

**TİCARİ YOLCU UÇAKLARININ
ALINMASINDA DEĞERLENDİRME
KRİTERLERİ VE
GENİŞ GÖVDELİ UÇAKLARDA
BİR UYGULAMA**

Burak ONGAN
Yüksek Lisans Tezi

Sivil Havacılık Anabilim Dalı
Ocak-2007

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Burak ONGAN'nın "Ticari yolcu uçaklarının alınmasında değerlendirme kriterleri ve geniş gövdeli uçaklarda bir uygulama " başlıklı **Sivil Havacılık** Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 13/12/2006 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışman): Prof. Dr. MUSTAFA CAVCAR
Üye : Yard. Doç. Dr. A. AKİLE TANATMIŞ
Üye : Yard. Doç. Dr. ENDER GEREDE

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****TİCARİ YOLCU UÇAKLARININ ALINMASINDA
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ VE
GENİŞ GÖVDELİ UÇAKLARDA BİR UYGULAMA****Burak ONGAN****Anadolu Üniversitesi****Fen Bilimleri Enstitüsü****Sivil Havacılık Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Mustafa CAVCAR****2007, 79 sayfa**

Hava yolu şirketlerinin kurulmasında filo oluştururken veya filoya yeni bir uçak alınmak istendiğinde, günümüzün yolcu isteklerinin karşılanması ve sektörde iyi bir yer edinebilmek amacıyla en doğru uçak tercihinin yapılması önemlidir. Bu tercih de hava yolu elde edeceği kârı, dünyadaki politikaları, günün şartlarını, ve yolcu potansiyelini göz önüne alır. Her hava yolunun model seçiminde en doğru tercihi yapabilmesi için, özel şirketlere başvurarak kendileri için en uygun olacak olan kriterleri bildirerek seçtiği uçakların karşılaştırılmasını yaptırırlar. Bu tezde ticari yolcu uçaklarının alınmasındaki değerlendirme kriterleri incelenmiş olup, seçilen Boeing 777 ve Airbus 330 serisi uçakların karşılaştırması yapılmıştır. Bu uçakları tercih edebilecek hava yolu şirketlerine bir referans olabilir.

Anahtar Kelimeler : Hava Taşımacılığı, Uçak Performansı, Karar Verme, Ekonomi, Dünya'daki politikalar

ABSTRACT**Master of Science Thesis****EVALUATION CRITERIA IN PROCUREMENT OF
COMMERCIAL PASSENGER AIRCRAFT
AND
AN APPLICATION TO WIDE-BODY AIRCRAFT****Burak ONGAN****Anadolu University
Graduate School of Sciences
Program of Civil Aviation****Supervisor: Prof. Dr. Mustafa CAVCAR****2007, 79 pages**

While forming the fleet for the establishment of airline companies or if there's a need for a new airplane, it's important to make the right decision while choosing your airplane in order to respond to the requires of the travelers and to have a part in the sector. In this preference the airline considers its profit, politics in the World, conditions of the day and potential of the traveler. To make the right preference while choosing the model, they must inform the companies about the most suitable criterion for them and so that they can make the comparison of the aircraft they chose. In this thesis, evaluation criterions of getting these commercial traveler aircraft are investigated and the comparison of the Boeing 777 and Airbus 330 series aircraft is completed. This can be a reference for the airline companies that way prefer these aircraft.

Keywords: Air Transportation, Performance of the Aircraft,
To Make a Decision, Economy, Politics in the World

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. HAVA YOLU İŞLETMELERİNDE UÇAK SEÇİMİ.....	1
2. ÇOKLU NİTELİKLERDE KARAR VERME YÖNTEMİ.....	3
2.1. Çift Karşılaştırma.....	4
2.2. Alternatifleri Sıraya Dizme Metodu.....	5
2.3. Normalleştirme Yöntemi.....	6
2.4. Ağırlık ve Tercih Etkililiği.....	7
3. YÖNTEMİN BOEİNG 777 VE AIRBUS 330 SERİSİ UÇAKLARDA	
UYGULANMASI.....	12
3.1. Boeing 777 ve Airbus 330 İçin Tanımlar ve Ağırlıklar	13
3.2. Boeing 777 ve Airbus 330 İçin Boyutlar.....	19
3.3. Boeing 777 ve Airbus 330 İçin Yolcu Kapasitesi ve Koltuklar	
Arası Boyutlar.....	20
3.4. Boeing 777 ve Airbus 330 İçin Menziller.....	25
3.5. Paralı Yükün Menzil ile Değişimi.....	27
3.6. Kalkış ve İniş Uzunluğunun Ağırlık, İrtifa, Sıcaklık ve Uçuş	
Konfigürasyonu ile Değişimi.....	33
3.7. Yerde Minimum Dönüş Yarıçapı.....	55
3.8. Uçak Servis Noktaları.....	56
3.9. İşletme Giderleri.....	57
3.10. Toplam Koltuk Mili.....	62

3.11. Yolcu Başına Düşen Bagaj Hacmi.....	63
3.12. Bir Deniz Mili (Nm) Başına Harcanan Yakıt Miktarı.....	65
3.13. Tepki Yükleme.....	66
3.14. Maksimum İşletme Hızı	67
3.15. Uçuş Tavanı	67
3.16. Durmaksızın Uçuş Süreleri.....	68
3.17. Pist Performansı.....	69
3.18. Uçak Sipariş Sayıları	71
3.19. Uçakların Bulunduğu Hava Yolu Sayısı	72
3.20. Çoklu Niteliklerde Karar Verme Yönteminin Uygulanması.....	73
4. SONUÇ.....	78
KAYNAKLAR.....	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
2.1. Hız değişimi ve puanlama	8
2.2. Menzil değişimi ve puanlama.....	8
2.3. Yolcu sayısı değişimi ve puanlama.....	10
3.1. Boeing 777-300ER.....	18
3.2. Boeing 777-200LR.....	18
3.3. Boeing 777 ve Airbus 330 için boyutların gösterilmesi.....	19
3.4. Boeing 777 ve Airbus 330 için maksimum yolcu sayısı (BS/ES)	20
3.5. Boeing 777 ve Airbus 330 için maksimum yolcu sayısı (BS/İS/ES).....	21
3.6. Airbus 330 ve Boeing 777 birinci sınıf boyutlandırılması.....	21
3.7. Airbus 330 ve Boeing 777 iş sınıfı boyutlandırılması.....	22
3.8. Airbus 330 ve Boeing 777 ekonomik sınıf boyutlandırılması.....	23
3.9. Airbus 330 ekonomik sınıf boyutlandırılması.....	23
3.10. Boeing ekonomik sınıf boyutlandırılması.....	23
3.11. Airbus 330 ve Boeing 777 koltuk genişlikleri.....	24
3.12. Boeing 777 ve Airbus 330 menzilleri.....	26
3.13. Boeing 777 ve Airbus 330 menzilleri.....	26
3.14. Türkiye'den bazı yabancı ülkelere olan uzaklıklar.....	26
3.15. PW 4000 motorlu A330 serisi paralı yük / menzil değişimi.....	28
3.16. RB211 TRENT motorlu A330 serisi paralı yük / menzil değişimi.....	28
3.17. GE CF6-80E1 motorlu A330 serisi paralı yük / menzil değişimi.....	29
3.18. B777-200 (minimum ağırlıklı) paralı yük / menzil değişimi.....	30
3.19. B777-200 (maksimum ağırlıklı) paralı yük / menzil değişimi.....	30
3.20. B777-300 (90 k Motor) paralı yük/ menzil değişimi.....	31
3.21. B777-300 (98 k Motor) paralı yük/ menzil değişimi.....	31
3.22. B777-200 LR paralı yük/ menzil değişimi.....	32
3.23. B777-300 ER paralı yük/ menzil değişimi.....	32
3.24. PW 4000 motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında)	34
3.25. PW 4000 motorlu A330 Serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C)...	35

3.26. RB211 TRENT motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında)	35
3.27. RB211 TRENT motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	36
3.28. GE CF6-80E1 motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında).....	36
3.29. GE CF6-80E1 motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	37
3.30. B777-200 (min.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında).....	38
3.31. B777-200 (min.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	38
3.32. B777-200 (max.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında).....	39
3.33. B777-200 (max.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	39
3.34. B777-300 serisi (Tipik 90K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında).....	40
3.35. B777-300 serisi (Tipik 90K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	40
3.36. B777-300 serisi (Tipik 98K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında).....	41
3.37. B777-300 serisi (Tipik 98K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	41
3.38. B777-200LR serisi (GE90-110B1 Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA).....	42
3.39. B777-200LR serisi (GE90-110B1 Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	42
3.40. B777-200LR serisi (GE90-100B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA).....	43
3.41. B777-200LR serisi (GE90-100B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	43
3.42. B777-200LR serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA).....	44
3.43. B777-200LR serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	44

3.44. B777-300ER serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA).....	45
3.45. B777-300ER serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C).....	45
3.46. Türkiye'deki uluslar arası hava alanları.....	46
3.47. Türkiye'deki uluslar arası hava alanları pist uzunlukları.....	47
3.48. B 777-200 serisi iniş ağırlık sınırlamaları.....	51
3.49. B 777-300 serisi iniş ağırlık sınırlamaları.....	51
3.50. B 777-200LR serisi iniş ağırlık sınırlamaları.....	52
3.51. B 777-200LR serisi iniş ağırlık sınırlamaları.....	52
3.52. B 777-300ER serisi iniş ağırlık sınırlamaları.....	53
3.53. B 777-300ER serisi iniş ağırlık sınırlamalar.....	53
3.54. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yerde minimum dönüş yarı çapları.....	56
3.55. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir milde yolcu başına yakılan yakıt (lb) (BS/ES).....	57
3.56. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir milde yolcu başına yakılan yakıt (lb) (BS/İS/ES).....	58
3.57. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir blok saatlik işletme gideri (\$).....	58
3.58. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir blok saatlik işletme gideri (\$) (BS/ES).....	59
3.59. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir blok saatlik işletme gideri (\$) (BS/İS/ES).....	59
3.60. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına toplam işletme gideri (\$) maksimum menziller için (BS/ES).....	60
3.61. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına toplam işletme gideri (\$) maksimum menziller için (BS/İS/ES).....	60
3.62. Türkiye'den bazı yabancı ülkelere olan uzaklıklar.....	61
3.63. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) (BS/ES).....	61
3.64. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) (BS/İS/ES).....	62

3.65. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) yolcu sayısı * menzil (BS/İS/ES)	62
3.66. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) yolcu sayısı * menzil (BS/ES).....	63
3.67. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına düşen bagaj hacmi (m ³) (BS/ES).....	64
3.68. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına düşen bagaj hacmi (m ³) (BS/İS/ES).....	64
3.69. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için bir deniz mili (Nm) başına harcanan yakıt miktarı (Kg).....	65
3.70. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için tepki yüklemesi.....	67
3.71. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum işletme hızı.....	67
3.72. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi uçuş tavanları.....	68
3.73. Boeing 777 ve Airbus 330 durmaksızın uçuş süreleri.....	69
3.74. Boeing 777 ve Airbus 330 kalkış pist uzunluğu (m) (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu).....	70
3.75. Boeing 777 ve Airbus 330 iniş pist uzunluğu (m) (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu).....	70
3.76. Boeing 777 ve Airbus 330 2W _{TOW} / T _{OD} + L _D (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu).....	71
3.77. Uçak model sipariş sayıları.....	71
3.78. Uçak model sipariş sayıları.....	72
3.79. Boeing 777 ve Airbus 330 kullanan hava yolu sayısı oranları.....	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
2.1. Alternatif uçak nitelikleri.....	4
2.2. Alternatifleri sıraya dizme metodu sonuçları.....	5
2.3. Alternatifleri sıraya dizme metodu A330 hariç.....	5
2.4. Alternatifleri sıraya dizme metodu iki alternatif ilaveli	6
2.5. Normalleştirmede alternatif puanlama.....	7
2.6. Alternatiflerin basitleştirilmiş puanlaması.....	9
2.7. Ağırlık atama sonucu puanlar.....	10
2.8. Ağırlık atama sonucu puanlar.....	10
2.9. Ağırlık atama sonucu puanlar	11
3.1. Boeing 777 ve Airbus 330 için ağırlıklar.....	14
3.2. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 için ağırlıkların.....	15
3.3. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 için ağırlıkların.....	16
3.4. Boeing 777 ve Airbus 330 maksimum ağırlıklar.....	17
3.5. Boeing 777 ve Airbus 330 için Boyutlar.....	19
3.6. Boeing 777 ve Airbus 330 için yolcu kapasitesi.....	20
3.7. A 330 serisi koltuk boyutları.....	21
3.8. Airbus 330 ve Boeing 777 koltuk genişlikleri.....	24
3.9. Airbus 330 ve Boeing 777 koltuk arası mesafeler.....	25
3.10. Boeing 777 ve Airbus330 menzilleri.....	25
3.11. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlığıyla kalkması için gerekli pist uzunlukları.....	47
3.12. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlıkları.....	48
3.13. Türkiye'deki uluslar arası hava alanlarına göre Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlıkları (ISA).....	48
3.14. Türkiye'deki uluslar arası hava alanlarına göre Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlıkları (ISA+15°C).....	49
3.15. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlığıyla kalkması için gerekli pist uzunlukları.....	54
3.16. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum iniş ağırlıkları.....	54

3.17. Türkiye'deki uluslar arası hava alanlarına göre Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum iniş ağırlıkları.....	54
3.18. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yerde minimum dönüş yarıçapları.....	55
3.19. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için yolcu sayısı *menzil (toplam koltuk mili)	63
3.20. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için yolcu başına düşen bagaj hacmi (m ³).....	65
3.21. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için bir deniz mili (Nm) başına harcanan yakıt miktarı (Kg).....	66
3.22. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için tepki yüklemesi.....	66
3.23. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi kullanan hava yolu sayısı.....	72
3.24. Boeing 767-777 ve Airbus 330-340 serisini kullanan hava yolu sayısı.....	73
3.25. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi sonuç tablosu.....	75
3.26. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 serisi sonuç tablosu.....	76
3.27. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 serisi sonuç tablosu.....	77

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BS	: Birinci sınıf
ES	: Ekonomik sınıf
ER	: Uzatılmış menzilli
FAR	: Federal havacılık düzenlemesi
GE	: General Electric
IIA	: Bağımsız konu dışı alternatifler
ISA	: Standart gün şartları
İS	: İş sınıfı
L _D	: İniş uzunluğu
LR	: Uzun menzilli
Mak.	: Maksimum
Min.	: Minimum
M _{mo}	: Maksimum işletme hızı
P _L	: Paralı yük
PW	: Pratt Whitney
RR	: Rolls-Royce
R3	: Burun tekerleği dönüş yarıçapı
R4	: Kanat dönüş yarıçapı
R5	: Burun dönüş yarıçapı
R6	: Yatay kuyruk dönüş yarıçapı
SL	: Deniz seviyesi
T _{OD}	: Kalkış uzunluğu
W _{MLW}	: Maksimum iniş ağırlığı
W _{MOEW}	: Maksimum boş çalışma ağırlığı
W _{MPL}	: Maksimum paralı yük
W _{MRW}	: Maksimum rampa ağırlığı
W _{MTOW}	: Maksimum kalkış ağırlığı
W _{MZFW}	: Maksimum sıfır yakıt ağırlığı
W _{UF}	: Kullanılabilir yakıt

1. HAVA YOLU İŞLETMELERİNDE UÇAK SEÇİMİ

Türkiye’de havacılık sektörü günden güne gelişmektedir. Havacılık sektörü her an her türlü olaydan etkilendiği için uçak seçiminde dikkat edilmesi, seçimin doğru yapılması şirketlere maliyet, yolcu kapasitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bilinçle uçakların incelenmesi karşılaştırılması önemlidir. Havacılık RIGHT kardeşler ile ilk temelleri atmakla beraber çok hızlı değişim göstermiştir. Günümüzün ilk uçakları pervaneli iken şimdi düşük hızlar yerine yüksek hızlı ve en iyi performanslı uçaklar geliştirilmiştir.

Hava yolu işletmelerinde uçak filo seçimi yapılırken bazı kriterler ön plana çıkmaktadır; Stratejik amaçlar, seyahat performansları, işletme sonuçları, satın alma ve işletme ekonomisidir.

Stratejik amaçlar hava yolu şirketleri için önemlidir. Hava yolu şirketleri filosuna katmış olduğu uçakları hava taksidi, ticari yolcu taşımacılığında, iş jeti olarak veya kargo taşımacılığında kullanabilirler. Diğer bir uçak seçim kriteri de seyahat performansıdır. İnsanlarının taşınmasında minimum sınırlamalar tercih edilir. Seyahat esnasında yolcu bagaj hacmi, pist uzunlukları, uçuş tavanı, menzil, ve hız kriterleri seyahat performansı olarak sıralanabilir. Bir diğer kriter işletme sonuçlarıdır. Uçak teknik ekip veya uçuş ekibinden dolayı uçamaz ise havacılık servisi değeri düşer. Burada önemli olan pilot ve teknik eleman eğitimleridir. Teknik eleman, parça ve ekipmanlara kolaylıkla erişebilmeli ve uçağı en iyi uçuş şartlarına uygun hale getirebilmesi çok önemlidir. Uçağın ekonomik olması uçak satın alınmasında önemli olmasına rağmen yapılan araştırmalarda uçak alırken işletme giderlerinden çok ürün garanti kapsamını, motor ve gövde teknolojisi daha önemlidir [7].

Hava yolu işletmelerinde uçak filo seçimi yapılırken diğer kriterler şöyle sıralanabilir. Filo esnekliği ve çok yönlülüğü; filo seçimi yapılırken paralı yükün çok yönlülüğü önemlidir. Bu amaçla filoda değişik boyutta uçaklar bulunmalıdır. Değişik boyuttaki uçaklar istenilen yere gidilebilmesi için paralı yük oranına göre tercih yapılmasına yardımcı olur. Bu uçakların işletme esnekliği de önemlidir. İşletme esnekliği için menzil ve verimli olarak kaynak ve personel kullanımı önemlidir. Kazanç esnekliği bir şirketin filo kurarken siparişlerini verirken

önemlidir. Filoya yeni uçak alımında uçağın konfigürasyonu, garanti kapsamı, motor ve yedek parçalar çok önemli yer tutar. Filo oluştururken bu kriterler göz önüne alınmalı ve doğru değerlendirilmelidir. Eğer firma oluşturacağı filoyu yeni uçak değil de kullanılmış uçaklardan yapacak ise fiyatının yeni uçağa göre oranlamalıdır. Alınan eski uçağın bakım maliyetlerini, istediği yeni konfigürasyon varsa bunu uygulayınca ne kadar maliyet getirdiği, yedek parça ve ekipman gereksinimlerini göz önünde tutmalıdır [8].

Uçakların karşılaştırılmalarında performans karakteristikleri ön plana çıkmaktadır. Uçakların performanslarına örnek olarak minimum dönüş yarıçapı, iniş pist uzunluğu, kalkış pist uzunluğu, kalkış ve iniş hareketleri sırasındaki uzunlukların ortam sıcaklığı ve irtifaya bağlı olarak değişimleri verilebilir.

2. ÇOKLU NİTELİKLERDE KARAR VERME YÖNTEMİ

Seçilen problemin çözümünde kullanılan birden fazla alternatifler ve potansiyel karmaşık kriterler tartışılacaktır. Mühendislik tasarımlarında karar verme yöntemlerinde kullanılan yaklaşımlar; çift karşılaştırma, sıraya dizme metodu, oranlama metodu, ve ağırlık toplamıdır. Çalışılan birden fazla metod ile güçlüklerin çözümü pratik ve teorik olarak da açıklanacaktır. Bir motor tasarımının en iyi ölçüde olabilmesi için bir alternatif olmayabilir. Mühendislik tasarımındaki uygulamalar ve araştırmadaki problemlerde seçilen alternatifler olduğunda seçimi nasıl yapacağımız önemlidir. Çoklu niteliklerde karar verirken alternatifleri oranlama, ağırlık nitelikleri, ve niteliklerdeki model ağırlık seçim kriteri olarak alınır. Son zamanlarda tasarımlarda karar verirken mühendislik uygulamalarındaki kullanılan yapılar gibi kararlar önerilebilir.

Yeni ürün geliştirmede ortaya çıkan tasarımlarda, ürünlerde ve tasarımlardaki ilgililerin yansıtılmasında son kullanıcıların tercihleri nasıl olduğu tasarım için önemlidir. Tipik olarak son kullanıcıların tercihleri çoklu ölçümlendirme ve niteliklerdir. Eğer şirket son kullanıcı tercihlerinden memnun olmazsa üretici firma ürün potansiyeli sınırlı kalacaktır. Örneğin; Ford motor şirketi EDSEL motor üretir ve sonra 100 milyon dolar kaybeder. General motor, 100 milyon \$ projeye yatırdıktan sonra Wankel rotary motoru üretimini bıraktı. Bu noktada General motor ve Ford tasarım prosedürü karar verme yöntemlerindeki seçimi ses ve etkilerden zannetmişti. Buna rağmen iyi kararlar başarıyla yapılabilirdi. Örneğin; Southwest hava yollarının filoya B737 uçaklarının seçim kararı mükemmeldi, çünkü bakım maliyetleri ve eğitim ücretleri düşüktür. Bu özel prosedürün şirketler tarafından kullanılmasında, sadece sayfadaki odak alınmamalıdır. Bu hipotezde belki de kullanılan bu karar verme yöntemlerindeki sonuç gerçekler daha fazla bilgi olarak kullanılabilir. Gerçekten çalışmalarda görülen bu doğru yedidenaz alternatifle oluşturulduğunda %97, bu doğru yedi den fazla alternatif oluşturulduğunda %97 daha fazla sonuç elde edilebilmektedir.

Birden fazla yaklaşım çoklu niteliklerde karar verilen problemin çözümünde kullanılır. Jetair Amerika ve Asya Pasifik ülkeleri civarındaki önemli

şehirlere hizmet edecek bir uçak filosu kurmayı hedefliyor. Jetair, Jet Blue ve Southwest hava yollarının kullandığı benzer stratejide, filodaki işletme maliyetlerini azaltmak için yalnızca tek tip uçak almaya karar verir. Bu noktada bütçesine ve ihtiyacına göre dört seçenek tanımladı. (Boeing 777-200LR, Boeing 747-200, Airbus 330-200, ve Airbus 340-200) Bu dört uçağı Jetair seçtikten sonra üç anahtar nitelik belirledi:

- 1) Her uçuşta gerçek gelir için uçaktaki yolcu sayısı
- 2) Uzun menzil uçuş mesafesi
- 3) Uçuş hızı; hızlı uçuşun anlamı, her uçuş için kısa zaman demektir [4].

Çizelge 2.1. Alternatif uçak nitelikleri [4]

UÇAK	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI
B777-200LR	0.84	8.820	301
B747-200	0.85	6.900	366
A330-200	0.85	6.650	253
A340-200	0.86	8.000	239

2.1. Çift Karşılaştırma

Jetair ilk olarak kararında çift karşılaştırma yöntemini kullandı. İlk karşılaştırmada B777 ile B747 niteliklerini karşılaştırdı ve sonra en fazla niteliğe sahip olanı kazanan ilan etti. Bu uygulama bir sonraki alternatif ile bir önceki alternatifini karşılaştırarak kazananı belirleyerek tekrarladı. Bu uygulama yarışmacılar arasından kazananın belirlendiği bir turnuva gibidir. Daha fazla genellersek çift karşılaştırma metodunda iki alternatif alınır ve birbiri ile karşılaştırılır.

Jetair probleminde B747, B777 den daha iyidir. Çünkü B747 maksimum hızı ve yolcu kapasitesi daha fazladır. Daha uzun menzilli ve daha fazla yolcu kapasitesine sahip olan B747 ile A330 karşılaştırıldığında B747 ön plana çıkmaktadır. Buna rağmen A340, B747 göre tercih edildi, çünkü daha hızlı ve daha uzun menzillidir. Jetair eğer A340 ve B777 karşılaştırılsa B777 yi seçer.

$$B747 > B777 > A340 > B747$$

Tercih ağırlığı; “E” uçağı “F” uçağından üç nitelikten ikisi biraz daha iyi ama üçüncüsü kötüdür. Açık olarak çoğu hava yolu “E” uçağını dikkate almaz fakat çift karşılaştırmada bu bilgi öne çıkar.

Çift karşılaştırmada en önemli olan nitelikleri ortaya çıkarma; çift karşılaştırmada en önemlisini bulursun fakat çift karşılaştırmada yalnızca artan alternatifte bağılı olarak seçilir [4].

2.2. Alternatifleri Sıraya Dizme Metodu

Sıraya dizme çeşitli alternatiflerin sıraya dizilmesiyle olur. Amerika Birleşik Devletlerin’deki atlet seçimindeki sıraya dizme sistemi temeli oluşturur.

Jetair beklentileri çizelge 2.1. de kullanıldı ve her nitelikte yön ile alternatifler sıralanır. Jetair dört puanı en iyi olana, üç puanı ikinciye, iki puanı üçüncüye, bir puanda en kötüye veriyor.

