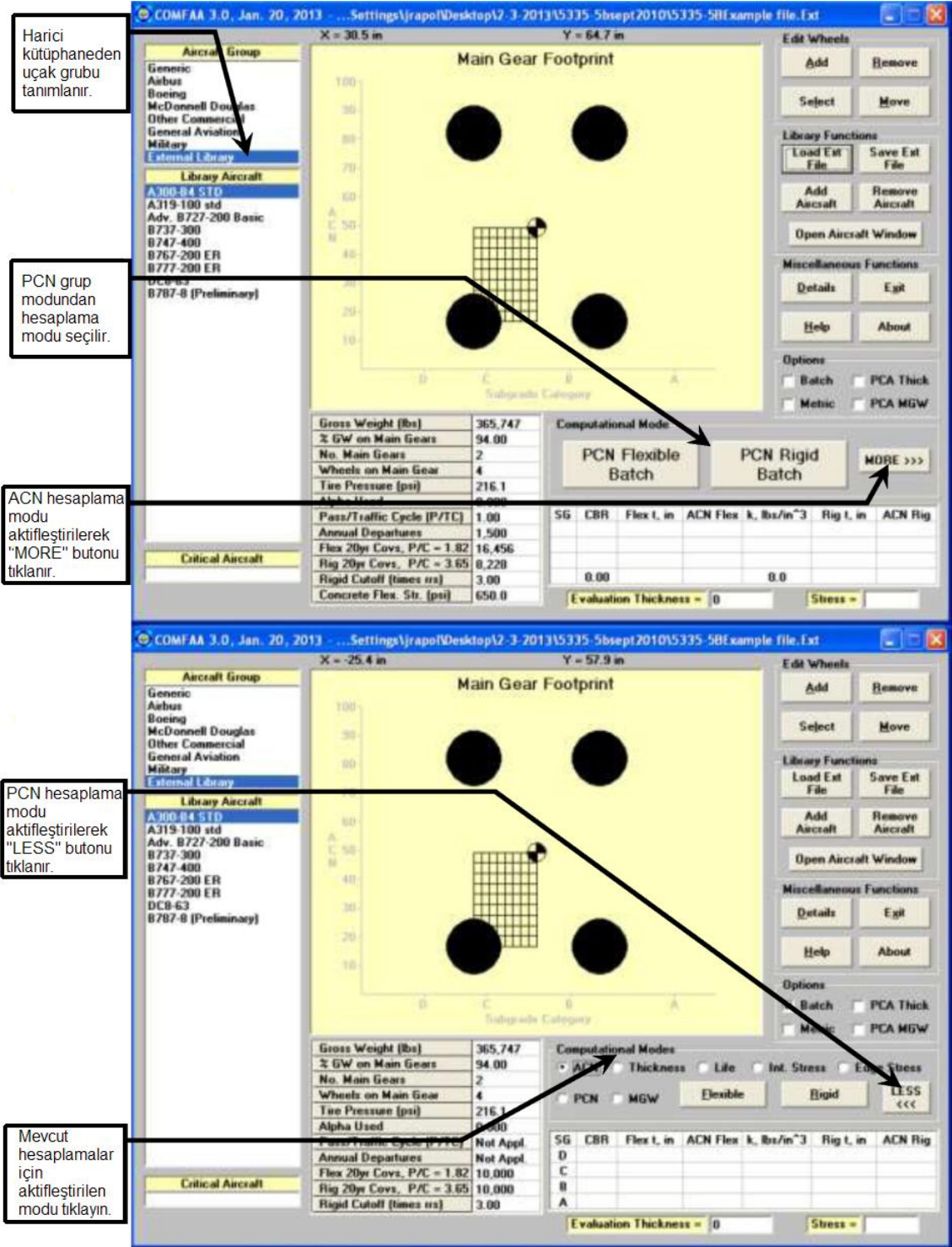
### **3.5 ACN/PCN Hesaplamada Kullanılan Bilgisayar Programı COMFAA**

COMFAA programı; PCN değerlerinin hesaplanmasında, ACN değerlerinin tanımlanmasında kullanılan bir programdır.

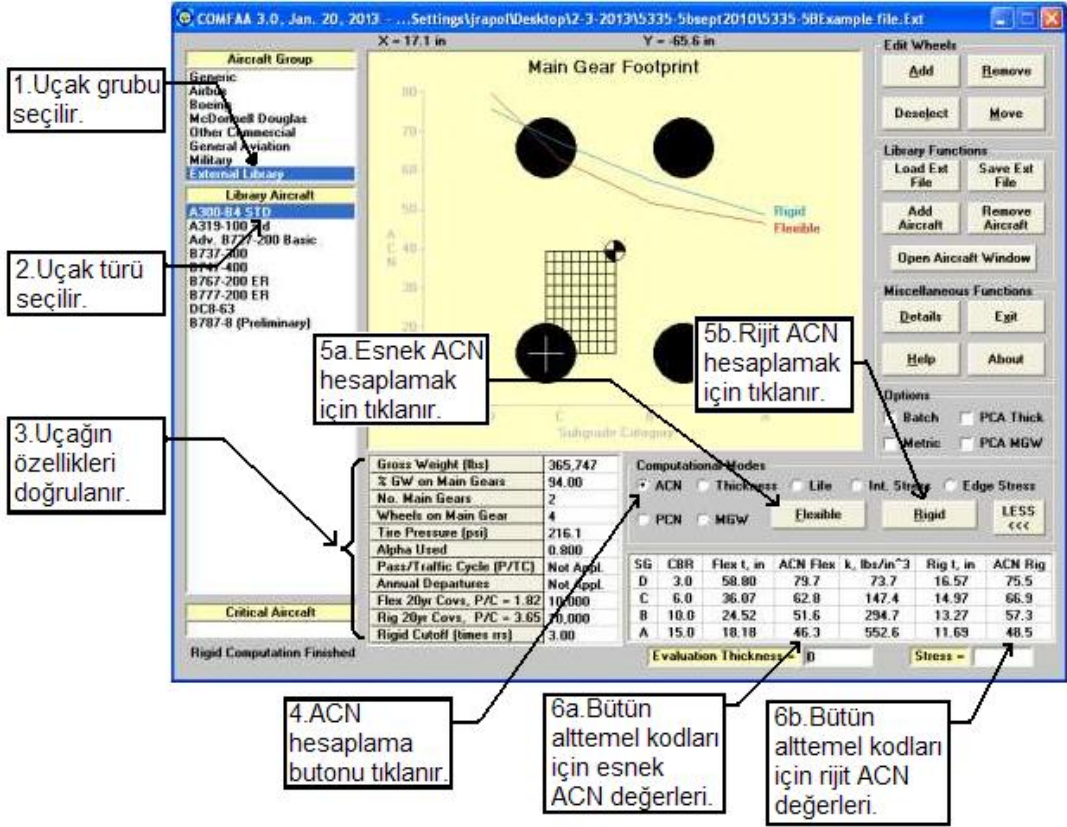
Programda kullanıcılar ACN için; tasarım uçağını seçerek uçağın fiziksel özelliklerini girerler. Daha sonra “MORE” butonuna basarak 4 farklı standard alttemel şartlarına göre ACN Esnek yada ACN Rijit butonu tıklanır.

Kullanıcılar PCN için; programa kayıtlı harici dosyasında bulunan karışım uçak gruplarından uçak tipi seçilir. Sonra karışım uçak grubu içindeki uçağın fiziksel özellikleri girilir. Uçağın yıllık kalkış sayısı, alttemelin kalınlığı ve dayanım gücü, rijit üstyapıda beton dayanımı değerleri girilir. Hesaplama modunda PCN grubu aktifleştirilerek “LESS” butonu tıklanır. Üstyapının PCN tanımlanmasında PCN Esnek grubu yada PCN Rijit grubu tıklanır.

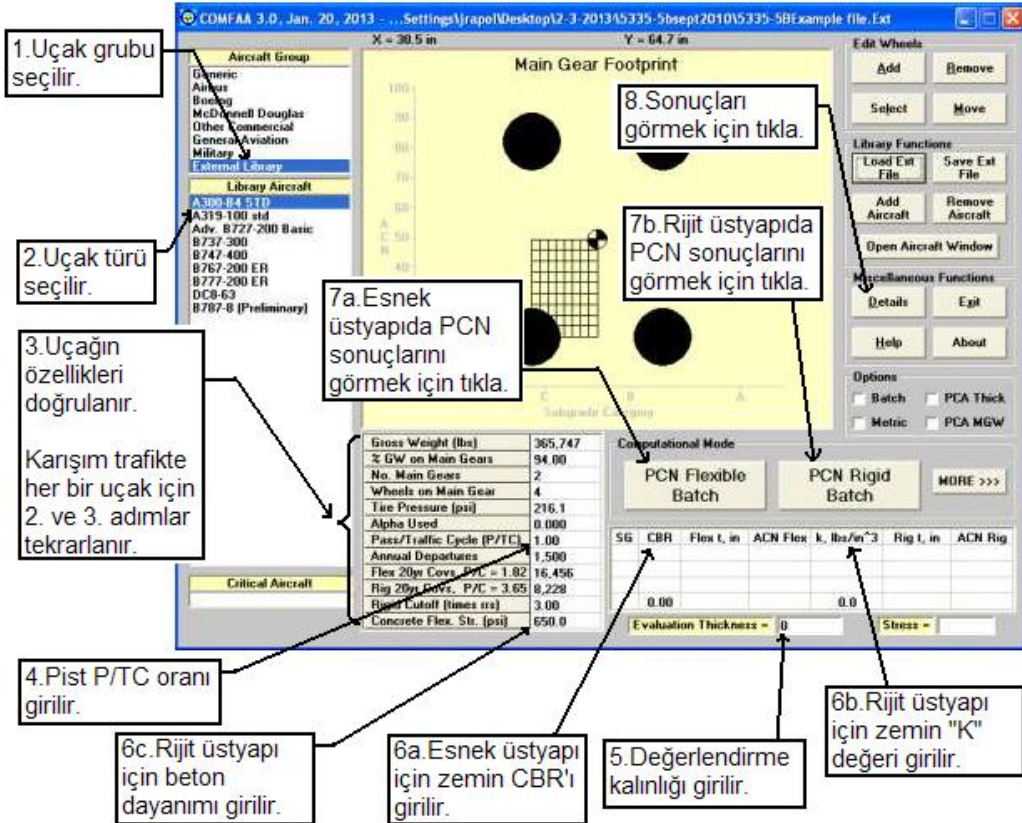
Programın kullanımında kullanıcılara yardımcı olması için Yardım menüsü vardır. Programın çalışma şeklini gösteren ara yüzleri Şekil 3.30, 3.31 ve 3.32’de verilmiştir (FAA AC 150/5335-5B, 2011).



Şekil 3.30. COMFAA programı hesaplama modu ara yüzü



Şekil 3.31. ACN modunda COMFAA programının ara yüzü



Şekil 3.32. PCN grup modunda COMFAA programının ara yüzü

### **3.6 Üstyapı Tabaka Kalınlıkları İçin Kullanılan Bilgisayar Programı FAARFIELD**

FAA CBR yönteminde, ampirik araştırma ve saha tecrübesi sonuçlarının istatistiksel olarak düzenlenmesi sonucunda üstyapı tabaka kalınlıkları hesaplanmaktadır. Artan uçak ağırlıkları, tekerlek ve iniş takımı düzenlerine göre sürekli geliştirilmesi gerekmektedir. Ancak FAARFIELD yöntemi gelişen şartlara daha uygun olduğu değerlendirilen ve esnek üstyapı tasarımı için geliştirilen elastik tabaka teorisini kullanan bir yöntemdir. Bu yöntem, tasarım esasları değişmeden zamanla geliştirilen ve geliştirilecek tekerlek ve iniş takımları düzenleri için de geçerlidir.

FAA CBR ile FAARFIELD yöntemleri arasındaki temel farklılık tasarım felsefesidir. FAA CBR yöntemi ampirik esaslara dayanmaktadır. FAARFIELD yöntemi ise mekanistik- ampirik bir yöntemdir (Özdemir, 2010).

Taban zemini kalınlığı sonsuz bir kalınlık olarak düşünüldüğünde taban zemini elastisite modülü veya CBR olarak gösterilir. Bu ikisi arasında  $E=1500 \times CBR$  ( $E=26 \times k^{1,284}$ ) denklemi şeklinde bir ilişki vardır.

Alttemel tabakası kalınlığı minimum 4 inç olarak projelendirilirken agrega veya stabilize malzeme ile oluşturulur. Ancak uygulamada bu kalınlık arttığı gibi birden fazla tabakadan da oluşabilmektedir. CBR yönteminde bu tabakalarda kullanılan malzemeler belirli şartnamelere uymak zorundadır. Bu şartnameler Çizelge 3.3'de verilmiştir (FAA AC 150/5320-6E, 2009).

P-301 donma-çözülme etkilerine maruz kalınmayacağı öngörülen durumlarda, P-208 veya P-209 stabilize temel tabakası uygulanması gereken durumlarda daha kaliteli alttemel tabakasının yapılmasında kullanılmaktadır.

Brüt ağırlığı 60.000 lb ve altındaki uçaklar için P-208 kullanılır. P-208 kullanıldığında BSK kaplama tabakası en az 5 inç olarak projelendirilmelidir.

**Çizelge 3.3.** Temel tabaka cinslerine göre şartname numaraları

<b>Temel Tabakası Cinsi</b>	<b>Şartname Numarası</b>
Agrega Temel	P-208
Kırmataş Agregas Temel	P-209
Kireçtaşı Temel	P-211
Geri Kazanılmış Beton Agregas Temel	P-219
Çimento Temel	P-301
Çimento Stabilize Temel	P-304
Zayıf Beton Alttemel	P-306
Bitümlü Sıcak Karışım	P-401
BSK Temel	P-403

Brüt ağırlığı 100.000 lb ve altındaki uçaklar için P-209 kullanılır. P-211, P-304, P-306, P-401 ve P-403 ile yapılan temel tabakaları stabilize temel olarak isimlendirilir. Stabilize temel tabakaları esnek veya rijit olduğu gibi stabilize temel tabakaları için kullanılan P-401 ve P-403'ün elastisite modülleri 400.000 psi (2.760 Mpa) olarak tanımlanır. Elastisite modülü 150.000-400.000 psi (1.035-3.760 Mpa) arasında değişenler esnek stabilize temel tabakaları da kullanılır.

P-304 ve P-306 rijit stabilize temel tabakalarında, P-301 çimento temel tabakasının esnek üstyapılarda temel tabakası olarak kullanılması doğru değildir. Temel tabakası cinsleri için Elastisite modülü ve Poisson oranları Çizelge 3.4'de verilmiştir (FAA AC 150/5320-6E, 2009).

Esnek üstyapıda temel tabakası için 150.000 psi (1,035 Mpa) olan minimum elastisite modülü CBR yönteminde temel tabakası için 1,2 eşdeğerlik katsayısına, 400.000 psi (2,760 Mpa) elastisite modülü ise 1,6 eşdeğerlik katsayısına denktir. Eşdeğerlik katsayısı, P-208 olan standart agrega temel tabakası kalınlığının stabilize temel tabakası kalınlığına bölünmesiyle çıkan orandır. Temel tabakası için hesaplanan elastisite modülü üstyapının toplam kalınlığını da etkilemektedir.

P-209 kırmataş agrega tabakası, FAARFIELD ile esnek üstyapı tasarımının standart temel tabakasıdır. Temel tabakası olarak P-208 agrega tabakasının kullanılması uygun değildir.

**Çizelge 3.4.** Temel tabakası Elastisite Modülü ve Poisson Oranları

<b>Esnek Stabilize</b>		
<b>Temel Tabakası Cinsi</b>	<b>Elastisite Modülü (psi-Mpa)</b>	<b>Poisson Oranı</b>
Değişken (Minimum)	150.000-1.035	0,35
Değişken (Maksimum)	400.000-2.760	
P-401, P-403 asfalt	400.000-2.760	
<b>Rijit Stabilize</b>		
<b>Temel Tabakası Cinsi</b>	<b>Elastisite Modülü (psi-Mpa)</b>	<b>Poisson Oranı</b>
Değişken (Minimum)	250.000-1.720	0,20
Değişken (Maksimum)	700.000-4.830	
P-304 Çimento Stabilize Temel	500.000-3.450	
P-306 Zayıf Beton	700.000-4.830	

FAARFIELD yönteminde, esnek üstyapının kaplama tabakasında, asfalt plentinde üretilen yoğun gradasyonlu ve P-401 asfalt betonu kullanılmaktadır. Bu durum FAA CBR yönteminde de aynıdır.

FAARFIELD ile üstyapı tasarımı tasarım uçağının brüt ağırlığına göre ağırlığın % 95'ini ana iniş takımlarının karşıladığı, % 5'ini ise burun iniş takımının karşıladığı kabul edilmektedir. Programda uçak ağırlığı ve yıllık trafik hacminde çok serbestlik bulunmaktadır.

FAA CBR yönteminde karışık trafik tasarım uçağına dönüştürülmekte ve her uçak cinsi için yıllık kalkış sayısı tasarım uçağı kalkış sayısına dönüştürülmekteydi. Tasarım uçağı, brüt ağırlık ve kalkış sayısı dikkate alınarak üstyapıya en çok zarar verebilen uçak olarak belirlenirdi.

FAARFIELD programında ise karışık trafik hacmi doğrudan değerlendirilerek uçak trafiği tasarım uçağına dönüştürülmez. Program, her uçak cinsinin üstyapıya vereceği hasarın analizi yaparak toplam kümülatif hasar için üstyapı kalınlığı hesaplar. Program tasarımında, FAA CBR yönteminde kullanılan tasarım uçağı kavramı yerine CDF (Cumulative Damage Factor-Kümülatif Hasar Katsayısı) kavramı cinsinden yorulma hasarına göre tasarım kavramı geliştirilmiştir. Kullanılan üstyapının yapısal yorulma ömrü CDF ile ifade edilir. CDF, uygulanan yük tekrarlarının göçmeye kadar izin verilen yük tekrarlarına oranıdır.

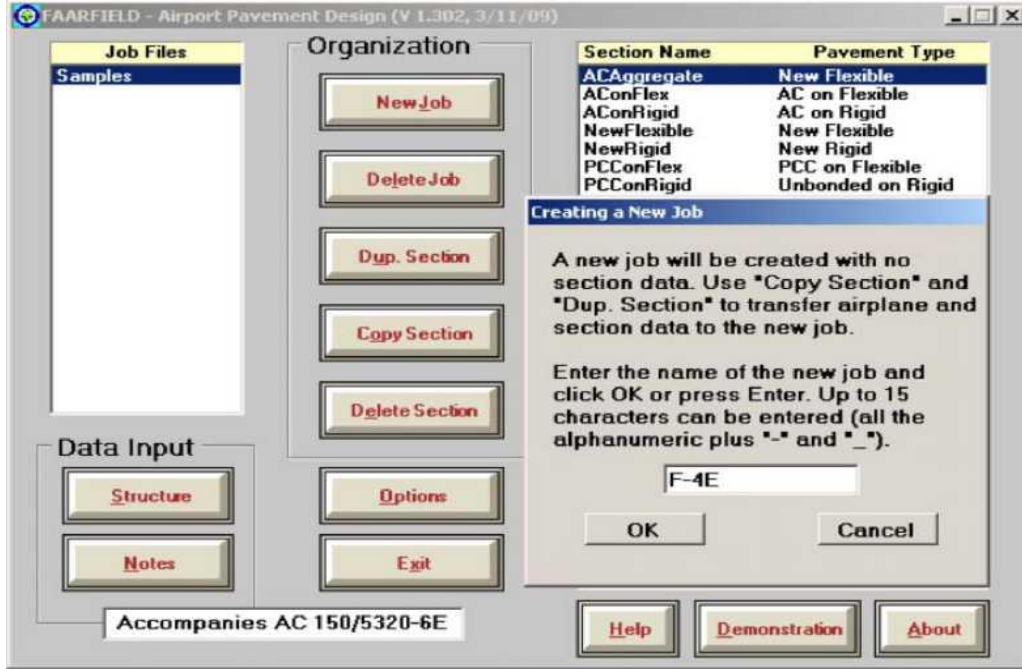
Üstyapıyı kullanması beklenen her uçak cinsi için yıllık trafik hacmi tahmini yapılırken yalnızca kalkışlar dikkate alınır. FAARFIELD yöntemi ile yapılan tasarım çalışmalarında hizmet ömrünün 20 yıl olacağı öngörülmüştür. Programda ayrıca daha farklı hizmet ömürlerinin de kullanılmasına imkan tanınmaktadır.

Bu yöntemle, FAA CBR yönteminde olduğu gibi brüt ağırlığı 30.000 lb (13.608 kg) ve daha büyük olan uçaklara hizmet verecek esnek üstyapı tasarımı gerçekleştirilmektedir. FAARFIELD programında mekanistik-ampirik üstyapı tasarımı uygulanmakta ve elastik tabaka teorisi kullanılmaktadır. Üstyapının yapısal ömrünü tahmin etmek için taban zemininin üst kısmındaki maksimum düşey deformasyon ile asfalt kaplama tabakası altındaki maksimum yatay şekil değiştirme belirteç olarak kullanılır. Program yardımıyla belirli bir taban zemini üzerinde karışık trafik için gerekli üstyapı tabakalarının kalınlıkları hesaplanmaktadır (Özdemir, 2010).

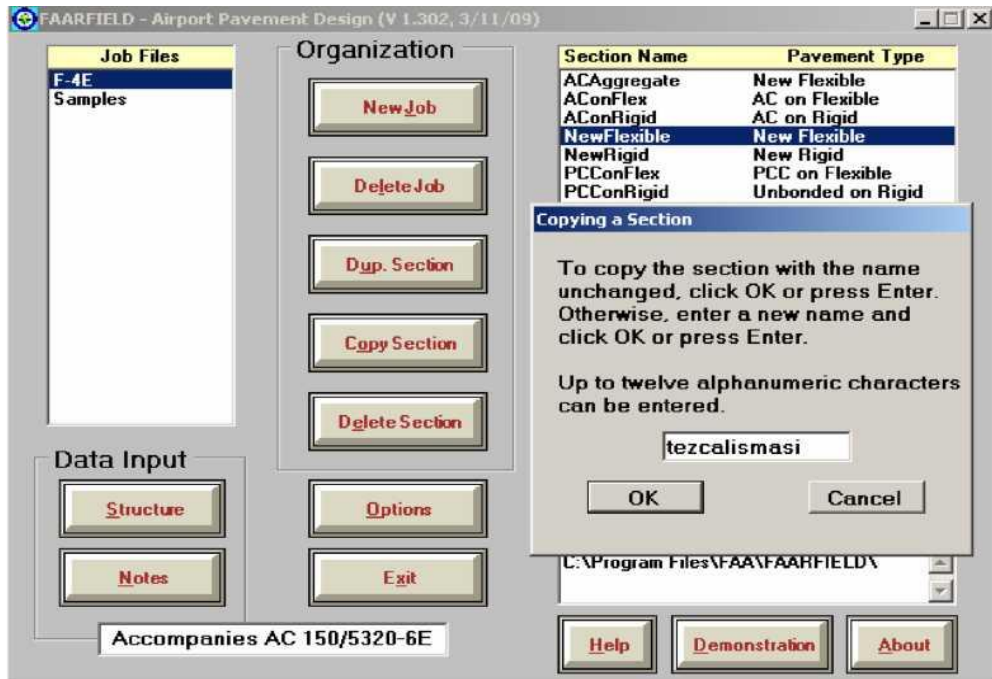
Taban zemini üzerinde belirli trafik hacmi için gerekli üstyapı kalınlığını belirlemek karmaşık bir mühendislik problemi olduğundan gerçekçi bir tasarım için birbiri ile bağlantılı ve nicelikleri tam olarak tespit edilemeyen birçok değişken vardır. Konuyla ilgili birçok araştırma yapılmasına rağmen tabaka kalınlıkları için doğrudan matematiksel çözüm geliştirmek mümkün değildir. Bu nedenle kaplama mühendislerince kalınlık hesaplamalarında; üstyapı ve taban zeminine intikal eden yüklerin teorik analizi, deneysel üstyapı verileri ve mevcut hizmet şartları altında üstyapı performansı çalışmaları dikkate alınır. FAARFIELD programı, 1940'lı yıllardan bugüne kadar gerçekleştirilen tam-ölçekli deneylerin sonucunda elde edilen kırılma modelleri kullanılarak, yoğun hesaplamalar içeren elastik tabaka teorisine dayanan tasarım yönteminin kullanılmasında havaalanı kaplama mühendislerine yardım amacıyla FAA tarafından geliştirilmiştir (Özdemir, 2010).

FAARFIELD, karışık trafik hacmi tarafından verilen toplam hasarın her bir uçak için analiz edilmesini içeren CDF kavramını kullanmaktadır. Programında esnek üstyapı için yapısal hesaplamalar LEAF adlı alt program ile gerçekleştirilir. LEAF Visual Basic™ 2005 programı ile yazılmış, Microsoft Windows dinamik link kütüphane uygulaması olan elastik tabaka programıdır.

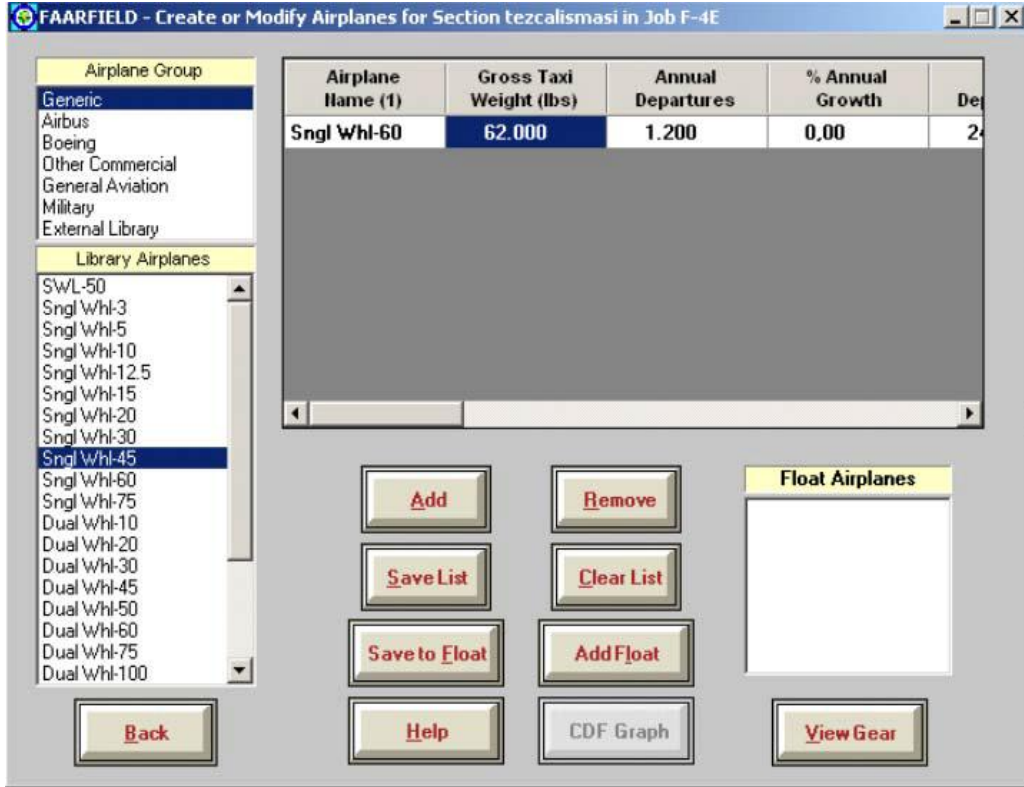
FAARFIELD programı, 30 Eylül 2009 tarihinde onaylanan FAA AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation adlı dokümanda yer almakta ve bu dokümanda bulunan esaslar doğrultusunda kullanılmaktadır. Programın arayüzleri Şekil 3.33, 3.34, 3.35 ve 3.36’da verilmiştir.



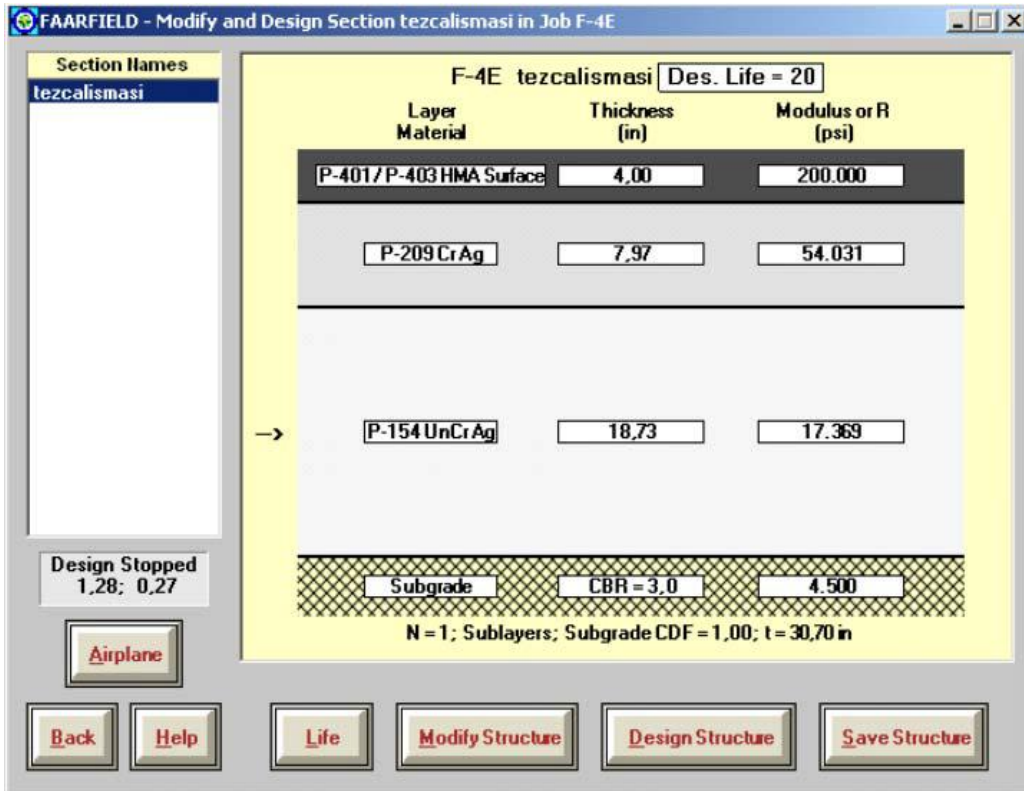
Şekil 3.33. FAARFIELD iş tanımlama arayüzü



Şekil 3.34. FAARFIELD kesit tanımlama arayüzü



Şekil 3.35. FAARFIELD trafik hacmi tanımlama arayüzü

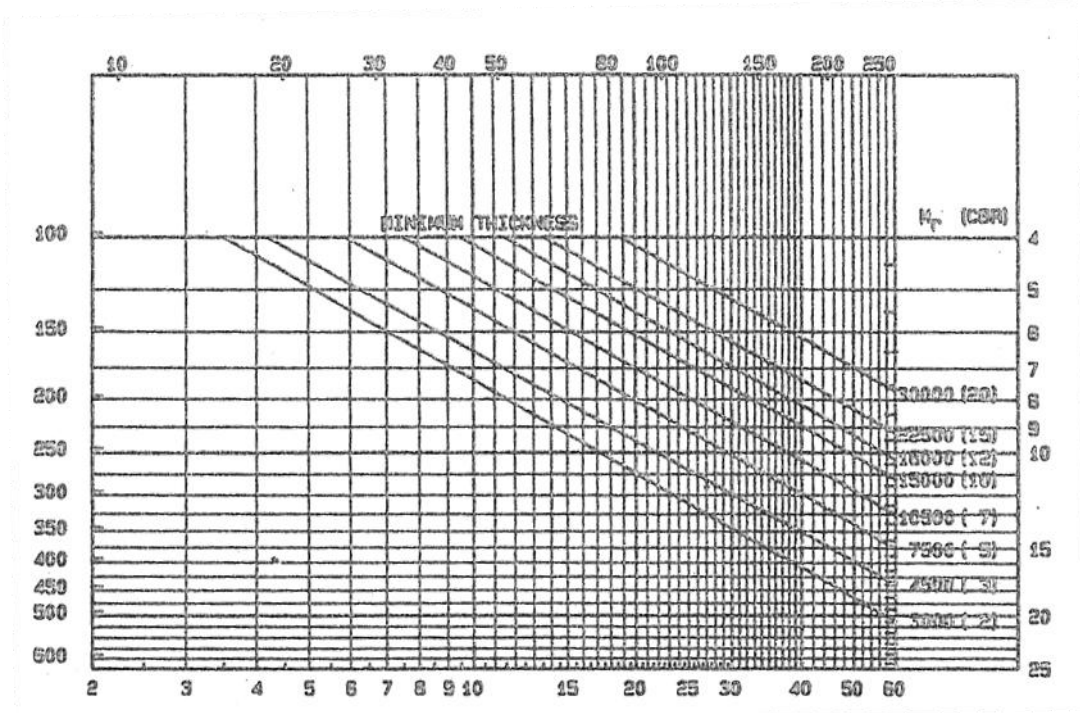


Şekil 3.36. FAARFIELD üstyapı tabaka kalınlığı hesaplama arayüzü

### 3.7 Genel Havacılık İçin Üstyapı Tasarımı

Genel havacılık için üstyapı tasarım kalınlıkları toplam ağırlığın % 47,5'ine eşit ana dikme yüklerine göre yapılır. Toplam ağırlık 133 kN<sup>6</sup> (30000 lb)'ni geçerse çift tekerlekler için eşdeğer tek tekerlek yükleri hesap edilir. Doğal zemin mukavemeti ne olursa olsun bu kaplamalar için en az 100 mm (4 inç) asfalt karışımı tavsiye edilmektedir (Uluçaylı, 2002).

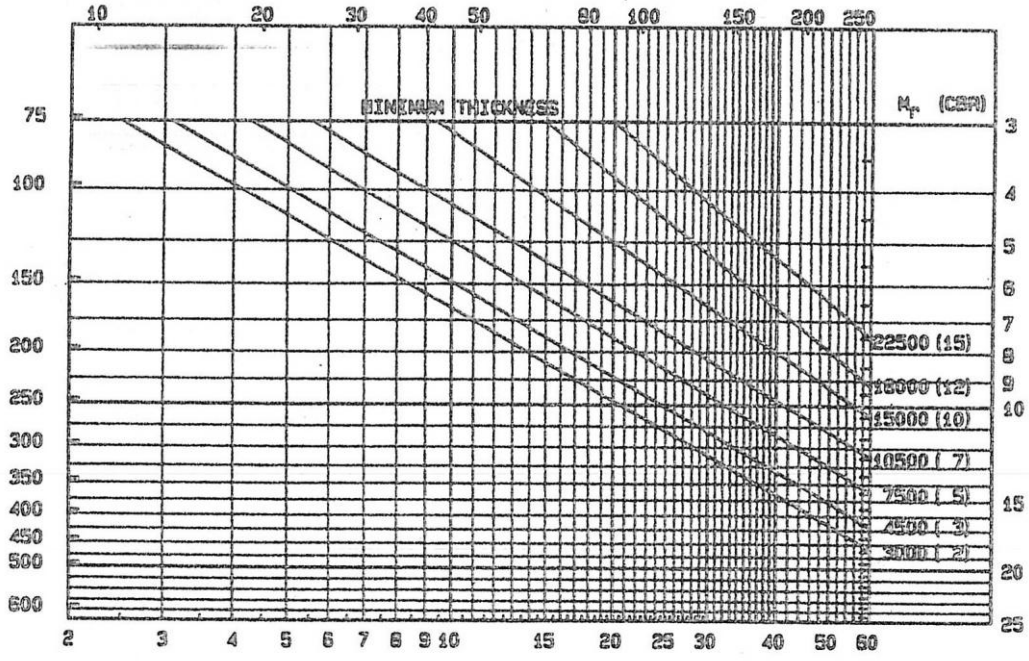
Toplam ağırlığı maksimum 270 kN (60000 lb) kadar olan genel havacılık uçaklarına hizmet veren havaalanı için Tam derinlikli asfalt betonu kaplama kalınlıkları için Şekil 3.37'deki kalınlık dizaynı abağından saptanabilir (Uluçaylı, 2002).