Çizelge 2.2. Alternatifleri sıraya dizme metodu sonuçları [4]

UÇAK	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	TOPLAM PUAN
B777-200LR	1,00	4,00	3,00	8,00
B747-200	2,50	2,00	4,00	8,50
A330-200	2,50	1,00	2,00	5,50
A340-200	4,00	3,00	1,00	8,00

Bu metot ile 8,5 puanla tercih edilen B747 dir. Diğer iki alternatif olan B777 ve A340 sekiz puanla takip etmektedir. A330 kesinlikle ileri sürülemez. B747, A330’un niteliklerinden eşit veya daha iyidir. Bu yüzden A330 seçilmez ve tablodan atılabilir.

Çizelge 2.3. Alternatifleri sıraya dizme metodu A330 hariç [4]

UÇAK	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	TOPLAM PUAN
B777-200LR	1,00	3,00	2,00	6,00
B747-200	2,00	1,00	3,00	6,00
A340-200	3,00	2,00	1,00	6,00

Çizelge 2.3. de üç alternatif görünmektedir. Hiçbir uçak tercihi açık değildir. Bu sonuç etki etmeyen veya kapsam dışı alternatifler etkilenmeli ve seçimlerdeki bölümler bağımsız kapsam dışı alternatifler ihlal edilir. Eğer ileri sürülme durumu oluşursa, mantıklı alternatif bir seçim yapılamaz.

Sıraya dizme prosedürünün zayıflığı tartışılırsa, beklenti olarak iki alternatif daha ilave edilir ve böylece üç farklı niteliği olan B777 baskınlığı ortaya çıkar.

Çizelge 2.4. de uçak A ve B ileri sürülmez ve içerikten elenebilir. Eğer bu iki teorik uçak sıraya dizme yönteminde bulunuyorsa, bu durumda B777 tercih edilebilir. Bu iki ileri sürülen uçak problemde olmadan önce B747 ön plandaydı.

Çizelge 2.4. Alternatifleri sıraya dizme metodu iki alternatif ilaveli [4]

UÇAK	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI
B777-200LR	0.84	8.820	301
UÇAK A	0.83	8.500	280
UÇAK B	0.83	8.100	280
B747-200	0.85	6.900	366
A330-200	0.85	6.650	253
A340-200	0.86	8.000	239

Burada görünmemesine rağmen, göze alınmayan kazanan A330 alternatiflerinden de seçim yapılabilir [4].

2.3. Normalleştirme Yöntemi

Farklı ölçüler kullanıldığı zaman, normalleştirmede problemde ölçülerin elenmesi usulüyle olur. Çizelge 2.1. de üç farklı niteliklerin tamamı farklıdır. Normalleştirme yöntemi ile kesinlikle bu nitelikleri düzenli bir skalaya çevrilebilir. Farz edersek, basit bir lineer yöntemde uçak niteliklerini “0” dan “100” e doğru düzenleyerek normalleştirirsek “0” en kötü değere ve “100” de en iyi değere atarsak aşağıdaki değerler oluşur.

Hız (mach)	0,84 = 0 puan
	0,86 = 100 puan
Menzil (Nm)	6.650 = 0 puan
	8.820 = 100 puan
Yolcu	239 = 0 puan
	336 = 100 puan

Her nitelikte orta değerlerin bulunması için lineer (doğrusal) oranlama kullanarak hesaplanır.

Çizelge 2.5. Normalleştirmede alternatif puanlama [4]

UÇAK	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	TOPLAM PUAN
B777-200LR	0,00	100,00	48,80	148,82
B747-200	50,00	11,50	100,00	161,52
A330-200	50,00	0,00	11,00	61,02
A340-200	100,00	62,20	0,00	162,21

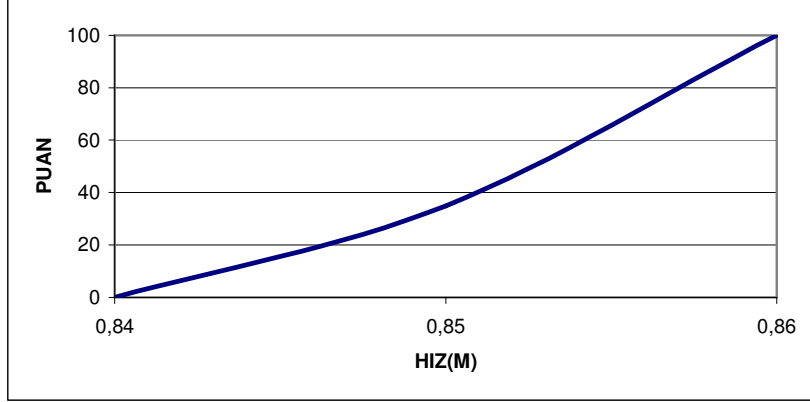
Bütün niteliklerin alternatifleri aynı skalada olduğundan toplam oran hesaplandığında A340 tercih edilebilir.

Normalleştirme değerleri, değer oranına bağlı pozitif nitelik değerlerin ilişkisine bağlıdır. Normalleştirme hesaplama metodundaki ağırlık eksikliği yol gösteren paradokstur. Bu prosedür her değerın baskı oranını ihmal eder [4].

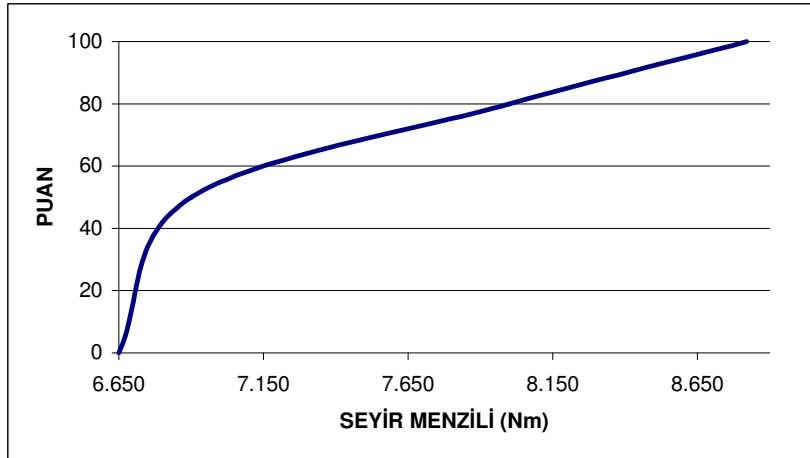
2.4. Ağırlık ve Tercih Etkililiği

Doğrusal tercih skalası kullanıldığında karar verme tercihini doğru etkilemeyebilir. Örneğin; Jetair yolcusunu 240-300 den 300-360 üzerine çıkarmaya tercih etseydi doğrusal tercih fonksiyonunu yakalayabilir. Jetair tercihini söylerken doğrusal olmayan bir tercih kullansaydı seçimi daha iyi olurdu. Tercih şiddetini tayin ederken birkaç yoldan yapabildi. Farz edelim; uçak menzili için 6500-7000 Nm'i 8000-9000 Nm daha çok tercih edilir. Çünkü menzil 7000 Nm den az ise uçak yakıt almak için iniş yapmak zorundadır. Seyir hızı 0.85-0.86 M, 0.84-0.85 M göre tercih edilir. Yolcu sayısı 290-340 olan

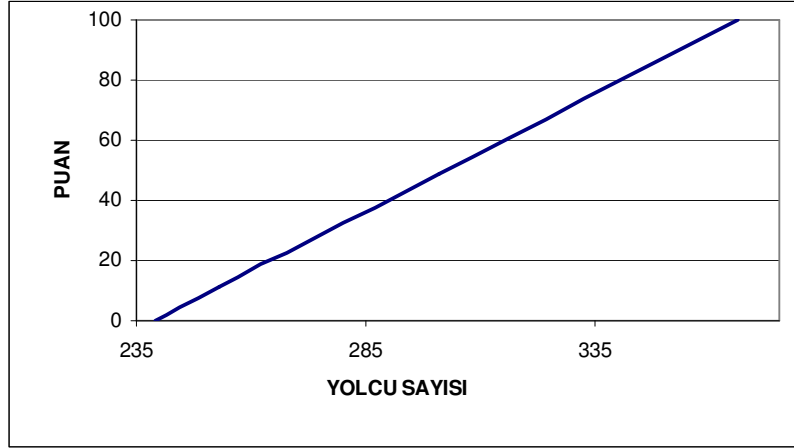
240-290 göre tercih edilir. Bu değişimler Şekil 2.1-3. ve çizelge 2.6. da sayısal değerler verilmiştir.



Şekil 2.1. Hız değişimi ve puanlama [4]



Şekil 2.2. Menzil değişimi ve puanlama [4]



Şekil 2.3. Yolcu sayısı değişimi ve puanlama [4]

Çizelge 2.6. Alternatiflerin basitleştirilmiş puanlaması [4]

UÇAK	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	TOPLAM PUAN
B777-200LR	0,00	100,00	35,00	135,00
B747-200	35,00	50,00	100,00	185,00
A330-200	35,00	0,00	5,00	40,00
A340-200	100,00	80,00	0,00	180,00

Çizelge 2.6. da basitleştirilmiş puanların eklenmesi ile oluşan alternatifler görülmektedir. Tercih edilen uçak modeli bu metot ile 185 puanla B747 dir ve 180 puanla A340 izlemektedir. Kullanılan tercih ağırlığı karar vermede bu yöntem daha yaygındır. Bu yöntemde birden fazla uygulama yaratılabilir.

Öncelikle beklenti Jetair seyir menzili ve yolcu sayısının, seyir hızından daha önemli olduğuna karar vermesidir. Bu yüzden Jetair ağırlık oranlarını kullanmaya karar veriyor; seyir hızı, seyir menzili, ve yolcu için 0.1, 0.6, ve 0.3 dür. Kullanılan bu ağırlıklara B777 uçağı çizelge 2.7. de kazanan olarak veriliyor. Tablo oluşturulurken çizelge 2.6. dan yararlanılmıştır.

Çizelge 2.7. Ağırlık atama sonucu puanlar [4]

UÇAK	AĞIRLIKLAR			TOPLAM PUAN
	0,1	0,6	0,3	
	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	
B777-200LR	0,00	100,00	35,00	70,50
B747-200	35,00	50,00	100,00	63,50
A330-200	35,00	0,00	5,00	5,00
A340-200	100,00	80,00	0,00	58,00

Jetair yolcu sayısının seyir menzili ve diğer değerlerden daha önemli olduğuna karar veriyor ve seyir menzili ve hızı eşitliyor. Böylece 0,2, 0,2, 0,6 ağırlık değerlerini atar. Kullanılan değerler B747 uçağını, çizelge 2.8. de gösterilen, tercih etme kararını veriyor.

Çizelge 2.8. Ağırlık atama sonucu puanlar [4]

UÇAK	AĞIRLIKLAR			TOPLAM PUAN
	0,2	0,2	0,6	
	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	
B777-200LR	0,00	100,00	35,00	41,00
B747-200	35,00	50,00	100,00	77,00
A330-200	35,00	0,00	5,00	10,00
A340-200	100,00	80,00	0,00	36,00

Jetair iki ağırlığın dağıtımında uygun olmadığını hissediyor ve ağırlık değiştirmeye karar veriyor; 0,3, 0,4, 0,3 olarak değiştirir. Bu ağırlıklar kullanıldığında B747 ve B777 tercih etmediği, fakat tercih olarak A340 çıkıyor. Çizelgelere bakıldığında değişik ağırlıklar atandığında farklı sonuçlar çıkmaktadır. Tercih önemi her şirketin tercihine göre değişebilir ve buna göre uçak seçimi yapılabilir [4].

Çizelge 2.9. Ağırlık atama sonucu puanlar [4]

UÇAK	AĞIRLIKLAR			TOPLAM PUAN
	0,3	0,4	0,3	
	HIZ (M)	MAK. SEYİR MENZİLİ (Nm)	YOLCU SAYISI	
B777-200LR	0,00	100,00	35,00	50,50
B747-200	35,00	50,00	100,00	60,50
A330-200	35,00	0,00	5,00	12,00
A340-200	100,00	80,00	0,00	62,00

3. YÖNTEMİN BOEİNG 777 VE AIRBUS 330 SERİSİ UÇAKLARDA UYGULANMASI

İnsanlarımızın emniyetli bir şekilde taşınabilmesi için kara ve deniz taşımacılığın dışında önemli bir yer tutan ve günden güne yeni gelişmelere açık olan diğer bir taşımacılık sektörü de hava taşımacılığıdır.

Havacılık sektörü günden güne gelişmekle beraber insanların ihtiyaçları giderek farklılaşmaktadır. İnsanların en önemli isteklerinden biri olan hızlı ve durmaksızın uçuşlar, ekonomik ve rahat bir ortama sahip olmalıdır. Hava yolları için önemli olan ise minimum maliyet ile yolcu isteklerini karşılamak ve maksimum kâr elde etmek başlıca prensiptir. Bu amaçla uçak seçiminde dikkatli davranarak uçak seçiminde bir çok kriteri göz önünde tutarlar. Bu kriterleri karşılaştırmak ve bunları değerlendirmek önemlidir. Uçak alımından önce bir çok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmaları hangi hava yolu şirketi yapıyorsa kullanacağı güzergâha göre değişik alternatif modeller seçerek bunların arasından en uygun olanını seçerler.

Türkiye’de havacılık sektörü günden güne gelişmekle beraber havacılığın ihtiyaçları değişebilmektedir. Havacılık sektörü her an her türlü olaydan etkilendiği için uçak seçiminde dikkat edilmesi, seçimin doğru yapılması şirketlere maliyet ve yolcu kapasitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye şartlarına en uygun uçak seçiminde çok fazla kriter olmakla beraber bu kriterler o günkü ekonomik şartların etkisiyle çok kolay değişebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan parametreler; Paralı yükün menzille değişimi, kalkış uzunluğunun maksimum kalkış ağırlığı, irtifa, sıcaklık, ve uçuş konfigürasyonu ile değişimi, iniş uzunluğunun, maksimum iniş ağırlığı, irtifa, sıcaklık, ve uçuş konfigürasyonu ile değişimi, yerde minimum dönüş yarıçapı, uçak servis noktaları, işletme giderleri, toplam koltuk mili, yolcu başına düşen bagaj hacmi, bir deniz mili (Nm) başına harcanan yakıt miktarı, uçak sipariş sayıları, uçakların bulunduğu havayolları sayısı gibi parametreler kullanılmıştır. Bu araştırmada uzun menzilli olan Boeing serisinden 777 ve Airbus serisinden 330 modellerinin hava yolu işletmelerine ve yolcularına sağladığı avantaj ve

dezavantajlarının karşılaştırılmasından söz edilmektedir. Genel olarak bu iki firmanın uçaklarını inceleyecek olursak ;

A 330 SERİSİ

- İki koridorlu
- İki motorlu
- Ana iniş takımında dört tekerlek
- Uçuş tavanı 41.000 ft

B777 SERİSİ

- İki koridorlu
- İki motorlu
- Ana iniş takımında altı tekerlek
- Uçuş tavanı 43.100 ft

3.1. Boeing 777 ve Airbus 330 için Tanımlar ve Ağırlıklar

Maksimum rampa ağırlığı (W_{MRW}) :Uçak apron da park pozisyonundayken veya yerdeki her türlü hareketi sırasında alabileceği azami ağırlıktır.

Maksimum iniş ağırlığı (W_{MLW}) :Uçağın emniyetli bir şekilde iniş hareketini gerçekleştirebileceği azami ağırlıktır.

Maksimum kalkış ağırlığı (W_{MTOW}) :Uçağın emniyetli bir şekilde kalkış hareketini gerçekleştirebileceği azami ağırlıktır.

Maksimum boş çalışma ağırlığı (W_{MOEW}) :Belirli bir görev için hazırlanmış olan uçağın ağırlıdır.

Maksimum sıfır yakıt ağırlığı (W_{MZFW}) :Yakıt ağırlığı hesaba katılmamış işletme ağırlığı olarak tanımlanır.

Maksimum paralı yük (W_{MPL}) :Ticari bir sebeple uçakta taşınan tüm yüklerin paralı yük olarak tanımlanır. Uçuş personeli, yolcular, her türlü kargo ve bagaj ağırlıklarıdır.

Kullanılabilir yakıt (W_{UF}) :Uçuş sırasında depodan kullanılan yakıt ağırlıdır.

Maksimum yolcu kapasitesi :Uçağın taşıyabileceği maksimum yolcu sayısını ifade eder.

Maksimum kargo hacmi :Uçağın taşıyabileceği maksimum kargo hacmini ifade eder [1,2].

Airbus 330 ve Boeing 777 modelleri için çizelge 3.1-3. ağırlıklar ve kargo hacimleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Boeing 777 ve Airbus 330 için ağırlıklar [1,2]

		Ağırlıklar								
		W _{MRW} (kg)	W _{MTOW} (kg)	W _{MLW} (kg)	W _{MZFW} (kg)	W _{MOEW} (kg)	W _{MPL} (kg)	W _{UF} (kg) 15,6 °C	Kargo Hacmi (m ³)	Motor tipi
Modeller										
A 330-200										
	WV020	230.900	230.000	180.000	168.000	124.948	49.052	110.205	186,00	PW/RR/GE
	WV021	230.900	230.000	182.000	170.000	124.948			186,00	PW/RR/GE
	WV022	233.900	233.000	182.000	170.000	121.553			186,00	PW/RR/GE
	WV023	233.900	233.000	180.000	168.000	121.553			186,00	RR
A 330-300										
	WV000	212.900	212.000	174.000	164.000	126.352	47.964		161,00	RR
	WV001	184.900	184.000	174.000	164.000	126.352	47.964		161,00	RR
	WV002	212.900	212.000	177.000	167.000	126.352	47.964	77.329	161,00	RR
	WV003	215.900	215.000	177.000	167.000	126.352		77.329	161,00	RR
	WV004	215.900	215.000	177.000	167.000	126.352			161,00	RR
	WV010	217.900	217.000	179.000	169.000	126.665	42.335	77.329	161,00	RR
	WV011	212.900	212.000	177.000	167.000	126.665			161,00	RR
	WV012	218.900	218.000	182.000	172.000	126.665			161,00	RR
	WV013	215.900	215.000	177.000	167.000	126.665			161,00	RR
	WV014	215.900	205.000	177.000	167.000	126.665			161,00	
	WV020	230.900	230.000	185.000	173.000	119.731	53.269	77.329	161,00	PW/RR
	WV022	233.900	233.000	187.000	175.000	129.646			161,00	PW/RR
	WV024	205.900	205.000	185.000	173.000	129.646			161,00	
	WV025	217.900	217.000	179.000	169.000	129.646			161,00	

Çizelge 3.2. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 için ağırlıklar [1,2]

		Ağırlıklar									
		W _{MRW} (kg)	W _{MTOW} (kg)	W _{MLW} (kg)	W _{MZFW} (kg)	W _{MOEW} (kg)	W _{MPL} (kg)	W _{UF} (kg) 15,6 °C	Kargo Hacmi (m ³)	Motor tipi	
Modeller											
B 777-200											
	MİN.	230.450	229.500	200.050	190.470	135.550	54.920	94.240	160,30	GE	
		234.500	233.600	201.800	190.470	135.550	54.920	94.240	160,30	GE	
		243.500	242.630	201.800	190.470	135.550	54.620	94.240	160,30	GE	
		230.450	229.500	200.050	190.470	134.500	55.970	94.240	160,30	PW	
		234.500	233.600	201.800	190.470	134.500	55.970	94.240	160,30	PW	
		243.500	242.630	201.800	190.470	134.800	55.670	94.240	160,30	PW	
		230.450	229.500	200.050	190.470	133.060	57.410	94.240	160,30	RR	
		234.500	233.600	201.800	190.470	133.060	57.410	94.240	160,30	RR	
		243.500	242.630	201.800	190.470	133.350	57.120	94.240	160,30	RR	
	MAK.	263.640	263.030	208.700	195.000	138.100	56.940	137.460	160,30	GE	
		268.480	267.500	208.700	195.000	138.100	56.940	137.460	160,30	GE	
		287.800	286.900	208.700	195.000	138.100	56.940	137.460	160,30	GE	
		263.640	263.030	204.080	195.000	137.050	57.980	137.460	160,30	PW	
		268.480	267.500	206.350	195.000	137.050	57.980	137.460	160,30	PW	
		287.800	286.900	206.350	195.000	137.050	57.980	137.460	160,30	PW	
		263.640	263.030	204.080	195.000	135.600	59.430	137.460	160,30	RR	
		268.480	267.500	206.350	195.000	135.600	59.430	137.460	160,30	RR	
		287.800	286.900	206.350	195.000	135.600	59.430	137.460	160,30	RR	
B 777-200 ER		263.735	263.111	208.675	195.065	142780	55.416	136.183	160,30	GE/PW/RR	
		287.608	286.928	208.675	195.065	143.033	55.285	137.508	160,30	GE/PW/RR	

Çizelge 3.3. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 için ağırlıkların [1,2]

		Ağırlıklar								
		W _{MRW} (kg)	W _{MTOW} (kg)	W _{MLW} (kg)	W _{MZFW} (kg)	W _{MOEW} (kg)	W _{MPL} (kg)	W _{UF} (kg) 15,6 °C	Kargo Hacmi (m ³)	Motor tipi
Modeller										
B 777-300										
	MİN.									
		263.990	263.080	237.680	224.530	160.530	64.000	135.880	213,90	GE
		268.530	267.620	237.680	224.530	160.530	64.000	135.880	213,90	GE
		287.800	286.900	237.680	224.530	160.530	64.000	135.880	213,90	GE
		300.280	299.370	237.680	224.530	160.530	64.000	135.880	213,90	GE
		263.990	263.080	237.680	224.530	159.570	64.960	135.880	213,90	PW
		268.530	267.620	237.680	224.530	159.570	64.960	135.880	213,90	PW
		287.800	286.900	237.680	224.530	159.570	64.960	135.880	213,90	PW
		300.280	299.370	237.680	224.530	159.570	64.960	135.880	213,90	PW
		263.990	263.080	237.680	224.530	157.800	66.730	135.880	213,90	RR
		268.530	267.620	237.680	224.530	157.800	66.730	135.880	213,90	RR
		287.800	286.900	237.680	224.530	157.800	66.730	135.880	213,90	RR
		300.280	299.370	237.680	224.530	157.800	66.730	135.880	213,90	RR
B 777-200LR										
		341.100	340.195	220.900	206.838	145.150	61.689	154.541	160,20	
		341.100	340.195	223.167	209.105	145.150	61.689	162.408	133,30	
B 777-300ER										
		341.100	340.195	251.290	237.683	167.829	69.853	145.541	213,90	

Boeing 777 ve Airbus 330 modellerinin değişik versiyonlarına baktığımız zaman maksimum rampa ve kalkış ağırlığına sahip olan B777-200 LR ve B777-300ER modelleri diğer modellere göre rampa ve kalkış ağırlığı bakımından daha bir avantaja sahip olduğu görölmektedir. Sadece kalkış ağırlığı değil taşıyabileceği paralı yükler de önemlidir. Uçak işletici firmalar açısından bakıldığı zaman paralı yük ön plana çıkmaktadır. Maksimum paralı yük demek bir işletici hava yolu için o kadar kazanç demektir.

Boeing 777 ve Airbus 330 modellerinin değişik versiyonlarına baktığımız zaman maksimum kullanılabilir yakıt B 777-200 LR uçağında taşınabilmektedir. Bu da uçağın uçabileceği maksimum menzili etkilemektedir.

Boeing 777 ve Airbus 330 modellerinin değişik versiyonlarına baktığımız zaman A330-200 ve A330-300 serili uçakların taşıyabileceği kargo hacim kapasitesi; B777-200 serisinden ve B777-200LR fazla iken B777-300 serisinden ve B777-300 ER den daha azdır. Uçak işletici firmalar açısından bakıldığı zaman taşınan kargo hacmi paralı yükü etkilediğinden maksimum olması istenir. Tek başına paralı yükün maksimum olması da tercih edilmez. Aynı zaman da maksimum paralı yük ile maksimum menzil gitmesi istenir. Bunun için ileri ki bölümlerde paralı yük menzil grafikleri incelenecektir.

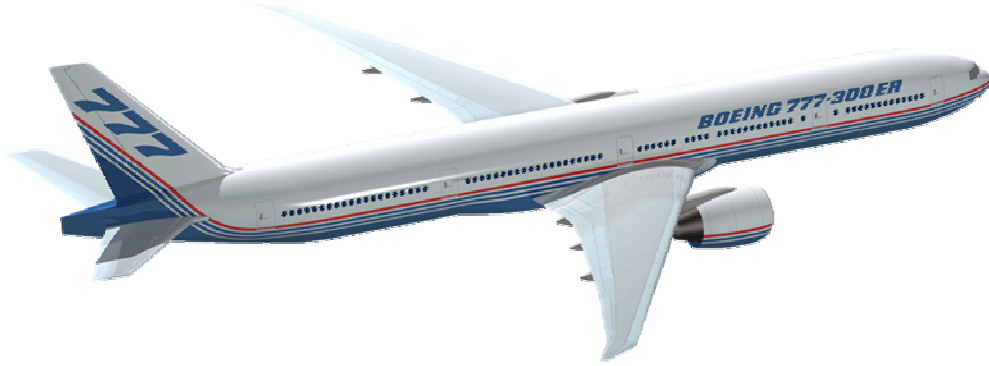
Çizelge 3.4. Boeing 777 ve Airbus 330 maksimum ağırlıklar [1,2]

Modeller	A 330-200	A330-300	B 777-200	B777-200ER	B777-200LR	B777-300	B777-300ER
W_{MRW} (kg)	233.900	233.900	287.800	287.608	341.100	300.280	341.100
W_{MTOW} (kg)	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	299.370	340.195
W_{MLW} (kg)	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
W_{MZFW} (kg)	170.000	175.000	195.000	195.065	209.105	224.530	237.683
W_{MOEW} (kg)	121.553	129.646	135.600	143.033	145.150	157.800	167.829
W_{MPL} (kg)	49.052	53.269	59.430	55.285	61.689	66.730	69.853
W_{UF} (kg) 15,6 °C	110.205	77.329	137.460	137.508	162.408	135.880	145.541

Bu iki model ve versiyonlarına bakıldığı zaman boş çalışma ağırlıkları bakımından karşılaştırsak maksimum boş çalışma ağırlığı B777-300 ER modelidir. Minimum boş çalışma ağırlığına sahip olan model ise A330-300 WV020 dır.