Şekil 3.37. Kalınlık tasarımı – tam derinlikli asfalt betonu

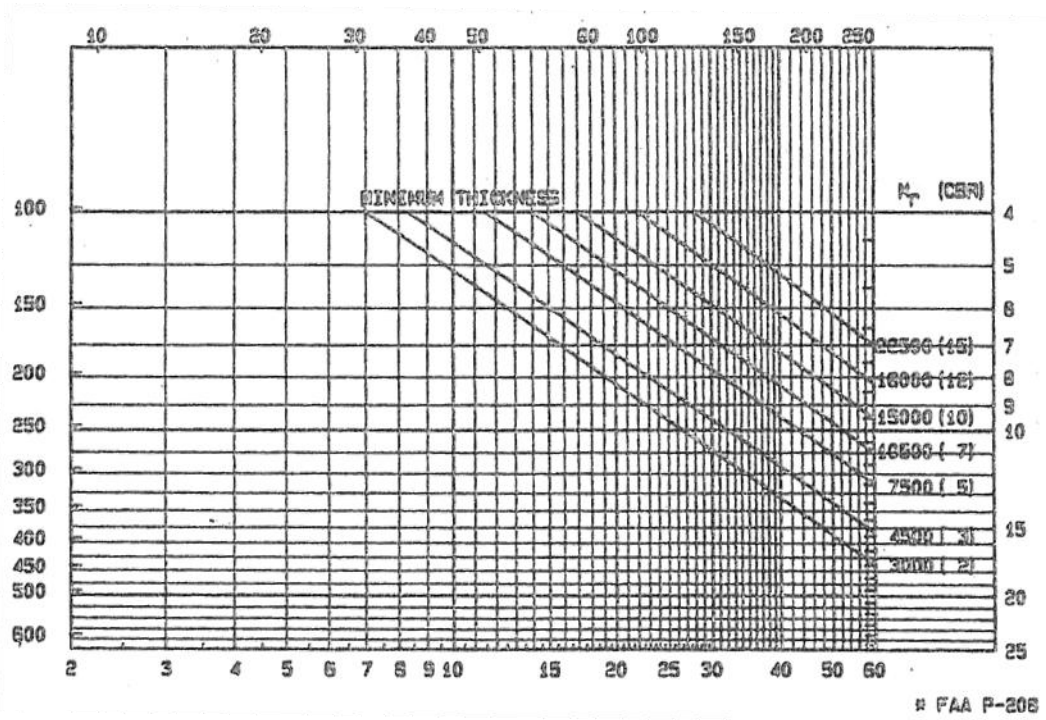
Benzer şekilde, Şekil 3.38'deki dizayn abağı üzerinde minimum 50 mm (2 inç) asfalt betonu aşınma tabakası bulunan emülsiyon asfaltı ile imal edilen temel tabakası kalınlığını tayin için kullanılabilir (Uluçaylı, 2002).

<sup>6</sup> 1 kN = 101,97 kg



Şekil 3.38. Kalınlık tasarımı – asfalt betonu altında asfalt emülsiyonlu temel tabakası

Şekil 3.39’da 150 mm’ lik (6 inç) granüler temel tabakası üzerine inşa edilecek asfalt aşınma tabakası (veya binder+aşınma) kalınlığının tayini içindir (Uluçaylı, 2002).



Şekil 3.39. Kalınlık tasarımı – granüler temel üzerinde asfalt betonu

Örnek:

En ağır uçağı 49 kN (10950 lb)'la Beechcraft King Air olan bir uçak tipi için genel havacılık uçak pisti tasarımında doğal zemin ortadır 10.500 psi (CBR=7).

#### A. Tam Derinlikli Asfalt Betonu (Şekil 3.37)

Tam Derinlikli asfalt betonu kalınlığı 10.500 psi (CBR=7) zemin değeri ile 49 kN (10950 lb) uçağın kesişme noktasından doğrudan okunabilmektedir.

$$T_A = 125 \text{ mm (5,0 inç)}$$

(en yakın 10 mm veya ½ inç'e yuvarlatır)

#### B. Asfalt Betonu Altında Asfalt Emülsiyonlu Temel Tabakası (Şekil 3.38)

Asfalt emülsiyonlu temel tabakası kalınlığı grafikten doğrudan okunmaktadır. (zemin değeri ve uçak yüklerinden):

$$\text{Asfalt Betonu} = 50 \text{ mm (2,0 inç)}$$

$$\text{Asfalt Emülsiyonlu Temel} = \underline{115 \text{ mm (4,5 inç)}}$$

$$165 \text{ mm (6,5 inç)}$$

#### C. Granüler Temel Üzerinde Asfalt Betonu (Şekil 3.39)

Uçak yükü ve zemin değerinin kesişme noktasının minimum kalınlığı hattının üzerinde olmasından dolayı dizaynı:

$$\text{Asfalt Betonu} = 100 \text{ mm (4,0 inç)}$$

$$\text{Granüler Agrega Temel} = \underline{150 \text{ mm (6,0 inç)}}$$

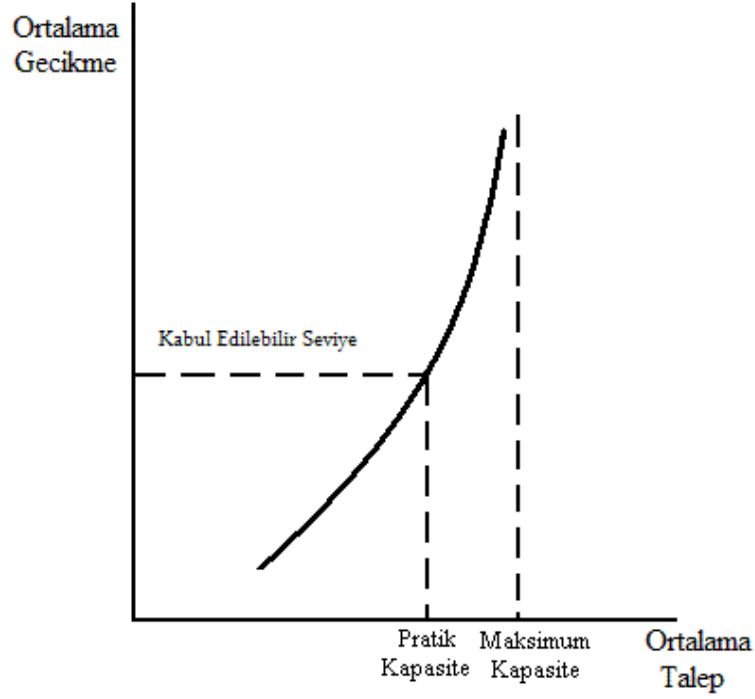
$$250 \text{ mm (10,0 inç)}$$

## BÖLÜM IV

### HAVAALANLARINDA KAPASİTE VE TALEP

En genel tanımı ile kapasite; bir sistemin ya da elemanın verilen koşullar altında, belirlenmiş zaman diliminde verebileceği hizmet miktarıdır (Janic, 2000). Wells (1996), bu konuyla ilgili olarak “Kapasite, bir havaalanının belirli bir trafik hacmine hizmet verebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu anlamda kapasite havaalanı herhangi bir aksamaya neden olmaksızın gerçekleştirilen faaliyetlerin üst limitidir.” demektedir. William (1989), bu konuyla ilgili olarak “Kapasite trafiğin en yoğun olduğu saatler ve güvenlik standartları dahilinde gerçekleştirilen en fazla uçak iniş-kalkış sayısıdır.” demektedir. Ancak talep kapasiteye yaklaştığında hizmet bekleyenlerin sayısı artmakta ve gecikmeler ortaya çıkmaktadır. Kapasiteye oranla talep arttıkça, kuyruklar uzamakta ve gecikmeler artmaktadır (Horonjeff ve McKelvey, 1994).

Bu yaklaşımlar doğrultusunda kapasite tanımında iki kavram ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi A.B.D.’de geçmişten bu yana yaygın olarak kullanılan pratik kapasite kavramıdır. **Pratik kapasite**; belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde ortalama kabul edilebilir gecikme ile sistem içerisinde hizmet verilebilecek uçuş operasyon sayısıdır. Bu kapasite genellikle havaalanı için farklı koşullar altında saatlik, günlük ya da haftalık ölçümler yapılarak hesaplanır (Janic, 2000). Diğer bir tanım olan **maksimum kapasite** kavramı ise; belirli bir zaman dilimi içinde gecikmeler göz ardı edilerek, talep devam ettiği sürece sistem içinde akabilecek maksimum uçuş operasyon sayısıdır. Maksimum kapasite gerçekleşebilecek maksimum sayıdır. Ortalama gecikme ne kadar artarsa artsın maksimum kapasite değeri aşılamaz. Bu sebeple bu tanıma doymuş kapasite veya maksimum çıktı değeri de denmektedir. Her iki kapasite tanımının ortalama gecikme ve ortalama taleple olan ilişkisi Şekil 4.1’de gösterilmiştir (Wells, 1996; Horonjeff ve McKelvey, 1994). Kabul edilebilir gecikme seviyesinde gerçekleşen kapasite pratik, uygulanabilir kapasitedir. Bu noktadan sonra da kapasite artışı gerçekleştirilebilir ancak bu durumda gecikmeler yüksek hızla artmaktadır. Gecikmelere rağmen ulaşılabilecek en yüksek kapasite ise maksimum kapasitedir.



**Şekil 4.1.** Talep-gecikme eğrisi

Hava taşımacılığındaki hızlı büyüme birçok havaalanının kapasitesinin yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Havaalanı kapasitesi ve gecikmeler hakkında elde edilen bilgiler havaalanı tasarımcısı için önemlidir. Gecikme nedenlerini belirleme ve analiz ederek çözümler üretme, hava taşımacılığında etkinliği arttırmada önemli bir rol oynamaktadır. Tasarımcı mevcut ve gelecekte oluşacak talebi kapasite ile karşılaştırarak, kapasiteyi artırmanın gerekli olup olmadığına karar verir. Gecikme fayda/maliyet analizlerinde en önemli faktörlerden biridir. Gecikmeye parasal bir değer biçildiğinde yapılan iyileştirmeler maliyet azaltma faktörü olarak dikkate alınır (Pekcanattı, 2006).

Havaalanı planlaması ve tasarımı için havaalanı kapasitesi ve uçak rötalarının hesaplanması amacıyla FAA tarafında sunulan yöntemde; “kapasite” bir saatte gerçekleştirilebilecek maksimum işletim sayısı iken, “rötar” sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış iki uçak işletimi arasındaki zaman farkıdır. Bu tanımlara göre rötanın sebebi işletmeye sürekli olarak sunulan taleptir. Kabul edilebilir rötar seviyesi

ise bir havaalanından diğere değişmektedir. Çizelge 4.1’de kapasite hesaplamasında kullanılan verilere yer verilmiştir (FAA AC 150/5060-5, 1983).

**Çizelge 4.1.** Kapasite hesaplamada kullanılan veriler

<b>Çıktı</b>	<b>Girdi Bilgileri</b>
1. Saatlik Pist Bileşenleri Kapasitesi	a. Görerek (VFR) ve aletli (IFR) uçuş kurallarına göre meydan görüş limitleri b. Pist konfigürasyon bilgileri (tek, paralel vb.) c. Havaalanının hizmet verdiği hava aracı karması d. İniş oranı e. Kalkış oranı f. Teker koyma kaldırma oranı g. Taksi yolu çıkış noktası
2. Saatlik Taksi Yolu Kapasitesi	a. Taksi yolu keşişim noktaları b. Pist operasyon oranları c. Havaalanının hizmet verdiği hava aracı karması
3. Saatlik Uçağa Geçiş Kapısı ve Körüklerinin Kapasitesi	a. Havaalanında uçağa geçiş için kullanılan her bir kapı grubunun sayısı ve tipi b. Kapı karması c. Kapıların her bir uçuş için ortalama kullanılma süresi
4. Saatlik Havaalanı Kapasitesi	Yukarıda yer alan 1, 2, 3 numaralı çıktıları
5. Yıllık Hizmet Seviyesi	a. Pist bileşenlerinin saatlik kapasitesi b. Operasyonel şartlar
6. Hava araçlarının Havaalanı Tesislerinden Kaynaklı Saatlik Hava aracı Gecikmesi	a. Saatlik talep b. Pist bileşenlerinin saatlik kapasitesi c. Talep karakteristiği faktörleri
7. Hava araçlarının Havaalanı Tesislerinden Kaynaklı Günlük Hava aracı Gecikmesi	a. Saatlik gecikme b. Saatlik talep c. Saatlik kapasite
8. Hava araçlarının Havaalanı Tesislerinden Kaynaklı Yıllık Hava aracı Gecikmesi	a. Yıllık talep b. Günlük gecikme c. Saatlik talep d. Saatlik kapasite e. VFR/IFR koşullarının yüzdeleri f. Pist konfigürasyon bilgileri

Havaalanı kapasitesini ve uçak başına düşen ortalama rötör miktarını hesaplamak için kullanılan yöntem, havaalanı kapasiteni analiz etmek ve uçak rötörlerini azaltmak için kullanılan bilgisayar modellerinde türetilmiştir. Saatlik kapasite ortalama rötör belirlemek için gereklidir. Havaalanı kapasitesi ve bunun bir parçası olan saatlik havaalanı kapasiteleri; pist kullanımı, uçak tipi vb. faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Değişik pist düzenlemeleri için saatlik kapasite ve yıllık hizmet

hacimleri Şekil 2.8’de verilmiştir. Her pist için bu değerler uçak tipi, varış yüzdesi, görüş mesafesi vb. nedenlere bağlı olarak verilen sınırlar içerisinde farklılıklar gösterebilir (SHGM, 2008). Havalimanlarında kullanılacak olan veriler çok önemlidir. Bu kapsamlı bir iş olduğundan verilerin hesaplanması uzun zaman almaktadır.

#### **4.1 Kapasite Kavramı**

Havaalanlarında trafiğin yoğunlaşarak zirveye ulaşması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de giderek artan kompleks bir sorun olmuştur. Havaalanlarındaki aşırı trafik yoğunluğu tıkanıklığa ve ciddi ekonomik cezalara veya uçaklar ve yolcular için gecikmelere yol açmaktadır.

Bu sorunlar, havaalanı tesislerinin artan trafik düzeylerini de içerecek şekilde zamanında genişletilmesi, herhangi bir sebepten dolayı da olabilmektedir. Uygulanan yasaklar, saat başı kapasite hesaplarını doğrudan etkilemediğinden toplam havaalanı kapasitesini etkilemektedir. Havaalanı kapasitesinin artan talebi karşılayacak şekilde artırılması gerekirken, mevcut havaalanlarının ve havayolu kaynaklarının kullanımının azami düzeye çıkarılması da büyük önem kazanmaktadır (SHGM, 2010).

Havaalanı kapasite sınırlamalarını ve potansiyel tıkanıklık sorunlarını ortaya çıkmadan önce belirlemek, tıkanıklığın mevcut olduğu veya beklendiği havaalanında talep/kapasite ve hizmet düzeyi araştırmalarının yapılabilmesi için;

- a. Tıkanıklığın zamanının, derecesinin ve sebebinin belirlenmesi,
- b. Sağlanacak hizmet düzeylerini dikkate alarak havaalanının kapasitesini belirlemeye yönelik bir çalışma ve kapasite sınırlamalarını belirlemek üzere trafiğin tipik olarak en yoğun olduğu zamanlardaki taleple karşılaştırılması,
- c. İlgili herhangi bir gecikme faktörünü dikkate alarak, söz konusu gecikmeyi kısa vadede, düşük maliyetle ortadan kaldırmanın göz önünde bulundurulması (Bunun için

prosedürlerde veya personelde nispeten pahalı olmayan değişikliklerle kapasitelerin önemli ölçüde artırılması genellikle mümkündür.),

d. Daha fazla genişlemenin mümkün olmadığı durumlarda, daha küçük yapım veya düşük hizmet seviyeleri, uzun vadede ise beklemede olan kapasite geliştirmeleri veya önemli bir altyapı harcaması gibi başka geçici çözümlerin dikkate alınması,

e. Kapasitenin yalnızca uzun vadede veya önemli maliyetle artırılabilir olduğu durumlarda, uygun kapasiteyi artırmak için gerekli önlemlere ilişkin tahminleri ortaya çıkarmak ve kapasitenin, daha yüksek bir seviyeye çıkarılması mı, yoksa artan gecikmeleri veya program düzenlemesini kapsayan daha düşük bir seviyeye çıkarılması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır (SHGM, 2010).

Türkiye’de havayolu ulaşımında uçak sayısı 5 yılda % 58,41 oranında artmıştır. SHGM’nin verilerine göre 2006 yılsonu itibariyle hava aracı sayısı, 235’i yolcu uçağı olmak üzere toplam 260’a ulaşmıştır. Toplam koltuk kapasitesi ise 42.740’dır. 2012 yılında ise bu sayı; 358’i yolcu uçağı olmak üzere toplam 389’a ulaşmıştır. Toplam koltuk kapasitesi ise Türkiye’nin önde gelen ilk 6 havayolu şirketi verileri aşağıdadır.

İç hatlar ile dış hatlarda yolcu taşımacılığında kullanılan THY ve özel şirketlere ait uçak sayıları ve kapasiteleri ile işletmelerdeki uçak tiplerine ait bilgiler, 2012 yılı itibariyle Çizelge 4.2’da verilmiştir (<http://www.turkishairlines.com/tr> vd.,2012).

Türkiye’deki havayolu şirketleri, en çok Boeing ve Airbus firmasının uçaklarına ilgi göstermektedir. SHGM verilerine göre Aralık 2012 itibarıyla toplam 172 adet Boeing firmasının uçaklarıyla en çok 737-800 tipi uçak Türkiye semalarında görev yapmaktadır. Avrupa menşeli Airbus ise A319, A320 ve A321 tipi uçaklarıyla toplamda 184 adet uçakla gökyüzündedir.

Türkiye’deki en büyük yolcu uçağı 12 tanesi THY’nin işletmesinde olan 337 yolcu kapasitesine sahip Airbus B777-300ER’dir. Filosunda en fazla uçak bulunan işletmeci olan Türkiye’nin milli firması THY’nin filosunda Aralık 2012 itibariyle 202 uçak bulunmaktadır.

**Çizelge 4.2.** Önde gelen ilk 5 havayolu şirketi yolcu uçağı verileri

<b>İşletme Adı</b>	<b>Toplam Uçak</b>	<b>Toplam Koltuk</b>
THY A.O.	195	38.128
Pegasus Havayolları	39	7.329
Onur Air Havayolları	34	8.015
Atlasjet Havayolları	15	2.818
Sun (Güneş) Ekspres Havayolları	28	5.292
Borajet Havayolları	5	350
<b>Toplam</b>	<b>316</b>	<b>61.932</b>

Kapasite genellikle bir havaalanı sisteminin veya alt sisteminin üretim miktarının değişken ölçümünü veya sistemin tayin edilmiş bir talep seviyesini barındırabilme göstermek üzere kullanılmaktadır. Kapsamlı kapasite değerlendirmeleri, beş temel ölçüme dayanmaktadır:

**Dinamik kapasite:** Kişilerin (yani işgal edenlerin) birim zaman başına bir alt sistemin içinden maksimum işlem oranına atıfta bulunmaktadır. Ölçüm endeksi dakikalar, saatler vs. seçilen fiili zaman birimi operasyonun niteliğine bağlıdır.

**Statik kapasite:** Bir tesisin veya alanın depolama potansiyelini tanımlamak üzere kullanılan genellikle belirli bir alanın herhangi tek bir zamanda barındıracağı kişi sayısıdır. Mevcut kullanılabilir toplam alana ve sağlanacak hizmet seviyesine ait bir fonksiyondur; yani herhangi bir kişinin işgal edebileceği alan miktarıdır. Standardı her hizmet düzeyi için işgal eden kişi başına  $m^2$  cinsinden ( $m^2$ /işgal eden kişi) belirtilmektedir.

**Sürdürülen kapasite:** Bir alt sistemin, belirli bir hizmet seviyesinin yer ve zaman standartları dahilinde sürdürülen bir dönem üzerinden, trafik talebini barındırmaya ilişkin toplam kapasiteyi tanımlamak üzere kullanılmaktadır. Böylece, işlemcilerin, rezervuarların ve bağlantıların kombine dinamik ve statik kapasitelerinin bir ölçüsüdür. International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)

(IATA), sürdürülebilir kapasiteyi belirlemek için hizmet seviyesi C<sup>7</sup>'nin kullanılmasını tavsiye etmektedir.

Maksimum kapasite: Seçilen zaman biriminde elde edilebilen, fakat emniyet gerekliliklerine göre ve hizmet seviyesine veya gecikmesine bakılmaksızın, daha uzun bir süre boyunca sürdürülmeyen maksimum trafik akışıdır.

Beyan edilen kapasite: Münferit tesislerin ve kaynakların, sayısal açıdan, mahale spesifik sınırlandırma kapasitesidir. Bu kapasiteler, uçuş programlarının hazırlanmasında kullanılmak üzere ilgili kurumlara iletilmektedir (SHGM, 2010).

Havaalanı planlaması için kapasite iki şekilde tanımlanmaktadır. Bu tanımlardan biri: Kapasite; gecikmeler dikkate alınarak belli bir zamandaki uçak operasyonlarının sayısıdır. Bu pratik kapasite olarak bilinmektedir. Pekcanattı (2006), bu konuyla ilgili olarak “Kapasite uçak operasyonlarının maksimum sayısıdır. Bunlar esas kapasite ve doyumluk kapasitesidir.” demektedir.

Kapasite iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. İlki; kabul edilebilir ortalama bir bekleme süresine karşılık gelen, belli bir zaman süresi içindeki uçak hareketlerinin sayısıdır. Buna “pratik kapasite” denilmektedir. Diğeri ise sürekli hizmet talebi olması halinde belli bir zaman süresi içinde havaalanının kabul edebileceği maksimum uçak hareketi sayısıdır. Buna da “doygun kapasite” denilmektedir. Bu tarif gittikçe daha çok kullanılmaktadır. Ancak uçağın bekleme süresinin tarife girmesi bazı sorunlara neden olmaktadır. Bekleme süresinin büyüklüğü talebin şekline bağlıdır. Bu tanımlar arasındaki en önemli fark birinde gecikmeden bahsedilmesi diğeri ise edilmemesidir. Esas kapasite, gecikmeleri içermemektedir.

---

<sup>7</sup> Hizmet seviyesi C, makul maliyetle iyi hizmete işaret ettiğinden, minimum tasarım hedefi olarak tavsiye edilmektedir. Hizmet seviyesi A, üst sınır olarak görülmektedir. Sıra beklemek için sağlanan bir alanda toplam yolcu sayısı, herhangi bir belirli bir uçuş için oldukça sabir olma eğilimindedir. Kuyruk taşıdığında işgal eden kişi başına alan, IATA tarafından hizmet seviyesi C ile D arasındaki sınır olarak görülmektedir. Yolcular mecbur kalmadıkça, hizmet seviyesi C'den düşük bir seviyeyi tecrübe etmekten kaçınmaktadır. Ancak içinden geçen yolcularla alan paylaşan koridorlarda sıra bekleyen yolcular daha düşük bir hizmet seviyesi tecrübe edebilir.

## 4.2 Pist Kapasitesi

Pist kapasitesi, birim zamanda bir piste belirli performanslardaki uçakların düzenleyebilecekleri maksimum operasyon (iniş-kalkış) sayısıdır. Pist havaalanı sistemine uçakların giriş ve çıkış noktası olduğundan pist kapasitesi havaalanı kapasitesi için belirleyici rol oynamaktadır. Pist kapasitesinin artırılmasına yönelik çok sayıda çalışma vardır. Eurocontrol ve pek çok uluslararası sivil havacılık kurumları pist kapasitesini geliştirmenin önemine ve yöntemlerine yönelik pek çok çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar içerisinde yolcu taşımacılığına yönelik Aletli Uçuş Kuralları'na (IFR) göre uçuşların düzenlendiği havaalanları için pist kapasitesi ve düğüm noktaları incelenmiştir. Pist kapasitesinin tek pist veya çoklu pist konfigürasyonlarında nasıl etkilendiği ilgili kaynaklarda incelenmiştir (Horonjeff ve McKelvey, 1994; Eurocontrol, 2003; Bazargan vd., 2002).

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 geçmemektedir. Trafiğin artış gösterdiği durumlarda, 150.000'lik bir sabit işletim talebine sahip havaalanlarında kapasite ihtiyaçları göz önünde bulundurularak 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 (SHGM, 2010).

Kapasiteyi artırmak amacıyla yeni bir pist gerekip gerekmediğini belirlemek için kullanılacak kriterler vardır. Bunlar (ICAO, 1987);

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

b) 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 düşürür. Kısa bir paralel pist, gelecek beş yıl süresince değişen havaalanı nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için tekrardan ek inşaatlar yapılmasını gerektirmeyecek kadar uzun ve geniş olmalıdır.

c) 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.

d) 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.

e) 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.

Bir pist sisteminin kapasitesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bunlar (Neufville ve Odoni, 2003).;

a) Pist ve/veya pist sisteminin fiziksel özellikleri ile ilgili faktörler: Pistlerin geometrik konumları ve sayıları, taksiyolları çıkışlarının konumu ve tipleri,

b) Operasyonel Faktörler: Havaalanını kullanan uçakların karışımı, pistlerdeki operasyon tipleri karışımı,

c) Hava Trafik Yönetimi ile ilgili Faktörler: Hava trafik yönetiminin performansı, Hava trafik yönetimi tarafından konan uçaklar arasındaki ayırma mesafeleri,

d) Hava Koşulları ile ilgili Faktörler: Görüş uygunluğu, bulut tavanı, yağış, Rüzgar yönü ve kuvveti,

e) Gürültü vb. diğer çevresel koşulların yarattığı kısıtlamalar.

Hava ulaştırmasının her geçen gün daha da artması, mevcut havaalanlarında ve hava koridorlarında trafiğin yoğunlaşmasına neden olmakta ve mevcut kapasitelerini zorlamaktadır. Bunun sonucu olarak da havaalanlarında uçuşların planlanan zamanlarda gerçekleştirilememesine neden olmaktadır. Havaalanlarında gecikmelerin çok çeşitli nedenleri bulunmaktadır (Gökdalay, 2008).

Buna bağlı olarak Ankara Esenboğa Havalimanı pistlerini kullanan uçaklar için pik-gün uçak ve pik-saat uçak trafik yoğunluğu Çizelge 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. İzmir Adnan Menderes Havalimanı pistlerini kullanan uçaklar için pik-gün uçak ve pik-saat uçak trafik yoğunluğu Çizelge 4.5 ve 4.6’ da verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün uçak trafik yoğunluğu

<b>Tarih (G/A/Y)</b>	<b>Gelen Uçak Trafiki</b>	<b>Giden Uçak Trafiki</b>	<b>Toplam</b>
07/07/2005 Perşembe	102	99	201
24/06/2006 Cumartesi	116	120	236
10/07/2007 Salı	123	126	249
26/06/2008 Perşembe	116	115	231
23/10/2009 Cuma	113	120	233
22/10/2010 Cuma	133	128	261
01/07/2011 Cuma	141	144	285
29/06/2012 Cuma	140	148	288

**Çizelge 4.4.** Ankara Esenboğa Havalimanı pik-saat uçak trafik yoğunluğu

<b>Tarih (G/A/Y)</b>	<b>Saat</b>	<b>Gelen Uçak Trafiki</b>	<b>Giden Uçak Trafiki</b>	<b>Toplam</b>
04/05/2005 Çarşamba	15:00-16:00	13	8	21
16/11/2006 Perşembe	12:00-13:00	9	16	25
27/08/2007 Pazartesi	13:00-14:00	11	12	23
18/01/2008 Cuma	10:00-11:00	12	14	26
19/11/2009 Perşembe	09:00-10:00	8	13	21
30/04/2010 Cuma	16:00-17:00	11	18	29
03/03/2011 Perşembe	07:00-08.00	6	21	27
02/11/2012 Cuma	15:00-16:00	19	10	29

**Çizelge 4.5.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün uçak trafik yoğunluğu

Tarih (G/A/Y)	Gelen Uçak Trafığı	Giden Uçak Trafığı	Toplam
15/07/2005 Cuma	93	93	186
08/09/2006 Cuma	101	100	201
29/06/2007 Cuma	104	102	206
29/08/2008 Cuma	117	94	211
27/08/2009 Perşembe	109	104	213
08/07/2010 Perşembe	122	120	242
23/08/2011 Salı	145	140	285
17/07/2012 Salı	139	140	279

**Çizelge 4.6.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-saat uçak trafik yoğunluğu

Tarih (G/A/Y)	Saat	Gelen Uçak Trafığı	Giden Uçak Trafığı	Toplam
05/09/2005 Pazartesi	13:04-14:04	8	5	13
08/09/2006 Cuma	06:00-07:00	9	5	14
14/12/2007 Cuma	19:00-20:00	8	8	16
18/07/2008 Cuma	08:00-09:00	10	9	19
14/07/2009 Salı	07:00-08:00	9	11	20
08/07/2010 Perşembe	08:00-09:00	12	8	20
03/06/2011 Cuma	14:00-15:00	16	8	24
01/07/2012 Pazar	12:00-13:00	11	16	27

Havayolu uçak trafiğinde düzenli akışın sağlanabilmesi için ve havaalanı terminalinde yolcu akışının sorunsuz şekilde yapılabilmesi için havaalanı sisteminin çeşitli parçalarının kapasitelerinin ölçümü gereklidir. Sistem içinde talebin farklı seviyelerinde gecikme tahminlerini yapabilmek için havaalanı kapasite analizi yapılır.

**Çizelge 4.7.** Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün uçak ve pik-saat uçak trafik değerlendirmesi

Yıl	Pik-Gün Uçak	Artış (%)	Pik-Saat Uçak	Artış (%)
2005	201	---	21	---
2006	236	<b>17,41</b>	25	<b>19,05</b>
2007	249	<b>5,51</b>	23	<b>-8,00</b>
2008	231	<b>-7,23</b>	26	<b>13,04</b>
2009	233	<b>0,87</b>	21	<b>-19,23</b>
2010	261	<b>12,02</b>	29	<b>38,10</b>
2011	285	<b>9,20</b>	27	<b>-6,90</b>
2012	288	<b>1,05</b>	29	<b>7,41</b>

Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün uçak trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 1,05 artış, pik-saat uçak trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 7,41 artış olmuştur (Çizelge 4.7).

İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün uçak trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 2,11 azalış, pik-saat uçak trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 12,50 artış olmuştur (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün uçak ve pik-saat uçak trafik değerlendirmesi

Yıl	Pik-Gün Uçak	Artış (%)	Pik-Saat Uçak	Artış (%)
2005	186	---	13	---
2006	201	<b>8,06</b>	14	<b>7,69</b>
2007	206	<b>2,49</b>	16	<b>14,29</b>
2008	211	<b>2,43</b>	19	<b>18,75</b>
2009	213	<b>0,95</b>	20	<b>5,26</b>
2010	242	<b>13,62</b>	20	<b>0,00</b>
2011	285	<b>17,77</b>	24	<b>20,00</b>
2012	279	<b>-2,11</b>	27	<b>12,50</b>

### 4.3 Terminal Binası Kapasitesi

İyi tasarlanmış yolcu binalarının planlanmasında genel yerleşim açısından, yolcuların sabit ya da aralıklı, ancak homojen bir akış yarattığı, büyük çoğunluğu bu ana akışın bir parçası olmaktan ve yapmaları beklenen işlemler ile izlemeleri gereken akış güzergahları hakkında belirgin açıklamalara ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçlardan bazıları (maluller, yaşlılar ve özürllüer için ek tesisler) havaalanına ek gider getirmekle birlikte, bazıları ise (ayrıcılıkly yolcular) gelir sağlamaktadır.

Yolcu binasının büyüklüğüne göre hava tarafının merkezinden en uzaktaki uçak park yerine kadar olan 300 m' lik bir yürüyüş mesafesi kabul edilebilir mesafedir. Bundan dolayı terminal binasının kapasitesinin mevcut durumları değerlendirilirken check-in salonu büyüklüğü, check-in noktası sayısı, yerleşimleri ve ofisleri, bagaj işlemleri bölümü, giden yolcu bagaj akışı ve gümrük kontrollü ile gelen yolcu bagaj akışı ve gümrük kontrollü önemlidir. Bekleyen yolcu sayısı ve bu yolcuların alanda bekledikleri süre ile bekleme alanların büyüklüğü, yerleşimi, yolcu binası ile uçak arasındaki

bağlantı, yolcu yükleme köprülerinin özellikleri, transit ve transfer yolcuların bekleme ve akış durumları, yolculara sunulan diğer alternatif hizmetler, rampalar, merdivenler, otoparklar, asansörler, işaret ve uyarıcılar, tuvalet ve duşlar ile biniş ve iniş işlemleri vb. unsurlar kapasite hesaplamasında önemlidir.

Bundan dolayı, Ankara Esenboğa Havalimanı yolcu trafik yoğunluğu ve buna bağlı olarak pik-saat yolcu trafiği gün geçtikçe artmaktadır. 2006 yılında 10 milyon yolcu kapasitesi ile faaliyete geçen yeni yolcu terminal binası 2012 yılı sonunda kapasitesinin % 90'ını doldurmuş bulunmaktadır (Çizelge 4.9 ve 4.10).

**Çizelge 4.9.** Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün yolcu trafik yoğunluğu

<b>Tarih (G/A/Y)</b>	<b>Gelen Yolcu Trafiği</b>	<b>Giden Yolcu Trafiği</b>	<b>Toplam</b>
06/08/2005 Cumartesi	7.393	9.075	16.468
04/08/2006 Cuma	11.353	13.667	25.020
16/10/2007 Salı	7.847	15.287	23.134
05/12/2008 Cuma	10.776	11.190	21.966
23/10/2009 Cuma	9.672	12.770	22.442
22/10/2010 Cuma	13.051	15.145	28.196
01/07/2011 Cuma	17.001	14.988	31.989
29/06/2012 Cuma	17.900	15.300	33.200

**Çizelge 4.10.** Ankara Esenboğa Havalimanı pik-saat yolcu trafik yoğunluğu

<b>Tarih (G/A/Y)</b>	<b>Saat</b>	<b>Gelen Yolcu Trafiği</b>	<b>Giden Yolcu Trafiği</b>	<b>Toplam</b>
14/01/2005 Cuma	12:00-13:00	1.149	381	1.530
23/12/2006 Cumartesi	12:00-13:00	709	889	1.598
09/11/2007 Cuma	09:00-10:00	693	831	1.524
18/01/2008 Cuma	10:00-11:00	1.047	1.335	2.382
19/11/2009 Perşembe	09:00-10:00	431	836	1.267
30/04/2010 Cuma	16:00-17:00	1.205	2.189	3.394
03/03/2011 Perşembe	07:00-08:00	412	1.868	2.280
29/06/2012 Cuma	06:00-07:00	624	2.539	3.163

İzmir Adnan Menderes Havalimanı da yolcu trafik yoğunluğu ve buna bağlı olarak pik-saat yolcu trafiği gün geçtikçe artmaktadır. Bu kapsamda artık ihtiyaçlara cevap vermeyen iç hatlar yolcu terminal binası 2012 yılı başında kapatılarak mevcut olan dış hatlar yolcu terminal binası hem iç hatlar için hem de dış hatlar için hizmet vermektedir (Çizelge 4.11 ve 4.12).

**Çizelge 4.11.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün yolcu trafik yoğunluğu

<b>Tarih (G/A/Y)</b>	<b>Gelen Yolcu Trafiği</b>	<b>Giden Yolcu Trafiği</b>	<b>Toplam</b>
15/07/2005 Cuma	12.517	7.048	19.565
08/09/2006 Cuma	9.214	11.906	21.120
07/09/2007 Cuma	9.994	12.505	22.499
26/09/2008 Cuma	12.885	14.421	27.306
27/08/2009 Perşembe	9.229	10.722	19.951
08/07/2010 Perşembe	16.492	13.464	29.956
23/08/2011 Salı	13.367	15.844	29.211
15/07/2012 Pazar	18.278	19.564	37.842

**Çizelge 4.12.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-saat yolcu trafik yoğunluğu

<b>Tarih (G/A/Y)</b>	<b>Saat</b>	<b>Gelen Yolcu Trafiği</b>	<b>Giden Yolcu Trafiği</b>	<b>Toplam</b>
15/07/2005 Cuma	07:00-08:00	982	505	1.487
29/10/2006 Pazar	14:01-15:01	933	657	1.590
27/07/2007 Cuma	07:08-08:08	950	832	1.782
29/08/2008 Cuma	10:00-11:00	1.021	700	1.721
27/08/2009 Perşembe	07:00-08:00	1.026	813	1.839
08/07/2010 Perşembe	08:00-09:00	1.416	760	2.176
03/06/2011 Cuma	14:00-15:00	1.632	738	2.370
15/07/2012 Pazar	07:00-08:00	1.065	1.392	2.457

Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün yolcu trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 3,79 artış, pik-saat yolcu trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 38,73 artış olmuştur (Çizelge 4.13).

İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün yolcu trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 29,55 artış, pik-saat yolcu trafik değerlendirmesi yapıldığında 2012 yılında bir önceki yıla göre % 3,67 artış olmuştur (Çizelge 4.14).