Bu iki model ve versiyonlarına bakıldığı zaman yakıt ağırlığı hesaba katılmamış işletme ağırlığı olarak karşılaştırsak maksimum ağırlığına sahip olan uçak B777-300ER modelidir. Minimum ağırlığı sahip olan uçak ise A330-300 WV001 ve A330-300 WV002 dır.

Bu modeller içerisinde ağırlık faktörüne göre bakıldığı zaman (paralı yüke göre) ön planda olan model B 777- 300ER modelidir.



Şekil 3.1. Boeing 777-300ER [1,2]

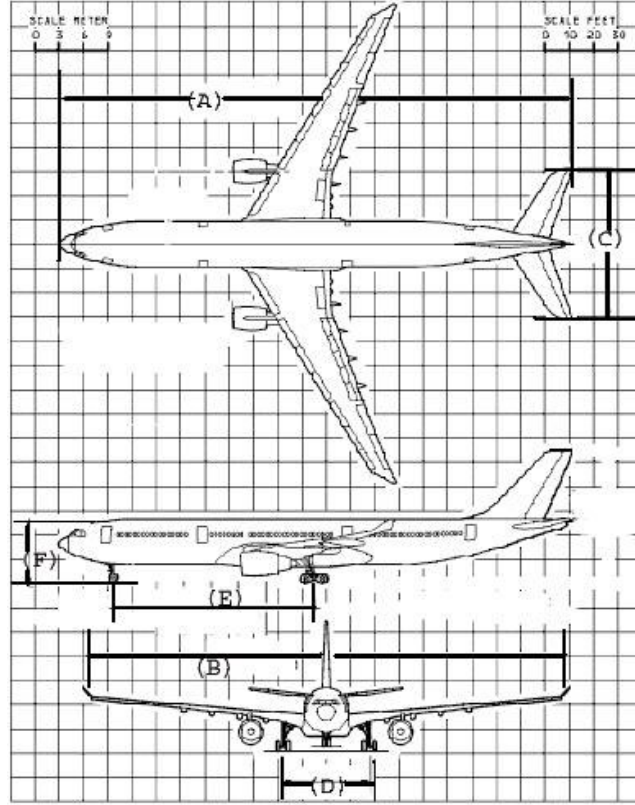
Bu modeller içerisinde en fazla kullanılabilen yakıtı taşıyabilen model B777-200LR modelidir.



Şekil 3.2. Boeing 777-200LR [1,2]

3.2. Boeing 777 ve Airbus 330 için Boyutlar

Airbus 330 ve Boeing 777 modelleri için aşağıdaki çizelge 3.5. de boyutlar verilmiştir ve bu boyutlar şekil 3.3. de gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Boeing 777 ve Airbus 330 için boyutların gösterilmesi [1,2]

Çizelge 3.5. Boeing 777 ve Airbus 330 için boyutlar [1,2]

Modeller		A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300ER
Toplam uzunluk (m)	A	58,372	63,989	63,730	63,730	73,860	63,730	73,860
Kanat açıklığı (m)	B	60,304	60,304	60,930	60,930	60,930	64,800	64,800
Kuyruk açıklığı (m)	C	19,404	19,404	21,530	21,530	21,530	21,530	21,530
Ana iniş takımları arasındaki mesafe (m)	D	10,684	10,684	10,970	10,970	10,970	10,970	10,970
Ana iniş takımları ile burun iniş takım arasındaki mesafe (m)	E	22,095	25,370	25,890	25,890	31,220	25,890	31,220
Yükseklik mak.(m)	F	18,230	17,180	18,760	18,760	18,760	18,850	18,690

Boeing 777 modelleri ve Airbus 330 modellerine boyutlar açısından karşılaştıracak olursak maksimum toplam uzunluğa sahip olan uçak modeli B777-300 ve B777-300ER, maksimum kanat açıklığına sahip olan uçak modeli B777-200LR ve B777-300ER, ve maksimum toplam yatay kuyruk açıklığına sahip olan uçak modeli B777 serisidir.

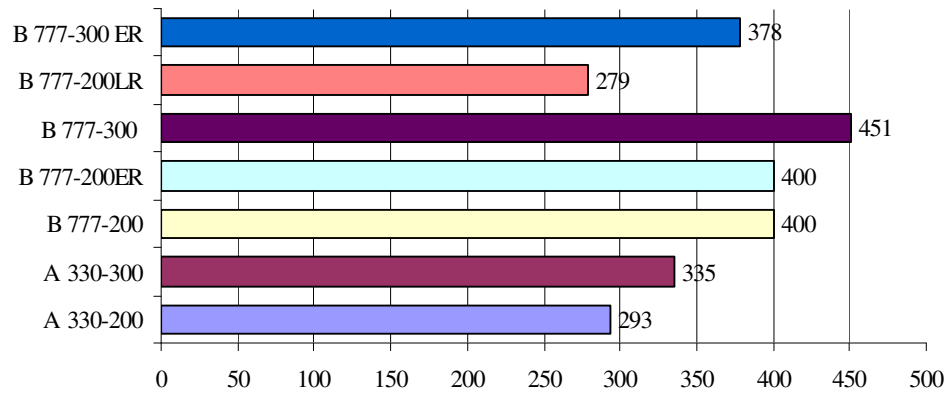
3.3. Boeing 777 ve Airbus 330 için Yolcu Kapasitesi ve Koltuklar Arası

Boyutlar

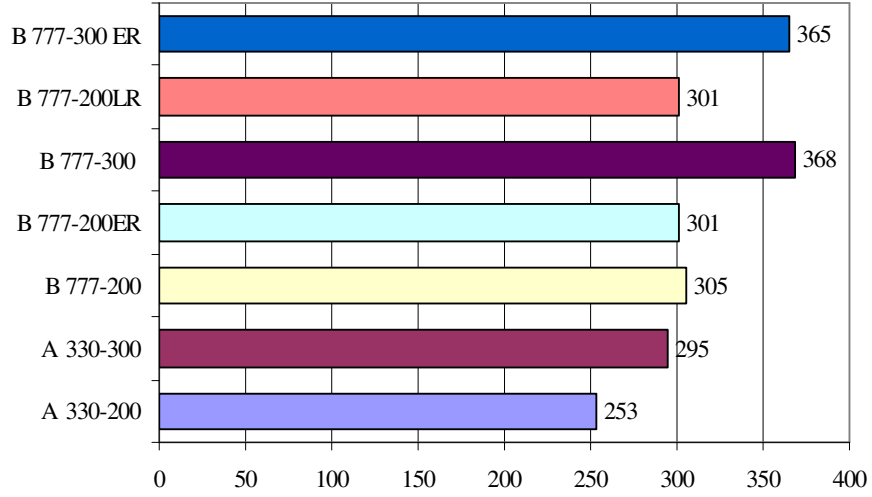
Airbus 330 ve Boeing 777 modelleri için aşağıdaki çizelge 3.6. da yolcu kapasitesi verilmiştir. Üç sınıfta maksimum yolcu B777-300 ve iki sınıfta maksimum yolcu B 777-300 ile taşınabilir. Fazla yolcu taşınmak istenirse bu modeller tercih edilebilir.

Çizelge 3.6. Boeing 777 ve Airbus 330 için yolcu kapasitesi [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300 ER
Mak. Yolcu Sayısı (üç sınıf) (BS/İS/ES)	253	295	305	301	368	301	365
Mak. Yolcu Sayısı (iki sınıf) (BS/ES)	293	335	400	400	451	279	378



Şekil 3.4. Boeing 777 ve Airbus 330 için maksimum yolcu sayısı (BS/ES) [1,2]

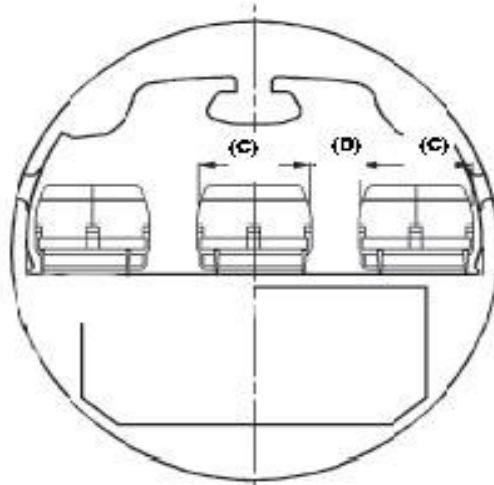


Şekil 3.5. Boeing 777 ve Airbus 330 için maksimum yolcu sayısı (BS/İS/ES) [1,2]

Airbus 330 ve Boeing 777 modelleri için koltuk yerleşimleri ve koltuklar arası mesafeler aşağıda verilmiştir.

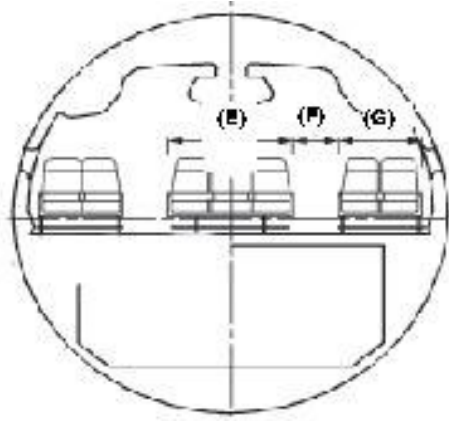
Çizelge 3.7. A330 serisi koltuk boyutları [2]

	C	D	E	F	G	K	M	N	O
A 330 Serisi (cm)	137,16	53,30	182,90	48,30	121,90	105,41	145,00	41,90	-----
B777 Serisi (cm)	145,00	74,00	203,00	55,00	134,00	122,00	149,00		263,00



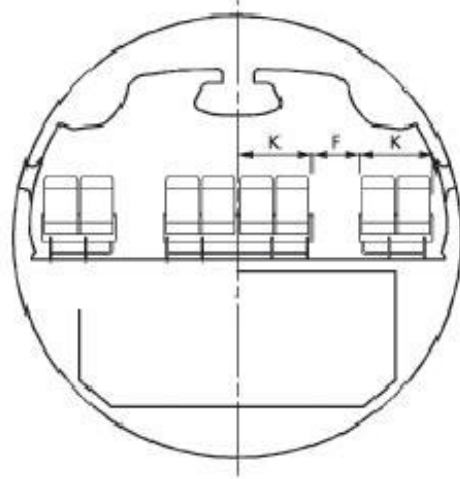
Şekil 3.6. Airbus 330 ve Boeing 777 birinci sınıf boyutlandırılması [1,2]

A 330 serisi ile B 777 serisi uçakların birinci sınıf koltuklar arası mesafelere baktığımız zaman B 777 serisinde koltuklar arası mesafenin ve koltuk eninin daha fazla olduğu görülmektedir. Birinci sınıf bölümde seyahat edecek yolculara daha fazla rahatlık sağladığı gibi yolcuların koridorda hareketlerini de kolaylaştırmaktadır. Ayrıca gövde çaplarına bakıldığında B 777 serisinin A 330 serisine göre daha büyük bir gövde çapına sahiptir.

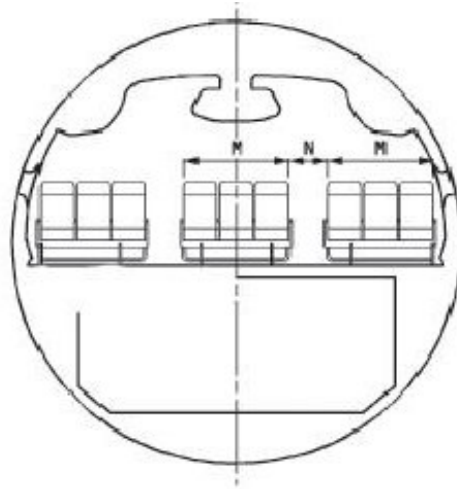


Şekil 3.7. Airbus 330 ve Boeing 777 iş sınıfı boyutlandırılması [1,2]

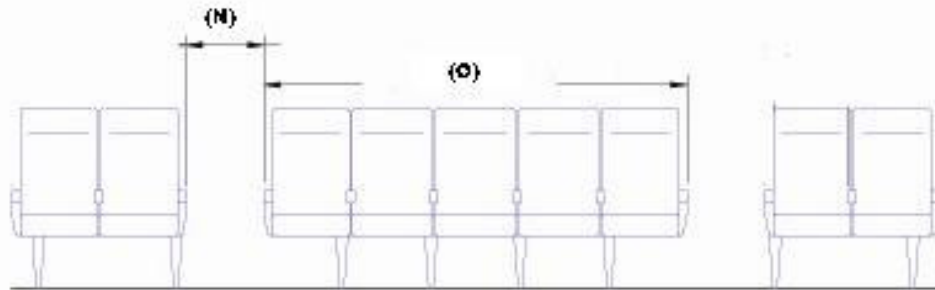
A 330 serisi ile B 777 serisi uçakların iş sınıfı koltuklar arası mesafelere baktığımız zaman B 777 serisinde koltuklar arası mesafenin ve koltuk eninin daha fazla olduğu görülmektedir. İş sınıfı bölümde seyahat edecek yolculara daha fazla rahatlık sağladığı gibi yolcuların koridorda hareketlerini de kolaylaştırmaktadır. Bu mesafeler orta bölümdeki koltuk sayısının bir arttırılması azalmaktadır, fakat daha çok yolcu taşınabilir.



Şekil 3.8. Airbus 330 ve Boeing 777 ekonomik sınıf boyutlandırılması [1,2]

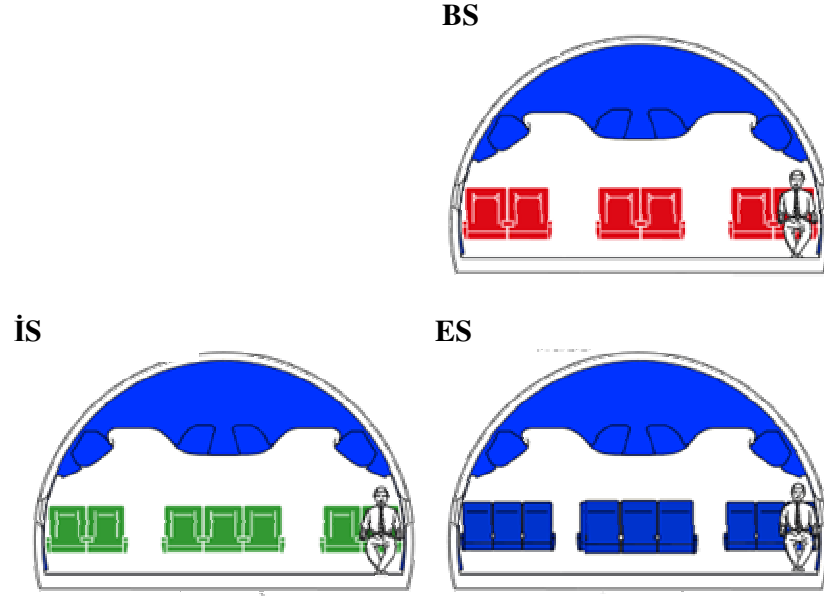


Şekil 3.9. Airbus 330 ekonomik sınıf boyutlandırılması [1]



Şekil 3.10. Boeing ekonomik sınıf boyutlandırılması [2]

A 330 serisi ile B 777 serisi uçakların ekonomik sınıf koltuklar arası mesafelere baktığımız zaman B 777 serisinde koltuklar arası mesafenin ve koltuk eninin daha fazla olduğu görülmektedir. Ekonomik sınıf bölümünde seyahat edecek yolculara daha fazla rahatlık sağladığı gibi yolcuların koridorda hareketlerini de kolaylaştırmaktadır. Bu mesafeler orta bölümdeki koltuk sayısının bir artırılması azalmaktadır, fakat daha çok yolcu taşınabilir.



Şekil 3.11. Airbus 330 ve Boeing 777 koltuk genişlikleri [1,2]

Çizelge 3.8. Airbus 330 ve Boeing 777 koltuk genişlikleri [1,2]

Modeller	A 330 serisi	B 777 serisi
Koltuk genişliği (BS) (cm)	68,58	72,39
Koltuk genişliği (İS) (cm)	60,96	67,73
Koltuk genişliği (ES) (cm)	48,34	53,09

Yolcu rahatlığı için önemli bir kriter olan koltuk genişliklerine bakıldığı zaman Boeing 777 modellerinde daha geniş olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.9. Airbus 330 ve Boeing 777 koltuk arası mesafeler [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300 ER
Koltuklar arası mesafe (BS)(cm)	157,48	157,48	152,4	154,94	152,4	154,94	154,94
Koltuklar arası mesafe (İS)(cm)	101,6	101,6	96,52	99,06	96,52	99,06	99,06
Koltuklar arası mesafe (ES) (cm)	81,28	81,28	78,74	78,74	78,74	78,74	78,74

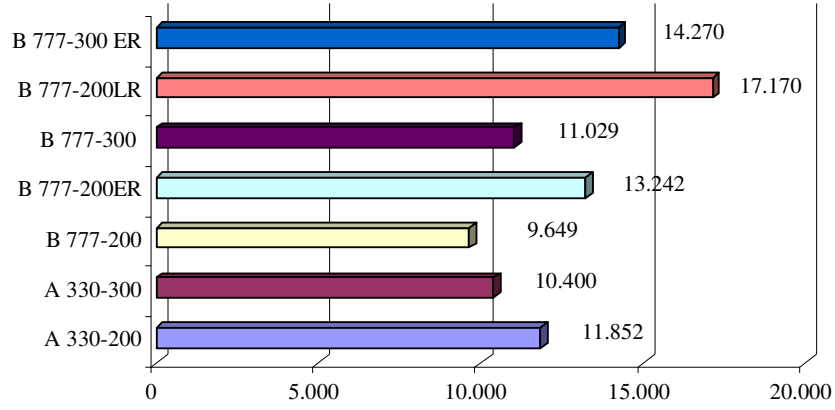
Günümüzde kıtalar arası ve deniz aşırı uçuşlarda yolcuların rahatlığı ön plana çıkar. Yolcunun evindeki gibi rahat etmesi için koltukların arasındaki mesafelerin maksimum olması istenir. Koltuklar arasındaki mesafelere bakıldığı zaman Airbus 330-200/300 modelleri biraz daha fazla mesafeye sahiptir. Yolcu rahatlığı için bu önemli bir kriterdir.

3.4. Boeing 777 ve Airbus 330 için Menziller

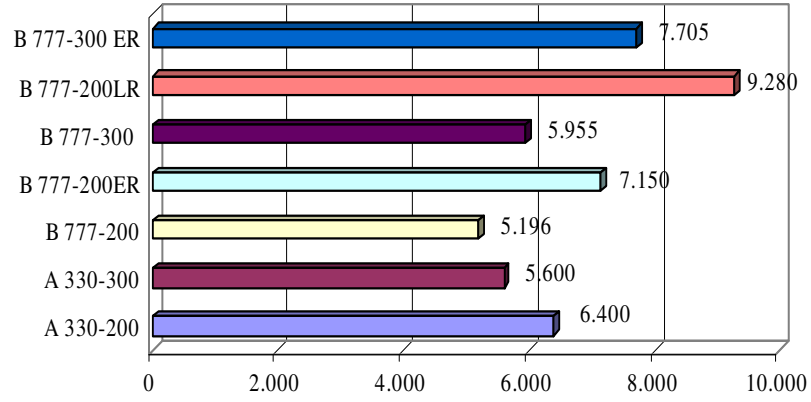
Hava yolu işletmeleri açısından bakıldığı zaman maksimum menzile sahip olan modeller uzun menzilli uçuşlar için kullanılmaktadır. Bu amaçla Türkiye'nin coğrafi konumuna göre diğer kıtalara olan uzun menzilli uçuşları için maksimum menzile sahip olan B777-200LR tercih edilebilir. Seyir menzili: Bir uçağın belirli bir uçuş konfigürasyonu ile en uygun irtifa ve motor rejimiyle kat edebileceği mesafeye denir.

Çizelge 3.10. Boeing 777 ve Airbus 330 menzilleri [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300 ER
Menzil (Km)	11.852	10.400	9.649	13.242	11.029	17.170	14.270
Menzil (Nm)	6.400	5.600	5.196	7.150	5.955	9.280	7.705



Şekil 3.12. Boeing 777 ve Airbus 330 menzilleri (Km) [1,2]



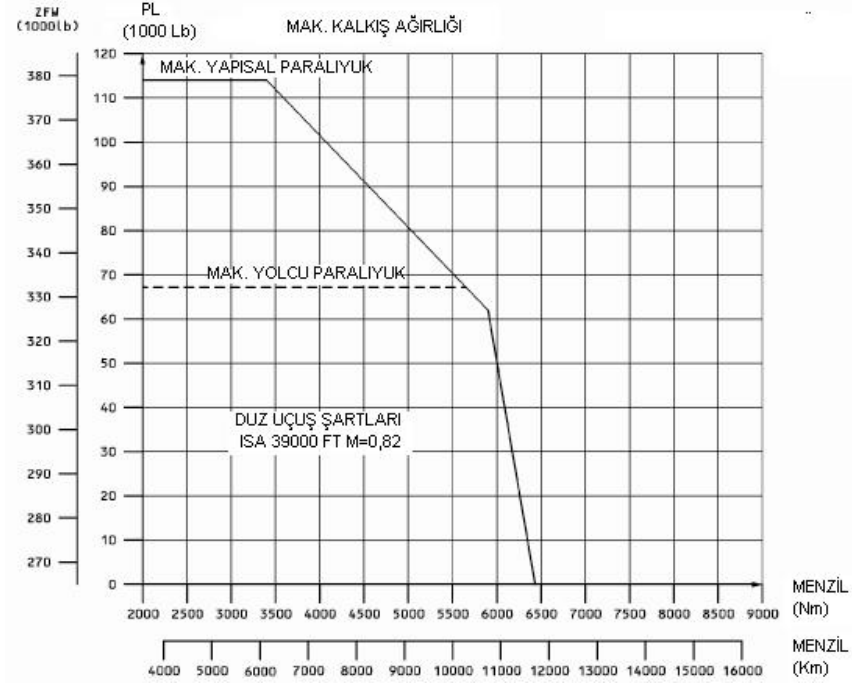
Şekil 3.13. Boeing 777 ve Airbus 330 menzilleri (Nm) [1,2]



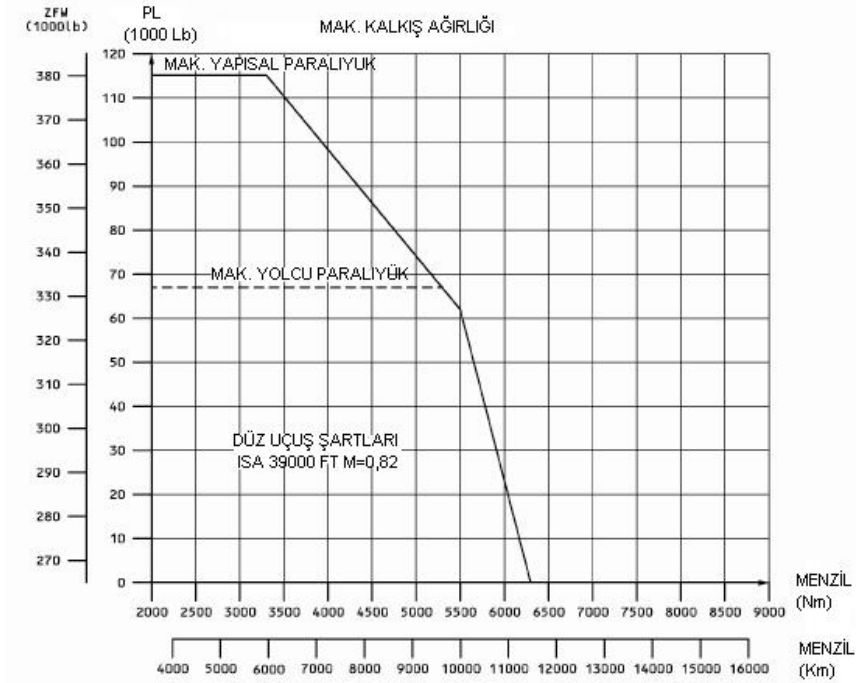
Şekil 3.14. Türkiye'den bazı yabancı ülkelere olan uzaklıklar