**Çizelge 4.13.** Ankara Esenboğa Havalimanı pik-gün yolcu ve pik-saat yolcu trafik değerlendirmesi

Yıl	Pik-Gün Yolcu	Artış (%)	Pik-Saat Yolcu	Artış (%)
2005	16.468	---	1.530	---
2006	25.020	<b>51,93</b>	1.598	<b>4,44</b>
2007	23.134	<b>-7,54</b>	1.524	<b>-4,63</b>
2008	21.966	<b>-5,05</b>	2.382	<b>56,30</b>
2009	22.442	<b>2,17</b>	1.267	<b>-46,81</b>
2010	28.196	<b>25,64</b>	3.394	<b>167,88</b>
2011	31.989	<b>13,45</b>	2.280	<b>-32,82</b>
2012	33.200	<b>3,79</b>	3.163	<b>38,73</b>

**Çizelge 4.14.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı pik-gün yolcu ve pik-saat yolcu trafik değerlendirmesi

Yıl	Pik-Gün Yolcu	Artış (%)	Pik-Saat Yolcu	Artış (%)
2005	19.565	---	1.487	---
2006	21.120	<b>7,95</b>	1.590	<b>6,93</b>
2007	22.499	<b>6,53</b>	1.782	<b>12,08</b>
2008	27.306	<b>21,37</b>	1.721	<b>-3,42</b>
2009	19.951	<b>-26,94</b>	1.839	<b>6,86</b>
2010	29.956	<b>50,15</b>	2.176	<b>18,33</b>
2011	29.211	<b>-2,49</b>	2.370	<b>8,92</b>
2012	37.842	<b>29,55</b>	2.457	<b>3,67</b>

#### 4.4 Kapasite ve Gecikme

Kapasite, bir sistemin belli bir zamanda maksimum uçak operasyonlarının miktarı olarak tanımlanabilir. Gecikme olmaksızın hizmet verebilmek için kapasitenin oldukça büyük olması gerekir. Ayrıca bu yaklaşım ekonomik olmaktan uzak olduğu için, kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalan gecikmelere göz yumulmaktadır (Örneğin 10 dak. veya 15 dak. gibi). Kapasite havaalanı için önemli bir etkidir ve tek bir kriter olarak kullanılmamalıdır (Pekcanattı, 2006). Planlamada birbirine yakın olan havaalanlarının kapasite artırımı veya yeni bir havaalanı yapılması düşünüldüğünde, bölgesel olarak birkaç havaalanı yerleşim düzeni dikkate alınarak tasarımlar yapılmalıdır. Kapasite tahmini gelecekteki analizler için faydalı olmaktadır. Talep kapasite seviyesine ulaştığı zaman, uçaklardaki gecikmeler hızla artmaya başlar.

Kapasite ve gecikme çalışmalarının esas amacı, havaalanı kapasitesini etkin bir şekilde arttırırken gecikmeleri minimum kılmaya çalışmaktadır.

Kapasite ve gecikme analizlerinin yapıldığı bazı uygulamalar şunlardır:

- a) Alternatif taksi yollarının yerleşimlerinin ve geometrinin pist sistem kapasitesi üzerindeki etkisi,
- b) Gürültü kısıtlamasının pist kapasitesi üzerindeki etkisi,
- c) Bir havaalanında mevcut uçak karışımlarına çok ağır bir uçağın dahil edilmesi durumunda oluşacak durumun incelenmesi,
- d) Uçaklarda daha iyi hizmet verebilmek,
- e) Uçaklarda verilen hizmetleri iyileştirmek için, yeni pist veya taksi yollarının alternatiflerini oluşturma çalışmaları,
- f) Genel havacılık uçakları ile diğer uçakları birbirinden ayırarak sağlanacak kazançların belirlenmesidir.

Gecikme analiz çalışmaları, talep henüz kapasite seviyesinin çok altında iken başlatılması gerekir. Kapasite ve gecikme analizleri genel olarak, analitik metodlar ve bilgisayar simülasyonları yardımıyla yapılmaktadır.

Sürekli talepten kastedilen, her zaman kalkmak ve inmek için bir uçağın hazır olmasıdır. Bu iki kapasite arasındaki fark, birinde gecikmeden söz edilirken diğerinde ise hiç söz edilmemektedir. Belirli gecikme seviyesi için anlaşma bulunmadığından gecikme miktarları havaalanından havaalanına değişim göstermektedir.

Gecikmeler büyük oranda talebin oluşumu ile değişmektedir. Örneğin, birkaç uçak aynı anda havaalanını kullanmak isterse, gecikme süresinde artış görülecektir. Bir saat içerisinde oluşan talep oldukça fazla değişiklik gösterdiğinden gecikme miktarları da sabit olmayacaktır. Matematik olarak doyma kapasitesinin analizi, pratik kapasiteye göre daha kolaydır.

#### **4.4.1 Hava trafik sisteminde kapasite**

Genel olarak üretim sistemlerinde kapasite bir üretim oranı veya belirli bir zaman içindeki üretim miktarı olarak tanımlanır. Havaalanları hava trafik sistemi içerisinde bir kaynak olarak değerlendirildiğine göre bunların da bir kapasite birimi vardır. Havaalanı kapasitesi bir havaalanına belirli bir zaman aralığı süresince inen veya kalkan uçak sayısı olarak tanımlanır ve saatteki uçak sayısı olarak ifade edilir. Havaalanı kapasitesini çok sayıda faktör belirler. Bunlar pistlerin sayısı, konumu, görerek uçuş, aletli uçuş, meteorolojik koşullar özellikle rüzgârın yönü ve hızı, sis, pist yüzey hassasiyeti ve kullanılan gürültü önleme usulleridir.

Hava trafik hizmetleri sisteminin doyma noktasına yaklaştığının işaretleri genellikle yüksek trafik yoğunluğuyla birlikte görülen sürekli ve gittikçe sıklaşan gecikmeler veya hizmet aksaklıklarıdır. Bu koşullar; kalkıştan önce (ve inişten sonra) yerde gecikmelere, uçuşta beklemelere, uçakların kendileri için ekonomik olmayan uçuş seviyelerinde uçmalarına, uçuş yörüngesi değişikliklerine, uçuş programı ve filo planlamasında aksaklıklara, uçak işletmecileri için maliyet risklerine, havaalanlarında ve terminal binalarında tıkanıklıklara, yolcu tatminsizliklerine neden olur. Tıkanıklık sonucu ortaya çıkan bu istenilmeyen olaylara çözüm bulunabilmesi, hava trafik yönetiminin kapasite planlaması yapmasını zorunlu kılar.

#### **4.4.2 Talep ve kapasite**

Hava trafik sistemi çok karmaşık bir insan–makine sistemidir. Bu insan–makine sistemlerinde performans yalnızca sistemin teknik özelliklerine bağlı olmayıp, aynı anda sistemin işletim ortamına da bağlıdır. İnsan performansı sistemin üçüncü bileşeni olup, aynı zamanda bir filtredir. Kontrolörlerin bireysel performans yetenekleri sistem performansının değişebilirliğine eklenir. Bu değişikliğin  $\pm 10\%$  ile  $\pm 12,5\%$  arasında olduğu kabul edilir.

#### **4.4.3 Hava trafik sistemi kapasite kısıtlayıcıları**

Hava trafik sistemi kapasitesi ile talep arasında bir ilişki vardır. Mevcut kapasite talebin karşılanabilmesinde en etkili kısıtlayıcıdır ve ideal koşullarda talebi

karşılacak şekilde ayarlanmalıdır. Hava trafik sistemi, uçakların emniyetli ve verimli hareketlerini sağlama yeteneğini kısıtlayan değerler vardır ve uçak hareketlerinin oranını en uygun olarak uçak hareket oranları cinsinden ölçer. Bu kısıtlayıcı değerler;

- a) Hava sahası kısıtlayıcısı : Hava sahasının yapısı ve boyutları,
- b) Kontrolör iş yükü kısıtlayıcısı : Gerekli usuller için harcanan zaman,
- c) Teknik kısıtlayıcılar : Radar kaplaması ve bilgi işlem yeteneği,
- d) Usul kısıtlayıcıları : Gerekli olan ayırmalar.

#### **4.4.3.1 Hava sahası kısıtlayıcısı**

Hava sahasının kapasitesi, kontrolör kapasitesi ve teknik cihazların kapasitesinden soyutlanarak tek başına düşünülmez. Kapasitenin belirli bir zaman boyutu içinde eldeki sistemin sunabileceği üretime katılma ölçüsü olduğu da dikkate alınacak olursa hava sahası kapasitesi, bu zaman diliminde hava sahasından yararlanabilecek uçak sayısı olur.

#### **4.4.3.2 Kontrol iş yükü kısıtlayıcısı**

Kontrol kapasitesi, kontrolör iş yükü ve hava sahası sektöründeki trafik akışı arasındaki ilişkinin hesaplanması için kullanılır.

#### **4.4.3.3 Teknik kısıtlayıcılar**

Hava sahasını oluşturan ve hava seyri amacını ile kullanılan teknik cihazların güvenilirlikleri, otomasyon seviyeleri hava sahası kapasitesini doğrudan etkiler.

#### **4.4.3.4 Usul kısıtlayıcıları**

Hava sahasının kullanımını kısıtlayan bir faktör gibi düşünülebilir. Uçaklar arasında olması gereken; 2000 ft' lik (610 m.) dikey ayırma ve ortalama 5 Nm' lik uzunlamasına ayırma usul kısıtlayıcılarıdır. Bu ayırmalar radarlı kontrol usulleridir.

#### 4.5 Saatlik Kapasiteyi Etkileyen Faktörler

Genel olarak, havaalanı kapasitesini etkileyen oldukça fazla etken vardır. Bunlar ,

- 1) Pist sisteminin konfigürasyonu, sayısı, aralıklarındaki mesafe ve yönlendirilmesi,
- 2) Taksi yolu ve pist çıkışlarının konfigürasyonu, sayısı ve yerleşimleri,
- 3) Apron alanındaki kapıların düzeni, büyüklüğü ve sayısı,
- 4) Giden (departure) ve gelen (arrival) uçakların pisti işgal süresi,
- 5) Havaalanı tesislerini kullanan uçakların büyüklüğü ve karışımı,
- 6) Hava koşulları, görüş uzaklığı ile iyi ve kötü hava koşullarında hava trafik kurallarının farkları,
- 7) Gürültü kısıtlamalarından dolayı, belli uçakların havaalanını kullanamaması veya zamanlamalarının ayarlanması,
- 8) Rüzgâr durumu,
- 9) Rüzgâr ve gürültü kısıtları altında, havaalanı işletmecilerinin almış oldukları kararlar,
- 10) Havaalanına gelen ve giden uçakların oranı,
- 11) Genel havacılık uçaklarının iniş ve kalkış yapma sayısı ve frekansı,
- 12) Büyük ve küçük uçakların arasında bırakılması gereken ayırma mesafesi ve sıklığın ayarlanması,
- 13) Navigasyon hizmetlerinin varlığı ve durumu,
- 14) Geliş ve gidiş yollarını belirlemek,
- 15) Trafik kontrol sistemlerinin varlığı ve kapsamıdır.

#### 4.6 Kapasite Yönetimi

Kapasite problemiyle ilgili olarak hava trafik kontrol sisteminde; en yüksek emniyetli, en yüksek kapasiteyi veren en düşük maliyetli ve en yüksek verimliliği sağlayacak kapasite yönetimi belirlenerek uygulanmaya çalışılır.

## BÖLÜM V

### HAVA TARAFI KAPASİTESİ VE KAPASİTE BELİRLEME YÖNTEMİ

Hava ulaşımı hizmeti Türkiye genelinde halen sivil kullanıma açık 68 adet hava meydanında verilmektedir. Söz konusu havaalanlarından 41 adedi Konvansiyonel Havaalanı ve kısa kalkış ve inişler için kullanılan Stol Havaalanı (Short Take off and Landing) ve 27 adedi ise Askeri havaalanına eklenen sivil tesisler ilaveli havaalanlarından oluşmaktadır. Bu havaalanlarının yıllık kapasitesi yaklaşık 90 milyon yolcu/yıl yolcu olup 49' u faaliyet göstermektedir. Söz konusu yatırımların tamamlanıp hizmete girmesi ile mevcut kapasitenin arttırılarak 2012 yılında gerçekleşen 130 milyon yolcu/yıl'dan, 144 milyon yolcu/yıl'a çıkarılması planlanmaktadır.

Ülkemizde sivil havayolu şirketlerine tanınan teşviklerin artmasıyla ucuz maliyetle uçan havayollarının sayısı hızla artmaktadır. Yolcu sayılarında beklenen artış hızı yatırımcıları ve havayollarının filolarını büyütmeye, koltuk sayılarını arttırmaya yönlendirmektedir (<http://www.uted.org>, 2006). Uçak siparişleri ve uçakların teslim zamanları arasındaki süreler pazar şartlarında öngörülemeyen değişikliklere neden olmaktadır. En çok tercih edilen uçaklar, A350, B787, A380 dir.

Havacılıkta kapasitelere baktığımızda, sistemin 4 ana elemanının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini görülmektedir (<http://www.uted.org>, 2006).

a) Havayolunun kapasitesi; uçtuğu ülke, şehir, havaalanı, sahip olduğu uçak, koltuk, personel, yılda taşıdığı yolcu sayısı, yılda taşıdığı kargo miktarı (ton) ve/veya yolcu doluluk oranı (%) ile anlaşılmaktadır. Havayolu şirketlerinin kapasitesini açıklayan kriter, sahip olduğu uçak ve tüm uçakların toplam koltuk sayısıdır.

b) Havalimanının kapasitesi; pist, taksi yolları, apron ve yolcu terminallerinin adedi, büyüklüğü ve hava sahasının kontrolü şeklinde özetlenmektedir.

c) Uçak imalatçılarının kapasitesi; uçak, motor ve komponentlerini üreten firmaların yılda teslim edebilecekleri ürün miktarına bağlıdır.

d) İnsan Kaynağı; uçakları uçuracak pilot, mühendis ve teknisyen sayısı ile hava sahalarını kontrol edecek ve havalimanı hizmetlerini yürütecek özellikle teknik elemanlar olarak tanımlanmaktadır.

İdeal durum tüm kapasitelerin beklenen yolcu artış hızına paralel büyümesidir. 2012 yılının uçak hareketlerinde % 4,6 ; yolcu trafiğinde % 10,5 ve kargoda % 6,6 artış gerçekleşmiştir. Ulaşım sisteminin etkisi genel olarak ulaşım birimlerinin kabiliyetleriyle ölçülür. Sistemin performansı, sistemde bulunan öğelere bağlıdır. Genel olarak sistemin yeteneği bu öğeler değerlendirilerek elde edilir. Hava ulaşımında uçak hareketleri, yolcular, yer ulaşımı ve kargo dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Havaalanı kapasitesi ve gecikme ile ilgili bilgiler havaalanı planlayıcısı için önemlidir (Pekcanattı, 2006).

## **5.1 Kapasite ve Gecikme**

Bir havaalanında servis kolaylığı için, maksimum ve nihai kapasitenin kavranması gerekmektedir.

## **5.2 Havaalanı Planlamasında Kapasite ve Gecikme**

Kapasite havaalanı için önemli bir etkidir ve tek bir kriter olarak kullanılmamalıdır. Planlamada birbirine yakın olan havaalanlarının kapasite artırımı veya yeni bir havaalanı yapılması düşünüldüğünde, bölgesel olarak birkaç havaalanı yerleşim düzeni dikkate alınarak tasarımlar yapılmalıdır. Kapasite tahmini gelecekteki analizler için faydalı olmaktadır. Kapasite ve gecikme çalışmalarının esas amacı, havaalanı kapasitesini etkin bir şekilde artırırken gecikmeleri minimum kılmaya çalışmaktır. Talep kapasiteye eriştiğinde uçak gecikmeleri meydana gelmektedir (Pekcanattı, 2006).

Kapasite ve gecikme çalışmalarının amacı havaalanlarında kapasitenin artırılması ya da gecikmelerin azaltılmasının etkilerinin belirlenmesidir.

Kapasite analizi, pist sayısının tahmininde, havaalanı tasarımcılarına etkin çözümler getirmesinde ve en önemlisi, en uygun konfigürasyon ve karşılaştırmalı alternatif dizaynlar yapılabilmesinde en etkin yoldur.

Havaalanı kapasitesi belirlemede, kapasitesi en az olan havaalanı elemanı etkilidir. Pist kapasitesi artırılması araştırılırken diğer havaalanı elemanları da dikkate alınmalıdır.

Havaalanı uçaklarla ve sistemin diğer öğeleriyle etkileşim içinde bulunan bir alt sistemdir. Gelecekteki taleplere cevap verebilecek iyi bir havaalanı planlaması için dikkat edilmesi gereken nokta; uçak, yolcu ve kargo için gerekli kapasitelerin oluşturulmasıdır. Bunlar en küçük işletme maliyeti ile gerçekleştirilmelidir. Yeni bir havaalanının planlaması için gerekli olan bu hususlar mevcut bir havaalanının iyileştirilmesi için de geçerlidir.

### **5.3 Kapasite ve Gecikmenin Analizi**

Kapasite ve gecikme, analitik ve bilgisayar modelleri kullanılarak değerlendirilmektedir. Analitik modelleri incelemek için matematik modellerden faydalanılır.

Bilgisayar simülasyon modelleri kompleks sistemlerle çalışırken faydalı olmaktadır.

### **5.4 Havaalanı Kapasite Tanımları**

Havaalanı kapasitesi, belirli bir süre içinde alanda kabul edilebilir bir gecikmeyle gerçekleşebilen hareketlerin (uçak iniş-kalkış) toplamı olarak tanımlanabilir. Kabul edilebilir gecikme, gecikmenin maliyeti ile bu gecikmeyi ortadan kaldırabilmek için yapılması gereken yatırımın bir fonksiyonudur. Kabul edilebilir gecikme ülkenin sosyo-ekonomik yapısına bağlı olarak değişebilir.

Havaalanı planlaması için kapasite iki şekilde tanımlanmaktadır. Kapasite; gecikmeler dikkate alınarak belli bir zamandaki uçak operasyonlarının sayısıdır. Bu pratik kapasite olarak bilinmektedir. Diğer bir tanım ise şudur: Kapasite uçak operasyonlarının maksimum sayısıdır. Bu tanımdan birkaç şekilde söz edilebilir. Bunlar esas kapasite ve doygunluk kapasitesidir (Pekcanattı, 2006).

Bu tanımlar arasındaki en önemli fark birinde gecikmeden bahsedilmesi, diğerinde ise edilmemesidir. Esas kapasite gecikmeleri içermemektedir. Birkaç uçak aynı anda havaalanını kullanmak isterse gecikme doğal olarak büyüyecektir. Herhangi bir saatte talepteki dalgalanmalar değişiklikler göstermekte ve bu da saatlik uçak talebinde değişiklikler meydana getirmektedir.

### **5.5 Kuyruk Teorisine Göre Pist Kapasitesi**

Ulusal Havacılık İdaresi pist kapasitesini tahmin etmek amacıyla matematiksel modellerin geliştirmesi için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar kuyruk teorisiyle ilgilidir. Özellikle iki çalışma üzerinde durulmuştur, bunlardan ilki, hem gelen hem de giden uçaklara servis veren pistlerle ilgili, diğeri ise karışık operasyonlarla ilgilidir.

Uçak pistleri özellikle gelen veya giden uçaklar için kullanılmaktadır. Bu modele göre ilk gelen ilk olarak servis görür. Burada gelen ve giden uçakların talepleri Poisson dağılımına göre karakterize edilebilir. Karışık operasyonlarda uçak pistlerinin hem iniş hem de kalkış için kullanıldığı durumlarda kullanılan yöntem çok karışıktır. Buna göre yeni bir model geliştirilmelidir. Bu modelde pistlerin kullanımında gelişler gidişlere göre önceliklidir (Pekcanattı, 2006).

### **5.6 Yıllık Servis Hacmi**

Yıllık uçak operasyonları ile aynı olan yıllık servis hacmi birbirine eşit olmaya başladığında havalimanındaki ortalama gecikme artacaktır. Ortalama gecikme 1 ile 4 dakika arasında değişmektedir. Eğer yıllık uçak operasyonları yıllık servis hacmini geçerse havalimanında orta yada büyük şiddette tıkanıklık meydana gelecektir.

Yıllık uçak operasyonlarının yıllık servis hacmine göre uçaklardaki gecikmeler daha önemlidir. Bu yüzden planlamalarda uçak gecikmeleri daha çok dikkate alınmalıdır. Yıllık uçak operasyonlarının sayısı yıllık servis hacminden düşük seviyede tutulmaya çalışılmalıdır.

Yıllık servis hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$ASV = C_w.H.D \quad (5.1)$$

Eşitlikte;

- ASV : Yıllık servis hacmi,  
C<sub>w</sub> : Pistin saatlik kapasitesi,  
H : Saatlik oran veya en yoğun aydaki ortalama günlük operasyonların saatlik operasyonlara oranı,  
D : Günlük oran veya yıllık operasyonların en yoğun aydaki ortalama günlük operasyonlara oranıdır.

Talepteki dalgalanmaları belirlemek için H saatlik oran ve D günlük oran kullanılmaktadır. Bu oranların yaklaşık değerleri ABD'deki havalimanları için tanımlanabilir ve planlamalarda kullanılabilir. Bu yaklaşık değerler aşağıdaki Çizelge 5.1'de verilmiştir.

**Çizelge 5.1.** Saatlik oran (H) ve günlük oran (D) değerleri

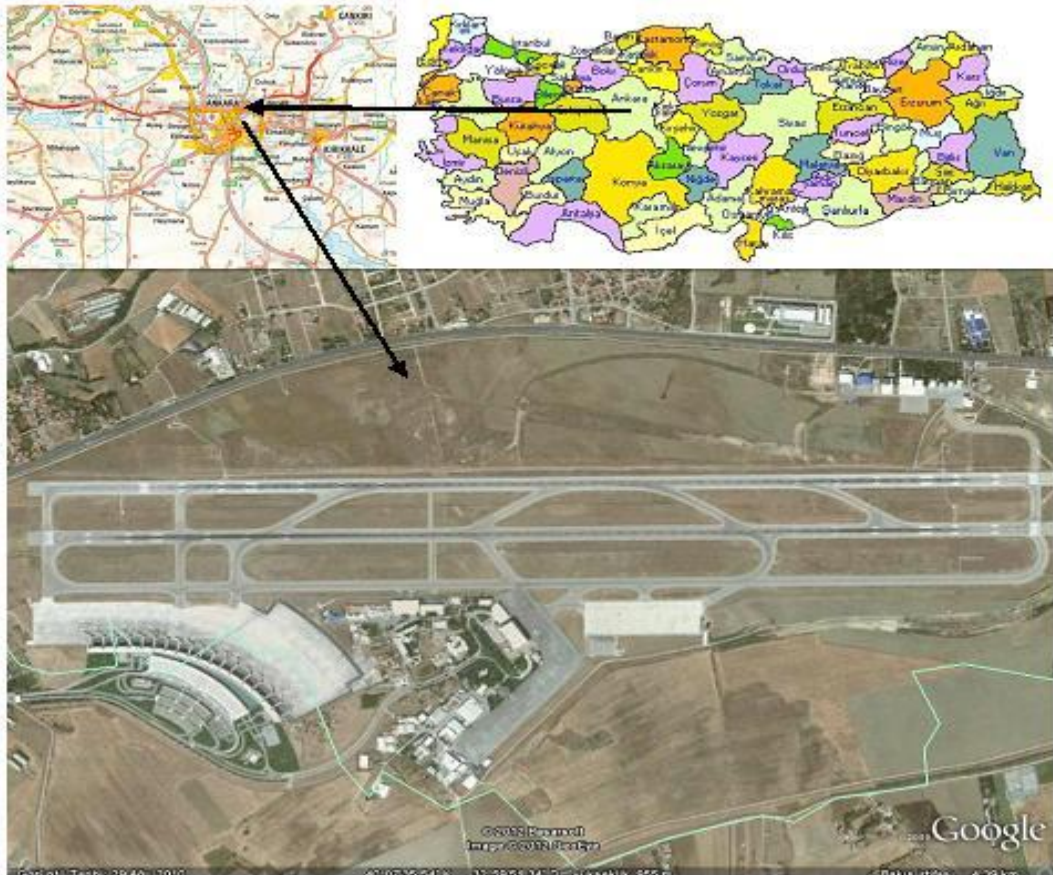
Karışım İndeksi	Saatlik Oran (H)	Günlük Oran (D)
0-20	7-11	280-310
21-50	10-13	300-320
51-180	11-15	310-350

## BÖLÜM VI

### ESENBOĞA HAVALİMANININ MEVCUT DURUMU

#### 6.1 Tarihiçesi

Esenboğa Havaalanı'nın 1955'te hizmete girmesine kadar Ankara'ya yolcu uçuşlarının inip kalktığı havaalanı ağırlıklı olarak Güvercinlik Havaalanı'dır. Güvercinlik Havaalanı Ankara'nın 10 km batısında yer alan ilk havaalanı ve teknik bakım merkezidir. Ankara'da ilk uçuşlar; 1912 yılında ilk ticari havaalanı olarak Ankara Güvercinlik'te terminal olarak kullanılan tek çadırla hizmete girmiştir ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012). Esenboğa Havalimanı'nın konumu Fotoğraf 6.1'de verilmiştir ([www.mailgazete.com](http://www.mailgazete.com), 2012; [www.neredennereye.com](http://www.neredennereye.com), 2012; [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), 2012).



Fotoğraf 6.1. Ankara Esenboğa Havalimanı'nın konumu

Ankara başkent olunca; yeni başkent in 20 Mayıs 1933’de Hava Yolları Devlet İşletmesi kuruluncaya kadar, kayıtlara göre, tarifeli sefer yapan bazı yabancı şirketler olmuştur. İlk ticari hava hizmetine 14 Şubat 1924 tarihinde, İstanbul’dan Ankara’ya deneme amaçlı, ilk kez bir yolcu uçağı seferi yapılmıştır. Junkers F-13 tipi bir uçak, 4 yolcusu ile uçuşunu yaklaşık 3 saatte tamamlamış ve bugün Gazi Üniversitesinin yer aldığı Yenimahalle’deki düz alana iniş yapmıştır. Sonrasında “Ankara Hava İstasyonu” olarak anılmaya başlanan bu alan 9 yıl boyunca kullanılmıştır ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Havayolları Devlet İşletmesi adıyla, başlangıçta Milli Müdafaa Vekâleti bünyesinde, 1933 yılında ilk ulusal havayolu kuruldu. 3 Şubat 1933’te Eskişehir-Ankara arasında ilk milli uçak seferi yapılmıştır ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

1932 yılında Ankara ve İstanbul arasında hizmet verecek bir devlet havayolu şirketi kurmaya karar verildiğinde yeni havaalanı için Ankara’nın yaklaşık 25 km batısında bulunan Etimesgut seçilmişti. 1933 yılında küçük bir istasyon binası, bir hangar ve toprak bir iniş yeri inşa edilmişti. Etimesgut’tan ilk uçuş İstanbul’a Mayıs 1933 tarihinde gerçekleşmiştir ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Bu arada Güvercinlik Havaalanı yatırımları da devam ederek, başlangıçta birkaç çadırdan oluşan Ankara Güvercinlik havaalanına 1939 yılında sağlam bir pist, yeni tesisler, bakım hangarları kurulmuş ve aynı Devlet Hava Yolları (DHY) faaliyetleri Etimesgut’tan Güvercinliğe nakledilerek Etimesgut Türk Hava Kuvvetleri hizmetine verilmiştir ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

12 Şubat 1947’de DHY’nin ilk dış seferi Güvercinlik’ten kalkıp Atina’ya ulaşmıştır ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

1947 yılında J.C. White ve Westinghouse Electric International Corporation ile Türk Hükümeti arasında, ülkenin ilk uluslararası havaalanı tesislerinin yer alacağı Yeşilköy havalimanı ve Esenboğa Havaalanı için anlaşma imzalanmıştır. Bu proje kapsamında Bayındırlık Bakanlığına bağlı olarak 1951 yılında Esenboğa Havalimanının inşaatına Westinghouse Electric International Company tarafından başlanılarak 1955 yılında

ülkenin ikinci tam teçhizatlı uluslararası havalimanı olarak sivil hava ulaşımına açılmıştır ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Zaman içerisinde gelişen ve değişen ihtiyaçlara cevap vermek üzere apron, taksirut ve diğer binalarda genişletme ve eklenti çalışmaları yapılmıştır.

- 2752x60 metre olarak yapılan 03R-21L pisti, sonraki yıllarda 1000 metrelik eklenti ile bugünkü boyutlarına getirilmiştir.
- Hava Trafik kontrolörlerine Esenboğa'da DHMİ Havacılık Okulunda eğitim verilmekteydi.
- Teknik blok, kule ve yolcu hizmetlerinin müşterek verildiği terminal binası (A) 1958 yılında,
- Esenboğa havalimanına bağlı Akköprü VOR İstasyonu 1960 yılında,
- Ana tamir atölyesi 1965 yılında, genel maksatlı garaj 1967 yılında,
- Halen kullanılmakta olan; Büyük uçak hangarı 1954 yılında,
- Küçük uçak hangarı 1964 yılında,
- Sağlık ve CIP Binası 1968 yılında hizmete verilmiş,
- 1966 Yılında (eski) teknik blok yapılarak, kule ve teknik hizmetler terminalden ayrılmış, aynı yıl Çubuk VOR binası yapılmış olup,
- Yabancı Konuklar Köşkü 1982 yılında,
- 1978 yılında Merkez Saymanlık Depoları ve İdari Binası ile 1979 yılında İnşaat Müdürlüğü olarak kullanılan bina ve depoları,
- 1983 yılında Havuz ve Lokal binası, 1984 yılında merkez Elektronik Atölye,
- Mevcut terminalin sadece dış hatlar hizmeti vermesi amacıyla İç hatlar Terminali (B) 1984 yılında işletmeye açılmış,
- 1985 yılında 2.Paralel pist olan 03L-21R pisti 3752x45 m. Ebatlarında DLH tarafından inşaatı tamamlanarak kullanıma açılmıştır ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

İlave olarak da 1994 yılında anahtar teslim usulü yaptırılan Dış hatlar "Charter Terminal Binası" alt yapı ve yaklaşımlarıyla birlikte mevcut aprona bitişik olarak tamamlanmıştır ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Artan İhtiyaçlar dahilinde;

- Kuvvet Santrali, Genel Maksatlı Garaj (1987),
- Yeni Teknik Blok ve Kule (1990),
- Arıtma Tesisi (1991) ilave edilmiştir.
- 3 nolu Apron (1997-1998),
- Yeni İtfaiye Binası (1999),
- Mevcut Giriş Nizamiyesi ve Uzay Çatı Sundurma (1999),
- Esenboğa Havalimanı içerisinde bulunan ve yapımına 1997 yılında başlanan Simülâtör Binası ve Eğitim Tesisleri, 2002’de hizmete girmiştir. 17 bin m<sup>2</sup> kapalı alana ve dünya çapında bir standarda sahip olan tesis, ATC eğitim faaliyetlerinin ülkemizde daha yüksek kapasitede yürütülebilmesi için kilit role sahiptir ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

90’lı yıllarda ülkemizin protokol amaçlı en önemli giriş-çıkış kapısı olan Esenboğa Havalimanı, 1955’te hizmete girmesini müteakip aradan geçen yarım asra yakın sürede yolcusu sayısı kat ve kat artmış ancak terminal kapasiteleri ve standartları yaklaşık aynı kalmıştır. Türkiye’nin çağdaş dünyadaki medeni düzeyinin göstergesi olacak yeni bir terminal yapılmasına 1998’de karar verilerek YİD modeli ile yaptırılacak Esenboğa Havalimanında yeni bir İçhat-Dışhat Terminal Binası için 17.04.1998 tarihinde mimari proje yarışması düzenlenmiştir. Ercan Çoban, Ahmet Yertutan, Suzan Esirgen ve Süleyman Bayrak’ın eseri DHMİ tarafından birinci seçilmiştir ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Bu şekilde belirlenen projenin realize edilmesi için 23 Ocak 2004’te Yap-İşlet-Devret Modeliyle yapım ihalesi gerçekleştirilmiş ve TAV, 15 yıl 8 aylık işletim süresiyle Ankara Esenboğa Yeni İç-Dış Hatlar Terminal Binası ve Katlı Otopark Kompleksi ihalesini kazanmıştır.

Ekim 2004 ayında Yap-İşlet-Devret Modeli ile yapımına başlanılan İç ve Dış Hatlar Terminal Binasının Uygulama Projeleri; proje müellifi olan ESSA Proje Danışmanlık tarafından hazırlanıp, DHMİ Proje İnceleme Heyeti tarafından incelenip, Onaylanarak, Esenboğa Başmüdürlüğümüz ve DHMİ Kontrollük Teşkilatı denetim ve koordinesinde görevli şirket TAV tarafından sürdürülen yapım çalışmaları planlanan bitiş tarihinden bir yıl önce bitirilerek 13 Ekim 2006 tarihinde yapılan törenle açılmış ve 16 Ekim 2006

tarihinde işletmeye alınarak hizmete girmiştir. 10 milyon yolcu/yıl kapasiteli terminalin başlangıç yatırım tutarı 188.702.557 Euro'dur. Proje, normal koşullarda 25 Mayıs 2023'te devir aşamasına gelecektir.

## 6.2 Genel Bilgiler

Yeni terminal binası ile Esenboğa Havalimanı Türkiye'nin en büyük 2. Havalimanı olma özelliğini kazanmıştır (Fotoğraf 6.2).



**Fotoğraf 6.2.** Ankara Esenboğa Havalimanı

Terminalde Klinik, Eczane, Maliye Bürosu (Yurtdışı Çıkış Harç Pulu) PTT Şubesi, Garanti Bankası Şubesi, çeşitli bankalara ait ATM'ler, Fast Food, Kafeteryalar, Gazete Bayisi, Hediyelik Eşya, vs hizmetler vardır (<http://tr.wikipedia.org>, 2012).

Yeni iç ve dış hatlar terminal aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- 168 bin m<sup>2</sup>' lik alan,
- 10 milyon yolcu/yıl kapasite,
- 18 adet yolcu köprüsü,
- 105 check-in kontuarı,

- 18 gidiş, 18 geliş olarak 36 pasaport kontuarı,
- 123.000 m<sup>2</sup>'lik alan üzerinde 4.000 araç park kapasiteli kapalı otopark.

Eski Terminal Binası yıkılarak yerine THY Teknik A.Ş. tarafından Uçak Bakım Hangarı yapılmıştır (2009). 3 adet dar gövdeli uçak kapasiteli hangarın ebatları 103 m. x 53 m. şeklindedir. Hangarın iç tavan yüksekliği 17,20 m, kapı yüksekliği ise 13,60 m'dir.

Hangarının iç alanı 5,244 m<sup>2</sup> 'dir. Tesisin, İdari Bina, Trafo-Jeneratör Binası ve Su Deposu dahil edildiğinde toplam kapalı alanı 7,000 m<sup>2</sup>'ye ulaşmaktadır.

B Terminali ise PTT tarafında Kargo Hizmeti vermek üzere kullanılmaktadır.

Türkiye Hava Sahasında Batı ve Doğu Bölgesi olarak verilmekte olan hizmetlerin tek elden kontrolü, 2006 yılında sözleşmesi imzalanan SMART projesi kapsamında Esenboğa'da tesis edilen SMART binasından projenin tamamlanmasını müteakip Esenboğa havalimanı saha kontrol merkezi olacak şekilde Atatürk, Antalya, Adnan Menderes ve Dalaman APP merkezleriyle birlikte verilecektir. Bu sayede, artan trafiği karşılamak üzere geliştirilen smart projesi uçakların hava sahasını daha verimli kullanmalarına imkan sağlayacaktır.

Avrupa Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI Europe) tarafından yıllık yolcu kapasitesine göre dört kategoride (5 milyona kadar olan havalimanları, 5-10 ve 10-25 milyon arasındaki havalimanları ile 25 milyonun üstündeki havalimanları kategorisi) gerçekleştirilen yarışmada, Ankara Esenboğa Havalimanı, "5-10 milyon yolcu" kategorisinde "En İyi Havalimanı" seçilmiştir. (2009) Yarışmada Türkiye'de İç ve Dış Hatlar Terminalleri'nin ilk kez birlikte kullanıldığı terminal niteliğine de sahip olan Ankara Esenboğa Havalimanı; çevreye duyarlılık, kalite, güvenlik, ticari alanlar ile operasyon akıcılığı ve becerileri kriterleri ile de değerlendirilmiştir (www.hurriyet.com.tr, 2012).

Türkiye'nin İç ve Dış Hatları bir arada bulunduran "tek" havalimanı olma özelliğine sahip Ankara Esenboğa Havalimanı, şehir merkezine 28 km. uzaklıkta kuzeydoğu

konumunda kurulmuş olup Ankara ulaşımına yeni bir soluk getirmiştir. 10 milyon yolcu kapasitesine sahip Esenboğa Havalimanı'nda dünyanın en gelişmiş güvenlik sistemleri kullanılmaktadır.