3.5. Paralı Yükün Menzil ile Değişimi

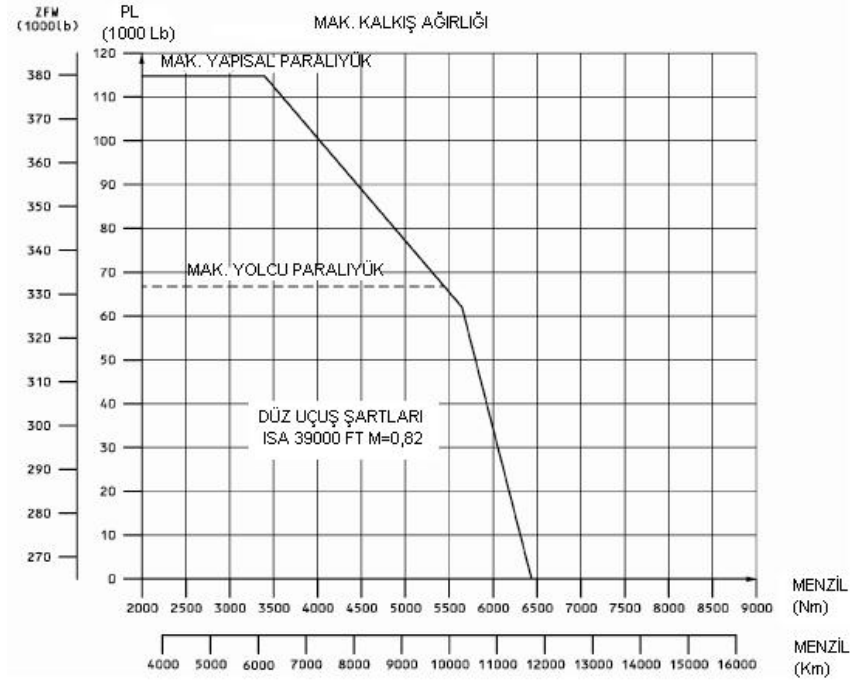
Paralı yükün menzil ile değişimi uçak üretici firmalarının tasarım aşamasında ön plana çıkmakla beraber, tasarımcıların tasarladığı uçakların piyasada tercih edilmesini sağlamak amacıyla ve non-stop uçuşların yapılabilmesi için en uzağa en fazla paralı yükü uçmak istediklerinden, üretici firmalar uçuş menzilleri maksimum kılacak uçaklar yapmaktadırlar. Günümüzde bu amaçla birçok çalışma yapılmaktadır. Menzilleri arttırarak en uzağa durmadan uçan uçaklar günümüzde ön plandadır. Menzil tek başına faktör olarak düşünülemez. Bir uçağın maksimum menzili, uçakta paralı yük (yolcu, bagaj, kargo) olmadan maksimum boş çalışma ağırlığı ile uçtuğu menzildir. Maksimum menzil paralı yükün artması ile azalmaktadır. Bunun için maksimum menzil sağlanması amacıyla daha fazla yakıt taşıyabilen uçaklar ile maksimum paralı yükü maksimum menzile uçulabilir. Bir uçağın depolarının depolayabileceği yakıt sabit olduğundan, sabit yakıt ile gidilebilecek menzil ile paralı yük ters orantılıdır. Menzil arttıkça paralı yük azalır, paralı yük arttıkça menzil azalır. Menzili arttırmak için ekstra tanklar ilave edilebilir. Bunlar uçak kanat altında dış yakıt tankları ile sağlanabilir. Askeri uçaklarda yapıldığı gibi sivil uçaklara uygulanmayan bir tekniktir. Askeri havacılıkta havada yakıt transferi ile uçağın yakıtı bittiği zaman ilave yakıt ile uçak istenilen bölgeye rahatça ulaşılabilir. Bu yakıt transferi için askeri uçaklarda özel bir aparat ile sağlanmaktadır. Sivil havacılıkta bu tip uygulamaya rastlanmamaktadır. Uçakların taşıyabileceğinden fazla paralı yük taşımak uçuş emniyetini tehlikeye sokacağından dolayı limitler içerisinde paralı yük taşınabilir.



Şekil 3.15. PW 4000 motorlu A330 serisi paralı yük / menzil değişimi [1]



Şekil 3.16. RB211 TRENT motorlu A330 serisi paralı yük / menzil değişimi [1]



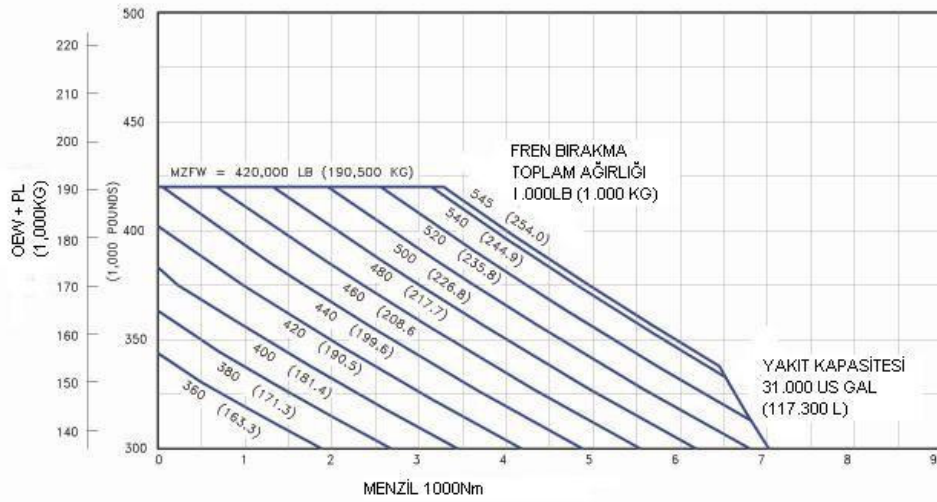
Şekil 3.17. GE CF6-80E1 motorlu A330 serisi paralı yük / menzil değişimi [1]

Paralı yük ile menzilin değişimi ISA şartlarında 39000 ft irtifada, hız $Ma = 0,82$ iken sıfır rüzgar, yatay uçuş sırasındaki değerlere göre grafikler oluşturulmuştur. Airbus 330 serisi için farklı motor seçenekleri ile maksimum paralı yük /menzil oranlarına baktığımızda aynı sıfır yakıt ağırlığında, PW 4000 motoru bulunan modellerinde maksimum paralı yük / menzil oranı maksimum, RB211 Trent motoru bulunan modellerinde ise paralı yük / menzil oranı minimum değerdedir.

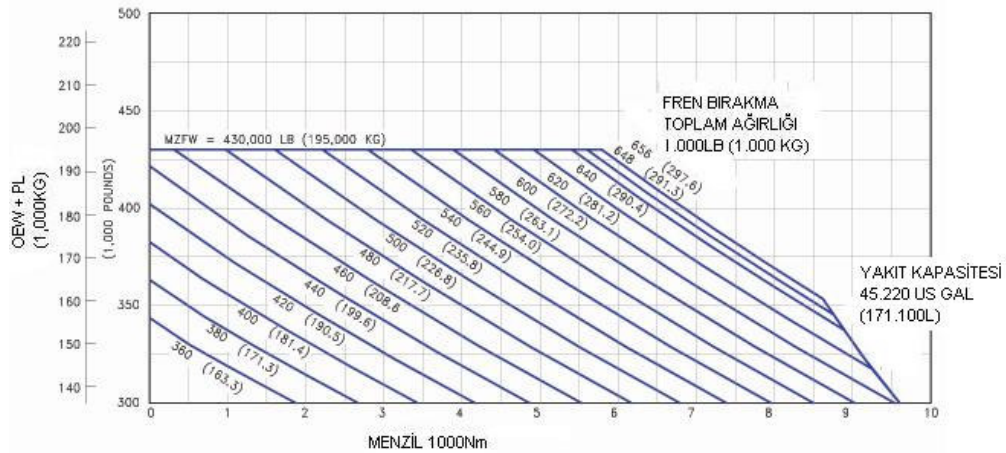
Airbus 330 serisi için farklı motor seçenekleri ile maksimum yapısal ağırlıkla paralı yük /menzil oranlarına baktığımızda aynı sıfır yakıt ağırlığında, PW 4000 motoru ve GE CF&-80E1 bulunan modellerinde paralı yük / menzil oranı maksimum ve birbirine çok yakın değerlere sahip oldukları görülmektedir. RB211 Trent motoru bulunan modellerinde ise paralı yük / menzil oranı minimum değerdedir.

Minimum sıfır yakıt ağırlığı paralı yük olmadan A330 serisinde maksimum menzile sahip olması için PW 4000 motoru ve GE CF&-80E1 motora sahip modeller tercih edilmelidir.

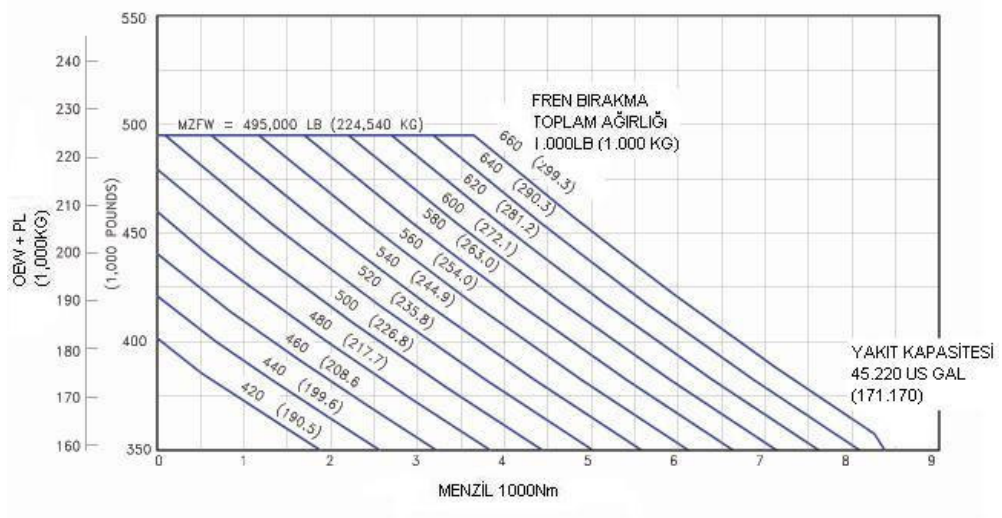
Tercih olarak Airbus 330 modelini tercih eden bir hava yolu şirketinin maksimum paralı yükü en uzağa taşımak önemlidir. Bunun için Airbus 330 modelinin PW 4000 motor modelinin bulunduğu modelleri tercih edilebilir.



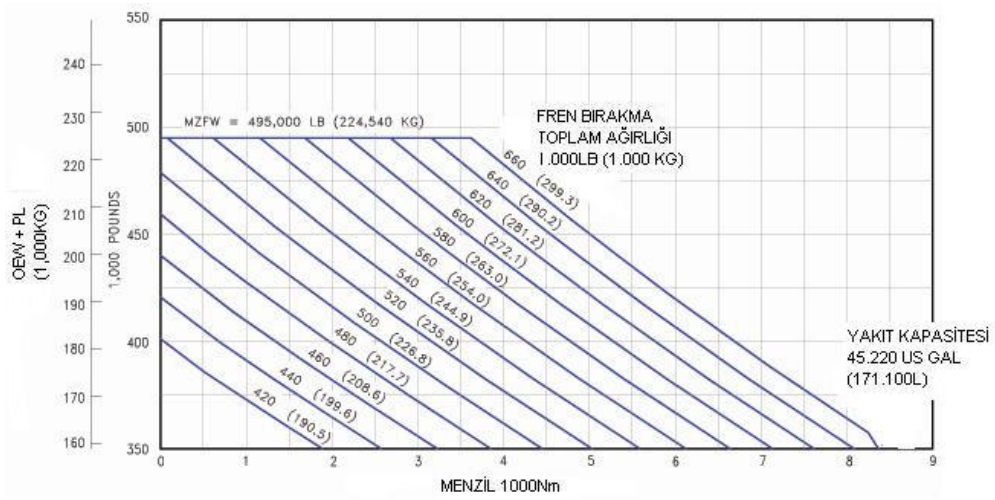
Şekil 3.18. B777-200 (minimum ağırlıklı) paralı yük / menzil değişimi [2]



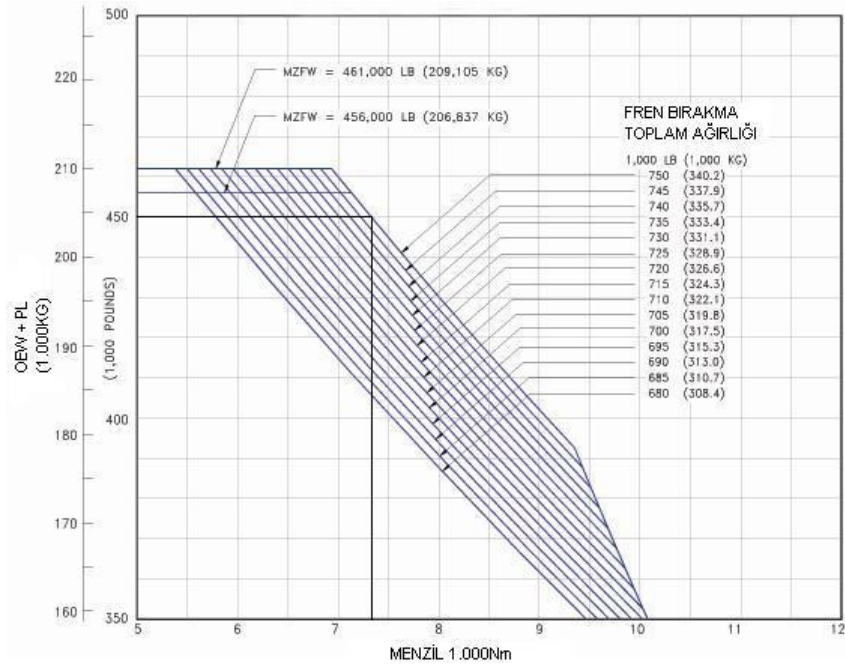
Şekil 3.19. B777-200 (maksimum ağırlıklı) paralı yük / menzil değişimi [2]



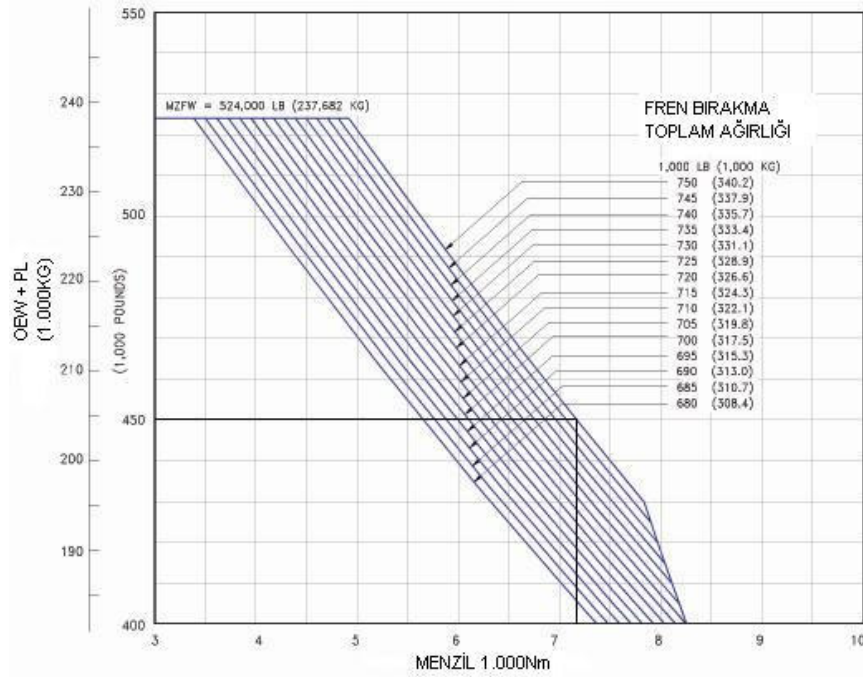
Şekil 3.20. B777-300 (90 k Motor) paralı yük/ menzil değişimi [2]



Şekil 3.21. B777-300 (98 k Motor) paralı yük/ menzil değişimi [2]



Şekil 3.22. B777-200 LR paralı yük/ menzıl değişimi [2]



Şekil 3.23. B777-300 ER paralı yük/ menzıl değişimi [2]

Paralı yük ile menzilin değişimi ISA şartlarında, hız $Ma = 0,84$ iken, sıfır rüzgar ve yatay uçuş sırasındaki değerlere göre grafikler oluşturulmuştur. Boeing 777 modellerinde paralı yük / menzil oranı bulabilmek için, boş çalışma ağırlığının paralı yükle toplamının bize maksimum boş yakıt ağırlığını verdiği göre ve pist başı kalkış ağırlığını da bildiğimize göre paralı yük / menzil oranının değişimini kolaylıkla okuyabiliriz.

Boeing 777-200 minimum ve maksimum ağırlıklı uçaklarına baktığımızda aynı maksimum sıfır yakıt ağırlığında ve pist başındaki ağırlıkları maksimum olan aynı eğrileri karşılaştırdığımızda B777- 200 maksimum ağırlıklı modelinin paralı yük / menzil oranının değişiminin maksimum olduğu görülür.

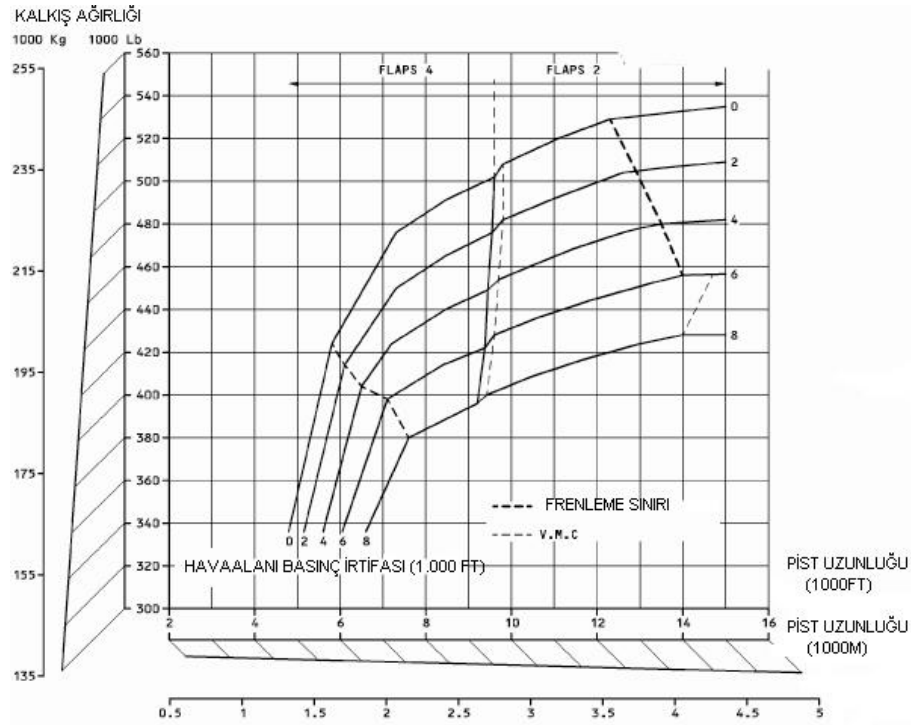
Boeing 777-300 90K ve 98K motorlu uçaklarına baktığımızda aynı maksimum sıfır yakıt ağırlığında ve pist başındaki ağırlıkları maksimum olan aynı eğrileri karşılaştırdığımızda B777- 300 90K ve 98K motorlu uçaklarının paralı yük / menzil oranının değişiminin birbirine çok yakın olduğu görülür.

Boeing 777-200LR ve 777-300ER modellerini aynı maksimum sıfır yakıt ağırlığında ve pist başındaki ağırlıkları maksimum olan aynı eğrileri karşılaştırdığımızda Boeing 777-200 LR paralı yük / menzil oranının maksimum olduğu görülmektedir.

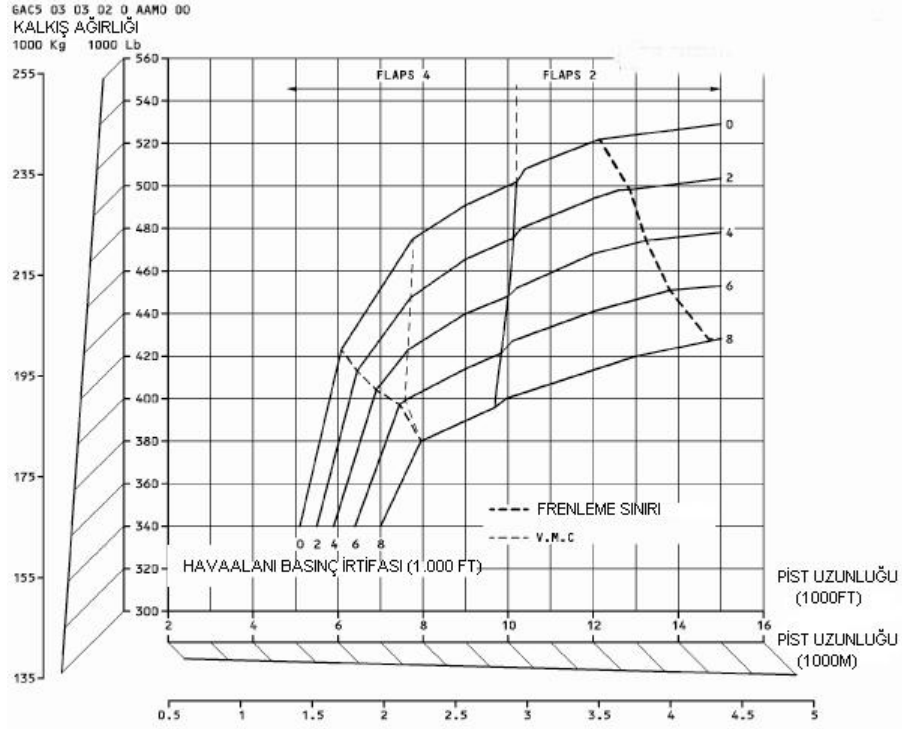
3.6. Kalkış ve İniş Uzunluğunun Ağırlık, İrtifa, Sıcaklık ve Uçuş Konfigürasyonu ile Değişimi

Kalkış uzunluğu maksimum kalkış ağırlığı ile değişmektedir. Uçak ağırlığı ne kadar artarsa, kalkış için gerekli pist uzunluğu da artar ve pistten kalkış yapamaz. Uçulmak istenen havalimanlarının pist uzunluğu, uçak seçiminde önemli bir role sahiptir. Uçağın kalkmak için kullandığı pist uzunluğu bütün şartlar deniz seviyesine indirgenmiş halde ve hiçbir olumsuz hava şartı yokken (rüzgar, yağmur) maksimum ağırlıkla kalkacağı pist uzunluğu maksimumdur. Kalkış yapılacak meydanın zemini, eğimi, deniz seviyesinden yüksekliği, meydan atmosfer sıcaklığı, rüzgar durumuna bağlı olarak da deniz seviyesi şartlarından daha fazla bir pist uzunluğu gerektirebileceği gibi daha kısa mesafeden de kalkışını yapabilir. Pist uçağın tekerlek yapısına uygun olmalıdır. Beton pist için

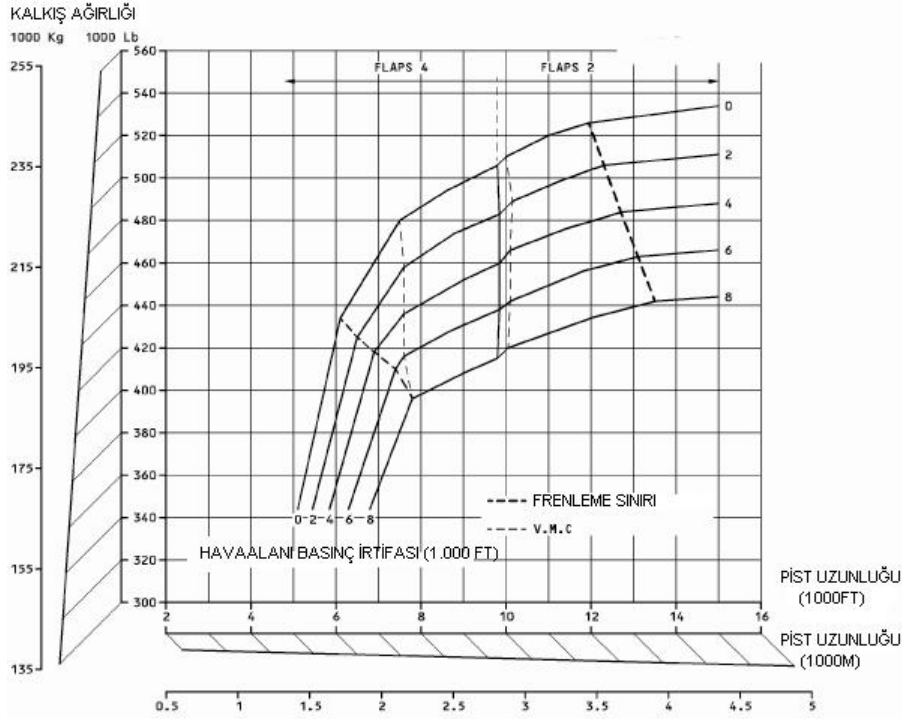
tasarlanan uçak toprak bir piste veya suya inemez. Her uçak ineceği piste göre seçilmelidir. Pistin eğimi kalkış doğrultusunda ise daha kısa pistte koşturarak kalkar. Fakat pist eğimi kalkış doğrultusunun ters yönünde ise uçağın maksimum ağırlıkla kalkış yapması için gerekli pist uzunluğu artar. Kalkış yapılacak pistin irtifası ve atmosfer sıcaklığı arttıkça pist üzerinde daha fazla koşturması gerekir. Maksimum kalkış ağırlığı kalkış için gerekli pist uzunluğunu artırır. Rüzgar kalkışta karşıdan alındığı zaman uçağın daha kısa mesafeden maksimum ağırlıkla kalkışını sağlar. Rüzgar kalkışta arkadan alındığı zaman uçağın daha uzun mesafeden maksimum ağırlıkla kalkışını sağlar. Bunun içindir ki kalkış pist uzunluğu uçak tasarımlarında önemi büyüktür. Kalkış yapılan meydana pist uzunluğu, atmosfer koşulları ve hava şartlarına bağlı olarak uçak maksimum kalkış ağırlıkları belirlenmelidir.



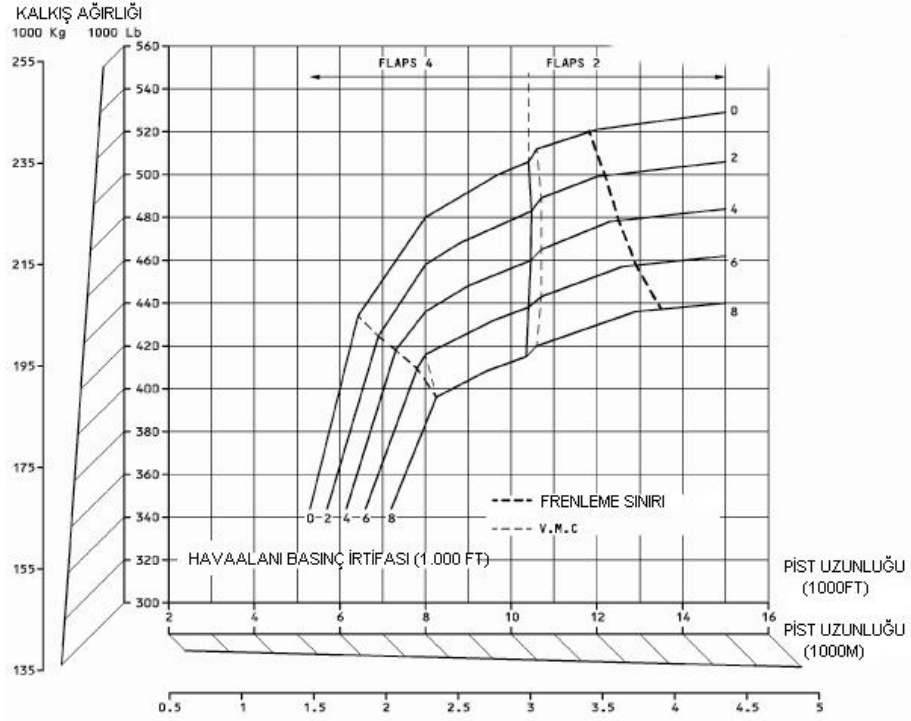
Şekil 3.24. PW 4000 motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [1]



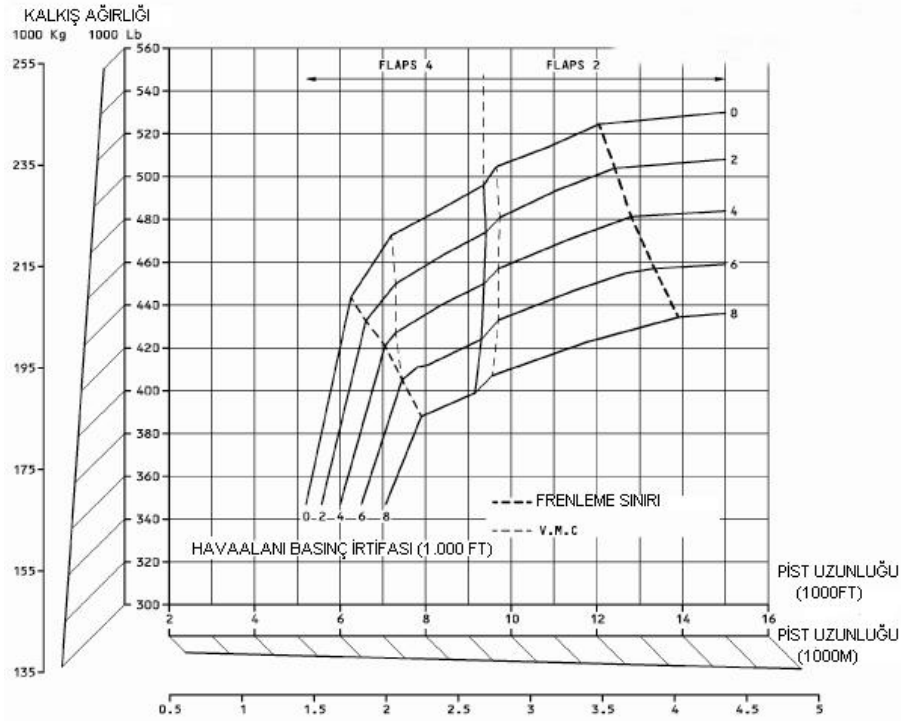
Şekil 3.25. PW 4000 motorlu A330 Serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C)[1]



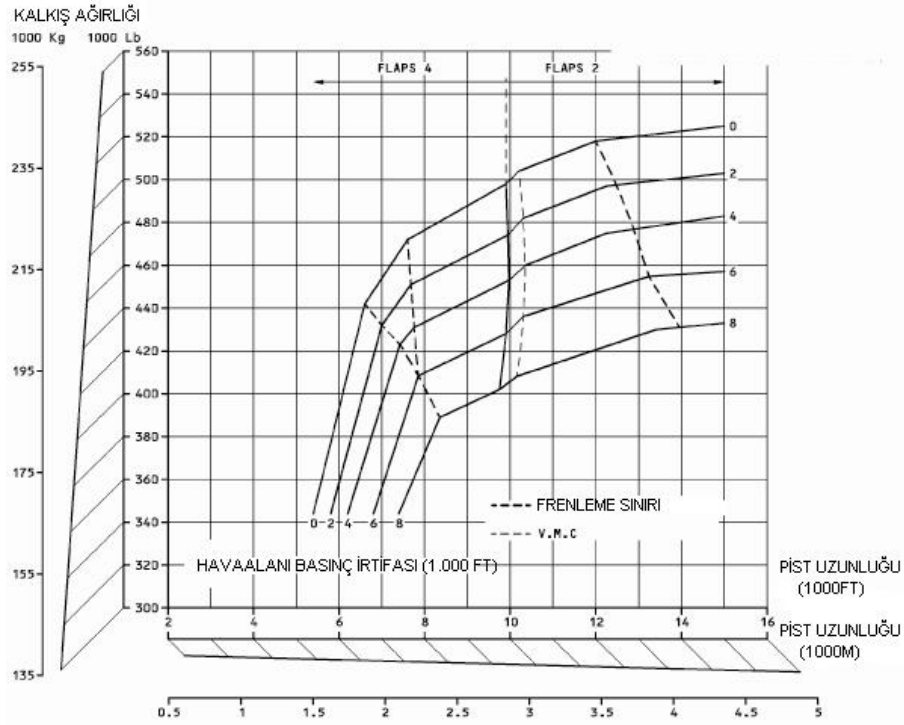
Şekil 3.26. RB211 TRENT motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [1]



Şekil 3.27. RB211 TRENT motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C)[1]



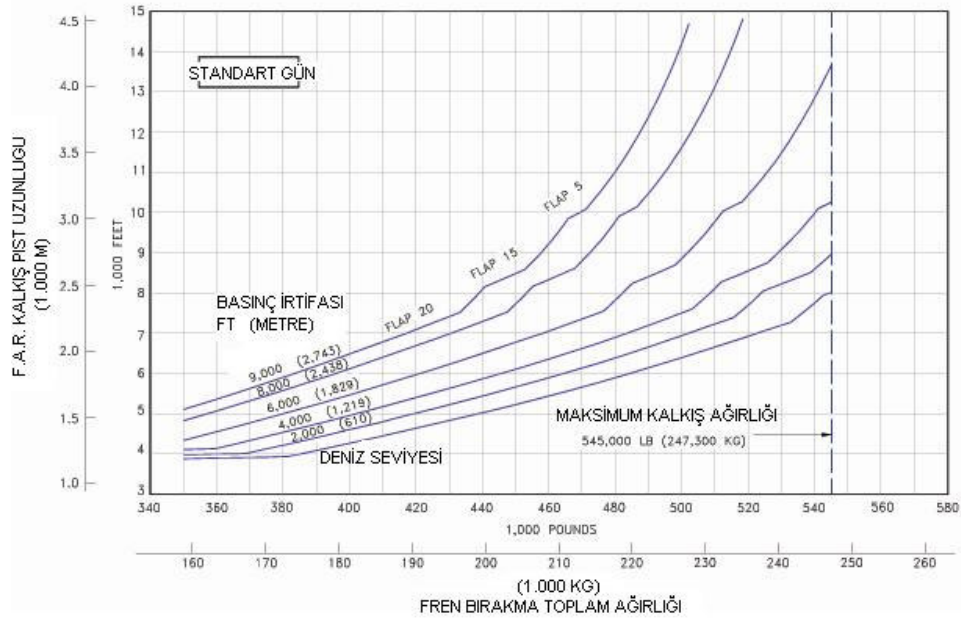
Şekil 3.28. GE CF6-80E1 motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [1]



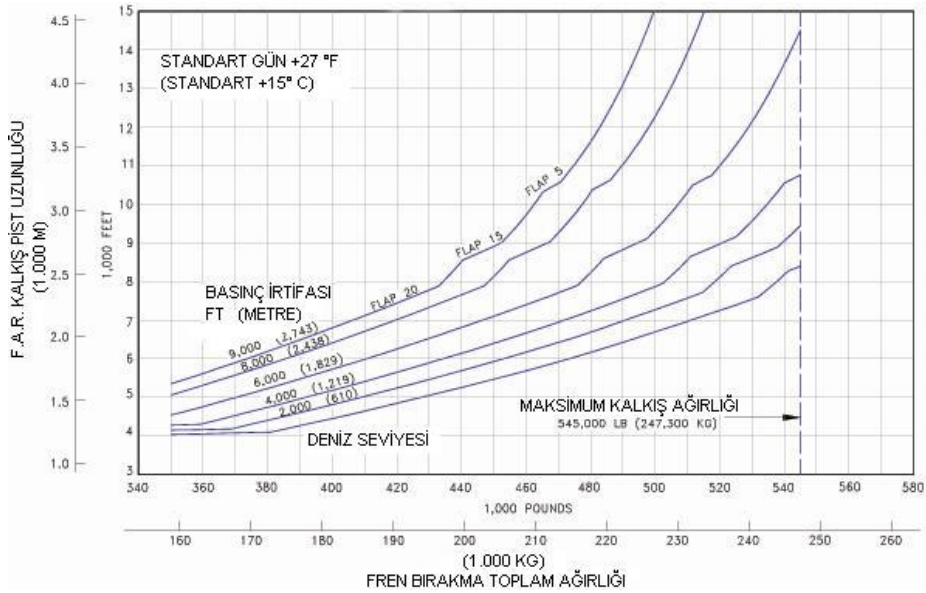
Şekil 3.29. GE CF6-80E1 motorlu A330 serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C)[1]

Kalkış uzunluğunun maksimum kalkış ağırlığı, irtifa, sıcaklık, ve uçuş konfigürasyonu ile değişimine Airbus 330 serisi için değişik uçak motorları ile baktığımızda (rüzgar yok, yağışsız hava koşulları); örneğin PW 4000 motorlu uçağın ISA şartlarında ve ISA + 15 °C şartlarında kalkış pist uzunluğuna baktığımızda, aynı basınç irtifasında, aynı ağırlıkta ve konfigürasyondaki uçağın kalkış pist uzunluğunun sıcaklık artışı ile arttığı görülmektedir. Ayrıca her bir şekilde baktığımız da kalkış maksimum ağırlıklarının artışı ile kalkış için gerekli pist uzunluklarının arttığı görülmektedir. Pist irtifasının artışı ile de uçağın aynı ağırlıkla kalkışı için gerekli pist uzunluğunun arttığı şekillerden görülebilir. Basınç irtifasında ki değişiklik, sıcaklık da ki değişimi uçak motorunun verdiği faydalı çekme kuvvetini etkilediğinden dolayı kalkış için gerekli pist uzunlukları, irtifanın ve dış ortam sıcaklığının artışı ile artmaktadır. Maksimum kalkış ağırlığında meydana gelen artış da kalkış için gerekli olan emniyetli kalkış hızına ulaşabilmesi için daha fazla pist üzerinde koşturacağından dolayı kalkış pist uzunluğunu artırır. Airbus 330 serisi için değişik uçak motorları ile baktığımızda

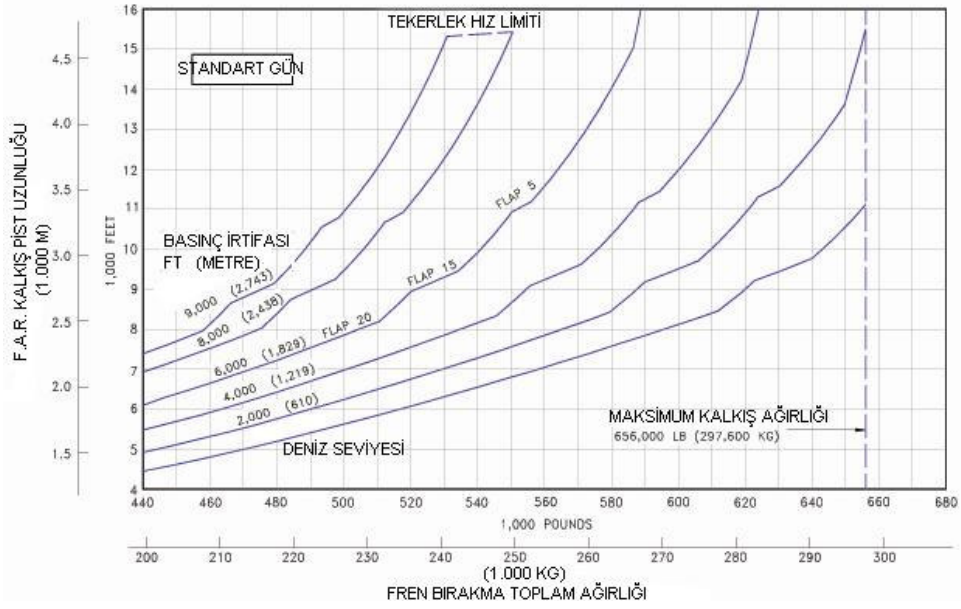
ISA şartlarında deniz seviyesinde aynı ağırlık ve konfigürasyonda iken en kısa pist uzunluğunda kalkış yapmasını sağlayan motor PW 4000 motordur. Hava yolu işletmecileri açısından bakıldığı zaman maksimum kalkış ağırlığı en kısa pist uzunluğundan kalkmak isterse bu motorlu A-330 modellerini tercih edilebilir.



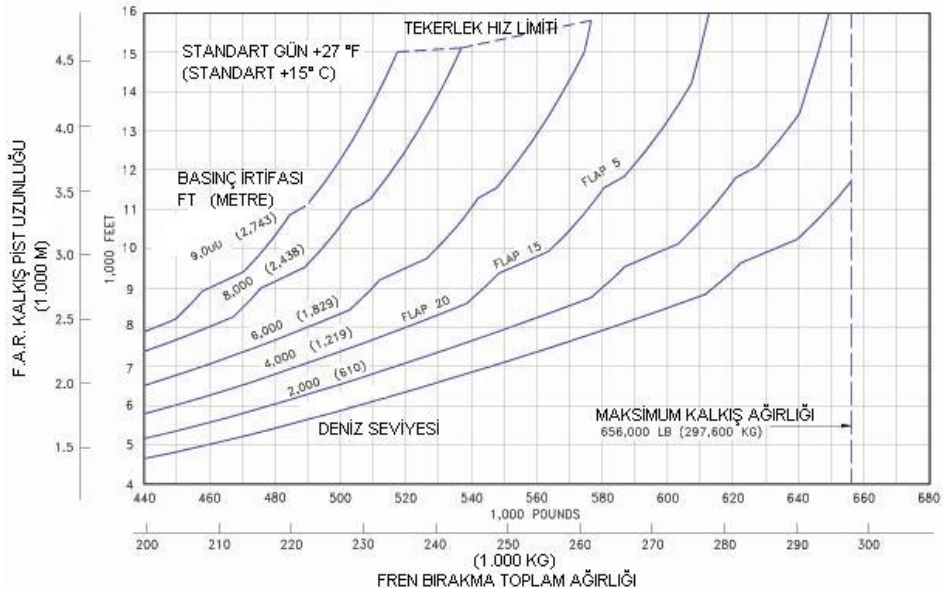
Şekil 3.30. B777-200 (min.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [2]



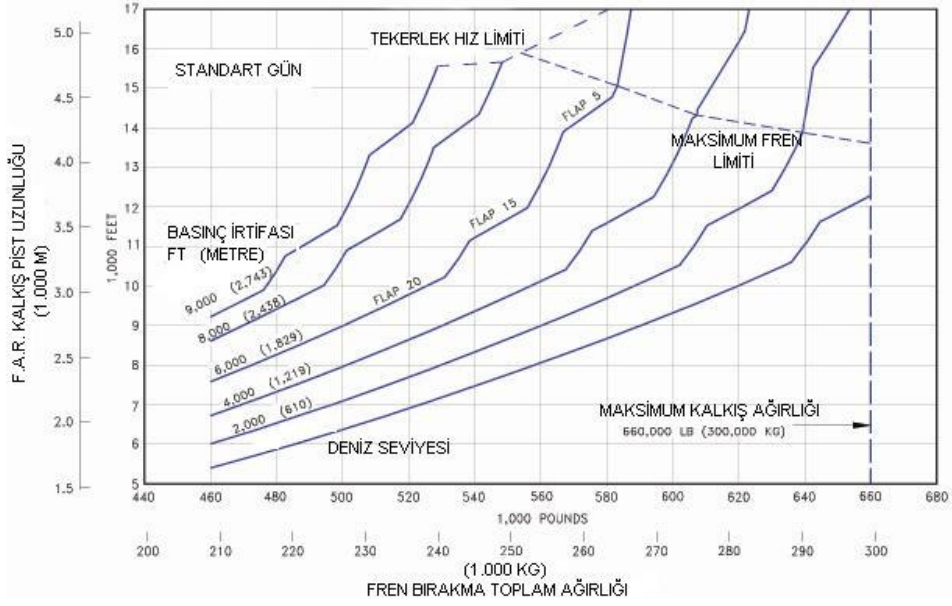
Şekil 3.31. B777-200 (min.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



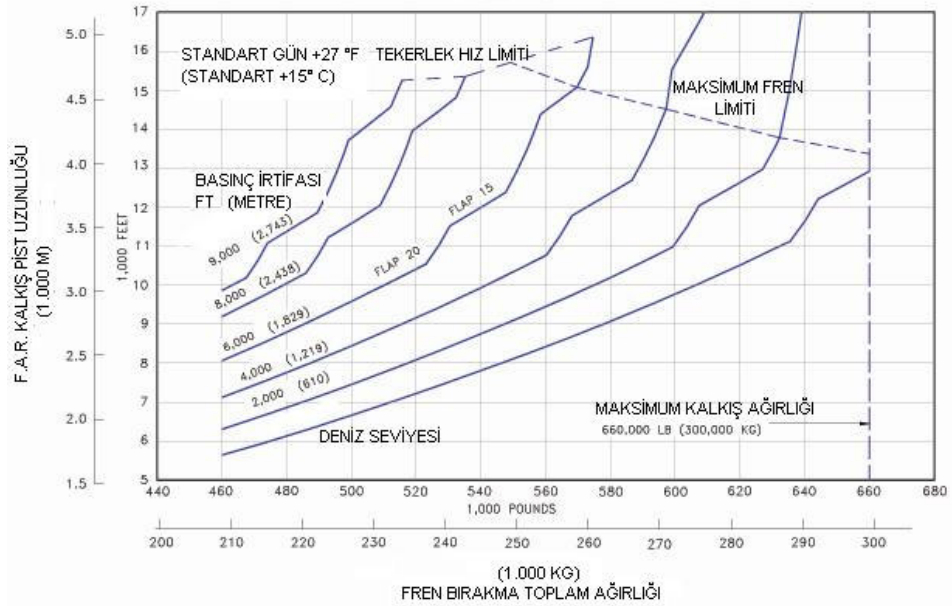
Şekil 3.32. B777-200 (max.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [2]



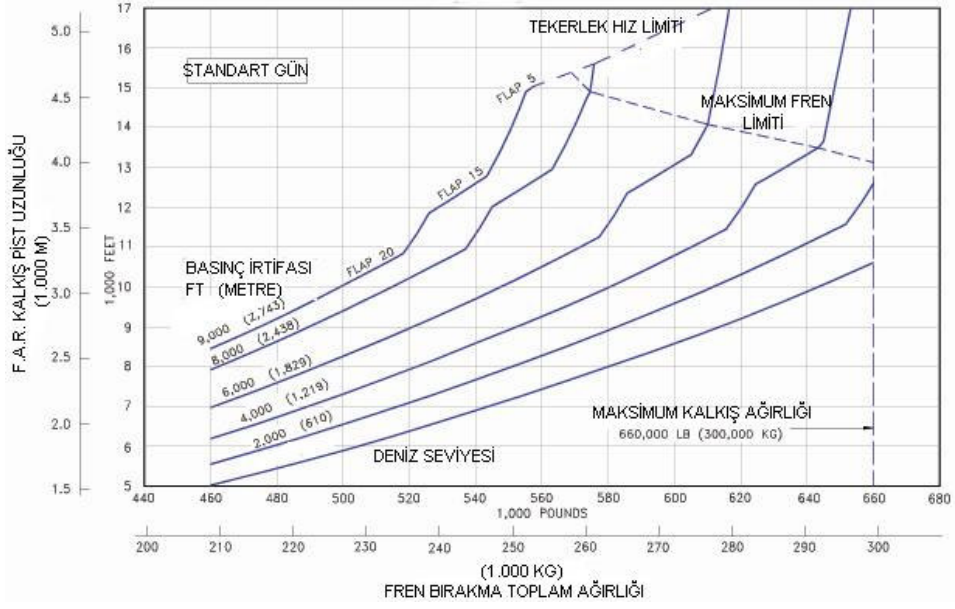
Şekil 3.33. B777-200 (max.) serisi kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



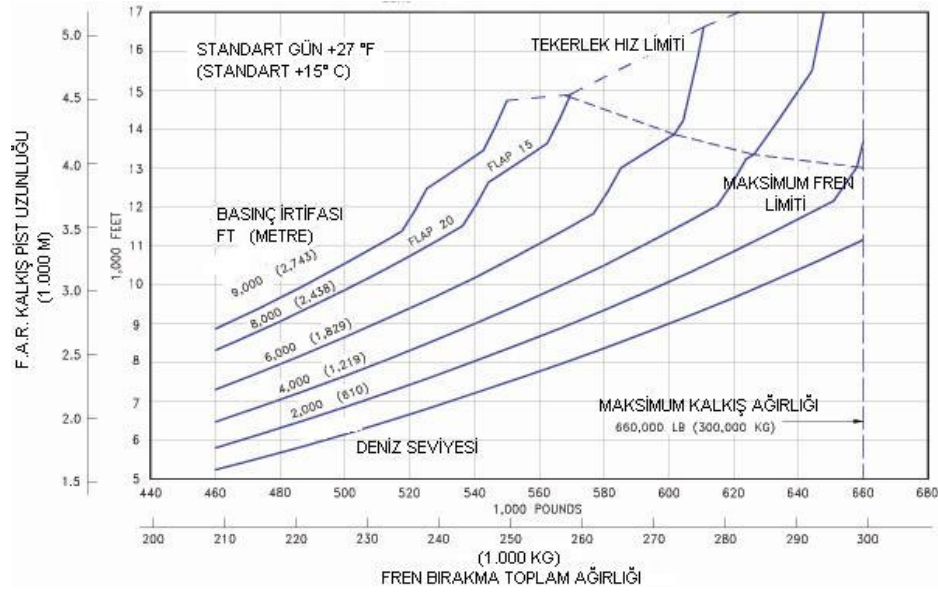
Şekil 3.34. B777-300 serisi (Tipik 90K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [2]