ICAO'nun yaptığı sınıflandırmaya göre CAT II ve CAT III niteliklerine sahiptir. Toplam 7.500.000 m<sup>2</sup> 'lik kurulu alanı bulunan havalimanında 7.500 m<sup>2</sup> 'lik iç hatlar terminali ile 7.950 m<sup>2</sup> 'lik dış hatlar terminali bulunmaktadır. Türkiye'deki Havaalanları İstatistiklerine göre, toplam yolcu trafiği bakımından dördüncü havalimanıdır. Havalimanına ait genel bilgiler Çizelge 6.1'de verilmiştir (<http://tr.wikipedia.org>, 2012).

**Çizelge 6.1.** Esenboğa Havalimanı genel bilgiler

Bulunduğu Şehir	Ankara
Hizmete Giriş Yılı	1955
Havaalanı Statüsü	Sivil
ICAO Kodu	LTAC
IATA	ESB
Trafik Tipi	İç / Dış Hat
Terminal Binası Toplam Büyüklüğü	182.000 m <sup>2</sup>
Toplam alan	475.000 m <sup>2</sup>
Coğrafi Koordinatları	40°07'41"N, 32°59'42"E
Yolcu Kapasitesi (Yolcu/Yıl)	10.000.000
Uçak Kapasitesi (Uçak/Yıl)	236.520
Havalimanı Sertifikası	A <sup>8</sup>

<sup>8</sup> Madde 25 - Havaalanı işletmecisi, aşağıdaki kriterleri sağlayan hava alanları için belirtilen sertifikayı kendi adına tescil ettirmek zorundadır. Bu kriterleri sağlamayan hava alanları için sertifika alınması zorunlu değildir. Sertifikalandırılmayan hava alanlarına hava yolu işletmeleri tarafından yapılacak iniş ve kalkışlar hava yolu işletmecisi ve kaptan pilotun yetki ve sorumluluğundadır (DHMİ, 2002).

"A Grubu Sertifika" verilecek hava alanlarında olması gereken minimum fiziki özellikler ve hizmetler:

- 1) En az 1 adet 3000x45 m veya daha büyük ebatta piste sahip olması,
- 2) Seyrüsefer yardımcı cihazlarının (ILS, VOR, DME, NDB ve benzeri) bulunması,
- 3) En az CAT I veya CAT II kategorisinde pist aydınlatma ve yaklaşma ışıklarına sahip olması,
- 4) Terminal yolcu kapasitesinin yıllık en az 3.000.000 olması,
- 5) Terminal konforuna (ısıtma-soğutma-havalandırma-oturma grupları ve benzeri) sahip olması,
- 6) Havaalanına inecek en büyük gövdeli uçak tipi için kaza kırım ve kurtarma olanaklarına sahip olması,
- 7) Uçuş emniyetinin sağlanması için kullanılan özel maksatlı araç, gereç ve teçhizata (kar rotatifi, pist sürtünme katsayısını ölçen teçhizat ve benzeri) sahip olması,
- 8) Kargo kolaylıklarına sahip olması,
- 9) Sahip olduğu pist veya pistler için havaalanına inecek en büyük gövdeli uçak tipine göre Bakanlıkça belirlenecek Kaplama Sınıflandırma Numarasına (PCN) sahip olması,
- 10) Havaalanına inecek en büyük gövdeli uçak tipine göre belirlenecek en az 5 uçak kapasiteli aprona sahip olması,
- 11) Aşağıdaki kolaylıkların kesintisiz olarak sağlanması:
  - Gümrük ve pasaport kontrol hizmeti,
  - Meteoroloji hizmeti,

Avrupa'nın en modern havalimanı olma özelliğine sahip Esenboğa Havalimanı İç ve Dış Hatlar Terminali bagaj sisteminde kullanılan en son teknoloji sayesinde, yolcuları bagajları ile üç dakikada buluşturmaktadır.

Geniş hizmet yelpazesi ile yolculara rahat ve huzurlu seyahat yapma fırsatı sunan Esenboğa Havalimanı, tüm yolcular için güvenilir kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Terminalin özgün mimari tasarımı, yolculara diledikleri yere kolay erişim olanağı ve mekânın her noktasından tüm alanı rahatlıkla görebilecekleri geniş ve ferah bir perspektif sunmaktadır.

Esenboğa Havalimanı iç-dış hatlar Terminali Mayıs 2009 tarihinde ISO 9001-2008 kalite belgesi almıştır.

TAV Havalimanları, havalimanı işletmeciliğindeki 365 gün 24 saat hizmet vermektedir. 2009 yılında ACI Europe tarafından “En İyi Havalimanı” seçilen Ankara Esenboğa Havalimanı, ülkemizin protokol ve diplomasi kapısı olarak da stratejik bir öneme sahip. Orta Doğu ve Doğu Avrupa’da hub (uluslararası uçuşların yapıldığı IATA tarafından tanımlanan merkezi havalimanı) olmayı hedefleyen Havalimanı, özellikle dış hat uçuşların artırılması yönünde çalışmalarına devam etmektedir (www.tavhavalimanlari.com.tr, 2012).

Her gün yaklaşık 21 bin yolcuya hizmet veren Ankara Esenboğa Havalimanı’nda günde ortalama 175 uçak inip kalkmaktadır. Bir havalimanından beklenecek her türlü donanımına sahip olan Esenboğa Havalimanı’nda dünyanın farklı yerlerinden yaklaşık 25 havayolu şirketi hizmet verilmektedir.

- 
- Yangın söndürme hizmeti,
  - PTT hizmeti,
  - Sağlık hizmeti,
  - Yakıt hizmeti,
  - Yer hizmeti,
  - İkram hizmeti,
  - Güvenlik hizmeti,
- 12) Havaalanı ile şehir merkezi arasındaki ulaşım kolaylıklarının olması.

### 6.3 Teknik Bilgiler

Esenboğa Havalimanı ile ilgili teknik bilgiler Çizelge 6.2’de, pistler Çizelge 6.3’de, apronlar Çizelge 6.4’de ve taksirutlar Çizelge 6.5’de verilmiştir ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 6.2.** Esenboğa Havalimanı teknik bilgiler

İntifa	DHMI
Terminal İşletmecisi	TAV
Şehre Uzaklık	28 kilometre
Ulaşım	Otobüs, Servis, Taksi
Yükseklik ( AMSL )	3125 FT (952.52 M)
Aydınlatma Kategorisi	CAT II
İtfaiye Kategorisi	CAT IX
VİP / CİP	VAR
Kargo Terminali	VAR
Banka Hizmetleri	VAR
Sağlık Hizmetleri	VAR
Otopark	4317 Araç
Yabancı Konuklar Köşkü	VAR

**Çizelge 6.3.** Esenboğa Havalimanı pistler

Doğrultu	Uzunluk(m)	Mukavemet	Yüzey
03R/21L	3.750x60	PCN 110 F/C/W/U LCN 100	Asfalt
03L/21R	3.750x45	PCN 110 F/C/W/T LCN 95	Asfalt

**Çizelge 6.4.** Esenboğa Havalimanı apronlar

Boyut	Kaplama	Mukavemet	Uçak Kapasitesi
440x130	Kompozit	PCN 58	23
430x140	Kompozit	PCN 58	
379x130	Kompozit	PCN 58	

**Çizelge 6.5.** Esenboğa Havalimanı taksirutlar

<b>Uzunluk(m)</b>	<b>Kaplama</b>	<b>Mukavemet</b>
4020x13	Asfalt	PCN 58
300x9.50	Asfalt	PCN 58

#### **6.4 Terminaller**

Havalimanının 7.500 m<sup>2</sup>'lik iç hatlar terminali ve 7.950 m<sup>2</sup>'lik dış hatlar terminali olmak üzere toplamda 15.450 m<sup>2</sup>'lik tek bir terminal binası bulunmaktadır.

##### **6.4.1 İç-Dış hatlar terminali**

Havalimanının Yeni Terminal Binası Yap-İşlet-Devret Modeli ile yapılarak 13 Ekim 2006 tarihinde hizmete verilmiştir.

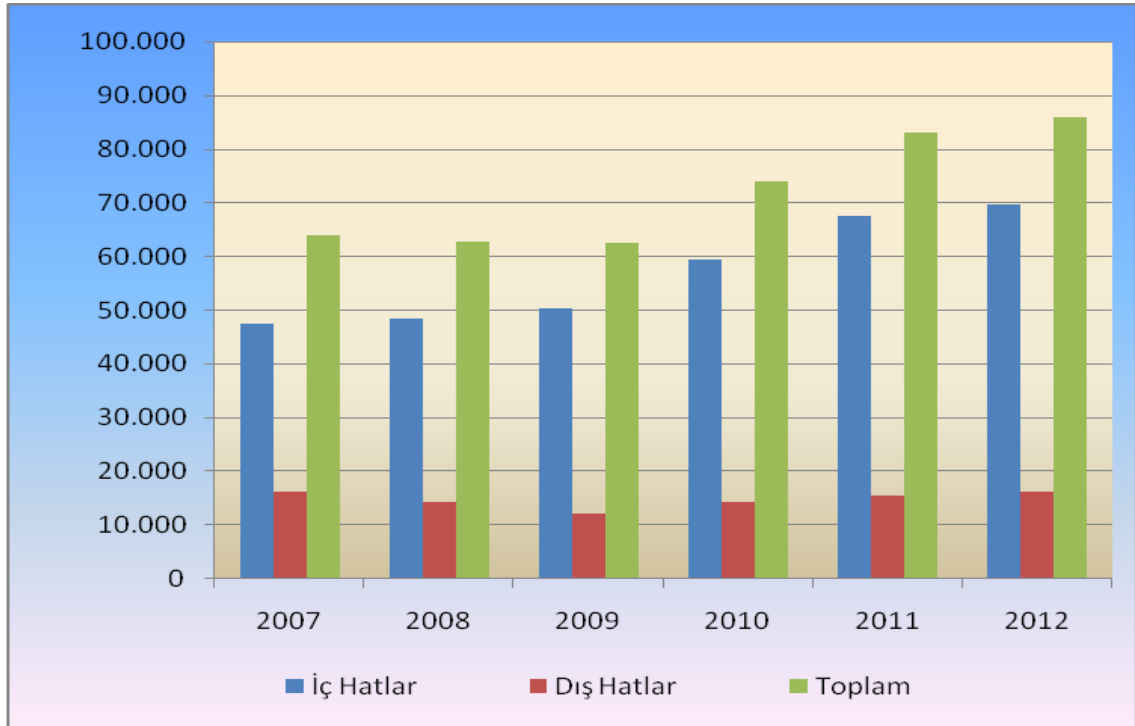
Medeniyetler Beşiği Anadolu'nun dünya ile buluşma noktası Ankara Esenboğa Havalimanı ([www.tavhavalimanlari.com.tr](http://www.tavhavalimanlari.com.tr), 2012):

İşletme süresi / Bitiş tarihi	: 16 yıl 7 ay / Mayıs 2023
2012 Yolcu trafiği	: 9.237.886
2012 Ticari uçak trafiği	: 74.847
Yıl Sonu İtibariyle Yolcu Trafiği Artış Oranı	: % 8,87
Yıl Sonu İtibariyle Uçak Trafiği Artış Oranı	: % 4,41

Ankara Esenboğa Havalimanı'na ait gelen-giden tüm uçak, ticari uçak, yolcu ve yük verileri Çizelge 6.6'da gösterilmiştir. Ayrıca yıllara bağlı olarak tüm uçak, ticari uçak, yolcu ve yük sayılarındaki değişimler Şekil 6.1, Şekil 6.2, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4'de gösterilmiştir.

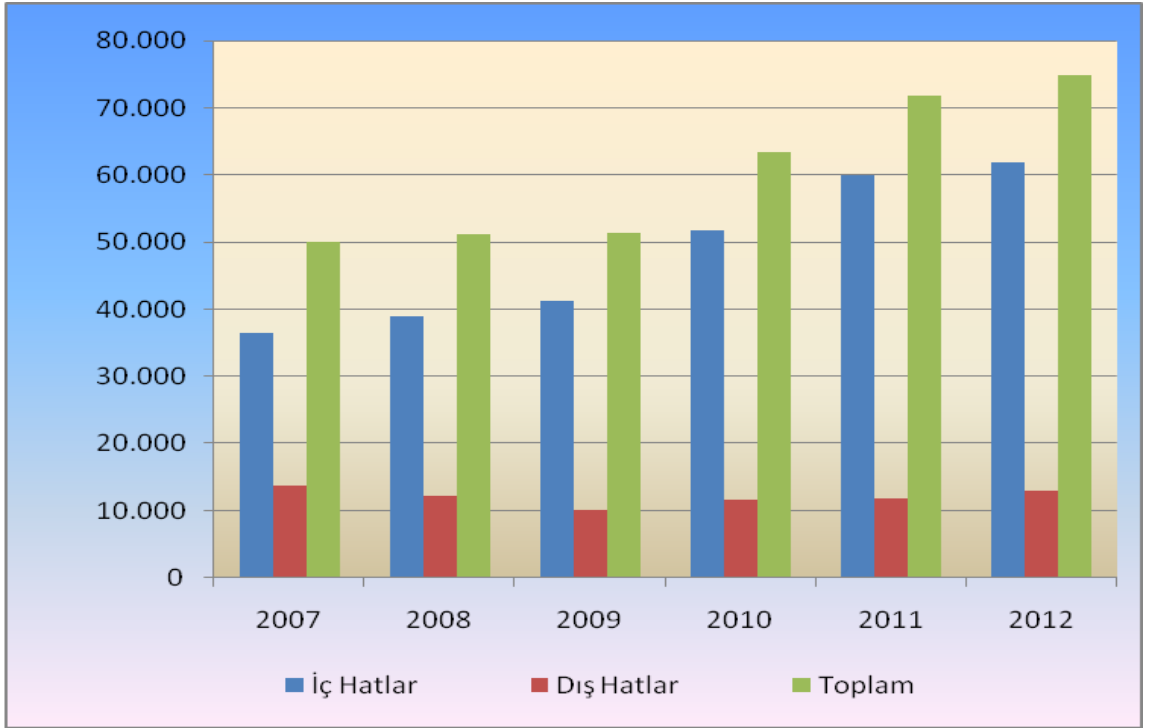
**Çizelge 6.6.** Ankara Esenboğa Havalimanı'nın yıllara bağlı tüm uçak, ticari uçak, yolcu, ve yük verileri

Yıl	İÇ HATLAR				DIŞ HATLAR				TOPLAM			
	Tüm uçak trafiği	Ticari uçak trafiği	Yolcu sayısı	Yük trafiği <sup>3</sup>	Tüm uçak trafiği	Ticari uçak trafiği	Yolcu sayısı	Yük trafiği <sup>3</sup>	Tüm uçak trafiği	Ticari uçak trafiği	Yolcu sayısı	Yük trafiği <sup>9</sup>
2007	47.578	36.427	3.609.122	38.906	16.331	13.677	1.349.006	36.447	63.909	50.104	4.958.128	75.353
2008	48.463	38.880	4.444.311	39.819	14.396	12.198	1.247.822	33.068	62.859	51.078	5.692.133	72.887
2009	50.347	41.150	4.990.134	43.562	12.273	10.131	1.094.270	29.870	62.620	51.281	6.084.404	73.432
2010	59.509	51.657	6.435.221	53.424	14.420	11.734	1.328.693	35.531	73.929	63.391	7.763.914	88.955
2011	67.513	59.957	7.080.072	56.996	15.452	11.795	1.405.395	35.932	82.965	71.752	8.485.467	92.928
2012	69.600	61.901	7.663.847	63.418	16.265	12.946	1.574.039	31.964	85.865	74.847	9.237.886	95.382

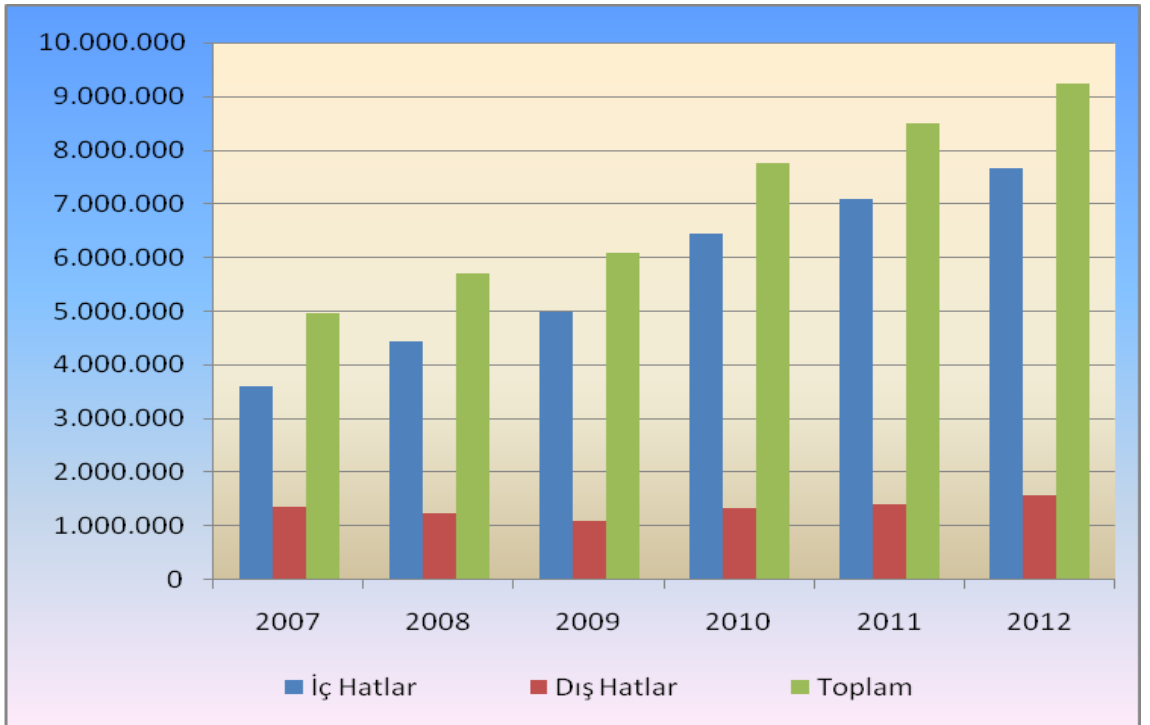


**Şekil 6.1.** Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı tüm uçak sayıları

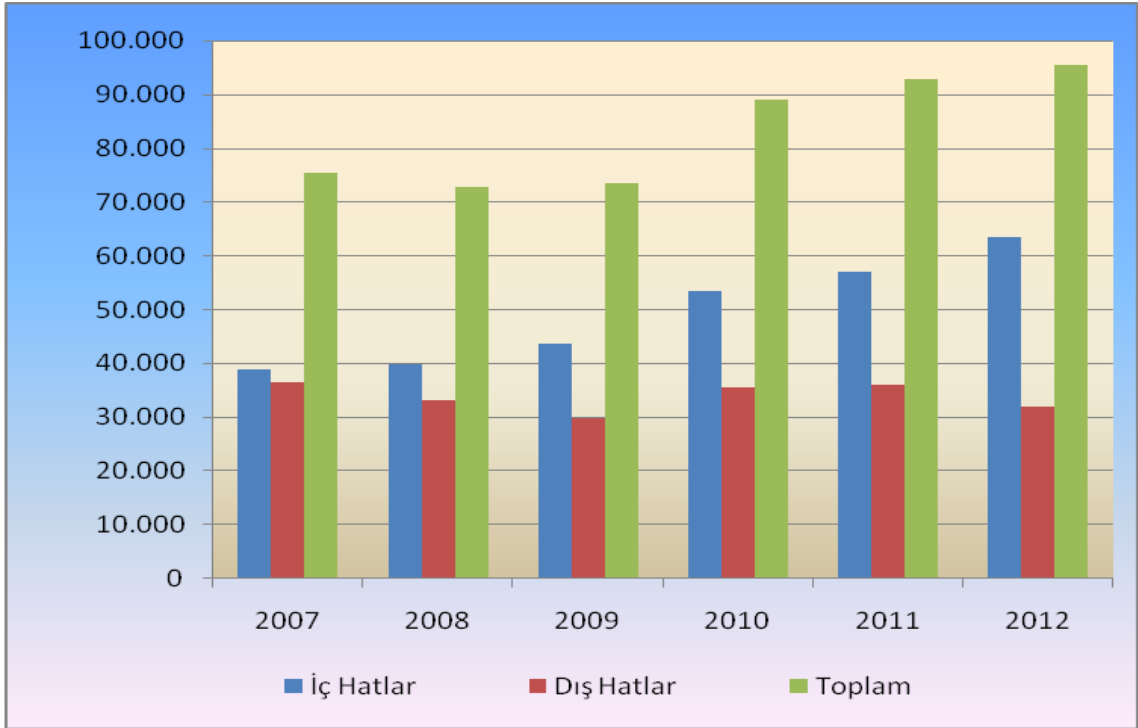
<sup>9</sup> Bagaj+Kargo+Posta yükleri dahil toplam yük ton cinsindedir.



Şekil 6.2. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı ticari uçak sayıları



Şekil 6.3. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı yolcu sayıları



Şekil 6.4. Ankara Esenboğa Havalimanı yıllara bağlı yük sayıları

DHMİ'nin her yıl sonunda açıkladığı veriler gözönüne alındığında, 2011 yılında Türkiye genelinde 117.620.469 yolcu hava ulaşımını kullanırken, 2012 yılında % 10,49'luk bir artışla 129.957.861'e ulaşmıştır (Çizelge 6.7) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

Çizelge 6.7. Türkiye geneli uçak trafiği, ticari uçak trafiği, yolcu trafiği ve yük trafiği istatistikleri

TÜRKİYE GENELİ İSTATİSTİKLERİ								
Yıl	Uçak Trafiği	Değişim (%)	Ticari Uçak Trafiği	Değişim (%)	Yolcu Trafiği (Gelen-Giden)	Değişim (%)	Yük Trafiği (Bagaj+ Kargo+ Posta) (Ton)	Değişim (%)
2007	688.468	-	614.741	-	70.296.532	-	1.556.998	-
2008	741.765	▲ 7,74	653.317	▲ 6,28	79.438.289	▲ 13,00	1.644.014	▲ 5,59
2009	788.469	▲ 6,30	693.210	▲ 6,11	85.508.508	▲ 7,64	1.726.345	▲ 5,01
2010	919.411	▲ 16,61	809.141	▲ 16,72	102.800.392	▲ 20,22	2.021.076	▲ 17,07
2011	1.042.369	▲ 13,37	892.139	▲ 10,26	<b>117.620.469</b>	▲ 14,42	<b>2.249.473</b>	▲ 11,30
2012	<b>1.090.632</b>	▲ 4,63	<b>958.969</b>	▲ 7,49	<b>129.957.861</b>	▲ 10,49	<b>2.397.788</b>	▲ 6,59

Ankara Esenboğa Havalimanı'nın 2011 yılında Türkiye genelinde 8.485.467 yolcu, 2012 yılında ise 9.237.886 yolcu ile Türkiye genelinin yaklaşık olarak % 7,11 ( $9.237.886 \times 100 / 129.957.861 = 7,11$ )'ini oluşturmaktadır. 2011 ve 2012 yılları arasındaki değişim değerlendirildiğinde, Ankara Esenboğa Havalimanı'ndaki yıllık gelen – giden yolcu sayısında % 8,87'lik bir artış olmuştur (Çizelge 6.8) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 6.8.** Ankara Esenboğa Havalimanı yolcu trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	3.609.122	-	1.349.006	-	4.958.128	-
2008	4.444.311	▲ 23,14	1.247.822	▼ -7,50	5.692.133	▲ 14,80
2009	4.990.134	▲ 12,28	1.094.270	▼ -12,31	6.084.404	▲ 6,89
2010	6.435.221	▲ 28,96	1.328.693	▲ 21,42	7.763.914	▲ 27,60
2011	7.080.072	▲ 10,02	1.405.395	▲ 5,77	<b>8.485.467</b>	▲ 9,29
2012	7.663.847	▲ 8,25	1.574.039	▲ 12,00	<b>9.237.886</b>	▲ <b>8,87</b>

Gelen – Giden toplam uçak sayısı ise Türkiye genelinde 2011 yılında 82.965 iken 2012 yılında % 3,50'lik artışla 85.865'e çıkmıştır. Bu değerlerde incelendiğinde 2012 yılında (kesin olmayan) 1.090.632 uçağın iniş kalkış yaptığı Türkiye havaalanlarında Ankara Esenboğa Havalimanı'nın payı yaklaşık olarak % 7,87 ( $85.865 \times 100 / 1.090.632 = 7,87$ )'dir (Çizelge 6.9.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 6.9.** Ankara Esenboğa Havalimanı uçak trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	47.578	-	16.331	-	63.909	-
2008	48.463	▲ 1,86	14.396	▼ -11,85	62.859	▼ -1,64
2009	50.347	▲ 3,89	12.273	▼ -14,75	62.620	▼ -0,38
2010	59.509	▲ 18,20	14.420	▲ 17,49	73.929	▲ 18,06
2011	67.513	▲ 13,45	15.452	▲ 7,16	<b>82.965</b>	▲ 12,22
2012	<b>69.600</b>	▲ 3,09	<b>16.265</b>	▲ 5,26	<b>85.865</b>	▲ <b>3,50</b>

Gelen – Giden toplam ticari uçak sayısı ise Türkiye genelinde 2011 yılında 71.752 iken 2012 yılında % 4,31'lik artışla 74.847'e çıkmıştır. Bu değerlerde incelendiğinde 2012 yılında (kesin olmayan) 958.969 ticari uçağın iniş kalkış yaptığı Türkiye havaalanlarında Ankara Esenboğa Havalimanı'nın payı yaklaşık olarak % 7,80 ( $74.847 \times 100 / 958.969 = 7,80$ )'dir (Çizelge 6.10.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 6.10.** Ankara Esenboğa Havalimanı ticari uçak trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	36.427	-	13.677	-	50.104	-
2008	38.880	▲ 6,73	12.198	▼ -10,81	51.078	▲ 1,94
2009	41.150	▲ 5,84	10.131	▼ -16,95	51.281	▲ 0,40
2010	51.657	▲ 25,53	11.734	▲ 15,82	63.391	▲ 23,61
2011	59.957	▲ 16,07	11.795	▲ 0,52	<b>71.752</b>	▲ 13,19
2012	61.901	▲ 3,24	12.946	▲ 9,76	<b>74.847</b>	▲ <b>4,31</b>

Buna bağlı olarak; Ankara Esenboğa Havalimanı'nın 2011 yılında Türkiye genelinde 2.249.473 ton yük (Bagaj+Kargo+Posta dahil), 2012 yılında (kesin olmayan) ise 2.397.788 ton yük (Bagaj+Kargo+Posta dahil) ile Türkiye genelinde yaklaşık olarak % 3,98 ( $95.382 \times 100 / 2.397.788 = 3,98$ )'dir. 2011 ve 2012 yılları arasındaki değişim değerlendirildiğinde, Ankara Esenboğa Havalimanı'ndaki yıllık gelen – giden yük (Bagaj+Kargo+Posta dahil) tonajında % 2,64'lük bir artış olmuştur (Çizelge 6.11.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 6.11.** Ankara Esenboğa Havalimanı yük trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	38.906	-	36.447	-	75.353	-
2008	39.819	▲ 2,35	33.068	▼ -9,27	72.887	▼ -3,27
2009	43.562	▲ 9,40	29.870	▼ -9,67	73.432	▲ 0,75
2010	53.424	▲ 22,64	35.531	▲ 18,95	88.955	▲ 21,14
2011	56.996	▲ 6,69	35.932	▲ 1,13	<b>92.928</b>	▲ 4,47
2012	63.418	▲ 11,27	31.964	▼ -11,04	<b>95.382</b>	▲ <b>2,64</b>

Bu da Ankara'nın yalnızca hava ulaşımı açısından değil, uluslararası hava ulaşımı açısından da önemli bir merkez olduğunu göstermekle birlikte, şehrin Türkiye'nin ikinci büyük şehri olduğu düşünüldüğünde, Ankara için yeterli değildir.

Esenboğa İç-Dış Hatlar Terminal Binası ([www.havaliman.com](http://www.havaliman.com), 2012).

- 10.000.000 Yolcu/Yıl Kapasiteli,
- 182.000 m<sup>2</sup> Terminal Alanı, 296.000 m<sup>2</sup> Apron Alanı,
- 18 Adet Yolcu Köprüsü, 18+1 Adet Hareketli köprü,
- 4069 Adet Araçlık Kapalı Otoparkı, 12.200 m<sup>2</sup> Açık Otoparkı,

- 110.614 m<sup>2</sup> Toplam Otopark Alanı,
- 2.400 m<sup>2</sup> Duty Free Alanı, 5.200 m<sup>2</sup> Yiyecek - İçecek Alanı,
- 29 Adet Yeme-İçme Noktası, 138 Adet Check-in Kontuarı,
- 36 Adet Pasaport Kontrol Bankosu (18 Adet Gidiş Katı, 18 Adet Geliş Katı),
- 5 İç, 4 Dış olmak üzere toplam 9 Adet Bagaj Alım Konveyörü (Karoseli),
- 6 Adet Gümrük Muayene Bankosu,
- 10 Adet Busgate (İç Hat: 4 Adet / Dış Hat: 6 Adet)
- 18 Adet PCA Sistemi, 18 Adet 400 Hz. Elektrik Sistemi,
- 33 Adet Asansör, 38 Adet Yürüyen Merdiven,
- 8 Adet Yürüyen Bant (İç hat-Gidiş Katı: 4 Adet / İç hat-Geliş Katı: 4 Adet),
- 52 Adet X-ray, 52 Adet Metal Kapı Detektörü,
- 4938 Adet Yangın Detektörü, 435 Adet Yangın Düğmesi,
- 4 Adet CIP Salonu, 1 Adet VIP Salonu mevcuttur ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

3752X60 m. ve 3750X45 m. boyutlarında kategori 2 (CAT II) sınıfında hizmet veren iki adet paralel pisti, 4 adet apronu ve muhtelif uçak tiplerine uygun 18 adeti yolcu köprülü olmak üzere toplam 50 adet uçak park yeri bulunmaktadır ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012). Özel Havacılık İşletmelerinin faaliyet gösterdiği uçak hangarları bölgesinde hangar ve bakım üssü için 83X130 m. ebadında 12 adet uçak park yeri ile 60X100 m. ebadında 1 adet helikopter park yeri bulunmaktadır ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

Havalimanında Devlet Büyüklerini ve yabancı ricalin misafir edildiği Yabancı Konuklar Köşkü ise Dış İşleri Bakanlığı'nca işletilmektedir, Yabancı Konuklar Köşkü'ndeki merasim alanı düzenlemesi ve genel hizmetler DHMİ Başmüdürlüğünce yapılmaktadır.

#### **6.4.2 Genel havacılık terminali**

Havalimanında faaliyet gösteren özel havacılık kuruluşları da dahil dünyanın farklı yerlerinden yaklaşık 25 havayolu şirketini bir bünyede toplamayı amaçlayan Genel Havacılık Terminali çalışmaları ise devam etmektedir.

## 6.5 Esenboğa Havalimanı Talep Tahmini

Esenboğa Havalimanı için DHMİ tarafından 21 Ocak 2011 tarihinde ODTÜ'ye yaptırılan master planlama çalışmalarında gerçekleşen değerlere bakıldığından iç ve dış hatlar için gelen/giden toplam yolcu sayıları hızla artmıştır. ODTÜ tarafından yapılan bu çalışmada mevcut durum için senaryo 1, hızlı ekonomik büyüme ve ekonomik kriz-gerileme durumu için senaryo 2 ve 3 uygulanmıştır. Her 3 senaryo için oluşturulan yolcu sayısı tahminleri 5'er yıllık dönemler halinde hazırlanarak yıllık hale dönüştürülmüştür (ODTÜ, 2011). Çizelge 6.12'de mevcut durumun devam etmesi halinde gerçekleşmesi beklenen Senaryo 1 kapsamında oluşturulmuş tahmin sonuçlarıdır.

**Çizelge 6.12.** Esenboğa Havalimanı Senaryo 1 yıllık yolcu ve uçuş tahminleri

<b>Ankara Esenboğa Havalimanı - Yıllık Tahmin Sonuçları (Senaryo 1; Mevcut Durum Senaryosu)</b>						
	Yolcu Sayıları (1000 kişi)			Toplam Uçuş Sayıları (1000)		
	Dış Hat	İç Hat	Toplam	Dış Hat	İç Hat	Toplam
2010	1.121	5.762	6.884	11,7	54,3	66,0
2011	1.170	6.016	7.186	12,1	56,3	68,5
<b>2012</b>	<b>1.230</b>	<b>6.334</b>	<b>7.564</b>	<b>12,6</b>	<b>58,9</b>	<b>71,6</b>
2013	1.298	6.701	7.999	13,2	62,0	75,2
2014	1.370	7.088	8.459	13,8	65,1	78,9
<b>2015</b>	<b>1.447</b>	<b>7.498</b>	<b>8.945</b>	<b>14,4</b>	<b>68,5</b>	<b>82,9</b>
2016	1.527	7.931	9.457	15,1	72,0	87,0
2017	1.611	8.386	9.997	15,7	75,6	91,4
2018	1.699	8.865	10.565	16,4	79,4	95,9
2019	1.792	9.370	11.162	17,2	83,4	100,6
<b>2020</b>	<b>1.890</b>	<b>9.902</b>	<b>11.792</b>	<b>17,9</b>	<b>87,6</b>	<b>105,5</b>
2021	1.993	10.461	12.454	18,7	92,0	110,7
2022	2.101	11.048	13.149	19,5	96,6	116,1
2023	2.214	11.665	13.879	20,4	101,3	121,7
2024	2.333	12.313	14.646	21,2	106,3	127,5
<b>2025</b>	<b>2.457</b>	<b>12.994</b>	<b>15.452</b>	<b>22,2</b>	<b>111,5</b>	<b>133,7</b>
2026	2.588	13.710	16.298	23,1	116,9	140,0
2027	2.725	14.462	17.187	24,1	122,5	146,6
2028	2.870	15.253	18.122	25,1	128,4	<b>153,5</b>
2029	3.021	16.085	19.107	26,2	134,6	160,8
<b>2030</b>	<b>3.181</b>	<b>16.962</b>	<b>20.143</b>	<b>27,3</b>	<b>141,0</b>	<b>168,3</b>

### 6.5.1 Yolcu trafik tahminleri

Esenboğa Havalimanı için 2012 yılı yolcu trafik değerleri incelendiğinde yolcu sayısının 9,24 milyon olarak gerçekleştiği Çizelge 6.6'da görülmektedir. Senaryo 1 ile öngörülen 7,56 milyon yolcudan % 22,22 fazla olarak gerçekleşmiştir. Senaryo 2 öngörülmesi de Çizelge 6.13 incelendiğinde 2012 yılı için öngörülen 7,90 milyon yolcu değeri 2012 yılı gerçekleşen değerinin altında kalmıştır. Bu durum 2012 yılı için hesaplanan ekonomik gelişme beklentilerinin iyi olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 6.13.** Esenboğa Havalimanı Senaryo 2 yıllık yolcu ve uçuş tahminleri

<b>Ankara Esenboğa Havalimanı - Yıllık Tahmin Sonuçları (Senaryo 2; Hızlı Büyüme Senaryosu)</b>						
	Yolcu Sayıları (1000 kişi)			Toplam Uçuş Sayıları (1000)		
	İç Hat	Dış Hat	Toplam	İç Hat	Dış Hat	Toplam
2010	5.799	1.128	6.928	54,6	11,8	66,4
2011	6.150	1.200	7.350	58,0	12,5	70,5
<b>2012</b>	<b>6.600</b>	<b>1.300</b>	<b>7.900</b>	<b>61,5</b>	<b>13,2</b>	<b>74,7</b>
2013	7.100	1.400	8.500	66,0	14,0	80,0
2014	7.650	1.500	9.150	71,0	15,0	86,0
<b>2015</b>	<b>8.210</b>	<b>1.580</b>	<b>9.790</b>	<b>75,0</b>	<b>15,7</b>	<b>90,7</b>
2016	9.000	1.700	10.700	81,0	17,0	98,0
2017	9.520	1.850	11.370	86,0	18,0	104,0
2018	10.300	2.000	12.300	92,0	19,0	111,0
2019	11.000	2.100	13.100	98,0	20,1	118,1
<b>2020</b>	<b>11.812</b>	<b>2.250</b>	<b>14.062</b>	<b>104,5</b>	<b>21,3</b>	<b>125,8</b>
2021	12.700	2.400	15.100	112,0	23,0	135,0
2022	13.700	2.600	16.300	119,5	24,5	144,0
2023	14.700	2.800	17.500	127,5	26,0	<b>153,5</b>
2024	15.750	3.000	18.750	136,0	27,5	163,5
<b>2025</b>	<b>16.892</b>	<b>3.188</b>	<b>20.080</b>	<b>144,9</b>	<b>28,7</b>	<b>173,6</b>
2026	18.400	3.500	21.900	155,0	31,0	186,0
2027	19.500	3.700	23.200	165,0	32,5	197,5
2028	21.000	3.950	24.950	176,0	34,5	210,5
2029	22.400	4.200	26.600	187,5	36,5	224,0
<b>2030</b>	<b>24.030</b>	<b>4.498</b>	<b>28.528</b>	<b>199,8</b>	<b>38,6</b>	<b>237,4</b>

Senaryo 1 için öngörülen 2030 yılı yolcu tahmini 20,14 milyon iken Senaryo 2'de 28,53 milyon tahminde bulunulmuştur. Ülkemiz gelişmekte olan bir ülke

olduğundan 2006 yılında faaliyete geçen yeni terminal binasının kapasitesi 2016 yılında dolmaktadır. Bu bir çok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak Çizelge 6.14’de terminal kapasitesi gelişim öngörüsü yer almaktadır.