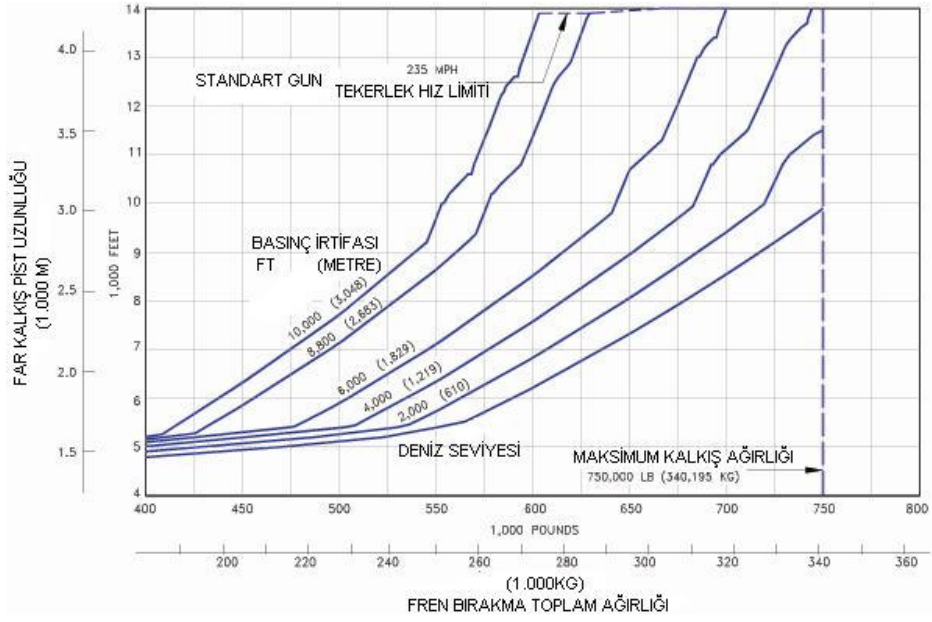
Şekil 3.35. B777-300 serisi (Tipik 90K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



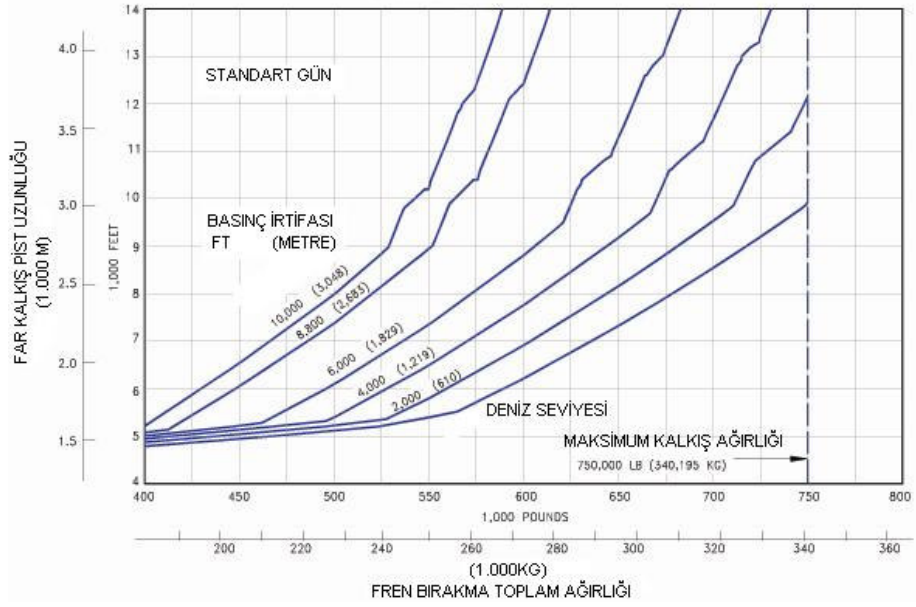
Şekil 3.36. B777-300 serisi (Tipik 98K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA şartlarında) [2]



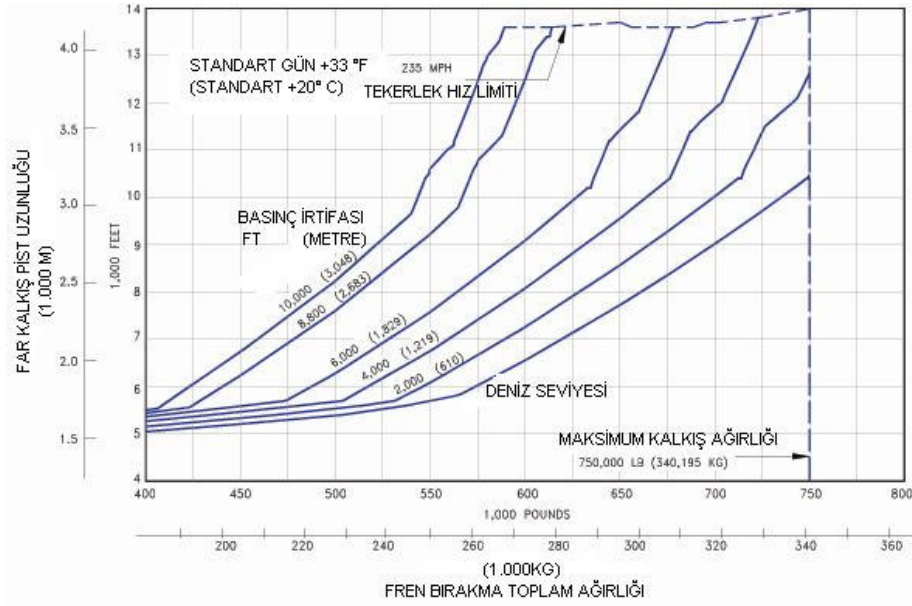
Şekil 3.37. B777-300 serisi (Tipik 98K Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



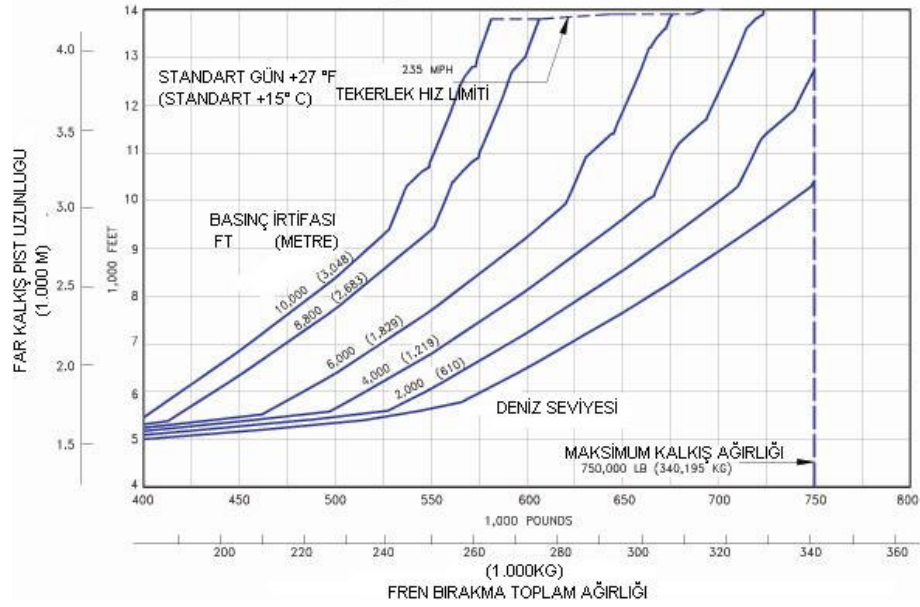
Şekil 3.38. B777-200LR serisi (GE90-110B1 Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA) [2]



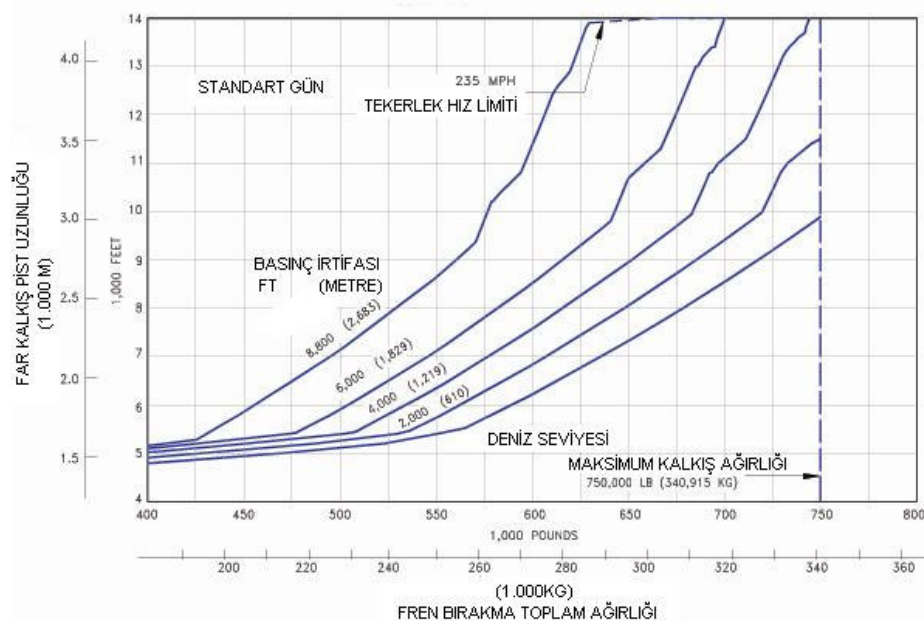
Şekil 3.39. B777-200LR serisi (GE90-110B1 Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



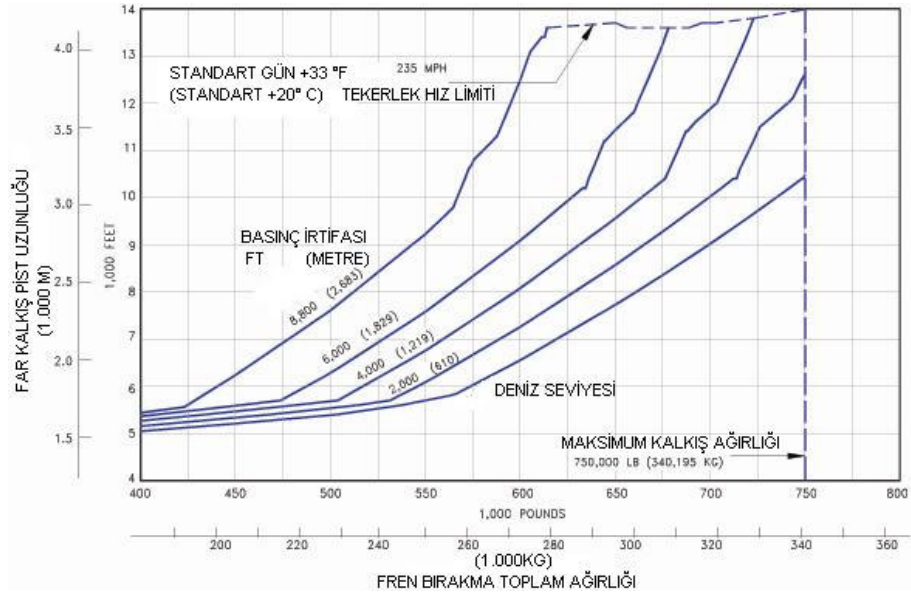
Şekil 3.40. B777-200LR serisi (GE90-100B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA) [2]



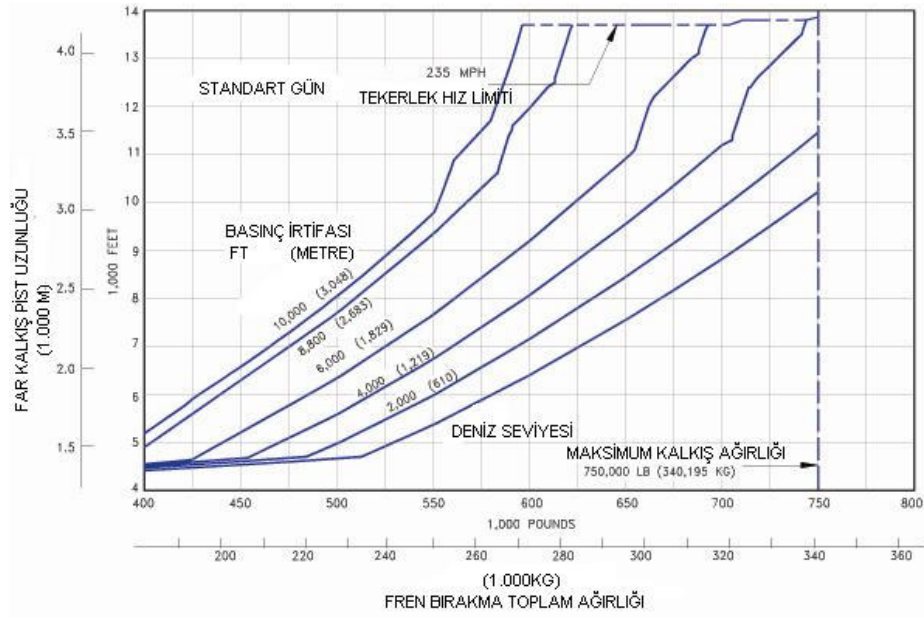
Şekil 3.41. B777-200LR serisi (GE90-100B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



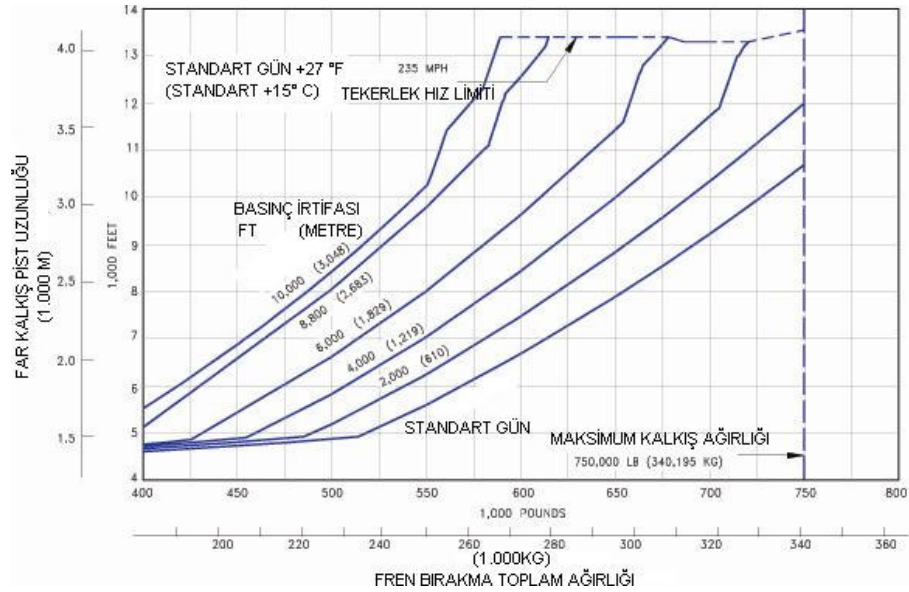
Şekil 3.42. B777-200LR serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA) [2]



Şekil 3.43. B777-200LR serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]



Şekil 3.44. B777-300ER serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA) [2]



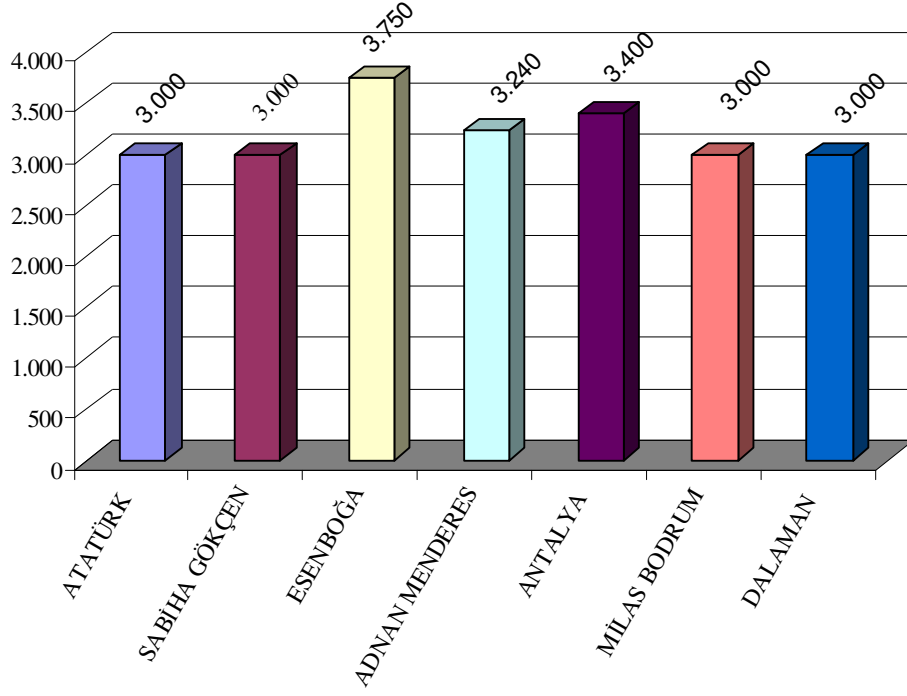
Şekil 3.45. B777-300ER serisi (GE90-115B Motor) kalkış ağırlık sınırlamaları (ISA+15°C) [2]

Kalkış için gerekli pist uzunluğu: Uçağın belirli konfigürasyonlarla sıfır hızdan başlayarak emniyetli kalkış hızına ulaşip tekerleklerin yerden kesilmesine kadar, uçak ağırlık merkezinin takip etmiş olduğu pist uzunluğudur [3].

Kalkış uzunluğunun maksimum kalkış ağırlığı, irtifa, sıcaklık ve uçuş konfigürasyonu ile değişimine B777-200 ve 300 serisi için baktığımızda (rüzgar yok, yağışsız hava koşulları); B777 serisinde ISA şartlarında ve ISA + 15 °C şartlarında kalkış pist uzunluğuna baktığımızda, aynı basınç irtifasında, aynı ağırlıkta ve konfigürasyondaki uçağın kalkış pist uzunluğunun sıcaklık artışı ile arttığı görülmektedir. Ayrıca her bir şekilde baktığımız da kalkış maksimum ağırlıklarının artışı ile kalkış için gerekli pist uzunluklarının arttığı görülmektedir. Pist irtifasının artışı ile de uçağın aynı ağırlıkla kalkışı için gerekli pist uzunluğunun arttığı şekillerden görülebilir. Basınç irtifasında ki değişiklik, sıcaklık da ki değişim uçak motorunun verdiği faydalı çekme kuvvetini etkilediğinden dolayı kalkış için gerekli pist uzunlukları irtifanın ve dış ortam sıcaklığının artışı ile artmaktadır. Maksimum kalkış ağırlığında meydana gelen artış da kalkış için gerekli olan emniyetli kalkış hızına ulaşılabilmesi için daha fazla pist üzerinde koşturacağından dolayı kalkış pist uzunluğunu arttırır.



Şekil 3.46. Türkiye'deki uluslar arası hava alanları



Şekil 3.47. Türkiye'deki uluslararası hava alanları pist uzunlukları

Çizelge 3.11. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlığıyla kalkması için gerekli pist uzunlukları [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
Kalkış uzunluğu (m) (ISA) SL	2.780	2.780	2.944	2.944	3.000	3.220	3.136
Kalkış uzunluğu (m) (ISA) (irtifa 3125ft)	4.686	4.686	5.000	5.000	4.062	5.332	3.934
Kalkış uzunluğu (m) (ISA+15°C) SL	2.863	2.863	3.055	3.055	3.181	3.389	3.272
Kalkış uzunluğu (m) (ISA+15°C) (irtifa 3125ft)	5.058	5.058	5.038	5.038	4.311	5.478	4.041

Çizelge 3.12. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlıkları[1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
W _{MTOW} (kg)	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	299.370	340.195

Çizelge 3.13. Türkiye'deki uluslar arası hava alanlarına göre Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum kalkış ağırlıkları (ISA) [1,2]

HAVA ALANLARI	İRTİFA (FT)	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
ATATÜRK	SL+ISA	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	289.000	333.300
SABİHA GÖKÇEN	SL+ISA	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	289.000	333.300
MİLAS BODRUM	SL+ISA	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	289.000	333.300
DALAMAN	SL+ISA	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	289.000	333.300
ADNAN MENDERES	SL+ISA	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	299.370	340.195
ANTALYA	SL+ISA	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	299.370	340.195
ESENBOĞA	3125+ISA	232.500	232.500	284.000	284.028	339.000	290.437	339.000

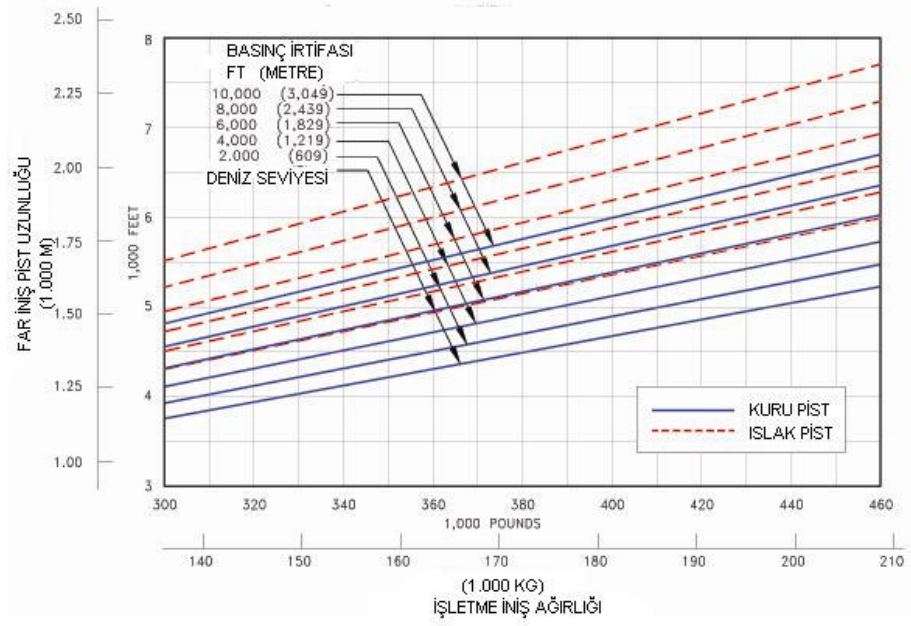
Çizelge 3.14. Türkiye’deki uluslar arası hava alanlarına göre Boeing 777 ve Airbus 30 serisi için maksimum kalkış ağırlıkları (ISA+15°C) [1,2]

HAVA ALANLARI	İRTİFA (FT)	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
ATATÜRK	SL+ ISA +15°C	233.000	233.000	285.200	285.228	330.000	283.000	328.330
SABIHA GÖKÇEN	SL+ ISA +15°C	233.000	233.000	285.200	285.228	330.000	283.000	328.330
MİLAS BODRUM	SL+ ISA +15°C	233.000	233.000	285.200	285.228	330.000	283.000	328.330
DALAMAN	SL+ ISA +15°C	233.000	233.000	285.200	285.228	330.000	283.000	328.330
ADNAN MENDERES	SL+ ISA +15°C	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	299.370	340.195
ANTALYA	SL+ ISA +15°C	233.000	233.000	286.900	286.928	340.195	299.370	340.195
ESENBOĞA	3125+ISA +15°C	229.193	229.193	277.420	277.448	331.050	288.562	334.760

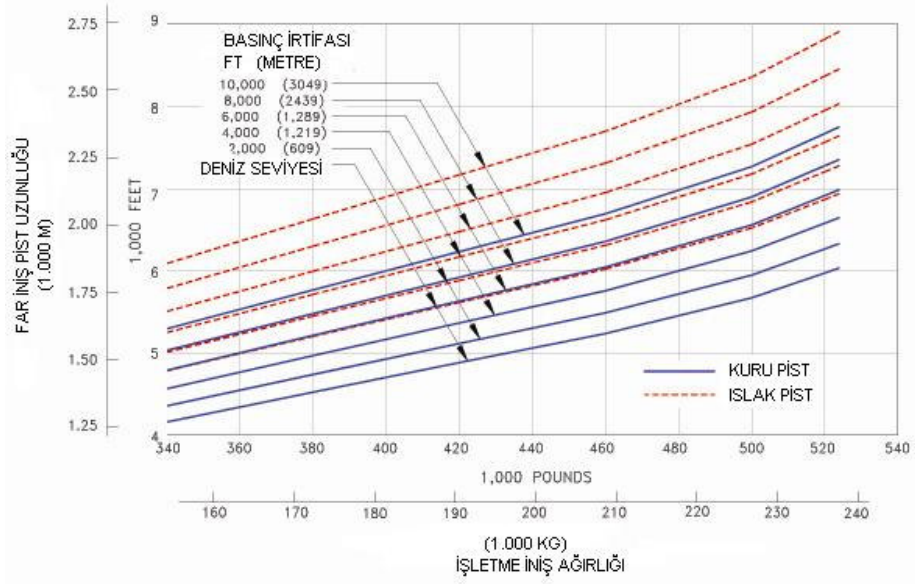
Uçakların kalkış yapacağı Türkiye’deki uluslar arası hava alanı sayısı yedidir. Bunların pist uzunluklarına baktığımızda maksimum pist uzunluğuna sahip olan Esenboğa hava alanıdır. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi uçaklarının bu meydanlardan güvenle kalkabilmesi için gerekli olan pist uzunlukları uçağın modeline ve hava şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Hava alanının irtifası, sıcaklık, ve maksimum kalkış ağırlıklarına bağlı olarak uçakların pistte koşturma mesafeleri de artmaktadır. Bunun için her hava alanından her uçağın kalkması için gerekli olan pist uzunlukları gün şartlarına bağlı olarak değiştiğinden dolayı uçağımızın maksimum kalkış ağırlığının hesaplanıp ayarlanması çok önemlidir. Çizelge 3.12. de Boeing 777 ve Airbus 330 serileri için maksimum kalkış ağırlıkları verilmiştir. Çizelge 3.13. ve 3.14 de irtifa ve sıcaklık şartlarına baktığımızda bazı modellerin ağırlıklarında maksimum kalkış ağırlığına göre bir düşüş olduğu görülmektedir.

Uçakların iniş yapacağı meydandaki pist uzunluğu üretici firmaları uçak imalatında önemli olduğu kadar hava yolu taşımacılığı yapan şirketlerin de uçuş planlarını yaparken büyük önem sahip olduğu unutulmamalıdır. İniş uzunluğu maksimum iniş ağırlığı ile değişmektedir. Uçak ağırlığı ne kadar artarsa, iniş için gerekli pist uzunluğu da artar. Bunun için her uçak her piste iniş yapamaz. Uçulmak istenen hava limanlarının pist uzunluğu, uçak seçiminde önemli bir role sahiptir. Uçak inmek için kullandığı pist uzunluğu bütün şartlar deniz seviyesine indirgenmiş halde iken ve hiçbir olumsuz hava şartı yok iken (rüzgar, yağmur), maksimum ağırlıkla ineceği pist uzunluğu maksimumdur. İniş yapılacak meydanın zemini, eğimi, deniz seviyesinden yüksekliği, meydan atmosfer sıcaklığı, rüzgar durumuna bağlı olarak da deniz seviyesi şartlarından daha fazla bir pist uzunluğu gerektirebileceği gibi daha kısa mesafede de inişini yapabilir. Pist uçağın tekerlek yapısına uygun olmalıdır. Beton pist için tasarlanan uçak, toprak bir piste veya suya inemez. Her uçak ineceği piste göre seçilmelidir. Pistin eğimi iniş doğrultusunda ise daha uzun pistte koşturarak durur. Fakat pist eğimi iniş doğrultusunun ters yönünde ise uçağın maksimum ağırlıkla iniş yapması için gerekli pist uzunluğu azalır. İniş yapılacak pistin irtifası ve atmosfer sıcaklığı arttıkça pist üzerinde daha fazla koşturması gerekir. Buda maksimum iniş ağırlığı iniş için gerekli pist uzunluğu arttırır. Rüzgar inişte karşıdan alındığı zaman uçağın daha kısa pist uzunluğunda maksimum ağırlıkla inişini sağlar. Rüzgar inişte arkadan alındığı zaman uçağın daha uzun pist uzunluğunda maksimum ağırlıkla inişini sağlar. Burada hız faktörü etkilidir. Pistin ıslak veya karlı olması uçağın durması için gerekli mesafeyi arttırır. Uçak, frenlerinin daha az etkili olmasından dolayı pist üzerinde daha fazla koşturarak sıfır hıza inerler. Bazen uçakların pist başını kaçırıp pistin ortalarına yakın inmelerinden dolayı yağışlı havalarda pisten çıkmalara varan hasarlı ve ölümcül kazalar olabilir. Bunun içindir ki iniş yapılacak meydandaki pist uzunluğuna göre uçağın maksimum iniş ağırlıkları ayarlanmalıdır.

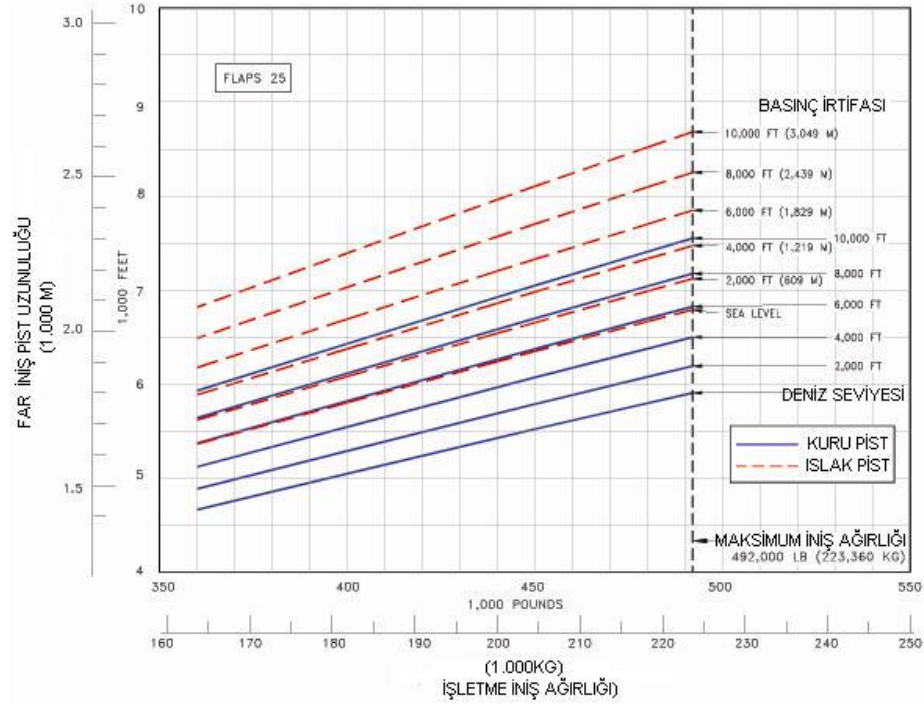
İniş için gerekli pist uzunluğu: Uçağın belirli bir konfigürasyonla, iniş takımları açık iken, minimum emniyetli havada tutunma hızıyla piste temas ettiği noktadan pist sonunda sıfır hıza ininceye kadar uçak ağırlık merkezinin takip ettiği pist uzunludur [3].



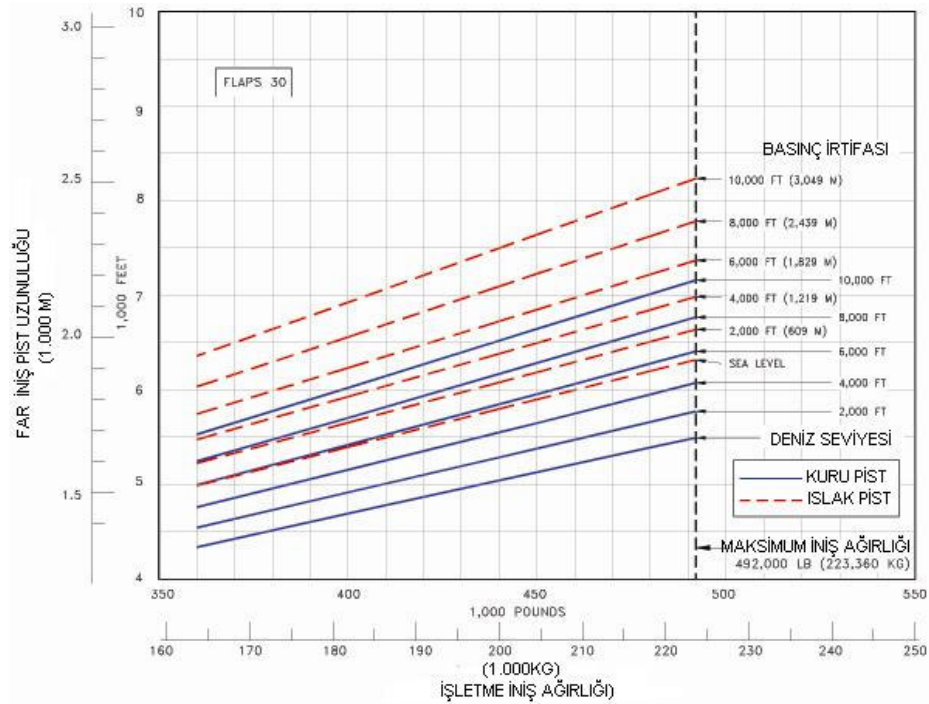
Şekil 3.48. B 777-200 serisi iniş ağırlık sınırlamaları [2]



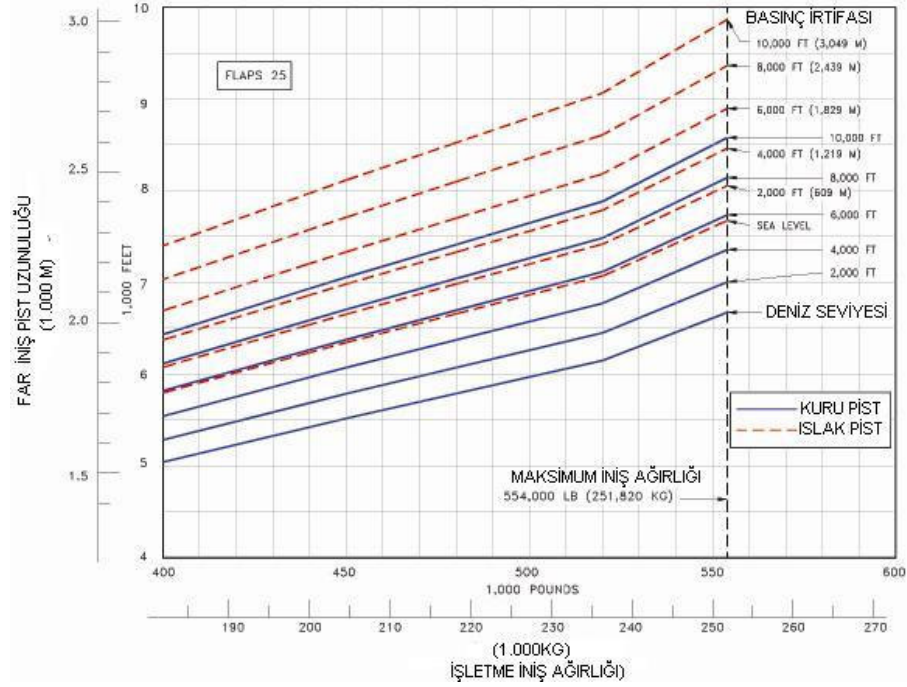
Şekil 3.49. B 777-300 serisi iniş ağırlık sınırlamaları [2]



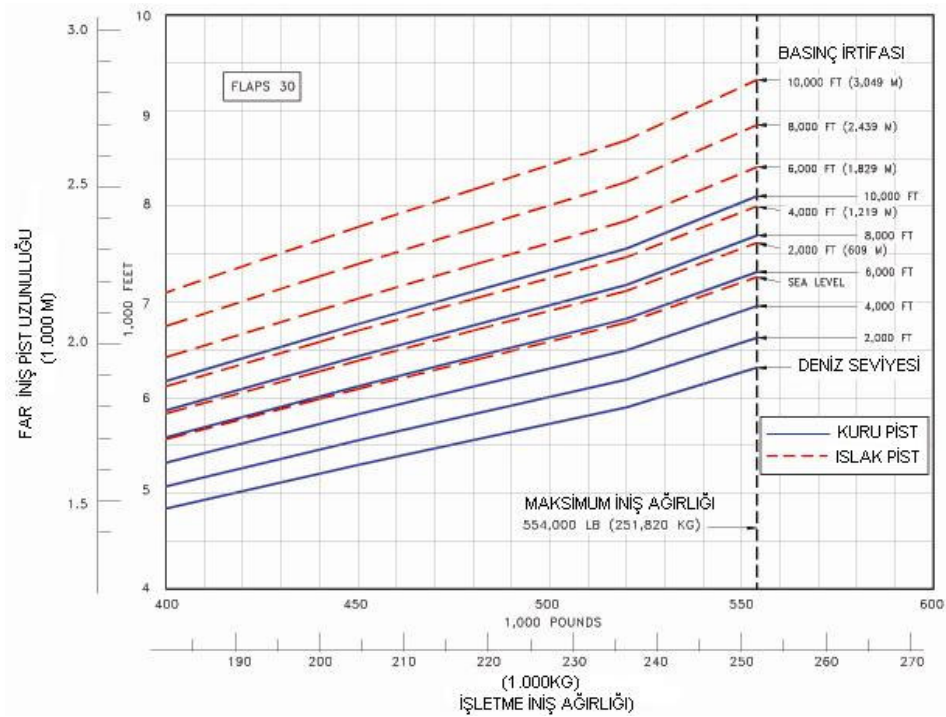
Şekil 3.50. B 777-200LR serisi iniş ağırlık sınırlamaları [2]



Şekil 3.51. B 777-200LR serisi iniş ağırlık sınırlamaları [2]



Şekil 3.52. B777-300ER serisi iniş ağırlık sınırlamaları [2]



Şekil 3.53. B 777-300ER serisi iniş ağırlık sınırlamaları [2]

Çizelge 3.15. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum iniş ağırlığıyla inmesi için gerekli pist uzunlukları [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
İniş uzunluğu (m) (ISA) SL	2.072	2.142	1.570	1.570	1.782	1.833	2.100
İniş uzunluğu (m) (ISA) (irtifa 3125ft)	2.220	2.281	1.706	1.720	1.945	1.998	2.207

Çizelge 3.16. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum iniş ağırlıkları [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
W _{MLW} (kg)	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290

Çizelge 3.17. Türkiye'deki uluslar arası hava alanlarına göre Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum iniş ağırlıkları [1,2]

HAVA ALANLARI	İRTİFA (FT)	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
ATATÜRK	SL+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
SABİHA GÖKÇEN	SL+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
MİLAS BODRUM	SL+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
DALAMAN	SL+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
ADNAN MENDERES	SL+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
ANTALYA	SL+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290
ESENBOĞA	3125+ISA	182.000	187.000	206.350	208.675	223.167	237.680	251.290

Uçakların iniş yapacağı Türkiye'deki uluslar arası hava alanı sayısı yedidir. Bunların pist uzunluklarına baktığımızda pist uzunluğuna sahip olan Esenboğa hava alanıdır. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi uçaklarının bu meydanlara güvenle inebilmesi için gerekli olan pist uzunlukları uçağın modeline,

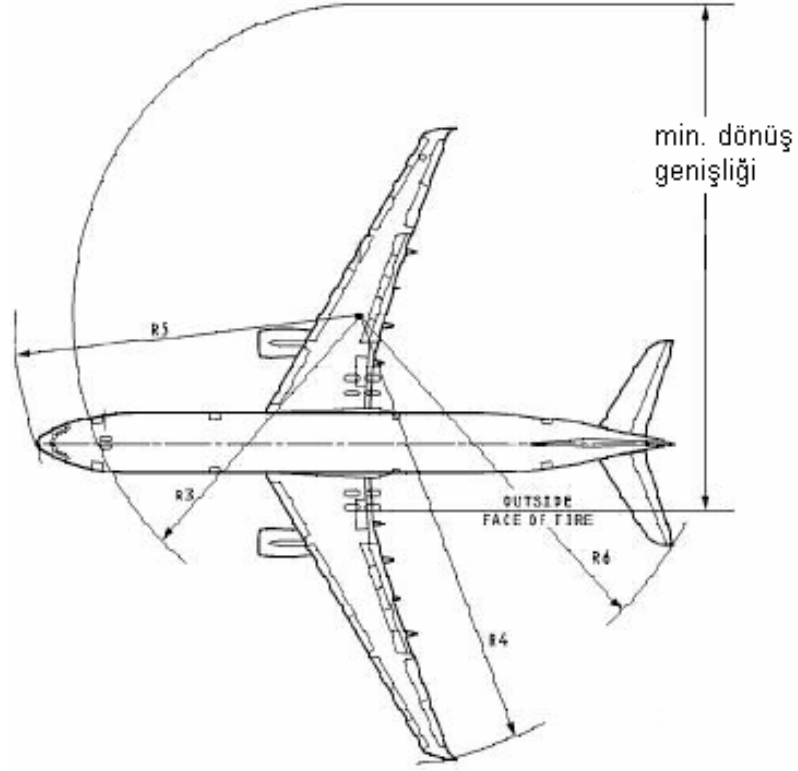
hava şartlarına, ve uçak konfigürasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Hava alanın irtifası, sıcaklık, ve maksimum iniş ağırlıklarına bağlı olarak uçakların pistte koşturup durma mesafeleri de artmaktadır. Bunun için her hava alanından her uçağın inmesi için gerekli olan pist uzunlukları gün şartlarına bağlı olarak değiştiğinden dolayı uçağımızın maksimum iniş ağırlığının hesaplanıp ayarlanması ve uçağımızın konfigürasyon durumu ile o andaki pist durumu da çok önemlidir. Çizelge 3.16. da Boeing 777 ve Airbus 330 serileri için maksimum iniş ağırlıkları verilmiştir. Çizelge 3.17. baktığımızda bazı modellerin ağırlıklarında maksimum iniş ağırlıkları görünmektedir.

3.7. Yerde Minimum Dönüş Yarıçapı

Havada olduğu kadar uçakların yer performansları hava alanındaki yer hareketleri açısından ön plana çıkan diğer bir önemli performans karakteristiğidir. Yerde ki hareketi sırasında dönüş yaparak yön değiştirmesi ve istediği taksi yoluna girmesi amacıyla dönüş hareketi yaparlar. Her uçağın yerde iken dönüş yarıçapları farklıdır. Uçak tipine göre minimum dönüş yarıçapları değişmektedir. Yerde uçakların minimum yarıçapla dönüş yapabilecekleri yarıçap, minimum dönüş yarıçap olarak adlandırılır. Uçak seçiminde farklı uçakların karşılaştırılmasında kullanılabilen bir parametredir. Çizelge 3.18 de Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yerde minimum dönüş yarı çaplarına göre öne çıkan model A330-200 dir.

Çizelge 3.18. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yerde minimum dönüş yarı çapları [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300 ER
R3 (M)	25,90	28,88	27,60	27,60	28,10	33,10	33,70
R4 (M)	43,25	43,55	41,20	41,20	43,30	43,00	45,30
R5 (M)	31,28	34,36	32,50	32,50	33,10	38,10	38,00
R6 (M)	36,60	38,50	38,10	38,10	37,70	43,30	42,80
BURUN TEKERLEK DÖNÜŞ AÇISI	72	72	70	70	70	70	70



Şekil 3.54. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yerde minimum dönüş yarı çapları [1,2]

3.8. Uçak Servis Noktaları

Günümüzün değişen hava yolu taşımacılığın da zaman karşı büyük yarış verilmektedir. Zaman çok önemli olduğundan diğer taşıma sektörlerine oranla daha emniyetli ve güvenli olan havacılık sektöründe uçakların yerde geçirmiş olduğu ölü zamanın en aza indirilmesi amacıyla iki uçuş arasında zamanın en ekonomik şekilde kullanılması istenir. Bu amaçla uçağa yapılacak olan kargo, yakıt, su ikmali, yolcu girişleri, ve yiyecek ikmali açısından bakıldığında uçağa servis sağlayan noktaların gerekli olduğu görülmektedir. Bu servis noktaları dağılımı ve sayısı uçakların model farklılığına göre sayıları değişebilmektedir. Özellikle uçaklarda yolcuların kullandığı servis noktalarının dağılımı ve sayısı önemlidir. Servis noktalarının bazıları acil durumlarda kullanılabilir. Bu servis noktaları hayati önem taşır. Yolcuların kaza anında hayatları bu kapılara bağlıdır.

3.9. İşletme Giderleri

Bir blok saatlik işletme giderleri şunlardır;

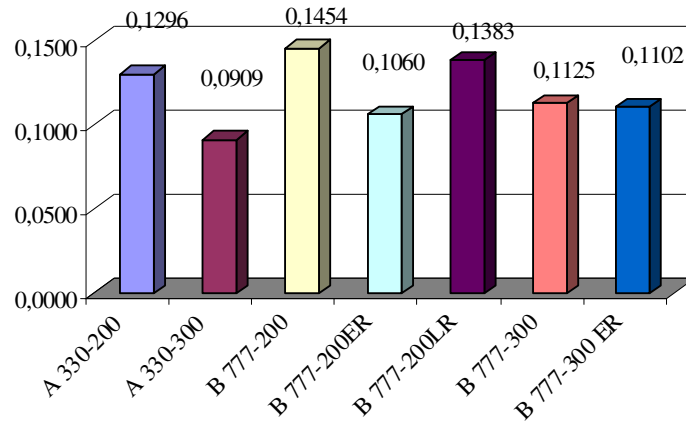
Direkt giderler

1. Uçuş ve kabin personeli ücretleri
2. Yakıt gideri
3. Toplam bakım giderleri
4. Sigorta giderleri
5. Diğer giderler

Dolaylı giderler

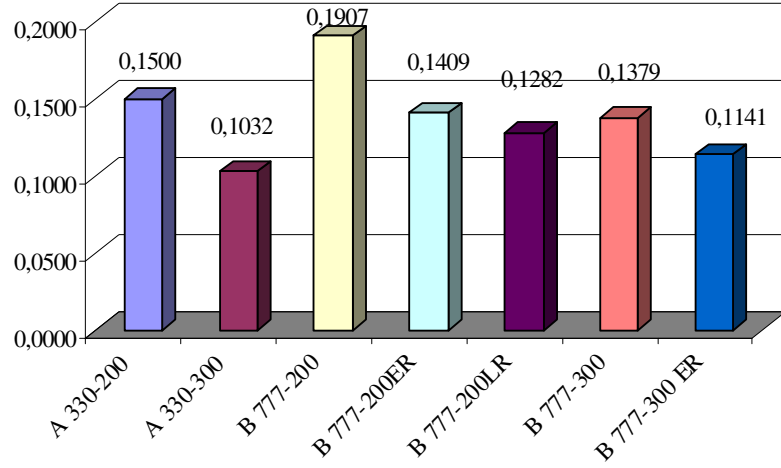
1. Yolcu ikram giderleri
2. Uçak servis harcamaları
3. Amortismanlar (yedek parça)
4. Hava trafik ücretleri

Bir uçağın deniz mili başına harcadığı yakıt miktarının yolcu başına minimum olması hava yolu şirketleri açısından tercih edilmesindeki en önemli bir sebeptir. Bir uçağın deniz mili başına harcadığı yakıt miktarının yolcu başına iki sınıf (BS/ES) ve üç sınıf (BS/İS/ES) için A 330-300 uçağında minimumdur.



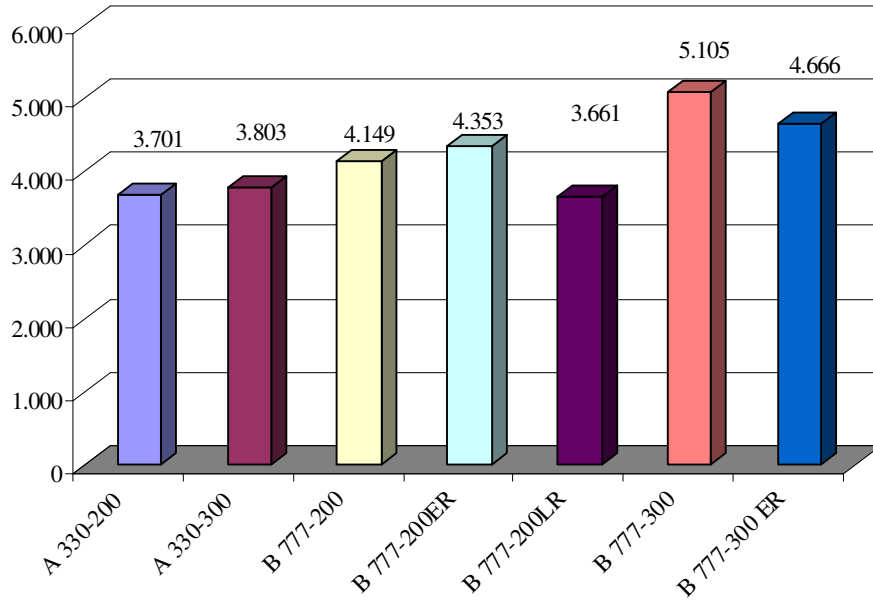
Şekil 3.55. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir milde yolcu başına yakılan yakıt (lb) (BS/ES)

[1,2]



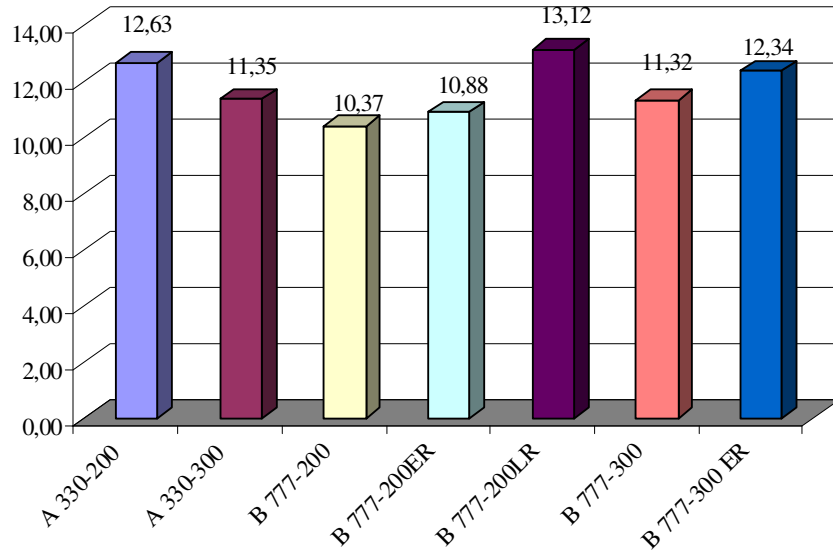
Şekil 3.56. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir milde yolcu başına yakılan yakıt (lb) (BS/İS/ES) [1,2]

Bir uçağın bir blok saatlik işletme gideri (\$) minimum olması hava yolu şirketleri açısından tercih edilmesinde önemli bir sebeptir. Uçaklardan bir blok saatlik işletme gideri (\$) en az olan B777-200LR uçağıdır.