**Çizelge 6.14.** Esenboğa Havalimanı terminal binası kapasite gelişimi

<b>Ankara Esenboğa Havalimanı Terminal Kapasite Gelişimi</b>			
	Mevcut	2016-2024	2025-2030
İç Hat	5.000.000	12.500.000	20.000.000
Dış Hat	5.000.000	5.000.000	10.000.000
<b>Toplam</b>	<b>10.000.000</b>	<b>17.500.000</b>	<b>30.000.000</b>

**Çizelge 6.15.** Esenboğa Havalimanı 5’er yıllık yolcu tahminleri (Senaryo 1,2 ve 3)

<b>Ankara Esenboğa Havalimanı Toplam Yolcu Sayıları (1000 kişi)</b>						
Yıllar	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3	
	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay
2010	6.884	676	6.928	680	6.783	666
<b>2012</b>	<b>7.564</b>	<b>739</b>	<b>7.900</b>	<b>769</b>	<b>7.093</b>	<b>695</b>
2015	8.945	877	9.790	959	7.598	747
2020	11.792	1.155	14.062	1.376	8.550	841
2025	15.452	1.513	20.080	1.964	9.562	941
2030	20.143	1.971	28.528	2.789	10.637	1.047
<b>Ankara Esenboğa Havalimanı Toplam Dış Hat Yolcu Sayıları (1000 kişi)</b>						
Yıllar	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3	
	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay
2010	1.121	156	1.128	157	1.105	154
<b>2012</b>	<b>1.230</b>	<b>170</b>	<b>1.300</b>	<b>176</b>	<b>1155</b>	<b>161</b>
2015	1.447	201	1.580	220	1.246	174
2020	1.890	263	2.250	313	1.411	197
2025	2.457	342	3.188	444	1.589	221
2030	3.181	443	4.498	626	1.783	248
<b>Ankara Esenboğa Havalimanı Toplam İç Hat Yolcu Sayıları (1000 kişi)</b>						
Yıllar	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3	
	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay
2010	5.762	519	5.799	522	5.678	512
<b>2012</b>	<b>6.334</b>	<b>568</b>	<b>6.600</b>	<b>585</b>	<b>5921</b>	<b>534</b>
2015	7.498	675	8.210	739	6.352	573
2020	9.902	892	11.812	1.063	7.139	644
2025	12.994	1.170	16.892	1.520	7.972	719
2030	16.962	1.528	24.030	2.162	8.854	799

Gelişme Modeline göre terminal kapasite gelişim ihtiyacı 2016 yılında hizmete girmek üzere (Senaryo 1) 7.500.000 yolcu/yıl iç hatlar kapasitesine, 2025 yılında hizmete girmek üzere de (Senaryo 1-2) ikinci bir 7.500.000 yolcu/yıl iç hatlar kapasitesine ve 5.000.000 yolcu/yıl dış hatlar kapasitesine sahip tesislere ihtiyaç olacaktır. Terminal kapasiteleri mevcut terminal tesislerinin geliştirilmesi ve/veya yeni tesis yapımı ile sağlanabilir (ODTÜ, 2011). Her 3 senaryo için 5'er yıllık yolcu sayısı öngörülürü Çizelge 6.15'de verilmiştir. Yolcu artış beklentisi daha çok iç hatlarda görülmektedir.

### 6.5.2 Uçak trafik tahminleri

Esenboğa Havalimanında 2012 yılında 74.847 (Çizelge 6.6) uçak trafiği gerçekleşmiştir. Bu değer senaryo 2 öngörüsü olan 60 bin uçak/yıl değerinden % 19,8 daha fazladır (Çizelge 6.16).

**Çizelge 6.16.** Esenboğa Havalimanı 5'er yıllık ticari uçuş tahminleri (Senaryo 1,2 ve 3)

<b>Ankara Esenboğa Havalimanı Ticari Uçuş Sayıları (1000 kişi)</b>						
Yıllar	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3	
	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay	Yıllık	Pik Ay
2010	53	5	54	5	52	5
<b>2012</b>	58	5	60	6	54	5
2015	68	6	76	7	57	5
2020	87	8	106	10	62	6
2025	112	10	148	14	67	6
2030	142	13	206	19	72	7

### 6.5.3 2012 yılı gerçekleşme/tahmin karşılaştırması

Esenboğa Havalimanı 2011/2012 yılı gerçekleşme değerleri Çizelge 6.17'de verilmiştir. Ülkemizde 2011/2012 yılı uçak trafik artışı % 3,38'ler civarında, 2011/2012 yılı yolcu trafik artışı % 8,14'ler civarında olup bu beklenen bir artış değeridir.

**Çizelge 6.17.** Esenboğa Havalimanı 2011/2012 yılları gerçekleştirmeleri

<b>Ankara Esenboğa Havalimanı 2011/2012 Yılları Gerçekleşmeler</b>			
Trafik/Yıl	2011	2012	Artış (%)
Toplam Uçak	82.965	85.865	3,38
Toplam Ticari Uçak	71.752	74.847	4,14
Toplam Yolcu	8.485.467	9.237.886	8,14

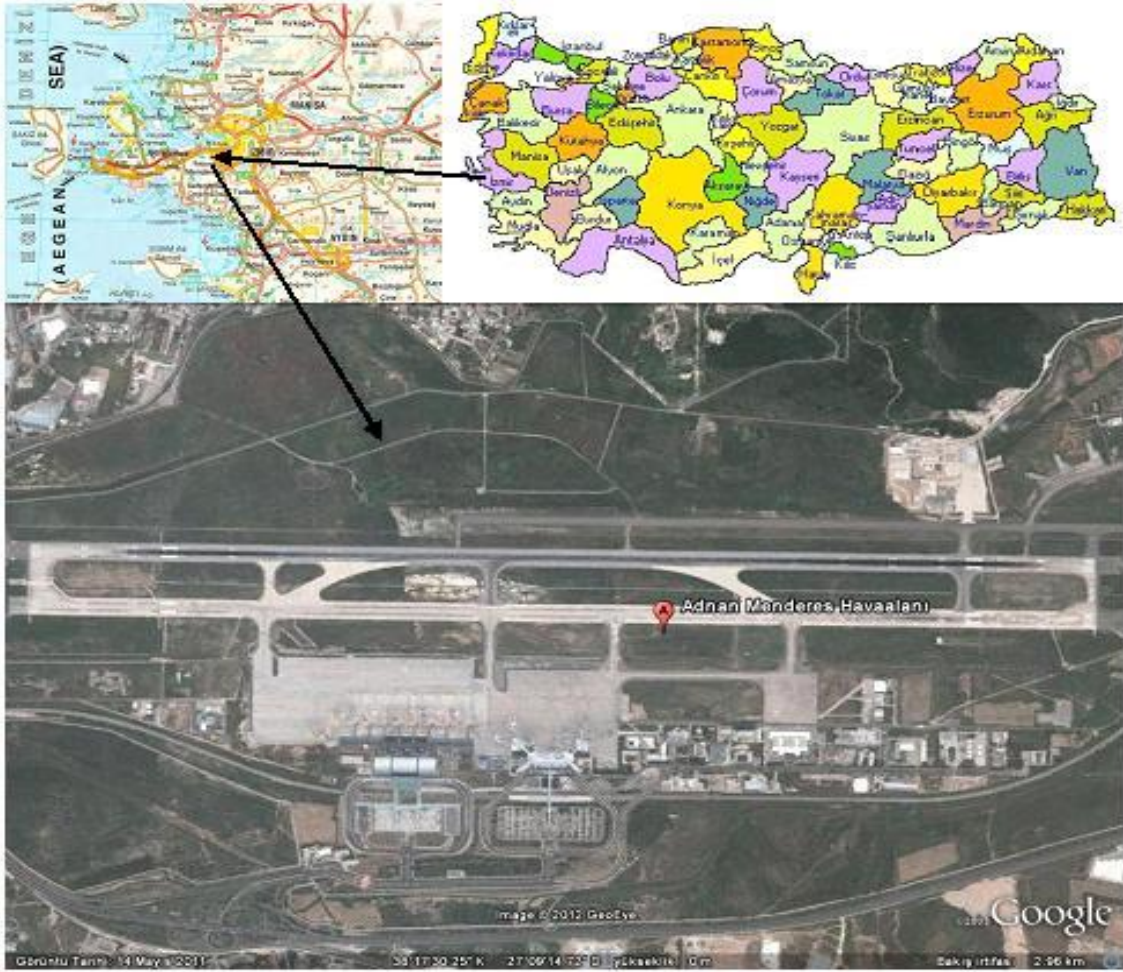
Esenboğa Havalimanının 2012 yılı yolcu tahminlerinin % 14 üzerinde ve 2012 yılı uçak trafiği tahminlerinin % 16 üzerinde gerçekleşmiştir. Bu durum gelişme modeli senaryolarına göre fazla olmasının nedeni THY'nin yeni iç hatlar politikası ve Anadolujet uçuşlarındaki hızlı artıştan kaynaklanmaktadır.

## BÖLÜM VII

### ADNAN MENDERES HAVALİMANININ MEVCUT DURUMU

#### 7.1 Tarihçesi

Havalimanı açılmadan önce bölgemizde gerek sivil ve gerekse askeri uçaklar için Çiğli Askeri Havaalanı hizmet vermekteydi. Adnan Menderes Havalimanı'nın konumu Fotoğraf 7.1'de verilmiştir ([www.mailgazete.com](http://www.mailgazete.com), 2012; [www.neredennereye.com](http://www.neredennereye.com), 2012; [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), 2012).



Fotoğraf 7.1. İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın konumu

80'li yıllarda ülke turizmine paralel olarak havacılık sektörünün süratle gelişmesi nedeniyle bölgede yeni bir sivil havalimanı inşa edilmesi ihtiyacı doğdu. Bu doğrultuda 29 Mayıs 1984 tarihinde yapımına başlanmış olup, 17 Kasım 1987 tarihinde DHMİ Adnan Menderes Hava Limanı hizmete açıldı. Eski başbakanlardan Adnan Menderes'in adı verilmiştir. Dönemin şartlarına uygun olarak inşa edilen havalimanında ilerleyen yıllarda özel havayolu şirketlerinin kurulması ve uçuşlarına başlaması nedeniyle terminal ve apron kapasite yetersizliği göstermeye başladı ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Bu sorun yeni bir dış hatlar terminali ve ilave apron yapımıyla aşılmış oldu. Her geçen yıl artış gösteren uçak ve yolcu trafiğine paralel olarak ortaya çıkan ve çıkabilecek sıkıntıları giderebilmek amacıyla çalışmalar halen devam etmektedir.

16 Ağustos 2004 tarihindeki YİD ihalesini, 6 yıl 7 ay 29 günle en kısa işletim süresini veren Havaş Yer Hizmetleri A.Ş.-Bayındır Holding ortak girişimi kazanmıştır. 24 ay yatırım süresi belirlenmiş olan projenin, uygulama sözleşmesinin imzalanmasının gecikmesi nedeniyle planlanan süreler uzamıştır. 125 milyon Euro ilk yatırım bedelli, 5 milyon yolcu/yıl kapasiteli projenin yeni sahibi, 2005 yılında HAVAŞ'ı devralan TAV grubu olmuştur. 09.09.2006'da işletme dönemine girilen projede 2011 yılı sonunda devir aşamasına gelinmiştir.

17 Kasım 2011 tarihinde yapılan ihale sonucunda DHMİ ile TAV Ege Terminal Yatırım Yapım ve İşletme A.Ş. arasında imzalanan İzmir Adnan Menderes Havalimanı Mevcut Dış Hatlar Terminali, CIP, İç Hatlar Terminali ile Mütemmimlerin Kiralanmak Suretiyle Verilmesine İlişkin Kira Sözleşmesi uyarınca; İç Hat Uçuşları 02.01.2012 tarihinden itibaren Dış Hatlar Terminalinden yapılmaktadır. Mevcut İç Hatlar Terminalinin yıkılarak yerine yeni bir İç Hatlar Terminali inşaa edilmesi ve 2014 yılı içerisinde hizmete açılması planlanmaktadır (Fotoğraf 7.2).

Adnan Menderes Havalimanı, Türkiye'deki Havaalanları İstatistiklerine göre, toplam yolcu trafiği bakımından üçüncü havalimanı, yük taşıma tonajına göre üçüncü büyük havalimanıdır.



**Fotoğraf 7.2.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı yeni iç hatlar terminal inşaatı ve Genel Havacılık terminali

## 7.2 Genel Bilgiler

Türkiye'nin en önde gelen ticaret ve sanayi merkezlerinden birisi olan İzmir, son zamanlarda turizm açısından da yurtiçi ve yurt dışından gelen turistlerin tercih ettikleri merkezlerden birisi olmaya başlamıştır.

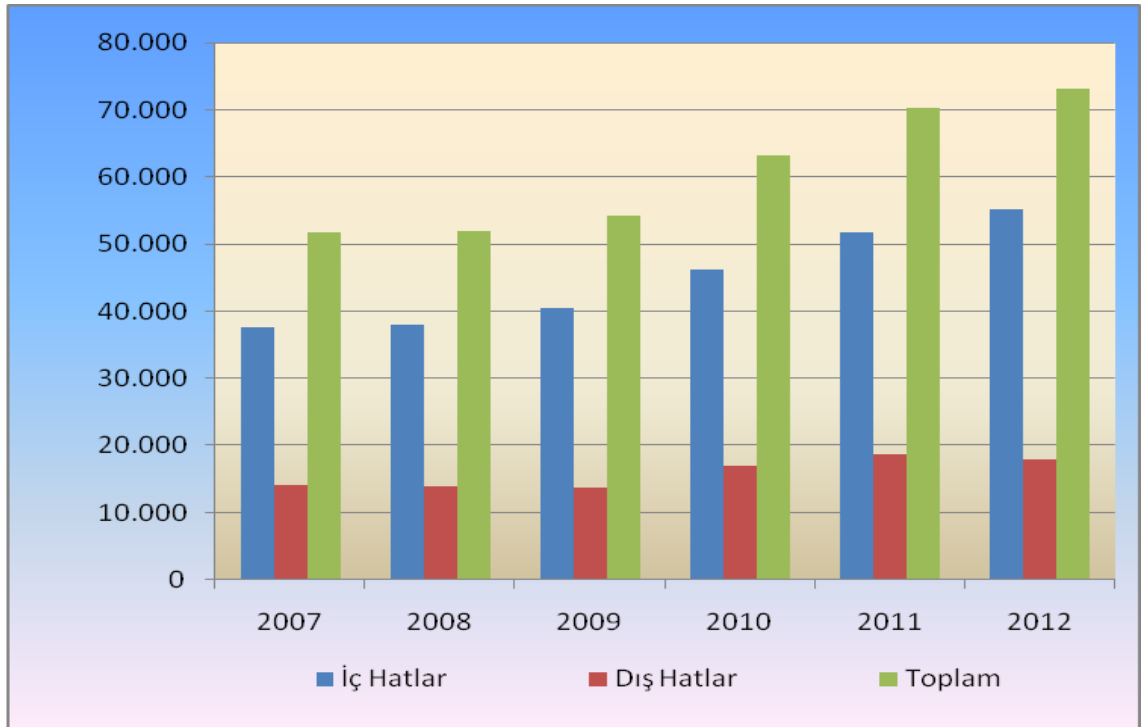
Toplam 8.230.945 m<sup>2</sup>'lik alana kurulu bulunan havalimanında 28.500 m<sup>2</sup> iç hatlar ve 107.699 m<sup>2</sup> dış hatlar olmak üzere toplam 136.199 m<sup>2</sup> lik 9 milyon yolcu/yıl kapasiteli 2 yolcu terminali mevcuttur ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012). Bunlardan Dış Hatlar Yolcu Terminali 5 milyon yolcu/yıl kapasiteye İç Hatlar Yolcu Terminali 4 milyon yolcu/yıl kapasiteye sahiptir (Şengöz vd., 2009).

DHMI 2012 ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012) verilerine göre Adnan Menderes Havalimanı'nda 2009 yılında iç hatlarda 40.492 uçak ile 4.534.339 yolcu, dış hatlarda 13.705 uçak ile 1.667.455 yolcu, taşınmıştır. Buna göre iç hatlar terminali 2009 yılında % 113,36, dış hatlar terminali ise % 33,35 doluluk oranı ile hizmet vermiştir. Bu sonuçlar, Adnan Menderes Havalimanı'nın yurtiçi ulaşımı amacıyla etkin olarak kullanıldığını ve tıkanma noktasına geldiğini, ancak uluslararası yolculuklar açısından kapasitesinin çok altında hizmet sunduğunu göstermektedir.

Adnan Menderes Havalimanı'na ait gelen-giden tüm uçak, ticari uçak, yolcu, ve yük verileri Çizelge 7.1'de gösterilmiştir. Ayrıca yıllara bağlı olarak tüm uçak, ticari uçak, yolcu ve yük sayılarındaki değişimler Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3 ve Şekil 7.4'de gösterilmiştir.

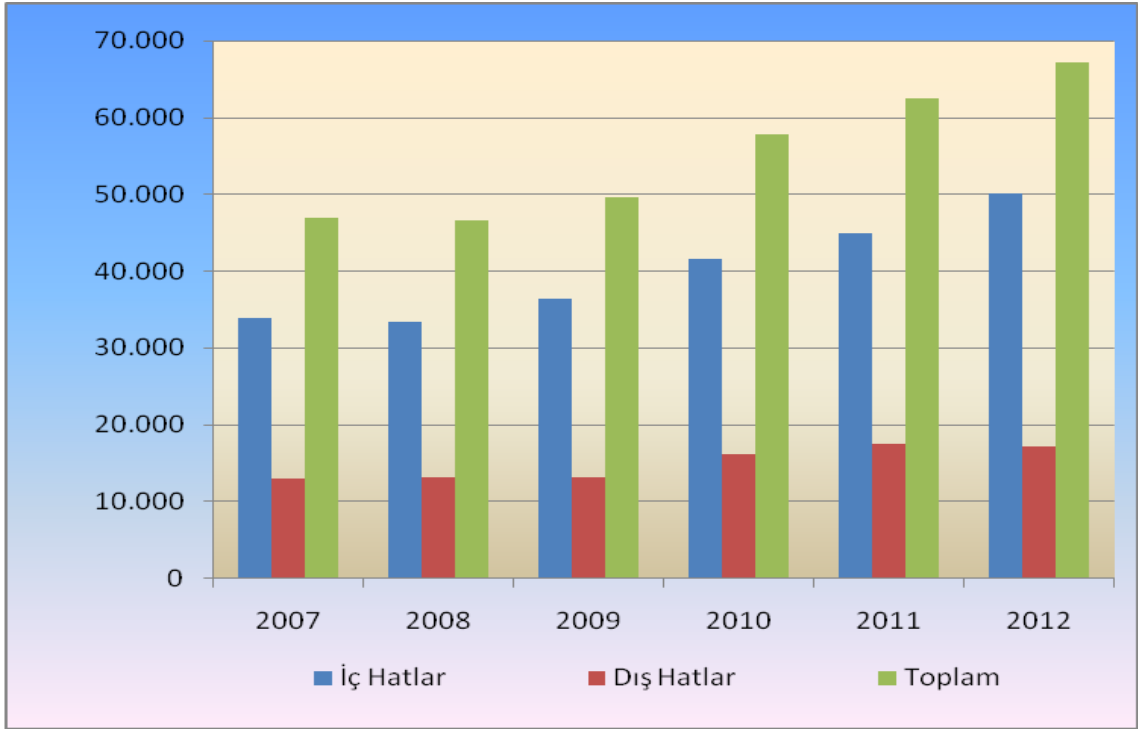
**Çizelge 7.1.** Adnan Menderes Havalimanı'nın yıllara bağlı tüm uçak, ticari uçak, yolcu ve yük verileri

Yıl	İÇ HATLAR				DIŞ HATLAR				TOPLAM			
	Tüm uçak trafiği	Ticari uçak trafiği	Yolcu sayısı	Yük trafiği <sup>4</sup>	Tüm uçak trafiği	Ticari uçak trafiği	Yolcu sayısı	Yük trafiği <sup>4</sup>	Tüm uçak trafiği	Ticari uçak trafiği	Yolcu sayısı	Yük trafiği <sup>10</sup>
2007	37.647	33.847	3.635.414	41.953	14.127	13.060	1.600.890	31.881	51.774	46.907	5.236.304	73.834
2008	38.014	33.426	3.757.891	43.065	14.000	13.192	1.697.407	32.312	52.014	46.618	5.455.298	75.377
2009	<b>40.492</b>	<b>36.423</b>	<b>4.534.339</b>	<b>48.319</b>	<b>13.705</b>	<b>13.145</b>	<b>1.667.455</b>	<b>31.352</b>	<b>54.197</b>	<b>49.568</b>	<b>6.201.794</b>	<b>79.671</b>
2010	46.206	41.664	5.357.610	56.425	16.972	16.184	2.127.488	38.293	63.178	57.848	7.485.098	94.718
2011	51.700	44.908	6.125.076	58.508	18.627	17.494	2.398.457	42.284	70.327	62.402	8.523.533	100.792
2012	55.217	50.098	6.945.027	66.770	17.934	17.124	2.411.257	42.505	73.151	67.222	9.356.284	109.275

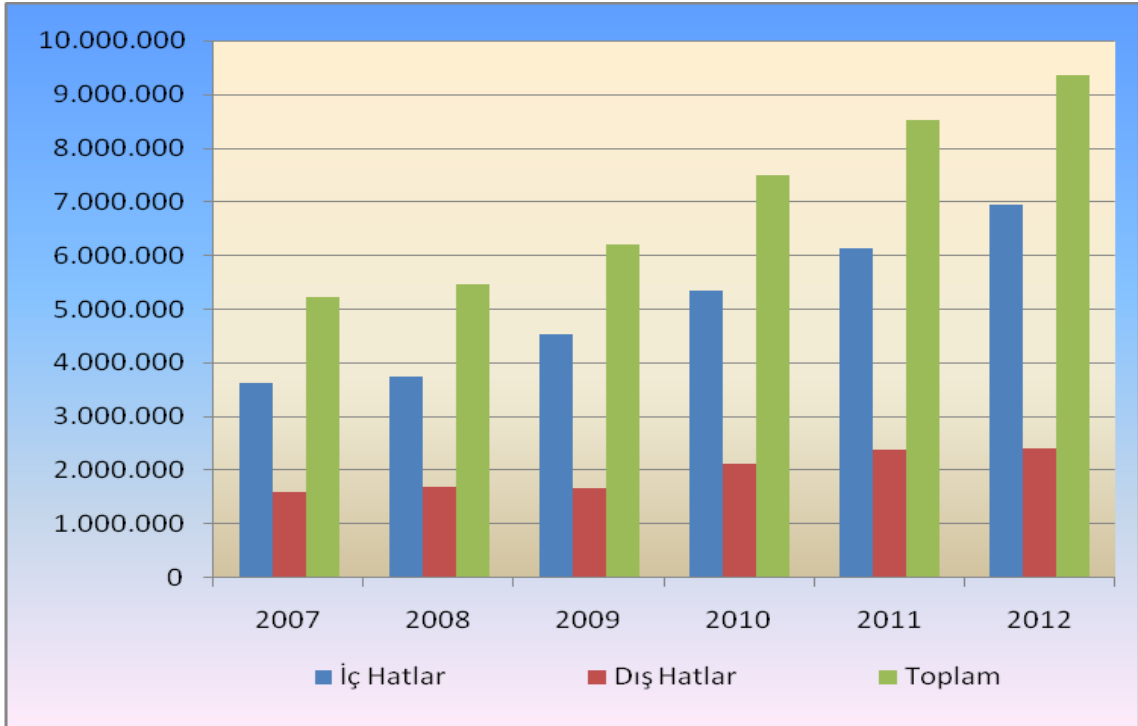


**Şekil 7.1.** Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı tüm uçak sayıları

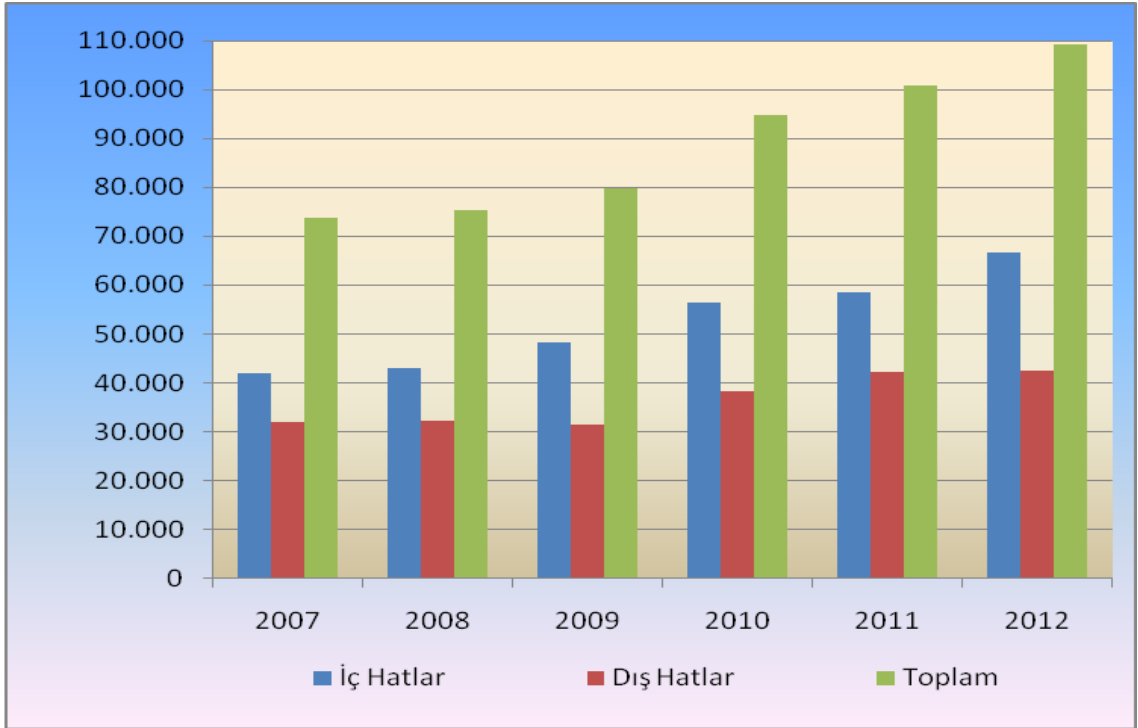
<sup>10</sup> Bagaj+Kargo+Posta yükleri dahil toplam yük ton cinsindedir.



Şekil 7.2. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı ticari uçak sayıları



Şekil 7.3. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı yolcu sayıları



Şekil 7.4. Adnan Menderes Havalimanı yıllara bağlı yük sayıları

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMI)'nin her yılsonunda açıkladığı veriler göz önüne alındığında, 2011 yılında Türkiye genelinde 117.620.469 yolcu hava ulaşımını kullanırken, 2012 yılında (kesin olmayan) % 10,49'luk bir artışla 129.957.861'e ulaşmıştır (Çizelge 7.2.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

Çizelge 7.2. Türkiye geneli uçak trafiği, ticari uçak trafiği, yolcu trafiği ve yük trafiği istatistikleri

TÜRKİYE GENELİ İSTATİSTİKLERİ								
Yıl	Uçak Trafiği	Değişim (%)	Ticari Uçak Trafiği	Değişim (%)	Yolcu Trafiği (Gelen-Giden)	Değişim (%)	Yük Trafiği (Bagaj+ Kargo+ Posta) (Ton)	Değişim (%)
2007	688.468		614.741		70.296.532		1.556.998	
2008	741.765	▲ 7,74	653.317	▲ 6,28	79.438.289	▲ 13,00	1.644.014	▲ 5,59
2009	788.469	▲ 6,30	693.210	▲ 6,11	85.508.508	▲ 7,64	1.726.345	▲ 5,01
2010	919.411	▲ 16,61	809.141	▲ 16,72	102.800.392	▲ 20,22	2.021.076	▲ 17,07
2011	1.042.369	▲ 13,37	892.139	▲ 10,26	<b>117.620.469</b>	▲ 14,42	<b>2.249.473</b>	▲ 11,30
2012	<b>1.090.632</b>	▲ 4,63	<b>958.969</b>	▲ 7,49	<b>129.957.861</b>	▲ 10,49	<b>2.397.788</b>	▲ 6,59

İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın 2011 yılında Türkiye genelinde 8.523.533 yolcu, 2012 yılında ise 9.356.284 yolcu ile Türkiye genelinin yaklaşık olarak % 7,20 ( $9.356.284 \times 100 / 129.957.861 = 7,20$ )'sini oluşturmaktadır. 2011 ve 2012 yılları arasındaki değişim değerlendirildiğinde, Adnan Menderes Havalimanı'ndaki yıllık gelen – giden yolcu sayısında % 9,77'lik bir artış olmuştur (Çizelge 7.3.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 7.3.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı yolcu trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	3.635.414	-	1.600.890	-	5.236.304	-
2008	3.757.891	▲ 3,37	1.697.407	▲ 6,03	5.455.298	▲ 4,18
2009	4.534.339	▲ 20,66	1.667.455	▼ -1,76	6.201.794	▲ 13,68
2010	5.357.610	▲ 18,16	2.127.488	▲ 27,59	7.485.098	▲ 20,69
2011	6.125.076	▲ 14,32	2.398.457	▲ 12,74	<b>8.523.533</b>	▲ 13,87
2012	6.945.027	▲ 13,39	2.411.257	▲ 0,53	<b>9.356.284</b>	▲ <b>9,77</b>

Gelen – Giden toplam uçak sayısı ise Türkiye genelinde 2011 yılında 70.327 iken 2012 yılında % 4,02'lik artışla 73.151'e çıkmıştır. Bu değerlerde incelendiğinde 2012 yılında (kesin olmayan) 1.090.632 uçağın iniş kalkış yaptığı Türkiye havaalanlarında İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın payı yaklaşık olarak % 6,71 ( $73.151 \times 100 / 1.090.632 = 6,71$ )'dir (Çizelge 7.4.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 7.4.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı uçak trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	37.647	-	14.127	-	51.774	-
2008	38.014	▲ 0,97	14.000	▼ -0,90	52.014	▲ 0,46
2009	40.492	▲ 6,52	13.705	▼ -2,11	54.197	▲ 4,20
2010	46.206	▲ 14,11	16.972	▲ 23,84	63.178	▲ 16,57
2011	51.700	▲ 11,89	18.627	▲ 9,75	<b>70.327</b>	▲ 11,32
2012	55.217	▲ 6,80	17.934	▼ -3,72	<b>73.151</b>	▲ <b>4,02</b>

Gelen – Giden toplam ticari uçak sayısı ise Türkiye genelinde 2011 yılında 62.402 iken 2012 yılında % 7,72 ( $67.222 \times 100 / 958.969 = 7,72$ )'lik artışla 67.222'e çıkmıştır. Bu değerlerde incelendiğinde 2012 yılında (kesin olmayan) 958.969 ticari uçağın iniş kalkış

yaptığı Türkiye havaalanlarında İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın payı yaklaşık olarak % 7,01'dir (Çizelge 7.5.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 7.5.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı ticari uçak trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar	Değişim (%)	Dış Hatlar	Değişim (%)	Toplam	Değişim (%)
2007	33.847	-	13.060	-	46.907	-
2008	33.426	▼ -1,24	13.192	▲ 1,01	46.618	▼ -0,62
2009	36.423	▲ 8,97	13.145	▼ -0,36	49.568	▲ 6,33
2010	41.664	▲ 14,39	16.184	▲ 23,12	57.848	▲ 16,70
2011	44.908	▲ 7,79	17.494	▲ 8,09	<b>62.402</b>	▲ 7,87
2012	50.098	▲ 11,56	17.124	▼ -2,12	<b>67.222</b>	▲ 7,72

Buna bağlı olarak; İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın 2011 yılında Türkiye genelinde 2.249.473 ton yük (Bagaj+Kargo+Posta dahil), 2012 yılında (kesin olmayan) ise 2.397.788 ton yük (Bagaj+Kargo+Posta dahil) ile Türkiye genelinde yaklaşık olarak % 4,56 ( $109.275 \times 100 / 2.397.788 = 4,56$ )'dır. 2011 ve 2012 yılları arasındaki değişim değerlendirildiğinde, Adnan Menderes Havalimanı'ndaki yıllık gelen – giden yük (Bagaj+Kargo+Posta dahil) tonajında % 8,42'lik bir artış olmuştur (Çizelge 7.6.) ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 7.6.** İzmir Adnan Menderes Havalimanı yük trafiği istatistikleri

Yıllar	İç Hatlar (ton)	Değişim (%)	Dış hatlar (ton)	Değişim (%)	Toplam (ton)	Değişim (%)
2007	41.953	-	31.881	-	73.834	-
2008	43.065	▲ 2,65	32.312	▲ 1,35	75.377	▲ 2,09
2009	48.319	▲ 12,20	31.352	▼ -2,97	79.671	▲ 5,70
2010	56.425	▲ 16,78	38.293	▲ 22,14	94.718	▲ 18,89
2011	58.508	▲ 3,69	42.284	▲ 10,42	<b>100.792</b>	▲ 6,41
2012	66.770	▲ 14,12	42.505	▲ 0,52	<b>109.275</b>	▲ 8,42

Bu da İzmir'in yalnızca deniz ulaşımı açısından değil, hava ulaşımı açısından da önemli bir merkez olduğunu göstermekle birlikte, şehrin Türkiye'nin üçüncü büyük şehri olduğu düşünüldüğünde, İzmir için yeterli değildir.

**Çizelge 7.7.** Adnan Menderes Havalimanı genel bilgiler

Bulunduğu Şehir	İzmir
Hizmete Giriş Yılı	1987
Havalimanı Statüsü	Sivil
ICAO Kodu	LTBJ
IATA	ADB
Trafik Tipi	İç / Dış Hat
Terminal Binası Toplam Büyüklüğü	136.199m <sup>2</sup>
Coğrafi Koordinatları	38°17'21"N, 27°09'18"E
Yolcu Kapasitesi (Yolcu/Yıl)	9.000.000
Uçak Kapasitesi (Uçak/Yıl)	183.960
Havalimanı Sertifikası	A

Çağlar boyunca ticaretin, eğlencenin ve kültürün en önemli merkezlerinden biri olan İzmir'in turizm ve ticaret hacmine yeni bir soluk getiren Adnan Menderes Havalimanı, aynı zamanda bölgenin dünyayla ilişkisini de yepyeni bir boyuta taşımaktadır (Çizelge 7.7). TAV Havalimanları 118 bin metrekare alana yayılan İzmir Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin işletmesini 13 Eylül 2006'da üstlendi. TAV Havalimanları, Devlet Hava Meydanları İşletmesi tarafından 2011 yılının sonunda yapılan ihaleyi kazanarak İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Terminali'nin işletmesini de 2 Ocak 2012'de 2032 yılı sonuna kadar devraldı. TAV Havalimanları ihale kapsamında, İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na 250 milyon Avro yatırımla yeni İç Hatlar Terminali yapacak ve terminaller İstanbul Atatürk Havalimanı'ndakine benzer bir köprü sistemi ile birbirine bağlanacaktır. İzmir Adnan Menderes Havalimanı TAV Havalimanları'nın seçkin ve nitelikli tasarım zincirinin önemli bir halkası olacaktır.

### **7.3 Teknik Bilgiler**

Adnan Menderes Havalimanı ile ilgili teknik bilgiler Çizelge 7.8'de, pistler Çizelge 7.9'da, Apronlar Çizelge 7.10'da ve Taksirutlar Çizelge 7.11'de verilmiştir ([www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012).

**Çizelge 7.8.** Adnan Menderes Havalimanı teknik bilgiler

İntifa	DHMI
Terminal İşletmecisi	TAV
Şehre Uzaklık	18 kilometre
Ulaşım	Otobüs, Servis, Taksi
Yükseklik ( AMSL )	412 FT (125.5M)
Aydınlatma Kategorisi	CAT II
İtfaiye Kategorisi	CAT IX
VİP / CİP	VAR
Kargo Terminali	VAR
Cafe Restaurant	VAR
Banka / Sağlık / PTT Hizmetleri	VAR
Otopark	3426 Araç

**Çizelge 7.9.** Adnan Menderes Havalimanı pistler

Doğrultu	Uzunluk(m)	Mukavemet	Yüzey
16L/34R	3.240x45	88 PCN	Kompozit
16R/34L Emergency	3.240x45	110 PCN	Kompozit

**Çizelge 7.10.** Adnan Menderes Havalimanı apronlar

Boyut	Kaplama	Mukavemet	Uçak Kapasitesi
114.400 m <sup>2</sup>	Beton	PCN 120	34
146.730 m <sup>2</sup>	Beton	PCN 120	
26.400 m <sup>2</sup>	Beton	PCN 120	

**Çizelge 7.11.** Adnan Menderes Havalimanı taksitruklar

Uzunluk(m)	Kaplama	Mukavemet
176x23	Asfalt / Beton	PCN 120
444x23	Asfalt / Beton	PCN 120
176x23	Asfalt / Beton	PCN 120
262x23	Asfalt / Beton	PCN 120
135x24	Asfalt / Beton	PCN 110
146.5x23	Asfalt / Beton	PCN 120
146.5x23	Asfalt / Beton	PCN 88
368x24	Asfalt / Beton	PCN 110
146.5x23	Asfalt / Beton	PCN 88
368x24	Asfalt / Beton	PCN 110
146.5x23	Asfalt / Beton	PCN 120
146.5x65	Asfalt / Beton	PCN 120

## **7.4 Terminaller**

### **7.4.1 İç hatlar terminali**

Eski dış hatlar terminal binası yapılan bakım, onarım ve tadilat sonucu iç hatlar terminaline dönüştürülerek 11.05.2007 tarihinde hizmet vermeye devam etmiştir. 28.500 m<sup>2</sup> alana sahip bu terminalin hizmete verilmesiyle birlikte iç hatlar yolcu kapasitesi 4 milyon yolcu/yıl olmuştur.

Terminalde 28 adet kantarlı, 9 adette bagajsız yolcu için olmak üzere toplam 37 adet check-in bankosu ve EDS bagaj konveyör sistemi mevcuttur. Ayrıca terminal binası içerisinde 2 adet yürüyen merdiven teçhiz edilmiş olup, bir tüp geçitle tren istasyonuna ve otoparka bağlıdır.

Terminal otopark arası ulaşımı için tüp geçide bağlı 4 adet yürüyen yol ve 6 adet yürüyen merdiven mevcuttur. Tren istasyonunda 1 adet özürlü asansörü ve 2 adet yürüyen merdiven bulunmaktadır.

30.967 m<sup>2</sup>'lik alan üzerinde 1005 araç kapasiteli otopark vardır. Terminal binasında 38 adet check-in kontuarı, 6 adet yolcu köprüsü, 24 adet otomatik kapı, 2 hizmet asansörü, 1 adet yük ve 4 adet özürlü asansörü, 3 adet özürlü tuvaleti ve 3 adet çocuk bakım odası da yer almaktadır.

### **7.4.2 Dış hatlar terminali**

DHMI tarafından gerçekleştirilen ihale neticesinde YİD modeli ile TAV Konsorsiyumu tarafından inşa edilen Dış Hatlar Terminali 09.09.2006 tarihinde hizmete açılmıştır.

Dış Hatlar Terminali binası oturma alanı 31.869 m<sup>2</sup>, terminal binası toplam alanı 107.699 m<sup>2</sup> olup 5 milyon yolcu/yıl kapasitelidir ([www.firmasec.com](http://www.firmasec.com), 2012).

Terminal binasında 25 adet yürüyen merdiven olup, 8 adet yürüyen yol (bant) ile Tren İstasyonu ve İç hatlar Terminaline bağlıdır. Terminal binasına ait otopark 69.168 m<sup>2</sup>'lik alan üzerinde 80 açık otobüs parkı dâhil 2.311 araç park kapasiteli kapalı otopark vardır.

Terminal binası; 5354 m<sup>2</sup> üzerine kurulu 66 adet check-in kontuarı, 34 adet pasaport kontrol kabini, 4 adet gümrük muayene bankosu, 9 adet yolcu köprüsü, 55 adet otomatik kapı, 8 adet hizmet, 1 adet sedye, 3 adet bagaj ve 26 adet yolcu asansörü, 36 adet özürlü tuvaleti, 16 adet çocuk bakım odası ve 2 adet giden, 8 adet gelen olmak üzere toplam 10 adet bagaj konveyöründen oluşmaktadır.

Dış hatlar terminal binasında; Dış hat geliş-gidiş salonları ile vip salonu, cip salonu, kafeteryalar, restoranlar, gümrüksüz satış mağazaları, hediyelik eşya satış yerleri, PTT, banka, turizm danışma, araç kiralama ofisleri ve havayolu şirketlerine ait bürolar bulunmaktadır.

İç ve Dış hatlar terminal içerisinde bulunan güvenlik denetim cihazları; 35 adet X-RAY cihazı, 4 adet bagaj taraması (EDS), 2 adet X-RAY tomografi cihazı ( CTX ), yolcunun bagajıyla eşleştirilmesi için bagaj eşleştirme sistemi (BRS), 9 adet otomatik yavaşırma sistemi (DGS), 10 MVA gücünde 10 – 15 sn içinde enerji verecek şekilde tasarlanmış dizel jeneratör kurulu güç, 1 MVA kesintisiz güç kaynağı, 447 adet CCTV güvenlik kamerası, 245 adet uçuş bilgi monitörü, 3 adet uçuş bilgi ana board, 35.000 m fiber kablo, 300.000 m bakır kablo ve 6.000 adet telefon data uç birimi bulunmaktadır ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), 2012).

## BÖLÜM VIII

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 8.1 Esenboğa Havalimanı Kapasite Gelişimi İçin Neler Yapılabilir?

##### 8.1.1 Pistlerin durumu, taksiyollarının genişletilmesi

Esenboğa Havalimanında 3.750x60 m (03R/21L) ve 3.750x45 m (03L/21R) boyutlarında birbirine 210 m mesafede 2 paralel pist bulunmaktadır. Söz konusu pistler, birbirine olan mesafenin yakın olması nedeniyle tek pist olarak hizmet verecek özelliktedir. 16 Aralık 2010 tarihinde, 03R/21L pisti Cat III düzeyinde hizmet vermeye başlamıştır.

Havalimanı pistlerinin DHMİ tarafından öngörülen saatlik pist kapasitesi tüm uçuşlar için maksimum 20 iniş ve maksimum 20 kalkış olmak üzere toplamda maksimum 40 uçaktır.

Havalimanı mevcut pist kapasite değerlerine göre günlük 15-18 ve 24 saat kullanımda gerçekleşecek toplam uçak trafik değerleri Çizelge 8.1'de verilmiştir. Burada 18 saatlik uygulama dikkate alındığında; 2012 yılı iç hatlar 69.600, dış hatlar 16.265 olup toplamda 85.865 uçuş (Çizelge 6.9) gerçekleştiği, 2011 yılında ise toplamda 82.965 uçuş gerçekleştiği ve 2011 yılı gerçekleştirmelerine göre % 31,6 ve 2012 yılı gerçekleştirmelerine göre ise % 32,7 oranında kullanım durumu ortaya çıkmaktadır.

**Çizelge 8.1.** Esenboğa Havalimanı pist kapasite varsayımı

Esenboğa Havalimanı Saatlik Kapasite /Toplam Uçuş			
Gün	Saat	Kapasite	Yıllık Toplam
365	15	40	219.000
365	18	40	<b>262.800</b>
365	24	40	350.400





Çizelge 4.3 incelendiğinde son 8 yıldır inen ve kalkan uçak sayısının 20'nin altına düşmediği, 2012 yılında ise toplamda 29 uçuşun gerçekleştiği görülmektedir.

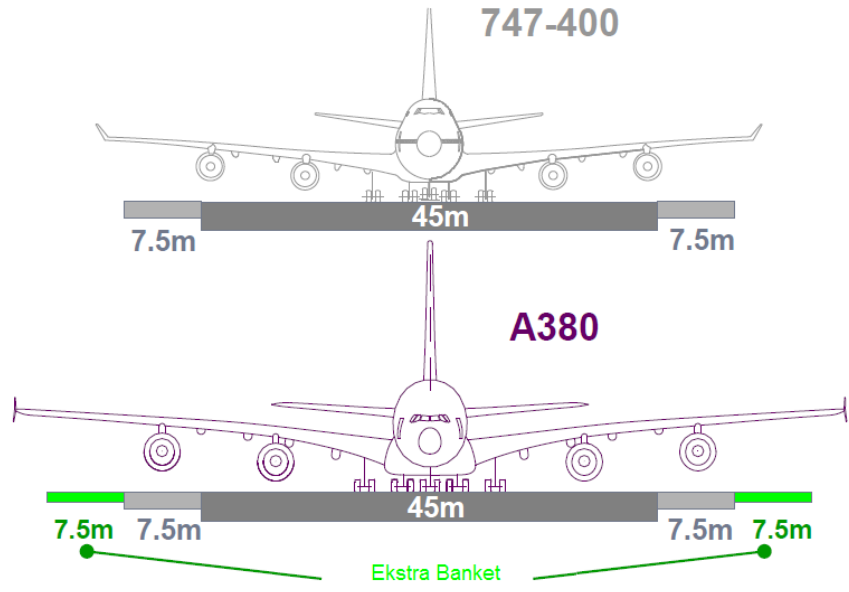
Gelişme modeli senaryolarına göre Esenboğa Havalimanı 2010-2030 yılları uçak trafik tahminleri Çizelge 6.16'da verilmiştir.

Esenboğa havalimanında A380-800 tipi uçak piste indikten sonra kullanacağı mevcut taksiyolları çok önemlidir. Çizelge 6.12'de de görüldüğü gibi kapasite bakımından fazla ve ağır olan uçakların kalkış mesafeleri Esenboğa havalimanı için yeterli olduğu görülmektedir. Ancak A380-800 tipi uçak için pist genişliği B747-400'e göre banketsiz 45 m genişliğinde olan 03L-21R pisti için uygun değildir. 03R-21L pistinin gövdesi 45 m olup banketleri ile birlikte 60 m olan banketli pisti kullanması daha doğru olacaktır. A380-800 uçağın kanat açıklığına göre pist genişletmesi yapmak ekstra maliyet getireceği için gerek yoktur. Bu durum Şekil 8.1'de pist konfigürasyon karşılaştırmasında ve Fotoğraf 8.1'de görülmektedir. 45 m gövdenin yan kenarlarında 7,50 m banket ve devamında da 7,50 m çim alan veya yeşil alan olmalıdır (Fotoğraf 8.2).

Çizelge 8.2'de bazı uçak tiplerine göre pist kalkış mesafeleri görülmektedir.

**Çizelge 8.2.** Bazı uçak tiplerine göre pist kalkış mesafeleri

Uçak Modeli	Uçak Tipi	Kalkış Mesafesi
747-400		11,600ft (3530m)
757-8		10,550ft (3220m)
777-300ER		10,430ft (3180m)
A380-800		9,635ft (2940m)



Şekil 8.1. Pist konfigürasyon karşılaştırması



Fotoğraf 8.1. A380 iniş anı



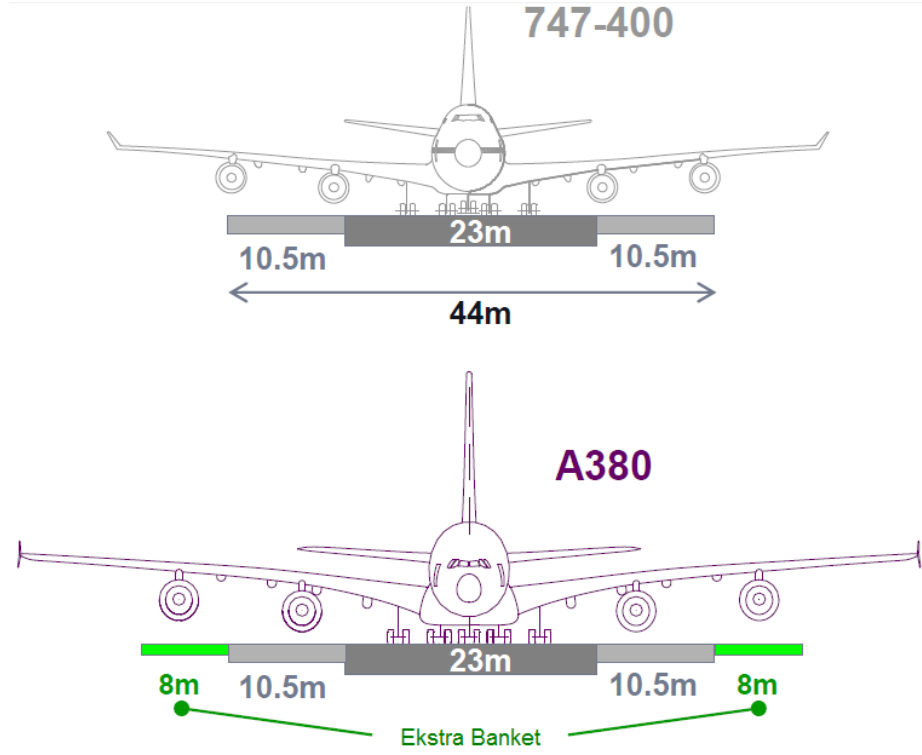
**Fotoğraf 8.2.** Banket dışı çim alan

A380'nin iniş ve kalkışı diğer uçaklara göre daha iyidir. Üstün ses performansına sahiptirler. Mevcut uçaklardan daha iyi manevra kabiliyeti bulunmaktadır (Fotoğraf 8.3) (Levina, 2012).



**Fotoğraf 8.3.** A380 taksiyolu-pist dönüşü

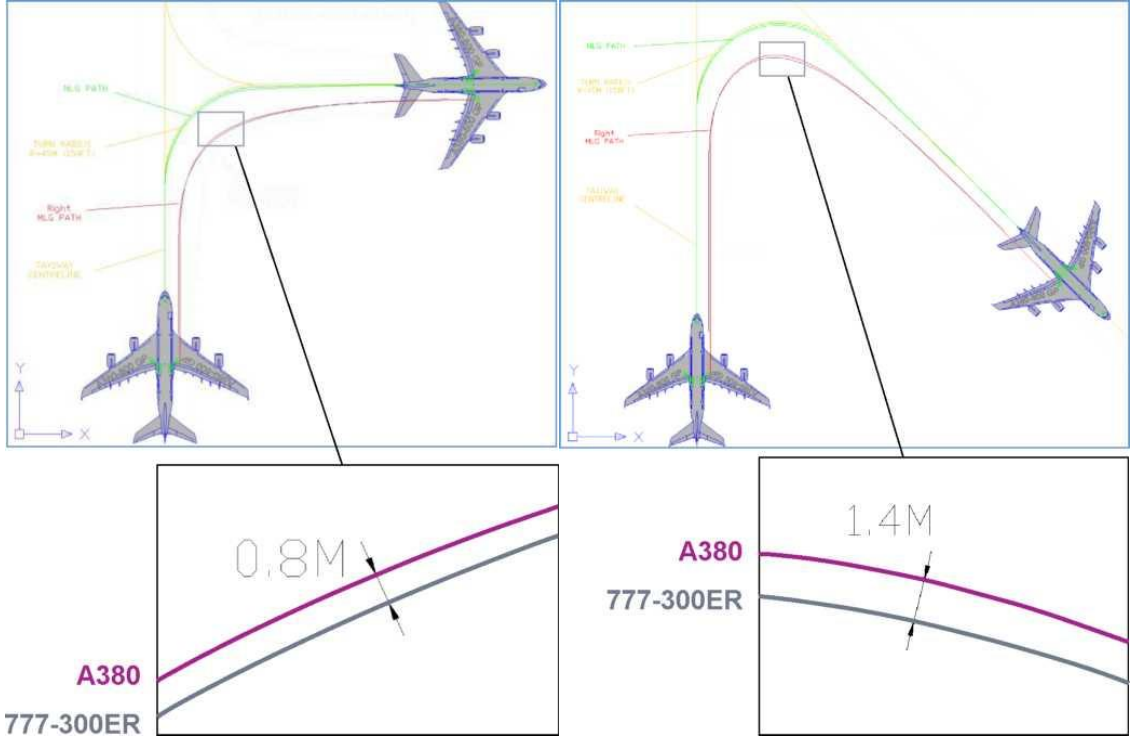
A380-800 uçağın kanat açıklığına göre taksiyolu genişletmesi yapmaya gerek yoktur. B777 ile kıyaslandığından mevcut olarak kullanılan taksiyollarının kenarına Şekil 8.2'de görüldüğü gibi ekstra çim banket yapmak daha doğrudur. Bu imalat çok ekonomik olmakla birlikte imalatı kısa sürede gerçekleşmektedir.



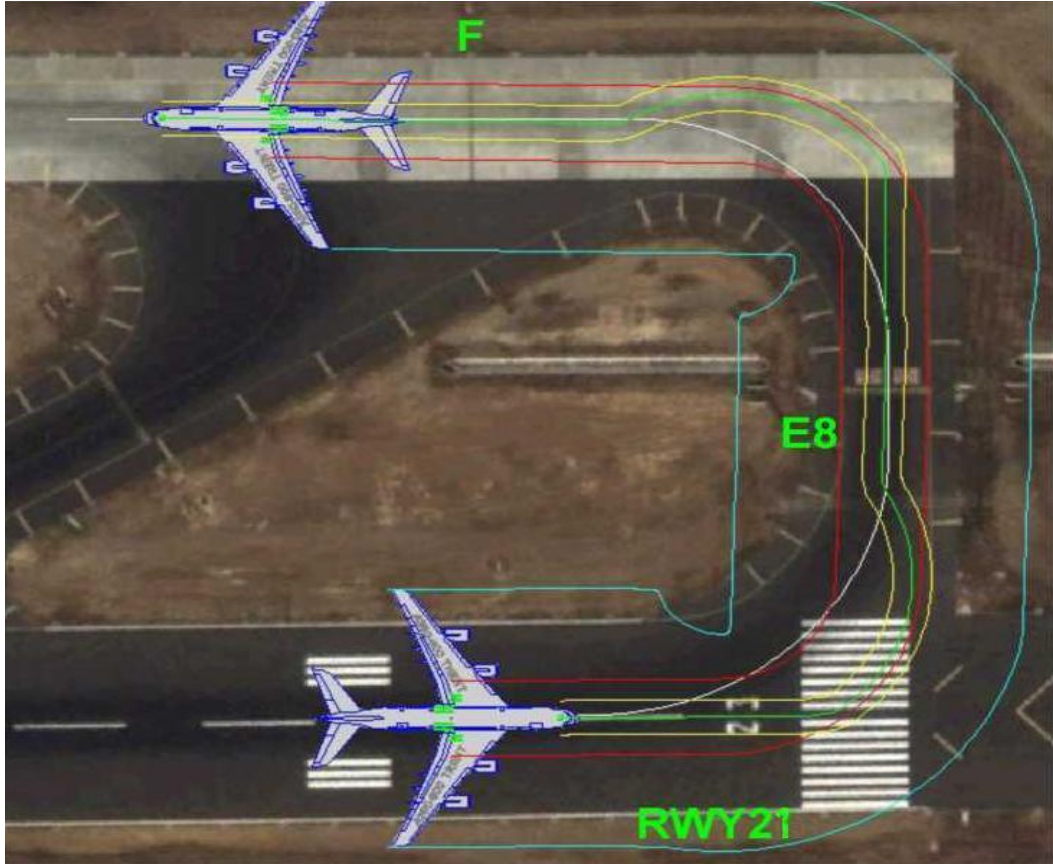
**Şekil 8.2.** Taksiyolu konfigürasyon karşılaştırması

Pist sonlarında ve pist taksiyolu geçişlerinde A380 ile B777 arasında fark bulunmaktadır. Bu fark dönüş yarıçapları olduğundan arasında fark  $90^\circ$  dönüşlerde 80 cm iken  $90^\circ$ 'yi geçen durumlarda 140 cm'ye kadar çıkmaktadır. Dolayısıyla uçak ağırlığı da dikkate alındığından bu noktalarda ekstra zemin güçlendirmesi yaparak hesaplamalar sonucunda genişletilmesi gerekmektedir (Şekil 8.3).

Bu durum pist taksiyolu geçişlerinde örneklendiğinde Fotoğraf 8.4'deki gibi olmaktadır. Uçağın ağırlığını % 95 oranında taşıyan iniş takımları (kırmızı çizgi) mevcut taksiyolu ile pist geçişlerinde mukavemeti az olan kenarlardan da geçmektedir. Buralar uçağın batması veya kazaya sebebiyet verme ihtimalinin yüksek olduğu yerlerdir.



Şekil 8.3. A380 ile B777 arasındaki dönüş farkları



Fotoğraf 8.4. A380 pist taksiyolu geçişi

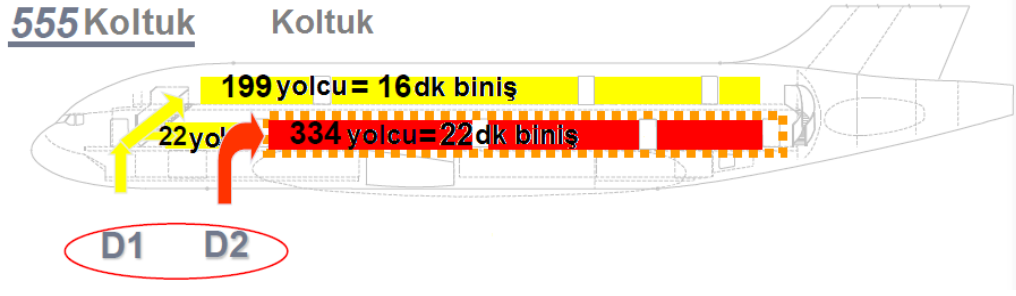
### 8.1.2 Uçak ve terminal binası arasındaki köprüleri düzenlenmesi

Uçaklara biniş ve iniş süreleri hava tarafı planlamasında önemli bir yere sahiptir. Bu durumda çıkabilecek herhangi bir aksaklık veya kaos uçağın kalkışını çok uzun süre erteleyerek rotar yapmasına bu doğrudan yolculara ve devamında havaalanı işletmesine hem maddi hem de manevi kayıplar vermektedir. Bu durumda mevcut olan köprülerin konumu ve sayısı ile köprü dışından kalan apronun büyüklüğü önem kazanmaktadır.

Köprü sayılarının konumu ve sayısı uçağa biniş süresini büyük ölçüde etkilemektedir. 555 yolcu kapasiteli olan bir A380 uçakta yolcuların uçağa Şekil 8.4'deki kapılardan binmeleri için gerekli olan biniş süreleri Şekil 8.5'de (Levina, 2012) gösterilmektedir. Bu süreler minimum süreler olup uçağın kalkışını önemli ölçüde etkiler.



Şekil 8.4. A380 biniş kapı yerleri



**Şekil 8.5.** A380 uçağa biniş süreleri

Bu biniş süreleri uygulanabilmesi için havaalanı terminal binasına bağlı olan köprülerin Fotoğraf 8.5’deki gibi yapılarak uygulanması gerekmektedir.



**Fotoğraf 8.5.** A380 bağlantı köprü çeşitleri

### 8.1.3 Apronların PCN değerlerinin arttırılması

Esenboğa havalimanında 4 tane apron bulunmaktadır. Bunlardan 1, 2 ve 3 numaralı apronların taksiyolu bağlantıları ve apron PCN değerleri 58 F/A/X/T'dir. Apron 3 ise esnek üzeri beton kaplamalı kompozit bir aprondur. Yani tam yüklü olarak bu uçağın veya ACN değeri 58'den büyük bir uçağın havalimasna iniş yaptıktan sonra bu pist ve apronları kullanması pist ve apronlara zarar verecektir. Dolayısıyla 2006 yılında yeni yapılan terminal binası önünde bulunan 4 numaralı apronun PCN değeri 110 R/C/W/T'dir. ACN değeri 110 ve daha küçük olan uçakların bu apronu kullanmasında herhangi bir sıkıntı yaşanmamaktadır. Yalnız Esenboğa Havalimanındaki bütün taksiyollarının PCN değerleri 58 F/A/X/T'dir. Bundan dolayı pilotların toplam uçak ağırlığı ve yakıt ağırlığı ile birlikte uçuş yaptıkları havalimanlarına olan mesafede uçağın harcayacağı yakıtı tahmini olarak hesapladıktan sonra piste iniş için mevcut olan uçak ağırlığı ve kalan yakıt ağırlığına karşılık gelen ACN değerini hesapladıktan sonra iniş yapılan havalimanının kule ile irtibatı sonucunda hangi pisti veya hangi taksiyolu ile hangi apronu kullanacağı yada hangi terminal binası köprüsüne yanaşacağı tespit etmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bunlar yapılmadığı yada eksik yapıldığı zaman uçak havalan üstyapısına zarar verecektir.

Esenboğa Havalimanındaki 1 numaralı apronun kapasitesi 6 adet B737/700 ve 1 adet RJ70 tipi uçak kapasitesinde, 2 numaralı apron 8 adet A310 tipi uçak kapasitesinde ve 3 numaralı apron 4 adet A310, 3 adet B737/700 ve 1 adet RJ 100 tipi uçak kapasitesinde ve 4 numaralı terminal binası önünde bulunan apron ise 14 adet MD-11 yada B764 tipi uçak, 3 adet B744ER yada B773ER tipi uçak, 1 adet B779 tipi uçak, 6 adet B739 tipi uçak, 1 adet B742 yada B773 tipi uçak ve 2 adet B742ER yada B773ER tipi uçak kapasitesinde olup toplamda 27 adet uçak kapasitesindedir. Fotoğraf 8.6'da Esenboğa havalimanlarının apronlarının yerleri gösterilmiştir.



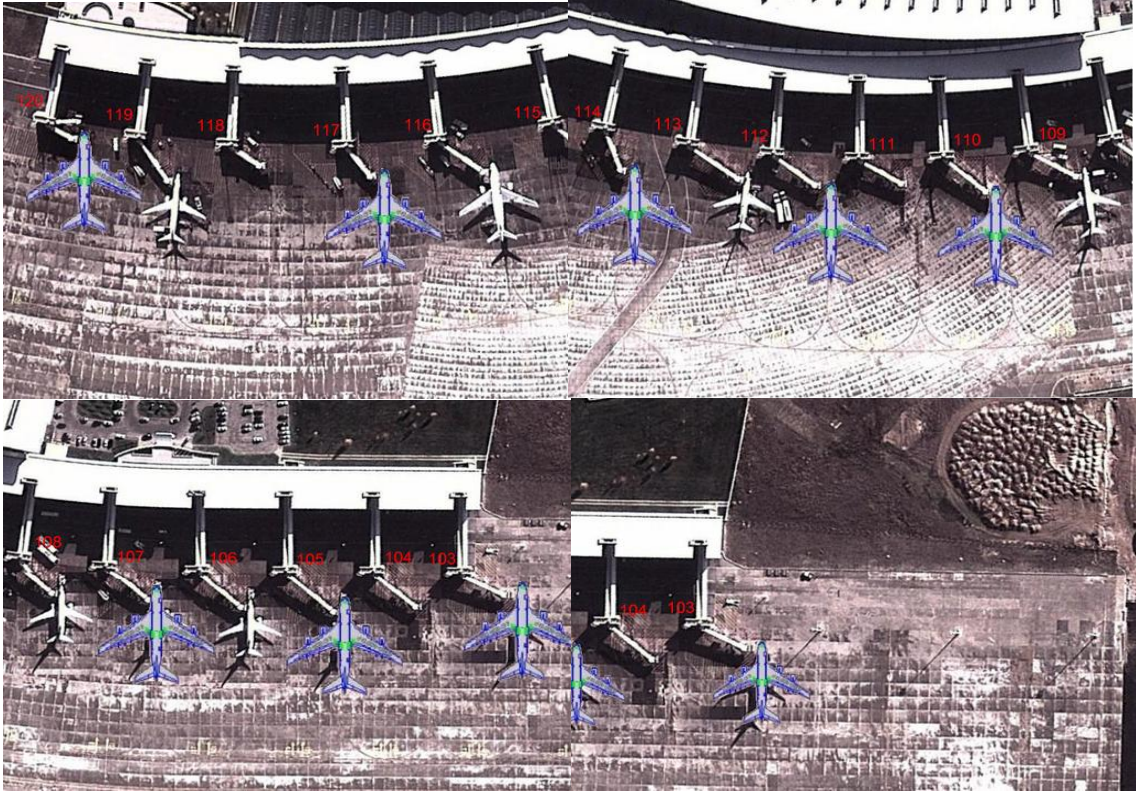
**Fotoğraf 8.6.** Esenboğa Havalimanının apronları

#### **8.1.4 İç hatlar kısmında 103 numaralı kapı tarafında binanın uzatılması**

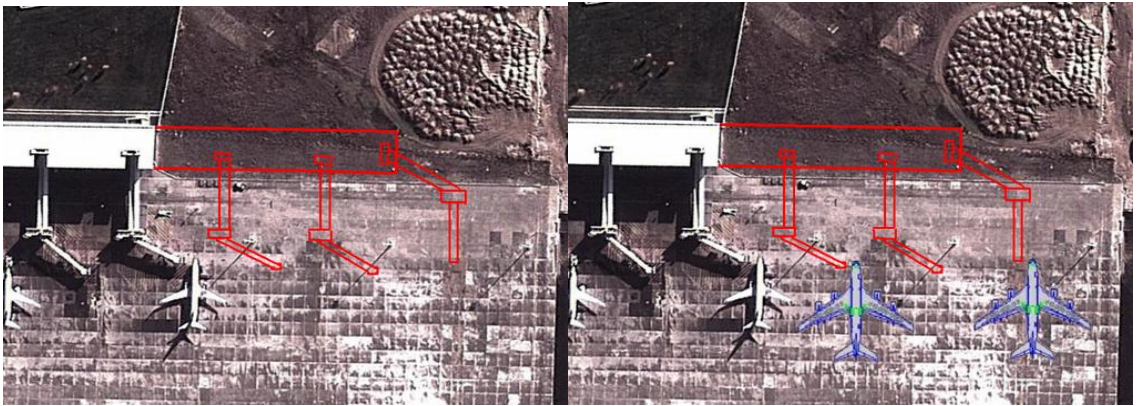
Havalimanının mevcut kapasitesi 10 milyon yolcu/yıldır. Havalimanı gelişiminde Senaryo 1' göre (Çizelge 6.12) 2018 yılında, Senaryo 2'ye göre (Çizelge 6.13) 2016 yılında mevcut terminal binası kapasitesini aşmaktadır. Ancak gerçekleşen durumlara bakıldığında (Çizelge 6.8) (2012 yılı yolcu sayısı 9.237.886) belki 2013 belki de 2014 yılında mevcut kapasite aşılmış olacaktır. Senaryo 2'ye göre 2025 yılında yeni bir tane daha terminal binasına ihtiyaç duyulacağı görülmektedir. Çünkü şuan ki mevcut kapasitenin 2 katı yolcu sayısı olacaktır. Ancak yine gerçekleşen değerlere bakıldığında bu tarihin daha erken olma ihtimali yüksektir.

Bu bağlamda; A 380 tipi uçağın Esenboğa Havalimanının pistlerine inmesinde PCN ve ACN değerlerinden dolayı sakınca bulunmamaktadır. Ancak havalimanındaki Fotoğraf 8.6'da görülen A3 taksiyolu dışında diğer bütün taksiyolları 23 m genişliğinde olup sadece A3 taksiyolu 35 m genişliğindedir. Bu da toplamda 44 m (genişletilmiş) olan taksiyolunun her iki yanına da 8'er metreden çimlendirilmiş sahaların olması için A3 taksiyolunun genişletilerek Şekil 8.2'deki gibi yapılması ve 58 F/A/X/T olan PCN değerinin artırılması gerekmektedir. Bunu da yapmak yeterli olmamaktadır.

Ayrıca mevcut terminal binasının (Fotoğraf 8.7) 103 numaralı kapı tarafında uzatılarak gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra belki 2 yada 3 tane daha körü yapılması gerekmektedir (Fotoğraf 8.8). Yapılacak olan köprülerin bekleme salonunda bekleyen yolcuların hızlı bir şekilde uçağa alınabilmeleri için Fotoğraf 8.5'deki gibi köprüleri yapılması ve bunun Şekil 8.4'deki biniş kapılarına uyumlu olması gerekmektedir. Bu sayede yolcuların uçağa binme süresi kısaldığından, A380 tipi uçağın havaalanına uyumu sağlanmış olmaktadır.



**Fotoğraf 8.7.** Terminal binası 103 numaralı kapı tarafı



**Fotoğraf 8.8.** Terminal binasının uzatılması

### 8.1.5 3.Pist yapımı

Havalimanı uçak trafiği dikkate alındığında ICAO tarafından öngörülen yıllık 150.000 işletim değeri (uçak sayısı), Senaryo 1'e göre 2028 (Çizelge 6.12), Senaryo 2'ye göre ise 2023 (Çizelge 6.13) yılında geçmektedir. Bu da 2023 ya da 2028 yılları için 3. bir pistin düşünülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca yapımı düşülecek olan yeni terminal tesislerinin konumu da yeni pist yapım zamanı için önemlidir.

Esenboğa havalimanının mevcut kapasitesinin artırılmasının yanı sıra pistlerin artırılması ve uçakların iniş ve kalkış sürelerinin kısaltılması için kuzey-güney yönünde (Fotoğraf 8.9) gibi 3. bir pistin daha A 380 tipi uçağın iniş ve kalkış yapabileceği şekilde tasarlanması daha uygun olacaktır. Bunun yanında sadece 3. pistin yapılması yeterli değildir. Taksiyollarının ve Fotoğraf 8.9'da da görüldüğü gibi apron 2 ve 3'e olan bağlantı taksiyollarının da A 380 tipi uçak için uyumlu olarak tasarlanması gerekmektedir.



**Fotoğraf 8.9.** Esenboğa Havalimanına 3. pist yapılması

## 8.2 Adnan Menderes Havalimanı Kapasite Gelişimi İçin Neler Yapılabilir?

Adnan Menderes havalimanında mevcut olan 16L/34R pisti baş kısımları beton olup orta kısmı asfalttır. Diğer pist ise 16R/34L beton bir pisttir. Bu pistlerden 16L/34R olan pistin PCN değeri 88 F/C/W/T'dir. Bu pistin baş kısımları beton diğer yani uçakların iniş için tekerlerini açtıkları zaman pilotların zemine temas ettirdikleri kısımları asfalttır. Genellikle bu pist kullanıldığından bu pistin A380 için PCN değerinin arttırılması gerekmektedir. Bu durum Fotoğraf 8.10'da görülmektedir.

Diğer pist olan 16R/34L pisti komple beton olup PCN değeri 110 R/D/W/T'dir. A380'nin bu piste inmesinde herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Her iki pistte banket dahil genişlikleri 60 m'dir.

### 8.2.1 Taksiyollarının genişletilmesi

Adnan Menderes havalimanında mevcut olan her iki pist ve apronlar arasındaki taksiyollarının PCN değerleri 120 olmasına rağmen genişlikleri yeterli değildir. Örneğin; taksiyolu A, B, C, AA ve E 23 m genişliğinde beton yüzeyli PCN 120 R/C/W/T'dir. Taksiyolu D, G ve I 24 m genişliğinde beton yüzeyli PCN 110 R/D/W/T'dir. Taksiyolu F ve H 23 m genişliğinde asfalt yüzeyli PCN 88 F/C/W/T'dir. Taksiyolu J 23 m genişliğinde beton yüzeyli PCN 120 R/D/W/T'dir. Taksiyolu K 64 m genişliğinde beton yüzeyli PCN 120 R/C/W/T'dir. Taksiyolu L 22 m genişliğinde sadece askeri uçaklar için yapılmış asfalt yüzeylidir. Taksiyolu T1 12 m genişliğinde, T2 9 m genişliğinde ve T3 8 m genişliğinde beton yüzeyli kargo terminali ile hangarlar arasında bağlantıyı sağlayan taksiyollarıdır.

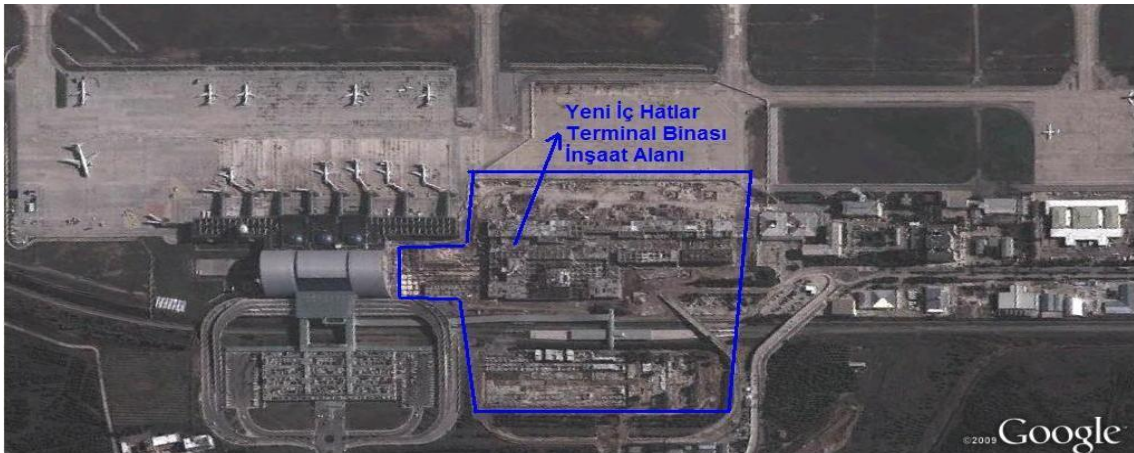
Havalimanı gelişim planlamasında A380'nin piste iniş sonrasında kullanacağı taksiyolu ve buna bağlı olarak uçağın park edileceği apronun belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için PCN değerlerinin uygun olmasına rağmen pist genişliklerinin A380'nin geçişi için uygun olmadığı görülmektedir. Gelişim için tespit edilen A, B, C ve D taksiyollarının genişliklerinin Fotoğraf 8.4'deki gibi genişletilmesi gerekmektedir (Fotoğraf 8.10).



**Fotoğraf 8.10.** Adnan Menderes Havalimanı apron ve taksiyolları

### 8.2.2 Yeni iç hatlar terminal binası yapımı

Toplamda 9 milyon yolcu kapasitesine sahip havalimanı terminal binası turizm ve sanayinin de gelişmesiyle birlikte yetersiz kalmaya başladı. Özellikle 4 milyon yolcu kapasitesi olan iç hatlar terminali 2011 yılında 6.125.076 yolcu tarafından kullanılmış olup AYGM tarafından kapatılarak yeni iç hatlar terminal binası Yap-İşlet-Devret modeli ile ihale edilmiştir. Bu yüzden yeni terminal binası ile ilgili yapım aşamasında olduğundan güvenlik nedenleri ile yeterli bilgi edinilememiştir (Fotoğraf 8.11).



**Fotoğraf 8.11.** Adnan Menderes Havalimanı yeni iç hatlar terminal binası inşaat alanı

## BÖLÜM IX

### SONUÇLAR VE GÖRÜŞLER

Kaplama tasarımında ampirik tasarım yöntemleri yoğun olarak kullanılmakla birlikte son yıllarda analitik yöntemlerde kullanılmaktadır. Bundan dolayı LCN/LCG yönteminde üstyapı projelendirme ve kalınlık tasarımı tek uçak için yapıldığından trafik hacmi tasarım aşamasında değerlendirilmemekte ve tasarımda uçak ağırlığının maksimum kalkış ağırlığı dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Uçak iniş takım düzenleri dikkate alınmadığından kaplama kalınlığının değişmesi, maliyete olan etkisinin tespit edilemediği durumlarda ise mühendislik tecrübelerinin kullanılması gerekmektedir.

Kaplama tasarımında ACN/PCN yöntemi daha çok havaalanı üstyapı mukavemetlerinin sınıflandırma amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle tasarım ve değerlendirme konusunda özel bir yöntem önerilmemektedir.

ACN/PCN yönteminde; havaalanına inen her uçak için ayrı ayrı ACN değerleri uçak üreticileri tarafından hesaplanarak yayınlanmakta ve üstyapı kalınlık tasarımı envanterde bulunan uçak tipine veya envantere alınacak yeni bir uçak tipine göre seçilerek yapılmaktadır. Genel olarak seçilen bu uçak envanterde bulunan maksimum ağırlıktaki uçaktır.

FAA yönteminde; yıllık tahmini kalkış hesaplamalarına göre tasarım yapılır ve bu hesaplardan çıkacak sonuçlara göre uygulamaya geçilir. Bunun içinde FAA, FAARFIELD yöntemini kullanmaktadır.

Dinamik yöntemlerde; hesaplar ve tahminler özel bilgisayar programları ve yazılımlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu yüzden birçok parametrenin ele alınıp üstyapı tasarımına başarıyla uygulandığı görülmüştür.

Yöntemlerin genel bir değerlendirmesi yapılmak istenirse her yöntemin birbirinden farklı bazı avantajları ve dezavantajları olduğu görülür. Fakat, analitik yöntemlerin ampirik yöntemlere göre üstünlükleri açıkça görülmektedir.

Bilindiği gibi her ulaştırma sisteminin belirli bir hizmet sunma kapasitesi vardır. Sistemi oluşturan bileşenler birbirleriyle uyum içinde çalışırsa kapasiteyi artırmak mümkün olabilmektedir. Bu açıklamalar tüm ulaştırma sistemleri için geçerli olduğu gibi havayolu ulaştırması için de geçerlidir.

Esenboğa Havalimanındaki mevcut iki pistten birinin acil iniş pisti olması sebebiyle birbirine yakın olan iki piste aynı anda uçak iniş ya da kalkış yapılamamaktadır. Pist kapasitesinin artırılması için her iki pistin eş zamanlı kullanılması uygun olacaktır.

Havacılık sektöründeki gelişmeleri ve teknolojileri de göz önüne alınarak, Esenboğa Havalimanına, pistlerin genişliğinin 45 m. olmasından dolayı, dünyanın en büyük yolcu uçağı olan Airbus A380'in 60 m. genişliğindeki pistlere inebileceği göz önünde bulundurularak tasarlanacak 3. bir pistin boyutlandırılması daha doğrudur. Buna bağlı olarak taksiyollarının ve apronların PCN değerlerinin artırılması gerekmektedir. Terminal binasında bulunan köprülerin A380 için uyumlu hale getirilmesi gecikmeleri azaltacaktır. Bu da diğer yolcu uçaklarının havalimanının verimli kullanımını doğrusal olarak artıracaktır. Yeni bir pist yaparak kamulaştırma ile birlikte maliyeti yüksek olan bir çözüm yerine Esenboğa'da bulunan biri banketsiz gövde genişliği 45m olan ve diğeri (gövde genişliği 45 m) banketleri ile birlikte 60 m olan pistlerin Airbus A380 için uyarlanarak gerekli yatırımın yapılması ilk aşamadaki yeni pist maliyetini en aza indirecek bir yolun seçilmesi daha uygun olacaktır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na ait uçak, ticari uçak, yolcu ve yük sayısı değerlerinin özellikle 2003 yılında sivil havacılığın etkinleştirilmesi yönünde alınmış olan kararlar ve atılan adımların İzmir Adnan Menderes Havalimanı verileri değerlendirildiğinde, olumlu sonuçlar verdiği ve buna istinaden iç hatlar terminali tıkanma noktasına gelmiş olup kapatıldığı ve yeni iç hatlar terminali bittiğinde ise kısmen de olsa iç hatlarda bir rahatlama olacağı söylenebilir. Ancak yine Adnan Menderes Havalimanındaki gelişmelere bakıldığında, yurtiçi yolcu ve yük

taşımacılığında gözlenen etkinliğin, uluslararası taşımacılık açısından 2012 yılına kadar yeterince olumlu sonuç verdiği söylenememektedir. Atina ile olan karşılıklı uçuş seferlerinin arttırılması ile bu olumsuzluğun azaltılabileceği düşünülmüştür.

İzmir'in uluslararası uçuş olanaklarının geliştirilmesi durumunda önümüzdeki 10 yıl içerisinde İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın yanı sıra yeni bir Havalimanı ihtiyaını oluşturacağı tahmin edilebilmektedir. Ancak İzmir'in uluslararası uçuş olanaklarının geliştirilmemesi durumunda Dış Hatlar Terminalinin kapasitesinin çok altında hizmet vermeye devam edeceği açıktır. Bu da sadece İzmir için değil, tüm ülkenin turistik faaliyetleri ve ekonomik gelişimi açısından kaçırılacak bir fırsat olarak kabul edilmelidir.

Geçtiğimiz son 10 yıldıki Türk havacılık sektörünün gelişimini aynı senaryo ile önümüzdeki 10 yıla uyarlıarsak taşınan yıllık yolcu sayısının 100 milyondan 300-400 milyonlara çıkacağı, yine bunlar ile doğru orantılı olarak mevcut havalimanlarının kapasitelerinin yetmeyeceği ve devamında belirli havalimanlarına arazileri ölçüsünde 3. veya 4. yeni pistin özellikle de genişliğinin 45 m değil 60 m olacak Şekilde tasarlanması uygun olacaktır.

## KAYNAKLAR

Tunç, A., Havaalanı Mühendisliği ve Uygulamaları, *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara, 2003.

Anonim, Türk Hava Yolları 01 Ocak-31 Aralık 2008 Tarihlerine İlişkin Faaliyet Raporu, *THY Raporu*, İstanbul, 2009.

Annex 14, “Aerodromes”, Aerodrome Design Manual Doc 9157-AN/901 ICAO Publications Part 1 Runways, *ICAO Publications*, 1999a.

Unified Facilities Criteria (UFC) 3-260-02. *U.S. Army Corps of Engineers* Washington, DC., 2001.

Horonjeff, R., Planning and Design of Airports, *McGraw-Hill*, 1975.

Okur, F., Havaalanı Üstyapı Tasarım Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2008.

NATO Approved Criteria and Standards for Airfields, *NATO Raporu*, 1999.

Tunç, A., Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları, *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara, 2004.

Ağar, E., Öztaş, G. ve Süttaş, İ., “Beton Yollar (Rijit Yol Üstyapıları)”, *İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası*, İstanbul, 1998.

FAA AC 150/5060-5, Airport Capacity and Delay, *FAA Advisory Circular*, U.S.A., 1983.

DHMİ Genel Müdürlüğü Havaalanı Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliği, RG:24755, *DHMİ*, 14.05.2002.

Annex 14, "Aerodromes", *ICAO Publications*, 1999b.

DHMİ Genel Müdürlüğü Havaalanları PAT Sahalarında Araç Kullanma Yönergesi, yönerge no: 14, Yür.tarihi 01.12.2003, Değ.No:5, **DHMİ**, Değ.tarihi 01.01.2011.

Havameydanları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları, DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü, Yüksel Proje, **DLH Raporu**, Ankara, 2007.

Meydan Tasarım Kılavuzu, Dök.9157-AN/901, 2.Baskı, 1.Bölüm Pistler (çeviri), **Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO)**, 1984.

Kuloğlu, N., Özdemir, M.A., Kök, B.V., "Havaalanı Esnek Üstyapı Tasarım Metotlarının Değerlendirilmesi" **7.Ulaştırma Kongresi**, Y.T.Ü İstanbul, 19-20-21 Eylül 2007,

Design and Evaluation of Aircraft Pavements, **Department of Environment**, United Kingdom, 1971.

European Asphalt Pavement Association, Airfield Uses of Asphalt, **EAPA**, Breukelen, 2003.

Uçaklar Hakkında, <http://ugurdemiroz.blogspot.com/2010/10/ucaklar-hakknda.html>, 2012.

FAA AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation, **U.S.Department of Transportation Federal Aviation Administration**, U.S.A., 2009.

FAA AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation, **U.S.Department of Transportation Federal Aviation Administration**, U.S.A., 2007.

FAA, AC 150/5320-6D Airport Pavement Design and Evaluation, **U.S.Department of Transportation Federal Aviation Administration**, U.S.A., 2004.

Annex 14 Aerodromes: Volume 1 Aerodrome Design and Operation, (Forth Edition), *International Civil Aviation Organization*, s.1-8, July 2004.

Hava Alanı Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliği (SHY-14A), *SHGM*, 2002.

Havaalanı Planlama Klavuzu Dök.9184-AN/902, 1.Bölüm Master Planlama, *ICAO*, 2.Baskı 1987.

Paul H.Wright, Norman J.Ashford, Robert J.Stammer, Transportation Engineering Planning and Design, Fourth Edition, *Jr.John Wiley&Sons*, 1998.

Havaalanı Planlama Kılavuzu, *Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Havaalanları Daire Başkanlığı Yayınları*, Ocak 2008.

MD-11 Airplane Characteristics For Airport Planning, *Mcdonall Douglas Aircraft Company*, U.S.A., 1990.

Bingöl, G., Havaalanı Üstyapılarının Tasarımı ve İyileştirilmesi Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2000.

FAA, AC 150/5335-5A Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength, *U.S.Department of Transportation Federal Aviation Administration*, U.S.A., 2006.

International Civil Aviation Organization, Aerodrome Design Manual, Part 3: Pavements, *International Civil Aviation Organization*, Canada, 1983.

A Guide to Airfield Pavement Design and Evaluation, *Department of Environment*, United Kingdom, 1989.

FAA, AC 150/5320-6D Airport Pavement Design and Evaluation, *U.S.Department of Transportation Federal Aviation Administration*, U.S.A., 1995.

A380 Preliminary Data, *Airplane Characteristics*, France, 2002.

Asfalt El Kitabı, İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Tic. A.Ş., İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Çeviren:Ayla YAVUZ, Bilimsel Yayın No:2, Editör:**Prof.Dr.Mehmet ULUÇAYLI**, İstanbul 2002.

Aytekin.M, Deneysel Zemin mekaniği, *Teknik Yayınevi*, Ankara, 2004.

FAA, AC 150/5335-5B Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength-PCN, *U.S.Department of Transportation Federal Aviation Administration*, U.S.A., 2011.

Hall, K.T., Correa, C.E., Carpenter S.H. and Elliot R.P., Rehabilitation Strategies for Highway Pavements, *National Cooperative Highway Research Program Transportation Research Board National Research Council*, U.S.A., 2001.

Özdemir, M.A., Havaalanı Esnek Üstyapı Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, 2010.

Janic M., “Airport System Capacity”, Air Transport System Analysis and Modelling, *Gordon and Breach Science Publishers*, The Netherlands, s. 9-49, 2000.

Wells A. T., “Airport Layout and Land Use Plans”, Airport Planning and Management, (C. S.), *McGraw-Hill*, New York, s. 95-119, 1996.

William O’Conner, “An Introduction to Airline Economics” *Praeger Publishers*, NewYork, s. 174, 1989.

Horonjeff R. ve McKelvey F. X., Airport Airside Capacity and Delay, Planning and Design of Airports, Boston, Mass. : *McGraw-Hill*, 293-361, c1994.

Pekcanattı, F., İstanbul Atatürk ve Sabiha Gökçen Havalimanı'nın Kapasite ve Talep Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2006.

Havaalanlarında Kapasite Kriterleri, *Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Havaalanları Daire Başkanlığı Yayınları*, Birinci Baskı, Ocak 2010.

<http://www.turkishairlines.com/tr>, <http://www.flypgs.com/default.aspx>,  
<http://www.onurair.com.tr/>, <http://www.atlasjet.com/>, <http://www.sunexpress.com/tr>,  
<http://www.borajet.com.tr/>, 2012.

Airside Capacity Enhancement Implementation Manual Eurocontrol, *Eurocontrol*, Edition 1.0, s.1-1. 14 October 2003.

Bazargan M., Fleming K., Subramanian P., A Simulation Study to Investigate Runway Capacity Using Taam, Embry Riddle Aeronautical University, Proceedings of the 2002 *Winter Simulation Conference*, 2002.

Neufville, R.D. and Odoni, A.R., Airport Systems: Planning, Design, and Management, *Mc Graw Hill*, USA, 2003.

Gökdalay, M. H., Havaalanlarının Performans Analizinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2008.

Havacılıkta Kapasiteler, [http://www.uted.org/dergi/2006/aralik/OT\\_kapasite.html](http://www.uted.org/dergi/2006/aralik/OT_kapasite.html), 2012.

Ankara Esenboğa Havalimanı, <http://www.firmasec.com/firma/fyzyzz-ankara-esenboga-havalimani/>, 2012.

İl İl Türkiye Haritası, <http://www.mailgazete.com/turkharita/turkiye.htm>, 2012.

Harita, <http://www.neredennereye.com/harita>, 2012.

Ankara Esenboğa Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), 2012.

Ankara Esenboğa Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, <http://tr.wikipedia.org>, 2012.

Esenboğa Avrupa'nın en iyi havalimanı seçildi., <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/11898324.asp>, 2012.

Ankara Esenboğa Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, <http://www.tavhavalimanlari.com.tr/mobile/tr-TR/default.aspx?tip=1&url=/tr-TR/Turkey/Pages/AnkaraEsenbogaAirport.aspx&type=Page>, 2013.

İstatistikler, [www.dhmi.gov.tr](http://www.dhmi.gov.tr), 2012.

Ankara Esenboğa Havalimanı, <http://www.havaliman.com/ankara-esenboga-havalimani/#ixzz1u6bAKcfV>, 2012.

Esenboğa Havalimanı Master Plan Raporu, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Araştırma Tasarım Planlama ve Uygulama Merkezi, Ocak 2011.

Adnan Menderes Havalimanı, <http://www.firmasec.com/firma/myyym-izmir-adnan-menderes-havalimani/>, 2013.

Şengöz, B., Tanyel, S., Görkem, Ç., Özuysal, M., Adnan Menderes Havalimanı Yolcu ve Yük Taleplerinin Değişimi Üzerine Bir İnceleme, *DHMI Raporu*, 2009.

Levina Sebastien, A380 Airport Operations Overwiev, Manager Airport Data and Assessment Airport Operations, *Airbus*, Ankara, Ekim 2012.

Ankara Esenboğa Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), 2012.

## **ÖZ GEÇMİŞ**

Şenol ÖĞMEN, 01.06.1981 tarihinde Ankara’da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Ankara’da tamamladı. 2000 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nü kazandı. 2005 yılında aynı bölümden İnşaat Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 2005 yılından itibaren askerlik hizmeti de dahil özel sektörde 2011 yılına kadar kontrol mühendisi ve şantiye şefliği görevlerinde bulundu. 2011 yılından itibaren Kara Kuvvetleri Komutanlığında İnceleme ve Kontrol Mühendisi-İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.

**EK-A**

S. No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı (Boş Ağırlık))		Tek İniş Takımı ndaki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
	lbs	kgs		psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Airbus A300-B2	304014	137900	47.0	174	12.2	1.20	34	41	49	57	35	39	47	62
		192371	87259					19	22	26	31	20	21	24	32
2	Airbus A300-B2	315037	142900	47.0	186	13.1	1.28	37	44	53	60	37	41	50	65
		193676	87851					20	23	27	31	20	22	25	33
3	Airbus A300-B4	332674	150900	47.0	203	14.3	1.40	41	49	58	66	41	45	54	70
		202858	92016					22	25	29	34	22	23	26	35
4	Airbus A300-B4	339288	153900	47.0	203	14.3	1.40	43	51	59	68	42	46	56	72
		197052	89382					21	24	28	33	21	22	25	34
5	Airbus A300-B4	349209	158400	47.0	215	15.1	1.48	45	54	63	71	43	48	59	75
		200848	91104					22	25	29	34	22	23	26	35
6	Airbus A300-B4	349209	158400	47.0	177	12.4	1.22	42	51	60	69	43	48	58	75
		200848	91104					20	23	28	33	21	23	26	35
7	Airbus A300-B4	349209	158400	47.0	160	11.2	1.10	40	49	59	68	42	47	58	75
		200848	91104					19	23	27	32	21	22	26	35
8	Airbus A300-B4	365743	165900	47.0	212	14.9	1.46	48	57	67	75	46	51	63	80
		200667	91022					22	25	29	34	22	23	26	35
9	Airbus A300-B4	365743	165900	47.0	186	13.1	1.28	46	55	65	74	45	51	63	80
		200667	91022					21	24	28	33	21	23	26	35
10	Airbus A300-B4	365743	165900	47.0	168	11.8	1.16	44	53	64	73	45	51	62	79
		200667	91022					20	23	27	32	21	22	26	35
11	Airbus A300-600 B4	365743	165900	47.5	186	13.1	1.28	46	56	66	75	46	52	64	81
		201840	91554					21	24	29	34	22	23	27	35
12	Airbus A300-600 B4	365743	165900	47.5	168	11.8	1.16	45	54	65	74	46	52	63	81
		201840	91554					20	24	28	33	21	23	26	35
13	Airbus A300-600 C4	365743	165900	47.0	186	13.1	1.28	46	55	65	74	45	51	63	80
		202292	91759					21	24	29	33	21	23	26	35
14	Airbus A300-600 C4	365743	165900	47.0	168	11.8	1.16	44	53	64	73	45	51	62	79
		202292	91759					20	23	28	32	21	23	26	35
15	Airbus A300-600R	377868	171400	47.5	194	13.7	1.34	50	59	70	79	48	55	67	84
		199684	90576					21	24	29	33	22	23	26	35
16	Airbus A300-600R	377868	171400	47.5	194	13.7	1.34	50	59	70	79	48	55	67	84
		204408	92719					22	25	30	34	22	24	27	36
17	Airbus A300-600R	380514	172600	47.5	194	13.7	1.34	50	60	70	79	49	55	67	85
		204532	92775					22	25	30	34	22	24	27	36
18	Airbus A300-600R	380514	172600	47.5	175	12.3	1.21	48	58	69	78	48	55	67	85
		204532	92775					21	24	29	34	22	23	27	36
19	Airbus A310-300F	277559	125900	46.7	170	11.9	1.17	30	36	43	50	31	34	41	55
		176108	79882					17	19	23	27	18	19	21	28
20	Airbus A310-200F	292991	132900	46.7	178	12.5	1.23	33	39	47	54	34	37	45	59
		178288	80871					17	20	24	28	18	19	22	29
21	Airbus A310-200F	292991	132900	46.7	148	10.4	1.02	30	37	45	52	33	36	44	59
		178288	80871					16	19	22	26	18	19	22	29
22	Airbus A310-300F	299605	135900	46.7	178	12.5	1.23	34	40	48	55	35	38	46	61
		170012	77117					17	19	22	26	17	18	20	27
23	Airbus A310-300F	307542	139500	47.2	189	13.3	1.30	36	43	51	59	37	40	49	64
		176013	79839					18	20	24	28	18	19	22	29
24	Airbus A310-300F	307542	139500	47.2	157	11.0	1.08	34	41	49	57	36	40	49	64
		176013	79839					17	19	23	27	18	19	22	29
25	Airbus A310-200	315037	142900	46.7	193	13.6	1.33	37	45	53	60	37	41	50	65
		178837	81120					18	21	24	28	18	20	22	29
26	Airbus A310-200	315037	142900	46.7	160	11.2	1.10	35	42	50	58	37	41	50	65
		178837	81120					17	19	23	27	18	19	22	29

Ek-A (Devam)

S.No	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
	1	2	3	4	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A	B	C	D
27	Airbus A310-300	339288	153900	47.2	212	14.9	1.46	44	52	60	69	42	47	57	73
		181849	82486					19	22	26	30	19	20	23	30
28	Airbus A310-300	339288	153900	47.2	174	12.2	1.20	40	49	58	66	41	46	56	73
		181849	82486					18	21	24	29	19	20	23	30
29	Airbus A310-300	348106	157900	47.2	215	15.1	1.48	45	54	63	71	44	48	59	75
		184966	83900					20	23	26	30	20	21	23	31
30	Airbus A310-300	348106	157900	47.2	180	12.6	1.24	42	51	61	69	43	48	59	75
		184966	83900					19	21	25	29	19	20	23	31
31	Airbus A310-300	354720	160900	47.2	183	12.8	1.26	44	53	62	71	44	49	60	77
		183866	83401					19	21	25	29	19	20	23	31
32	Airbus A310-300	363539	164900	47.2	187	13.2	1.29	46	55	65	74	45	51	62	80
		187314	84965					19	22	26	30	20	21	24	32
33	Airbus A318-100	124339	56400	45.1	148	10.4	1.02	27	29	32	33	26	27	30	35
		85578	38818					18	19	20	22	17	17	19	22
34	Airbus A318-100	130953	59400	44.9	165	11.6	1.14	30	32	34	36	28	29	32	37
		85578	38818					18	20	21	22	17	17	19	22
35	Airbus A318-100	135362	61400	44.7	165	11.6	1.14	31	33	35	37	29	30	33	38
		85578	38818					18	19	21	22	17	17	19	22
36	Airbus A318-100	136465	61900	44.6	165	11.6	1.14	31	33	36	37	29	30	33	38
		85578	38818					18	19	21	22	17	17	19	22
37	Airbus A318-100	139772	63400	44.5	165	11.6	1.14	32	34	36	38	30	31	34	39
		85578	38818					18	19	21	22	17	17	19	21
38	Airbus A318-100	150795	68400	44.5	180	12.6	1.24	36	38	41	43	33	34	37	43
		85578	38818					19	20	21	22	17	17	19	22
39	Airbus A319-100	141976	64400	45.7	173	12.1	1.19	34	37	39	41	32	32	36	41
		87800	39826					19	21	22	23	18	18	20	23
40	Airbus A319-100	141976	64400	46.3	173	12.1	1.19	35	37	39	41	32	33	36	42
		87800	39826					20	21	23	24	19	19	20	23
41	Airbus A319-100	150795	68400	45.7	181	12.7	1.25	37	40	42	44	34	35	39	44
		87800	39826					20	21	22	24	18	19	20	23
42	Airbus A319-100	150795	68400	46.1	181	12.7	1.25	38	40	42	44	34	35	39	45
		87800	39826					20	21	23	24	19	19	20	23
43	Airbus A319-100	155204	70400	45.7	187	13.1	1.29	39	41	44	46	35	36	40	46
		87800	39826					20	21	23	24	19	19	20	23
44	Airbus A319-100	155204	70400	46.0	187	13.1	1.29	39	42	44	46	35	36	41	46
		87800	39826					20	21	23	24	19	19	20	23
45	Airbus A319-100	162920	73900	45.7	194	13.7	1.34	42	44	47	49	37	39	43	49
		87800	39826					20	22	23	24	19	19	20	23
46	Airbus A319-100	162920	73900	45.8	194	13.7	1.34	42	44	47	49	37	39	43	49
		87800	39826					20	22	23	24	19	19	20	23
47	Airbus A319-100	167329	75900	45.7	200	14.1	1.38	44	46	48	50	39	40	44	50
		87800	39826					20	22	23	24	19	19	20	23
48	Airbus A319-CJ	155204	70400	45.8	200	14.1	1.38	40	42	44	46	35	37	40	46
		87800	39826					21	22	23	24	19	19	20	23
49	Airbus A319-CJ	165345	75000	45.8	200	14.1	1.38	44	46	49	51	39	40	45	50
		87800	39826					21	22	23	24	19	19	20	23
50	Airbus A320-100	146385	66400	47.1	178	12.5	1.23	37	40	42	44	34	35	39	45
		90927	41244					21	23	24	25	20	20	22	25
51	Airbus A320-100	150795	68400	47.1	186	13.1	1.28	39	41	44	46	35	36	40	46
		90927	41244					22	23	24	26	20	20	22	25
52	Airbus A320-200	146385	66400	47.5	178	12.5	1.23	38	40	42	44	34	35	39	45
		91149	41345					22	23	24	26	20	20	22	25
53	Airbus A320-200	150795	68400	47.2	186	13.1	1.28	39	42	44	46	35	36	40	46
		91149	41345					22	23	24	26	20	20	22	25

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri										
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin						
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%			
								A	B	C	D	A	B	C	D			
	1	2	3	4	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
54	Airbus A320-200	155204	70400	47.2	186	13.1	1.28	40	43	45	47	36	37	42	48			
		91149	41345					22	23	24	26	20	20	22	25			
55	Airbus A320-200	158511	71900	47.2	200	14.1	1.38	42	45	47	49	38	39	43	49			
		91149	41345					22	24	25	26	20	20	22	25			
56	Airbus A320-200	162920	73900	47.0	200	14.1	1.38	44	46	48	50	39	40	44	50			
		91149	41345					22	23	25	26	20	20	22	25			
57	Airbus A320-200	167329	75900	46.8	200	14.1	1.38	45	47	50	52	40	41	46	52			
		91149	41345					22	23	25	26	20	20	22	25			
58	Airbus A320-200	170636	77400	46.6	209	14.7	1.44	46	49	51	53	41	42	47	53			
		91149	41345					22	23	25	26	20	20	22	25			
59	Airbus A320-200	172841	78400	46.4	209	14.7	1.44	47	49	52	54	41	43	47	53			
		91149	41345					22	23	25	26	20	20	21	25			
60	Airbus A320-200 Dual tandem	155204	70400	47.1	162	11.4	1.12	17	21	25	28	17	19	22	31			
		91149	41345					9	10	12	14	9	9	11	14			
61	Airbus A320-200 Dual tandem	162920	73900	46.9	177	12.4	1.22	19	23	27	31	18	20	24	33			
		91149	41345					9	10	12	14	9	9	11	14			
62	Airbus A321-100	172841	78400	47.8	186	13.1	1.28	47	50	52	54	42	44	49	55			
		103526	46959					25	27	29	30	23	24	26	30			
63	Airbus A321-100	183864	83400	47.8	197	13.9	1.36	51	54	57	59	45	48	53	59			
		103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30			
64	Airbus A321-100	188273	85400	47.8	202	14.2	1.39	53	56	59	61	47	49	55	61			
		103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30			
65	Airbus A321-100	197091	89400	47.4	212	14.9	1.46	56	59	62	64	49	52	58	63			
		103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30			
66	Airbus A321-200	172841	78400	47.8	186	13.1	1.28	47	50	52	54	42	44	49	55			
		103526	46959					25	27	29	30	23	24	26	30			
67	Airbus A321-200	177250	80400	47.8	197	13.9	1.36	49	52	54	57	43	45	51	56			
		103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30			
68	Airbus A321-200	183864	83400	47.7	197	13.9	1.36	51	54	57	59	45	47	53	59			
		103526	46959					26	27	29	30	23	24	26	30			
69	Airbus A321-200	188273	85400	47.6	202	14.2	1.39	53	56	58	61	46	49	54	60			
		103526	46959					26	28	29	30	23	24	26	30			
70	Airbus A321-200	197091	89400	47.5	212	14.9	1.46	56	59	62	64	49	52	58	63			
		103526	46959					26	28	29	31	23	24	26	30			
71	Airbus A321-200	205910	93400	47.6	218	15.3	1.50	60	63	66	68	52	55	61	67			
		103526	46959					27	28	30	31	24	24	26	30			
72	Airbus A321-200	207012	93900	47.6	218	15.3	1.50	61	64	66	69	53	56	61	67			
		103526	46959					27	28	30	31	24	24	26	30			
73	Airbus A330-200	425267	192900	47.4	206	14.5	1.42	43	48	57	66	46	49	56	74			
		258029	117041					26	27	30	34	25	26	29	35			
74	Airbus A330-200	447313	202900	47.4	206	14.5	1.42	45	52	61	71	49	52	60	80			
		258029	117041					26	27	30	34	25	26	29	35			
75	Airbus A330-200	464950	210900	47.3	206	14.5	1.42	47	54	64	75	51	55	63	85			
		258029	117041					26	27	30	34	25	26	29	35			
76	Airbus A330-200	486996	220900	47.3	206	14.5	1.42	49	58	68	79	54	58	67	90			
		258029	117041					26	27	30	34	25	26	29	35			
77	Airbus A330-200	509042	230900	47.2	206	14.5	1.42	53	61	72	84	57	62	71	96			
		258029	117041					26	27	30	34	25	26	29	35			
78	Airbus A330-200	515656	233900	47.2	206	14.5	1.42	53	62	73	86	58	63	72	98			
		258029	117041					26	27	30	34	25	26	29	35			
79	Airbus A330-300	407631	184900	48.0	190	13.4	1.31	40	45	53	62	44	47	53	71			
		264843	120132					27	27	30	35	26	27	30	37			

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri										
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin						
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%			
								A	B	C	D	A	B	C	D			
	1	2	3	4	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
80	Airbus A330-300	453927	205900	47.9	210	14.8	1.45	47	54	63	74	50	54	62	83			
		264843	120132					28	28	31	36	27	28	30	37			
81	Airbus A330-300	469359	212900	47.5	190	13.4	1.31	46	53	63	75	51	55	64	86			
		264843	120132					26	27	30	35	26	27	30	37			
82	Airbus A330-300	475973	215900	47.9	193	13.6	1.33	48	55	66	77	53	57	66	89			
		264843	120132					27	27	30	35	26	27	30	37			
83	Airbus A330-300	480382	217900	47.9	206	14.5	1.42	50	57	68	79	54	58	67	90			
		264843	120132					27	28	31	36	26	28	30	37			
84	Airbus A330-300	482587	218900	47.9	193	13.6	1.33	48	56	67	79	54	58	67	91			
		264843	120132					27	27	30	35	26	27	30	37			
85	Airbus A330-300	509042	230900	47.8	206	14.5	1.42	53	62	73	86	58	62	72	98			
		264843	120132					27	28	31	36	26	28	30	37			
86	Airbus A330-300	515656	233900	47.8	210	14.8	1.45	55	63	75	87	59	63	74	100			
		264843	120132					28	28	31	36	27	28	30	37			
87	Airbus A340-200	560850	254400	39.1	189	13.3	1.30	45	52	62	73	50	54	62	84			
		276109	125242					22	24	25	28	22	22	25	30			
88	Airbus A340-200	575180	260900	39.2	191	13.5	1.32	47	54	65	76	52	56	65	88			
		276109	125242					23	23	25	29	22	23	25	30			
89	Airbus A340-200	608249	275900	39.7	206	14.5	1.42	53	61	73	85	57	62	72	97			
		276109	125242					23	25	26	30	22	23	25	30			
90	Airbus A340-300	560850	254400	39.4	190	13.4	1.31	46	53	63	74	51	55	63	85			
		276109	125242					20	23	25	29	22	23	25	30			
91	Airbus A340-300	568566	257900	39.4	191	13.5	1.32	47	54	64	76	52	56	64	87			
		276109	125242					19	23	25	29	22	23	25	30			
92	Airbus A340-300	575180	260900	39.1	191	13.5	1.32	47	54	65	76	52	56	65	87			
		276109	125242					23	24	25	28	22	23	25	30			
93	Airbus A340-300	575180	260900	40.0	206	14.5	1.42	50	58	68	80	54	58	67	90			
		276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31			
94	Airbus A340-300	579589	262900	40.0	206	14.5	1.42	49	58	69	80	54	59	68	91			
		276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31			
95	Airbus A340-300	599431	271900	40.0	206	14.5	1.42	52	61	72	84	57	61	71	96			
		276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31			
96	Airbus A340-300	608249	275900	40.0	206	14.5	1.42	53	62	73	86	58	62	72	98			
		276109	125242					24	25	26	30	23	23	25	31			
97	Airbus A340-300	611556	277400	39.7	206	14.5	1.42	53	62	73	85	57	62	72	98			
		276109	125242					23	25	26	30	22	23	25	30			
98	Airbus A340-500	813938	369200	32.0	234	16.4	1.61	61	71	83	96	64	69	80	108			
		375598	170370					27	28	30	34	25	26	28	35			
99	Airbus A340-500	822757	373200	32.0	234	16.4	1.61	62	72	85	98	65	70	82	110			
		375598	170370					27	28	30	34	25	26	28	35			
100	Airbus A340-500 HGW	840394	381200	31.6	234	16.4	1.61	63	73	86	99	66	71	83	111			
		375598	170370					27	29	30	34	25	26	28	34			
101	Airbus A340-600	807325	366200	32.2	234	16.4	1.61	61	71	83	96	64	69	80	108			
		388812	176364					28	29	32	36	26	28	30	37			
102	Airbus A340-600	813938	369200	32.2	234	16.4	1.61	62	71	84	97	64	69	81	109			
		388812	176364					28	29	32	36	26	28	30	37			
103	Airbus A340-600	840394	381200	31.7	234	16.4	1.61	63	73	86	100	66	71	83	112			
		388812	176364					28	28	31	36	26	27	29	36			
104	Airbus A380-800	1128755	512000	19.0 (WLG)	218	15.3	1.50	50	58	69	80	52	56	66	90			
		595861	270281					24	26	29	34	24	25	27	34			
								28.5 (BLG)	49	59	76	96	49	54	65	92		
								25	26	29	36	22	23	26	34			

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütüle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m <sup>3</sup>	Orta K=80 MN/m <sup>3</sup>	Düşük K=40 MN/m <sup>3</sup>	Çok Düşük K=20 MN/m <sup>3</sup>	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
105	Airbus A380-800	1238985	562000	19.0 (WLG)	218	15.3	1.50	56	66	78	91	59	64	75	103
		595861	270281					24	26	29	34	24	25	28	34
106	Airbus A380-800	1258827	571000	19.0 (WLG)	218	15.3	1.50	57	67	79	91	59	64	76	104
		595861	270281					24	26	29	33	24	25	27	34
107	ATR 42 Basic Tires	36861	16720	46.2	109	7.66	0.75	9	10	10	11	8	9	10	11
		22675	10285					5	5	6	6	4	5	5	6
108	ATR 42 Low Pressure Tires	36861	16720	46.2	75	5.27	0.52	8	9	9	10	6	8	9	11
		22758	10323					4	5	6	6	3	4	5	6
109	ATR 72 Basic Tires	47466	21530	47.8	114	8.01	0.79	13	13	14	15	11	12	14	15
		26896	12200					6	7	7	8	5	6	7	8
110	Avro RJ70 <sup>2</sup> Standard Tires	84500	38329	46.0	119	8.17	0.82	18.9	20.5	22.0	23.3	17.1	18.7	21.2	24.8
		49500	22453					10.0	10.9	11.8	12.6	9.3	10.1	10.9	12.9
111	Avro RJ70 <sup>2</sup> Low Pressure Tires	84500	38329	46.0	81	5.59	0.56	16.4	18.3	20.1	21.6	14.3	17.5	20.2	24.4
		49500	22453					8.6	9.7	10.7	11.6	7.5	9.0	10.4	12.7
112	Avro RJ70 <sup>2</sup> Low Pressure Tires	84500	38329	46.0	76	5.23	0.52	15.9	18.0	19.8	21.3	13.7	16.8	20.1	24.4
		49500	22453					8.4	9.5	10.5	11.4	7.1	8.9	10.3	12.6
113	Avro RJ85 <sup>2</sup> Standard Tires	93500	42411	47.1	135	9.32	0.93	22.7	24.4	26.0	27.3	20.6	21.9	24.9	28.5
		51300	23269					11.2	12.1	13.0	13.8	10.3	10.9	11.9	13.9
114	Avro RJ85 <sup>2</sup> Low Pressure Tires	93500	42411	47.1	99	6.81	0.68	20.4	22.4	24.2	25.7	18.2	21.5	23.8	28.2
		51300	23269					10.0	11.0	12.0	12.9	8.9	10.4	11.4	13.8
115	Avro RJ100 <sup>2</sup> Standard Tires	98000	44452	47.2	143	9.89	0.99	24.7	26.5	28.1	29.4	22.5	23.6	26.8	30.4
		53700	24358					12.2	13.1	14.0	14.8	11.1	11.6	12.7	14.8
116	Avro RJ100 <sup>2</sup> Low Pressure Tires	98000	44452	47.2	108	7.42	0.74	22.5	24.5	26.4	27.9	20.4	23.0	26.1	30.2
		53700	24358					11.0	12.0	13.0	13.9	10.0	11.4	12.2	14.7
117	BAe ATP	50550	22929	46.5	86	6.02	0.59	8.8	10.7	12.5	14.7	10.5	11.6	12.5	13.4
		32000	14515					4.9	5.9	6.7	8.1	5.9	6.5	7.1	7.7
118	BAe 1-11 Series 400	87500	39600	47.5	135	9.48	0.93	25	26	28	29	22	24	27	29
		49600	22498					13	13	14	15	11	12	13	15
119	BAe 1-11 Series 475	98500	44679	47.5	83	5.81	0.57	22	25	27	28	19	24	28	31
		51700	23451					10	11	12	13	9	10	12	15

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütüle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
	1	2	3	4	5	6	7	A	B	C	D	A	B	C	D
		lbs	kgs		psi	kg/cm2	mPa	8	9	10	11	12	13	14	15
120	BAe 1-11 Series 500	105500	47400	47.5	157	11.01	1.08	32	34	35	36	29	30	33	35
		54580	24757					15	16	16	17	13	13	15	17
121	BAe 125- 400	23370	10600	45.5	112	7.85	0.77	6	6	7	7	5	5	6	7
		12529	5683					3	3	3	3	2	3	3	3
122	BAe 125- 600	25000	11340	45.5	120	8.64	0.83	7	7	7	8	5	6	7	8
		12529	5683					3	3	3	3	2	3	3	3
123	BAe 125- 800 Low Pressure Tires	25500	11567		92	6.48	0.63	5.2	6.2	7.0	7.9	6.3	6.8	7.1	7.4
		15500	7031					1.6	2.7	3.6	4.2	3.0	3.4	3.7	3.9
124	BAe 125- 800 Standard Tires	27400	12428		130	9.15	0.90	6.4	6.9	7.9	8.6	7.5	8.1	8.4	8.7
		15500	7031					2.4	2.9	3.5	4.3	3.3	3.6	3.8	4.2
125	BAe 146- 100 <sup>3</sup> Standard Tires	84500	38329	46.0	117	8.23	0.81	16.8	18.3	20.7	24.4	18.8	20.4	21.9	23.1
		49500	22453					9.2	10.0	10.9	12.8	10.1	11.1	12.0	12.7
126	BAe 146- 100 <sup>3</sup> Low Pressure Tires	84500	38329	46.0	77	5.41	0.53	13.8	16.7	19.6	23.7	15.9	17.8	19.7	21.2
		49500	22453					7.4	8.9	10.2	12.6	8.7	9.6	10.7	11.6
127	BAe 146- 200 <sup>3</sup> Standard Tires	93500	42411	47.1	133	9.35	0.92	20.4	21.7	24.6	28.4	23.1	24.9	26.4	27.7
		51300	23269					10.1	10.7	11.7	13.6	11.5	12.3	13.2	13.9
128	BAe 146- 200 <sup>3</sup> Low Pressure Tires	93500	42411	47.1	95	6.68	0.66	18.0	21.0	23.8	28.0	20.3	22.3	24.1	25.7
		51300	23269					8.7	10.1	11.1	13.5	9.9	11.0	11.9	12.8
129	BAe 146- 300 <sup>3</sup> Standard Tires	95500	43318	47.2	137	9.64	0.95	21.1	22.4	25.3	29.2	24.0	25.8	27.3	28.7
		53700	24358					10.8	11.4	12.4	14.5	12.2	13.2	14.0	14.8
130	BAe 146- 300 <sup>3</sup> Low Pressure Tires	95500	43318	47.2	99	6.96	0.68	19.0	21.8	24.6	28.8	21.2	23.2	25.0	26.6
		53700	24358					9.5	10.9	11.9	14.4	10.7	11.8	12.8	13.7
131	BAe 748	46500	21092	43.6	86	6.02	0.59	10	11	11	12	8	9	11	13
		26859	12183					5	5	6	6	4	5	6	7
132	B707-120B	258000	117027	46.7	170	11.95	1.17	28	33	40	46	29	32	38	50
		127500	57833					12	13	15	18	12	13	14	18
133	B707-320B	328000	148778	46.0	180	12.66	1.24	39	46	54	62	39	43	52	67
		142800	64773					14	15	18	20	15	16	17	23
134	B707-320C (Freighter)	336000	152407	46.7	180	12.66	1.24	41	48	57	66	41	46	55	71
		135500	61462					13	14	17	19	13	14	15	20

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
								A	B	C	D	A	B	C	D
		lbs	kgs		psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	8	9	10	11	12	13	14	15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
135	B707-320C (Convertible)	336000	152407	46.7	180	12.66	1.24	41	48	57	66	41	46	55	71
		155100	70352					15	17	20	23	16	16	18	24
136	B707-320/420	316000	143335	46.1	180	12.66	1.24	37	43	52	59	37	41	50	64
		142600	64682					15	17	20	23	16	16	18	24
137	B717-200	115000	52210	48.05	158	11.11	1.09	33	34	36	38	29	31	35	38
138	B720B	235000	106594	46.4	145	10.19	1.00	25	30	37	42	27	29	36	47
		115000	52163					10	11	14	16	11	11	13	17
139	B727-100	170000	77111	47.6	165	11.6	1.14	46	48	51	53	42	43	49	54
		87700	39780					21	22	24	25	19	20	22	25
140	B727-200 (Standard)	173000	78471	48.5	167	11.74	1.15	48	51	53	56	43	45	51	57
		97600	44271					24	26	27	29	22	23	25	29
141	B727-200 (Basic)	185200	84005	48.0	148	10.41	1.02	50	52	56	58	46	48	55	60
		97600	44271					23	24	26	28	21	22	25	29
142	B727-200 (Advanced)	197700	89675	46.9	167	11.47	1.15	54	57	60	63	49	52	58	63
		98000	44452					24	25	27	28	22	22	24	28
143	B727-200 (Advanced)	210000	95254	46.5	173	12.16	1.19	58	61	64	67	52	55	62	67
		100700	45677					24	25	27	29	22	23	25	29
144	B727-200 (Freighter)	204000	92533	47.1	167	11.74	1.15	56	59	63	65	51	54	61	66
		100000	45359					24	25	27	29	22	23	25	29
145	B737-100	97800	44361	46.2	138	9.70	0.95	23	24	26	27	21	22	25	29
		57200	25945					12	13	14	15	11	12	13	15
146	B737-100	111000	50349	45.9	157	11.04	1.08	27	29	31	32	25	26	29	33
		57200	25945					12	12	13	15	12	13	14	15
147	B737-200	100800	45722	46.4	141	9.91	0.97	24	25	27	29	22	23	26	30
		57200	25945					12	13	14	15	11	12	13	15
148	B737-200 (Advanced)	117500	53297	46.4	166	11.67	1.14	30	32	34	35	27	28	32	36
		63700	28894					15	15	17	17	13	14	15	17
149	B737-200/200QC (Advanced)	117500	53297	46.4	96	6.75	0.66	25	27	30	32	22	26	30	35
		63700	28894					12	13	14	15	11	13	14	17
150	B737-200/200QC (Advanced)	128600	58332	46.0	182	12.80	1.25	34	36	38	39	30	31	35	39
		64200	29121					14	14	15	17	15	16	17	18
151	B737-300	135500	61462	46.2	195	13.71	1.34	37	39	41	42	32	34	38	42
		72500	32885					18	19	20	21	16	16	17	20
152	B737-300	140000	63503	45.4	201	14.13	1.39	38	40	42	43	33	35	39	43
		72500	32885					15	16	17	20	18	18	20	20
153	B737-400	139000	63049	47.0	204	14.34	1.41	40	41	43	45	34	36	40	44
		72000	32659					18	19	20	21	16	16	17	20
154	B737-400	150500	68266	46.9	185	13.08	1.28	42	44	47	48	37	39	44	48
		72000	32659					18	19	20	21	16	16	17	20
155	B737-500	134000	60781	46.0	194	13.64	1.34	37	38	40	42	32	33	37	41
		72000	32659					18	18	20	20	16	16	17	20
156	B737-600	146000	66224	45.3	186	13.08	1.28	37	39	41	43	33	34	38	43
		80200	36378					18	19	21	22	17	17	18	21
157	B737-700	155000	70307	45.8	197	13.85	1.36	41	43	45	47	36	38	42	47
		83000	37648					20	21	22	23	18	18	19	22

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K=20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
								A	B	C	D	A	B	C	D
		lbs	kgs		psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	8	9	10	11	12	13	14	15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
158	B737-700C/-700ER	171500	77791	45.8	196	13.78	1.35	46	49	51	53	41	43	48	53
		86000	39009					21	22	23	24	18	19	20	23
159	B737-800	174700	79243	46.7	204	14.34	1.41	49	51	54	56	43	45	50	55
		91300	41413					23	24	25	27	20	21	22	26
160	B737-900	174700	79243	46.7	204	14.34	1.41	49	51	54	56	43	45	50	55
		91300	41413					23	24	25	27	20	21	22	26
161	B737-900ER	188200	85366	47.2	220	15.47	1.52	56	58	60	62	48	51	56	61
		98500	44679					26	27	29	30	23	23	25	29
162	B737 BBJ	171500	77791	45.8	196	13.78	1.35	46	49	51	53	41	43	48	53
		94000	42638					23	24	25	27	20	21	22	26
163	B737 BBJ2	174700	79243	46.7	204	14.34	1.41	49	51	54	56	43	45	50	55
		98000	44452					25	26	28	29	22	23	24	28
164	B737 BBJ3	188200	85366	47.2	220	15.47	1.52	56	58	60	62	48	51	56	61
		100000	45359					26	27	29	30	23	23	25	29
165	B747-100B	574000	260362	48.1	152	10.69	1.05	28	33	40	47	31	33	40	55
		362700	164518					16	18	21	25	18	19	21	27
166	B747-100B	753000	341555	46.2	192	13.50	1.32	42	49	59	68	43	47	56	76
		378900	171866					18	20	23	27	19	19	22	28
167	B747 SP	703000	318875	21.9	205	14.41	1.41	38	44	53	61	38	41	49	67
		326300	148007					15	16	19	22	15	16	17	21
168	B747-200B	778000	352895	23.6	199	13.99	1.37	46	54	64	73	46	51	62	82
		381100	172864					19	21	24	28	19	20	22	29
169	B747-200C	836000	379203	22.7	201	14.13	1.39	48	56	67	77	48	53	65	86
		393900	178670					19	21	24	28	19	20	22	28
170	B747-200F	836000	379203	22.7	201	14.13	1.39	48	56	67	77	48	53	65	86
		345300	156625					16	18	20	23	16	17	19	23
171	B747-300C	836000	379203	22.7	190	13.36	1.31	47	55	66	76	48	53	65	85
		385500	174860					18	20	23	27	19	19	22	28
172	B747-400B	878200	398345	23.3	200	14.06	1.38	53	62	74	85	53	59	73	94
		364000	165108					18	19	22	26	18	19	21	26
173	B747-400F	877000	397801	23.3	200	14.06	1.38	53	62	74	85	53	59	73	94
		400000	181437					20	22	25	29	20	21	24	30
174	B747-400ER	913000	414130	23.4	228	16.03	1.57	59	69	81	92	57	63	78	100
		406900	184567					21	23	27	31	21	22	24	31
175	B747-400ERF (Freighter)	913000	414130	23.4	230	16.17	1.59	59	69	81	92	57	63	78	100
		362400	164382					19	20	23	27	18	19	21	26
176	B747-8	990000	449060	23.7	221	15.54	1.52	65	77	90	102	63	71	88	112
		460000	208650					24	27	32	36	24	26	29	38
177	B747-8F	990000	449060	23.6	221	15.54	1.52	65	76	90	102	63	70	88	111
		410000	185970					21	23	27	31	21	22	24	32
178	B757-200	251000	113852	46.2	179	12.58	1.23	30	36	42	48	29	33	40	52
		133000	60328					13	15	18	21	13	14	16	21
179	B757-200	256000	116120	45.6	183	12.87	1.26	31	36	43	49	30	33	40	53
		133000	60328					13	15	18	20	13	14	16	21
180	B757-200PF	256000	116120	45.6	183	12.87	1.26	31	36	43	49	30	33	40	53
		114000	51710					11	12	14	17	11	11	13	16
181	B757-300	273500	124058	46.4	200	14.06	1.38	36	42	49	56	33	37	46	59
		142400	64592					15	17	20	23	15	16	18	23
182	B767-200	361000	163747	45.8	190	13.36	1.31	39	46	55	63	40	44	52	71
		181500	82327					17	19	22	25	17	18	20	26
183	B767-200ER	396000	179623	45.4	190	13.36	1.31	44	51	62	71	45	50	60	80
		181500	82327					17	18	21	25	17	18	20	25

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max. Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K=20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
								psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	A	B	C	D	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
184	B767-300	361000 190000	163747 86183	47.5	182	12.80	1.25	40 18	47 20	57 24	66 28	42 19	46 20	55 22	75 29
185	B767-300ER	413000 198000	187334 89811	46.2	200	14.06	1.38	48 19	57 21	68 25	78 29	49 20	54 21	66 23	87 30
186	B767-300ERF (Freighter)	413000 190000	187334 86183	46.1	200	14.06	1.38	48 18	57 20	68 23	78 27	49 19	54 20	66 22	87 28
187	B777-400ER	451000 228000	204570 103419	47.0	218	15.33	1.50	59 24	69 27	81 32	92 37	57 24	63 26	79 29	100 39
188	B777-200	547000 300000	248115 136078	46.8	182	12.80	1.25	38 21	47 21	61 25	77 31	39 18	44 20	53 22	75 29
189	B777-200	557000 298000	252651 135171	47.7	186	13.08	1.28	40 21	50 21	66 25	82 32	41 19	46 20	56 23	79 30
190	B777-200ER	658000 300000	298464 136078	45.9	205	14.41	1.41	50 21	63 21	82 25	101 31	49 18	55 20	68 22	95 29
191	B777-200LR	768000 320000	348359 145150	45.9	218	15.33	1.50	64 23	82 23	105 27	127 34	62 20	69 21	87 24	117 31
192	B777-300	662000 348000	300278 157850	47.4	215	15.12	1.48	54 26	68 26	88 33	107 41	53 23	59 24	72 28	100 38
193	B777-300ER	777000 370000	352441 167829	46.2	221	15.54	1.52	66 27	85 28	108 34	131 43	64 24	71 25	89 29	120 40
194	B777F (Freighter)	768800 318300	348722 144378	45.9	221	15.54	1.52	65 23	82 23	105 27	127 34	62 19	69 21	87 23	117 31
195	B787-3	377000 260000	171004 117934	47.6	182	12.80	1.25	40 26	46 29	56 34	66 40	43 27	47 29	55 33	76 44
196	B787-8	503500 300000	228380 136080	45.6	228	16.03	1.57	61 32	71 35	84 41	96 48	60 31	66 33	81 38	106 52
197	B787-9	555000 345000	251740 156490	46.8	224	15.75	1.54	65 37	75 40	89 47	103 54	66 37	73 39	87 44	117 60
198	Canadair CL44	211000 89000	95708 40370	47.5	162	11.42	1.12	25 9	30 10	35 11	40 13	27 9	30 10	36 11	47 14
199	CRJ-100	51251 30100	23247 13653	46.6	168	11.36	1.16	14.2 8.1	15.0 8.5	15.7 8.9	16.2 9.3	12.5 6.9	13.2 7.1	14.9 7.9	16.2 9.1
200	CRJ-700	75250 42990	34132 19500	47.5	153	10.76	1.05	19.5 11	20.8 11	21.9 12	22.9 13	17.18 9	18.1 10	20.5 11	23.17 12
201	CRJ-900ER	82500 48160	37421 21845		162	11.42	1.12	22.7 12	23.7 13	24.9 14	25.9 14	19.7 11	20.6 11	23.4 12	26.0 14
202	CRJ-900LR	85000 48160	38555 21845		162	11.42	1.12	22.8 12	23.8 13	25.0 14	26.0 14	19.9 11	20.7 11	23.5 12	26.2 14
203	CRJ-1000	82500 51100	37421 23179		193	13.57	1.33	22.7 12	23.7 13	24.9 14	25.9 14	19.7 11	20.6 11	23.4 12	26.0 14
204	CRJ-1000ER	85000 51100	38555 23179		193	13.57	1.33	22.8 12	23.8 13	25.0 14	26.0 14	19.9 11	20.7 11	23.5 12	26.2 14
205	DC-8-63/73	358000 162000	162386 73482	48.1	196	13.78	1.35	51 18	60 20	69 23	78 27	48 18	55 19	66 21	81 27
206	DC-9-32	109000 56855	49442 25789	46.2	152	10.70	1.05	29 14	31 15	33 15	34 16	26 12	28 13	31 14	34 16
207	DC-9-41	115000 61335	52163 27821	46.65	160	11.22	1.10	32 15	34 16	35 17	37 18	28 13	30 14	33 15	37 18
208	DC-9-51	122000 64675	55338 29336	47.0	170	11.93	1.17	35 17	37 17	39 18	40 19	31 15	32 15	36 16	39 19
209	DC-10-10/- 10CF	458000 245000	207745 111130	46.7	195	13.71	1.34	48 24	56 25	67 29	78 34	51 24	56 25	66 28	91 35
210	DC-10-30/- 40/-30CF/- 40CF	583000 250000	264444 113398	37.5	177	12.44	1.22	48 19	56 19	68 22	79 25	52 19	57 19	68 21	94 26

Ek-A (Devam)

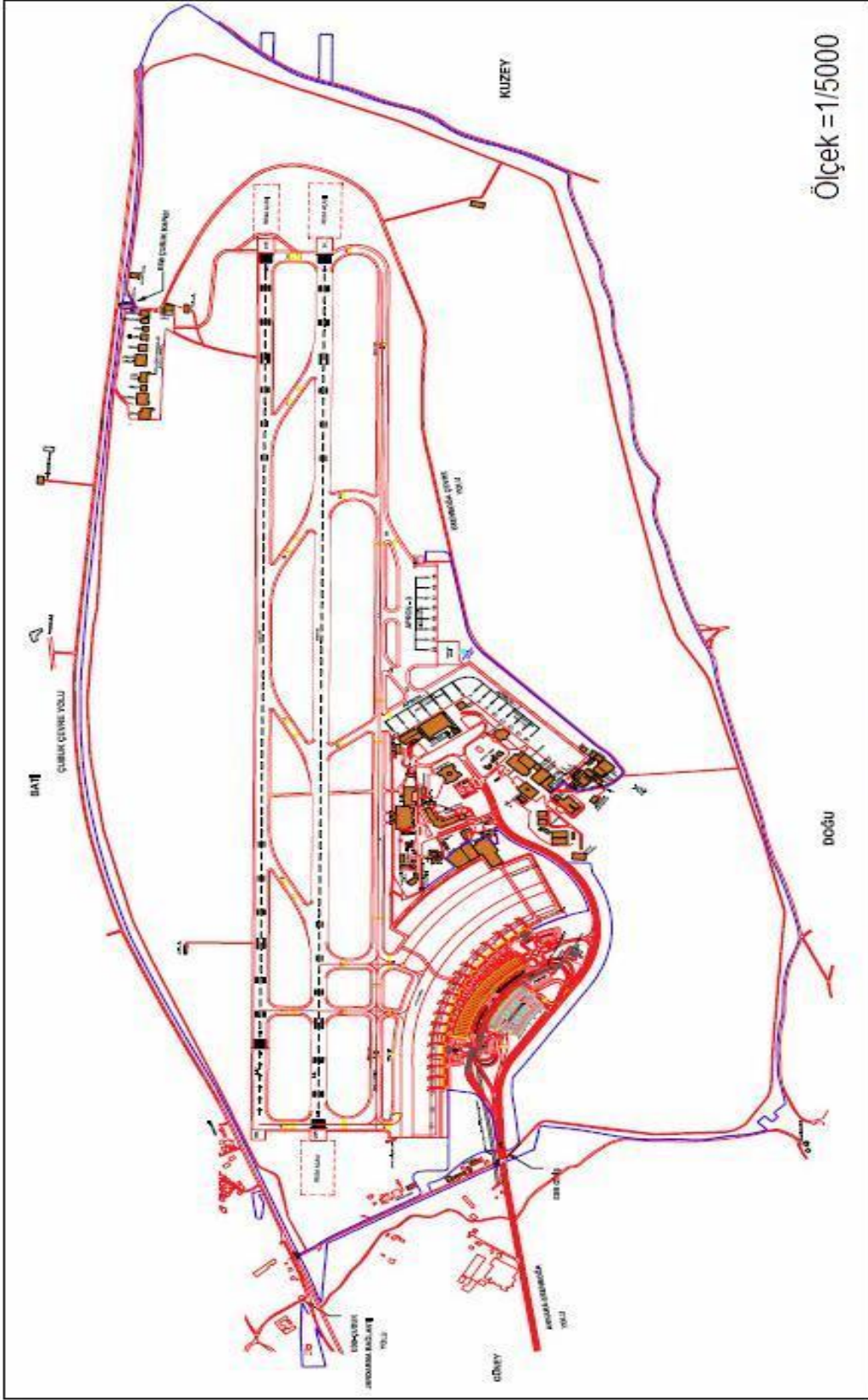
S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı		ACN Değerleri											
							Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin							
							Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K = 20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%				
							A	B	C	D	A	B	C	D				
		lbs	kgs		psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
211	MD-11ER	633000	287124	38.8	206	14.48	1.42	59	69	82	96	62	68	81	110			
		290000	131542					24	25	29	33	24	25	27	34			
212	MD-81	141000	63956	47.75	170	11.93	1.17	40.6	42.8	44.8	46.4	36.0	37.9	42.7	46.3			
		81460	39950					20.6	21.9	23.3	24.3	18.4	19.0	21.2	24.8			
213	MD-82/MD-88	150500	68266	47.55	184	12.95	1.27	44.7	46.9	48.8	50.4	39.1	41.9	46.3	49.8			
		81460	39950					20.9	22.3	23.5	24.6	18.2	18.5	21.0	24.8			
214	MD-83	161000	73028	47.4	195	13.71	1.34	49	51	53	55	42	46	50	53			
		80000	36287					21	22	24	25	18	19	21	24			
215	MD-87	141000	63957	47.4	170	11.95	1.17	40	42	44	46	36	37	42	46			
		73000	33112					18	19	21	22	16	17	19	22			
216	MD-90-30ER	168500	76430	47.0	193	13.57	1.33	51	53	55	57	44	48	52	55			
		89000	40370					24	25	26	27	21	21	24	27			
217	DHC7 DASH7	43800	19867	46.75	107	7.55	0.74	11	12	13	13	10	11	12	14			
		26000	11793					6	6	7	7	5	6	6	8			
218	DASH8 Series 100 Standard Tires	34700	15740	47.1	131	9.21	0.90	9.0	9.4	10.0	10.4	7.6	8.2	9.4	10.6			
		22000	9979					5.1	5.4	5.9	6.1	4.5	4.7	5.2	6.2			
219	DASH8 Series 100 Optional Tires	34700	15740	47.1	77	5.41	0.53	7.7	8.3	9.0	9.5	5.8	7.4	8.8	10.4			
		22000	9979					4.4	4.8	5.3	5.6	3.4	4.2	4.8	6.1			
220	Dornier 228-101/201	13250	6010	44.2	70	4.9	0.48	3.8	4.0	4.1	4.2	3.1	3.8	4.6	4.9			
		8224	3730					2.4	2.5	2.6	2.6	1.9	2.4	2.8	3.0			
221	Dornier 228-202	13734	6230	45.1	74	5.1	0.50	4.1	4.3	4.4	4.5	3.4	4.1	4.9	5.1			
		8354	3789					2.5	2.6	2.7	2.8	2.1	2.5	3.0	3.1			
222	Dornier 228-212	14175	6430	45.1	75	5.2	0.51	4.3	4.4	4.6	4.7	3.6	4.3	5.1	5.3			
		8398	3809					2.6	2.7	2.7	2.8	2.1	2.6	3.0	3.1			
223	Dornier 328-100	30247	13720	46.2	116	8.15	0.80	7.6	8.1	8.5	8.9	6.3	7.0	8.1	9.1			
		19423	8810					4.5	4.8	5.1	5.4	3.8	4.1	4.5	5.5			
224	Embraer EMB 120 RT	25529	11580	47.4	115	8.09	0.80	6.4	6.8	7.2	7.5	5.3	5.8	6.6	7.7			
		17066	7750					3.9	4.2	4.5	4.7	3.3	3.6	4.0	4.8			
225	Embraer EMB 120 ER	26609	12070	47.4	127	8.93	0.88	6.9	7.3	7.7	8.0	5.8	6.1	7.0	8.0			
		17213	7808					4.1	4.4	4.6	4.9	3.4	3.7	4.1	4.8			
226	Embraer ERJ 145 RT	42549	19300	47.2	131	9.21	0.91	11.0	11.7	12.4	12.9	9.4	10.1	11.6	13.1			
		25573	11600					6.0	6.4	6.9	7.2	5.2	5.5	6.1	7.2			
227	Embraer ERJ 145 ER	45635	20700	47.2	139	9.77	0.95	12.2	12.9	13.6	14.1	10.5	11.1	12.7	14.3			
		25573	11600					6.1	6.5	6.9	7.3	5.3	5.6	6.1	7.2			
228	Embraer ERJ 170	79697	36150	47.5	150	10.6	1.04	22	24	25	26	20	21	24	26			
		45636	20700					11	12	13	14	10	11	12	14			
229	Embraer ERJ 175	83026	37660	47.5	150	10.6	1.04	22	24	25	26	20	21	24	26			
		47399	21500					11	12	13	14	10	11	12	14			
230	Embraer ERJ 190 STD	105712	47950	46.3	151	10.7	1.04	24	26	28	29	22	23	26	30			
		65037	29500					13	14	15	16	12	13	14	15			
231	Embraer ERJ 190 LR	111246	50460	46.2	151	10.7	1.04	26	28	29	31	24	25	27	32			
		65037	29500					13	14	15	16	12	13	14	15			
232	Embraer ERJ 190 AR	114553	51960	46.1	151	10.7	1.04	26	28	30	32	25	25	28	33			
		65037	29500					13	14	15	16	12	13	14	15			
233	Embraer ERJ 195	115631	52449	47.5	160	11.2	1.10	31	33	35	36	28	30	33	35			
		63868	28970					15	16	17	18	14	14	16	18			

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri							
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin			
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K=20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%
								A	B	C	D	A	B	C	D
		lbs	kgs		psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	8	9	10	11	12	13	14	15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
234	Fokker 27 Standard Mk 200/400 /500/600	45000	20412	47.35	80	5.62	0.55	10	11	12	13	8	10	12	14
		25000	11340					5	5	6	6	4	5	6	7
235	Fokker 27 RFV Mk 200/400 /500/600	45000	20412	47.3	58	4.08	0.40	8	9	10	11	6	8	11	13
		25000	11340					4	5	5	6	3	4	5	6
236	Fokker 28 Mk 1000 High Tire Pressure	66500	30164	46.4	100	7.03	0.69	15	16	17	18	12	15	17	20
		35000	15876					7	8	8	9	6	7	8	10
237	Fokker 28 Mk 1000 Low Tire Pressure	66500	30164	46.4	70	4.92	0.48	13	14	16	17	10	13	16	19
		33500	15876					6	7	7	8	5	6	7	9
238	Fokker 28 Mk 2000 High Tire Pressure	65000	29484	46.9	102	7.17	0.70	15	17	17	19	13	15	18	20
		35000	15876					7	7	8	9	6	7	8	9
239	Fokker 28 Mk 2000 Low Tire Pressure	65000	29484	46.9	71	5.00	0.49	13	15	16	17	10	13	17	20
		35000	15876					6	7	8	8	5	6	7	9
240	Fokker 28Mk 3000/4000 High Tire Pressure	73000	33113	46.5	101	7.10	0.70	17	18	19	20	14	17	19	22
		38000	17240					8	8	9	10	7	8	9	10
241	Fokker 28 Mk 3000/4000 Low Tire Pressure	73000	33113	46.5	78	5.48	0.54	15	17	18	19	13	16	19	22
		38000	17240					7	8	8	9	6	7	8	10
242	Fokker 50 High Tire Pressure	45900	20820	47.8	{85	5.98	0.59	10	11	12	13	8	10	12	14
		27886	12649					80	5.62	0.55	6	6	7	7	5
243	Fokker 50 Low Tire Pressure	45900	20820	47.8	60	4.22	0.41	9	10	11	12	6	9	11	14
		27886	12649					5	5	6	7	4	5	6	8
244	Fokker 100	98500	44680	47.8	142	9.98	0.98	28	29	31	32	25	27	30	32
		53736	24375					13	14	15	16	12	13	14	16
245	L-100-20	155800	70670	24.1	105	7.38	0.72	30	33	36	38	27	31	33	38
		75409	34205					14	15	16	17	12	14	15	16
246	L-100-30	155800	70670	24.2	105	7.38	0.72	30	33	36	38	27	31	33	39
		76502	34701					14	15	16	17	12	14	15	17
247	L-1011-1	432000	195952	47.4	193	13.56	1.33	45	52	62	73	52	56	66	91
		240000	108862					24	25	28	33	25	27	29	38
248	L-1011- 100/200	468000	212281	46.8	175	12.34	1.21	46	55	66	78	56	61	73	100
		244682	110986					23	24	28	32	25	26	30	38

Ek-A (Devam)

S.No.	Uçak Tipi	Brüt Kütle (Max.Apron Ağırlığı) (Boş Ağırlık)		Tek İniş Takımında ki Yük (%)	Lastik Basıncı			ACN Değerleri											
								Rijit Üstyapı Tabii Zemin				Esnek Üstyapı Tabii Zemin							
								Yüksek K=150 MN/m3	Orta K=80 MN/m3	Düşük K=40 MN/m3	Çok Düşük K=20 MN/m3	Yüksek CBR 15%	Orta CBR 10%	Düşük CBR 6%	Çok Düşük CBR 3%				
								A	B	C	D	A	B	C	D				
	1	2	3	4	psi	kg/cm <sup>2</sup>	mPa	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
249	L-1011-500	498000 240136	225889 108924	46.2	184	12.95	1.27	50	59	72	84	23	24	27	31	60	65	79	107
250	YS-11A	51800 34170	23500 15500	45.11	77	5.40	0.53	9	10	11	12	5	5	6	6	8	10	11	13
251	Antonov An-12	134480 70547	61000 32000	46.0	107	7.54	0.74	13	17	20	23	7	7	8	10	16	18	21	26
252	Antonov An-22	496035 261245	225000 118500	45.9	71	5.00	0.49	25	27	27	37	12	14	15	15	28	36	43	61
253	Antonov An-24	46296 29541	21000 13400	46.6	71	5.00	0.49	9	10	11	12	5	6	7	7	7	9	11	14
254	Antonov An-26	52910 33069	24000 15000	46.6	56	3.97	0.39	9	10	12	13	5	5	6	7	4	5	7	8
255	Antonov An-32	59524 41887	27000 19000	46.7	71	5.00	0.49	12	13	14	15	8	9	9	10	9	12	14	17
256	Antonov An-72	76059 41887	34500 19000	45.9	71	5.00	0.49	2	13	14	16	6	7	7	8	9	12	14	16
257	Antonov An-124-100	877430 396828	398000 180000	47.9	157	11.0	1.08	36	49	74	101	16	16	19	25	50	58	73	100
258	Antonov An-225	1322760 559968	600000 254000	47.5	171	12.03	1.18	41	56	84	122	16	16	19	25	55	64	81	110
259	IL-18	142197 73854	64500 33500	47.0	133	9.38	0.92	16	20	24	27	7	8	10	11	18	19	24	31
260	IL-62M	370373 157408	168000 71400	47.0	157	11.01	1.08	43	52	62	71	16	17	19	22	50	57	67	83
261	IL-62	358468 146387	162600 66400	47.0	157	11.01	1.08	42	50	60	69	14	15	18	20	47	54	64	79
262	IL-76T	376986 184745	171000 83800	23.5	86	6.02	0.59	29	29	32	33	10	13	13	14	24	27	34	45
263	IL-76TD	421078 192241	191000 87200	23.5	100	7.03	0.69	35	35	36	40	12	14	15	16	29	32	40	53
264	IL-86	477295 244094	216500 110700	31.2	135	9.48	0.93	26	31	38	45	14	15	17	20	34	36	44	61
265	IL-96	509355 245858	231000 111500	31.7	157	11.00	1.08	35	43	52	61	15	16	19	23	42	46	57	76
266	IL-114	50164 31973	22750 14500	47.5	86	6.02	0.59	11	12	13	14	6	7	8	8	9	11	13	15
267	Saab 340B	28800 17715	13065 8035	46.5	115	8.09	0.79	7.4	7.9	8.3	8.6	4.6	4.8	5.1	5.3	6.1	6.8	7.8	9.0
268	Saab 2000	50706 30203	23000 13700	47.5	165	11,62	1,14	14.5	15.2	15.8	16.2	7.8	8.2	8.7	9.1	12.5	13.1	14.8	16.2
269	Sukhoi SSJ 100-95	101413 60627	46000 27500		161	11,32	1,11	27.0	28.6	30.1	31.3	13.5	14.5	15.4	16.2	23.8	24.8	28.0	31.5
270	Sukhoi SSJ 100-75	88185 60627	40000 27500		161	11,32	1,11	22.1	23.5	24.8	26.0	13.5	14.5	15.4	16.2	19.8	20.4	22.9	26.3
271	TU-134A	104940 64705	47600 29350	45,6	120	8,50	0,83	11	13	16	19	7	8	9	10	12	13	16	21
272	TU-154B	216050 117946	98000 53500	45,1	135	9,50	0,93	19	25	32	38	8	10	13	17	20	24	30	38
273	TU-204	206130 121187	93500 54970	45,4	199	13,97	1,37	23	27	32	37	12	14	16	18	25	28	33	43
274	YAK-40	35274 21385	16000 9700	44,0	56	3,97	0,39	9	9	10	10	6	6	6	6	7	9	11	13
275	YAK-42	124560 70106	56500 31800	47,0	127	8,97	0,88	13	16	20	23	6	7	9	10	15	16	20	26



Esenboğa Havalimanı Vaziyet Planı