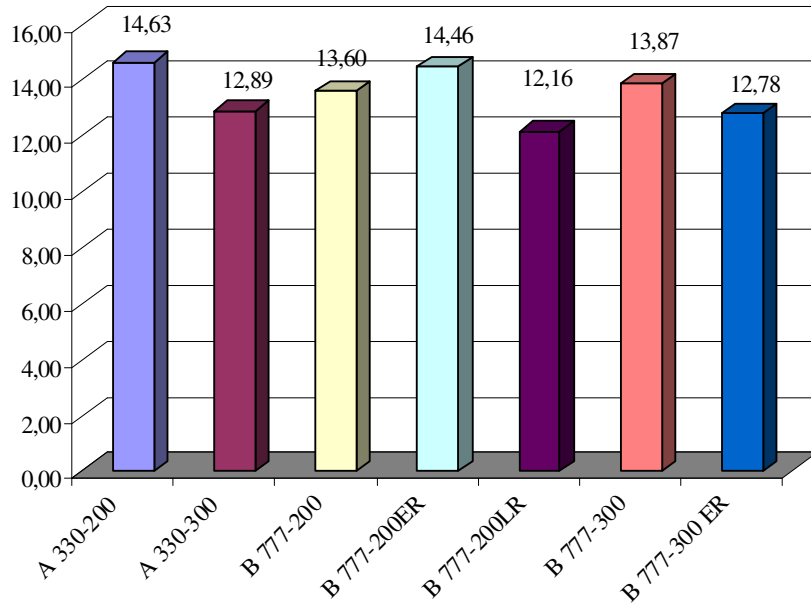


Şekil 3.57 Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir blok saatlik işletme gideri (\$) [1,2,9]

Bir uçağın bir blok saatlik işletme giderinin (\$) olarak yolcu başına düşen değerinin minimum olması hava yolu işletmeleri tarafından tercih edilir. Uçağın bir blok saatlik işletme giderinin (\$) olarak yolcu başına düşen değerinin minimum olduğu uçak iki sınıf (BS/ES) için B777-200 ve üç sınıf (BS/İS/ES) için B777-200LR dir.

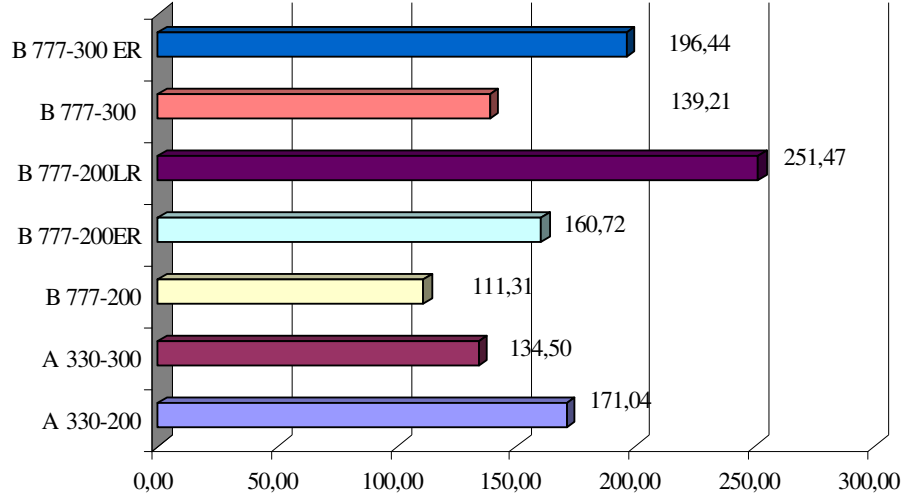


Şekil 3.58. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir blok saatlik işletme gideri (\$) (BS/ES) [1,2,9]

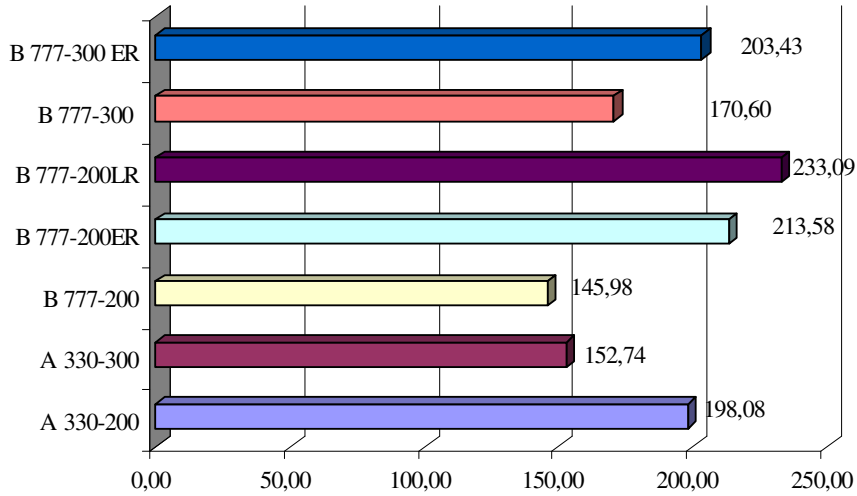


Şekil 3.59. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi bir blok saatlik işletme gideri (\$) (BS/İS/ES) [1,2,9]

Bir uçağın maksimum menziller için işletme giderinin (\$) olarak yolcu başına düşen değerinin minimum olması hava yolu işletmeleri tarafından tercih edilir. İki sınıf (BS/ES) için B777-200 ve üç sınıf (BS/İS/ES) için B777-200 dir.



Şekil 3.60. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına toplam işletme gideri (\$) maksimum menziller için (BS/ES) [1,2,9]



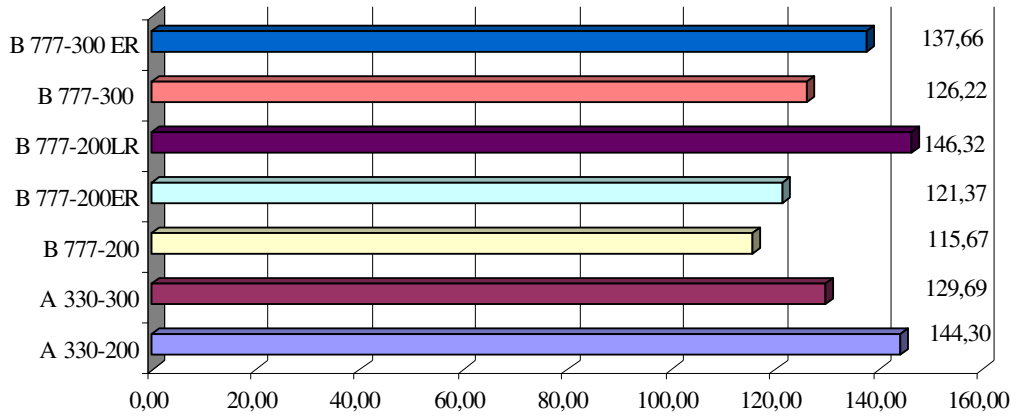
Şekil 3.61. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına toplam işletme gideri (\$) maksimum menziller için (BS/İS/ES) [1,2,9]

B 777 serisi ve A330 serisi uçakların 10.000 Km'lik menzili kat ederken yolcu başına düşen maliyetler aşağıdaki gibidir. 10.000 Km'lik menzili kat

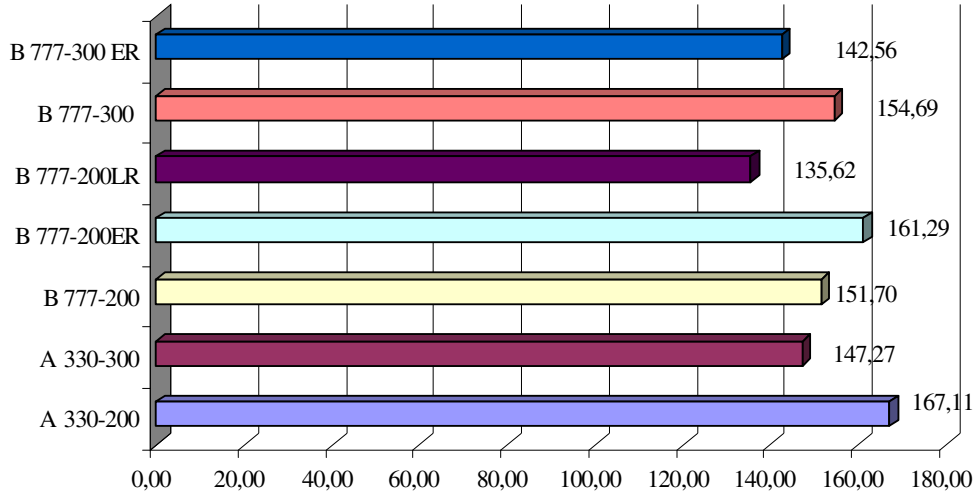
ederken yolcu başına düşen maliyetler iki sınıf (BS/ES) için B777-200 ve üç sınıf (BS/İS/ES) için B777-200LR uçakları için en azdır.



Şekil 3.62. Türkiye'den bazı yabancı ülkelere olan uzaklıklar



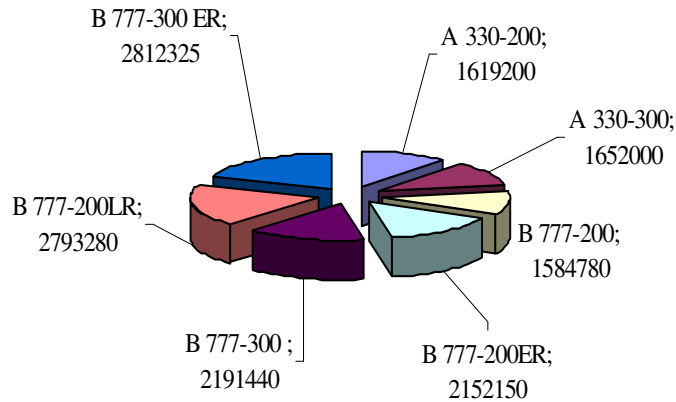
Şekil 3.63. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) (BS/ES) [1,2,9]



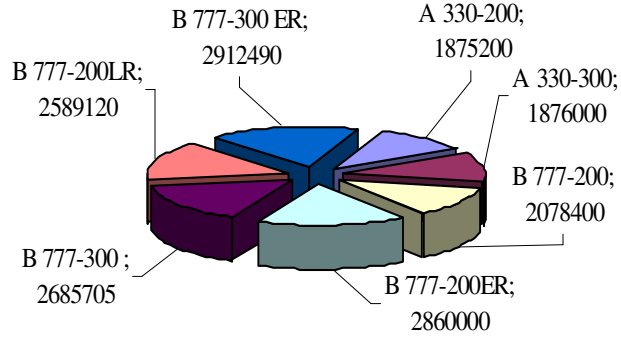
Şekil 3.64. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) (BS/İS/ES) [1,2,9]

3.10. Toplam Koltuk Mili

Yapılan iş bakımından değerlendirirsek toplam koltuk mili hava yolu işletmeleri için önemlidir. Bir hava yolu ne kadar fazla yolcuyla uzağa taşıyabilirse o kadar fazla gelir elde eder. Bunun için, maksimum değere sahip olan, en fazla yolcuyla en uzak mesafeye taşıyabildiği için B777-300 ER modeli hava yolu şirketleri tarafından tercih edilebilir. En fazla toplam koltuk miline sahip model iki sınıf (BS/ES) için B777-300ER ve üç sınıf (BS/İS/ES) için B777-300ER dir



Şekil 3.65. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) yolcu sayısı * menzil (BS/İS/ES) [1,2]



Şekil 3.66. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi menzil 10.000 km için yolcu başına toplam işletme gideri (\$) yolcu sayısı * menzil (BS/ES) [1,2]

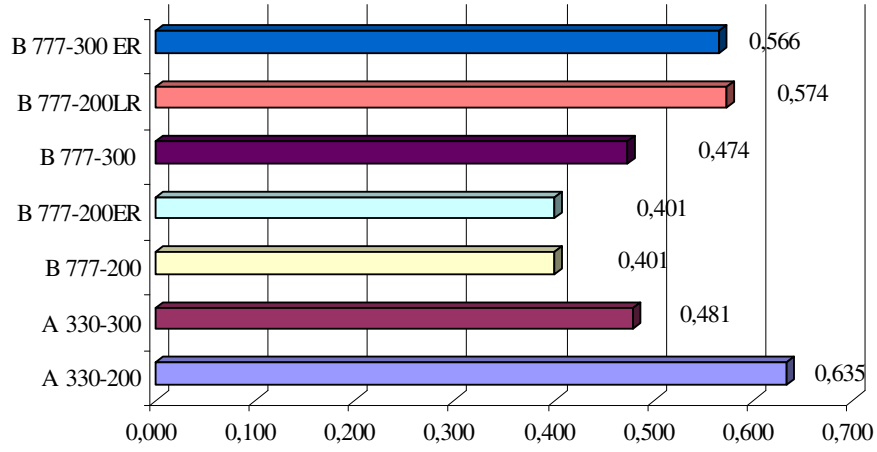
Çizelge 3.19. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için yolcu sayısı *menzil (toplam koltuk mili) [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300 ER
Mak. Yolcu Sayısı (üç sınıf BS/İS/ES)	253	295	305	301	368	301	365
Mak. Yolcu Sayısı (iki sınıf BS/ES)	293	335	400	400	451	279	378
Menzil (Nm)	6.400	5.600	5.196	7.150	5.955	9.280	7.705
Yolcu sayısı * menzil (üç sınıf BS/İS/ES)	1.619.200	1.652.000	1.584.780	2.152.150	2.191.440	2.793.280	2.812.325
Yolcu sayısı * menzil (iki sınıf BS/ES)	1.875.200	1.876.000	2.078.400	2.860.000	2.685.705	2.589.120	2.912.490

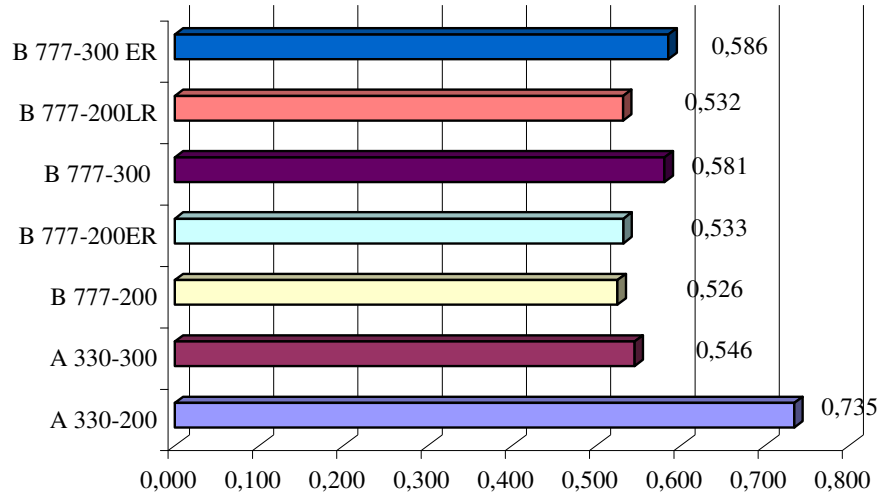
3.11. Yolcu Başına Düşen Bagaj Hacmi

Toplam bagaj hacminin yolcu sayısına bölünmesi ile yolcu başına düşen bagaj hacmi bulunabilir. Hem hava yolu işletmesi hem de yolcular açısından maksimum olması istenir. Eğer maksimum olursa bu değer yolcu başına düşen bagaj hacmi yolcuların yanında götürmek istedikleri eşyaları fazlasıyla yanında götürebilmesini sağlar ve hava kargo taşımacılığı açısından hava yoluna daha fazla gelir getireceğinden dolayı önemli bir kriterdir.

Yolcu başına düşen bagaj hacmi olarak iki sınıf (BS/ES) için A330-200 ve üç sınıf (BS/İS/ES) için A330-200 dir



Şekil 3.67. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına düşen bagaj hacmi (m³) (BS/ES) [1,2]



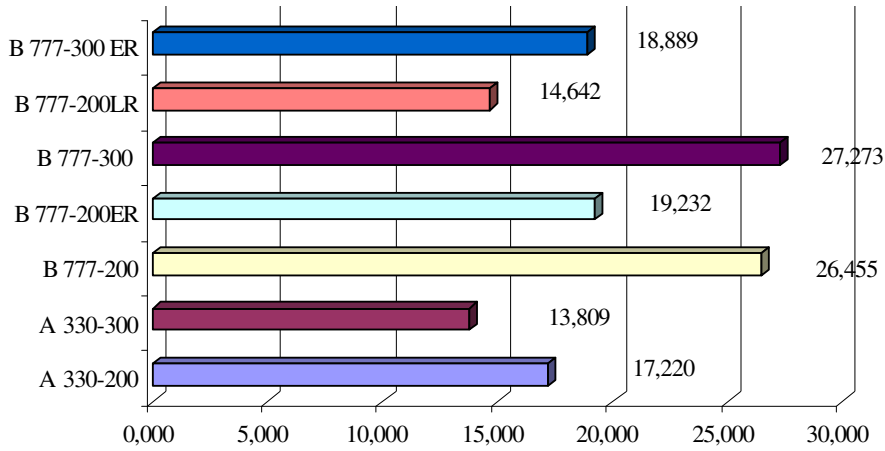
Şekil 3.68. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi yolcu başına düşen bagaj hacmi (m³) (BS/İS/ES) [1,2]

Çizelge 3.20. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için yolcu başına düşen bagaj hacmi (m³) [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300 ER
Kargo Hacmi (m ³)	186	161	160,3	160,3	213,9	160,2	213,9
Mak. Yolcu Sayısı (üç sınıf BS/İS/ES)	253	295	305	301	368	301	365
Mak. Yolcu Sayısı (iki sınıf BS/ES)	293	335	400	400	451	279	378
(üç sınıf BS/İS/ES) (m ³)	0,735	0,546	0,526	0,533	0,581	0,532	0,586
(iki sınıf BS/ES) (m ³)	0,635	0,481	0,401	0,401	0,474	0,574	0,566

3.12. Bir Deniz Mili (Nm) Başına Harcanan Yakıt Miktarı

Bir uçağın bir deniz mili başına harcadığı yakıt miktarının minimum olması hava yolu şirketleri açısından tercih edilmesinde önemli bir sebeptir. Bir mil başına harcanan yakıtın düşük olması hava yolu şirketinin biletini satarken yolcuya daha ucuza vermesi, buna bağlı olarak yolcular bilet fiyatlarındaki ucuzluktan faydalanarak bir yılda ki seyahat sayılarını artırmasını sağlar. Ayrıca kargo taşımacılığında birim maliyetin düşmesini sağlar. Minimum yakıtı harcayan model A330-300 dür.



Şekil 3.69. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için bir deniz mili (Nm) başına harcanan yakıt miktarı (Kg) [1,2]

Çizelge 3.21. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için bir deniz mili (Nm) başına harcanan yakıt miktarı (Kg) [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-300	B 777-200LR	B 777-300 ER
Menzil (Km)	11.852	10.400	9.649	13.242	11.029	17.170	14.270
Menzil (Nm)	6.400	5.600	5.196	7.150	5.955	9.280	7.705
W_{UF} (kg) 15,6 °C	110.205	77.329	137.460	137.508	162.408	135.880	145.541
Nm başına yakıt	17,220	13,809	26,455	19,232	27,273	14,642	18,889

3.13. Tepki Yüklemesi

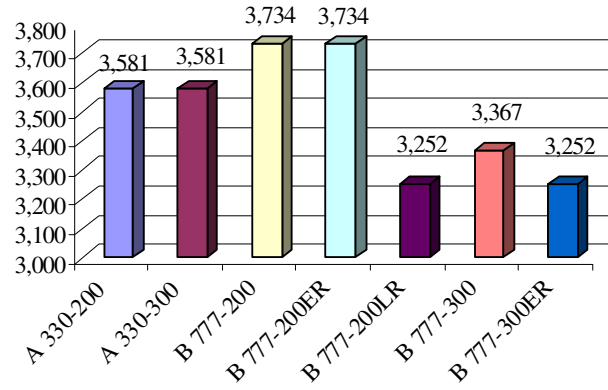
Uçağın maksimum kalkış ağırlığının uçağın sahip olduğu toplam itme gücüne oranı bize o uçağın tepki yüklemesini verir.

Tepki yüklemesi birim itme gücüne karşılık gelen ağırlığın minimum olması istenir. Sonuç olarak tepki yüklemesi minimum olursa kalkış için gerekli pist uzunluğu azalır, ama pist uzunluğunun azalması veya artması tek bir parametreye bağlı değildir.

Çizelge 3.22. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için tepki yüklemesi [1,2]

Modeller	A 330-200	A 330-300	B 777-200	B 777-200ER	B 777-200LR	B 777-300	B 777-300ER
W_{MTOW} (lb)	515.660	515.660	632.500	632.500	750.000	660.000	750.000
Max Thrust (lb)	144.000	144.000	169.400	169.400	230.600	196.000	230.600
Tepki yüklemesi	3,581	3,581	3,734	3,734	3,252	3,367	3,252

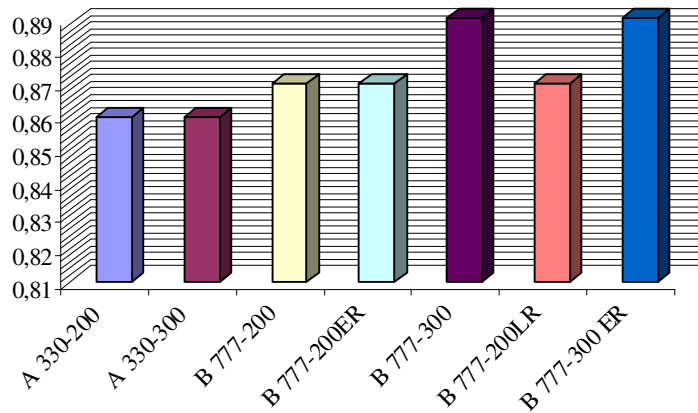
Tepki yüklemesi birim itme gücüne karşılık gelen ağırlığın minimum olması istenir. Tablodaki değerlere baktığımızda en az tepki yüklemesi gerektiren B777-200LR ve B777-300ER modellerinde görülmektedir.



Şekil 3.70. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için tepki yüklemesi [1,2]

3.14. Maksimum İşletme Hızı

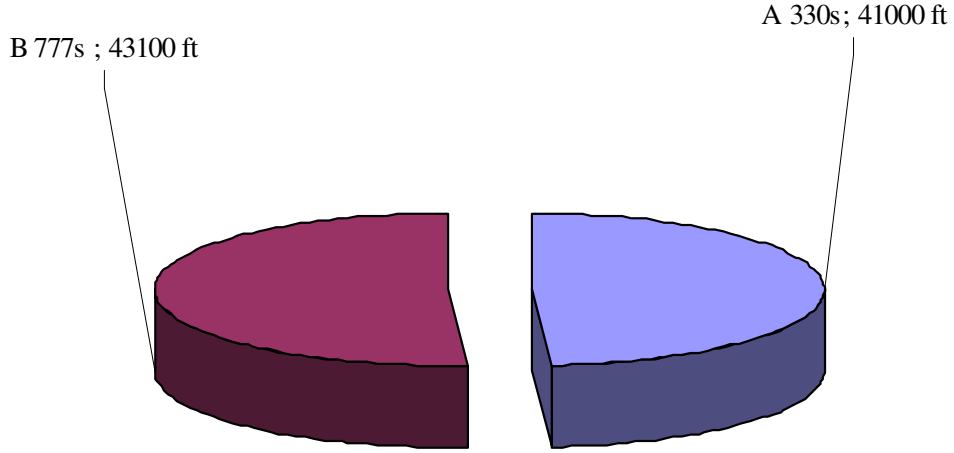
Maksimum işletme hızı bir hava yolunun uçak tercih sebepleri arasında yer almalıdır. Uçak tercih ederken bir mesafeyi en kısa zaman içerisinde alan yolcu uçağı ön plana çıkmaktadır. Maksimum işletme hızı bir uçağın belirli bir uçuş konfigürasyonu ile en uygun irtifa ve motor rejimiyle havaya göre yapabileceği hızdır. Maksimum işletme hızı en iyi olan Boeing 777-300 ve 300ER serisidir.



Şekil 3.71. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi için maksimum işletme hızı [1,2]

3.15. Uçuş Tavanı

Uçuş tavanı: Belirli bir konfigürasyon ile yükselme hızının 0,5 m/s düştüğü irtifadır [3]. Uçuş tavanının maksimum olması bir hava yolu işletmesi tarafından uçaklardan istenen en önemli özelliklerden biridir diyebiliriz. Uçuş tavanı ne kadar fazla ise uçağın havada yakacağı yakıt daha az olur. Sürüklenme kuvveti irtifa arttıkça azalır ve daha hızlı gideceğimiz yere ulaşmamızı sağlar. Bu yüzden uçuş tavanı yüksek olan uçaklar havayolları tercih sebepleri arasında yer alabilir. Aşağıdaki grafiğe baktığımızda uçuş tavanı maksimum olan model B777 serisidir.

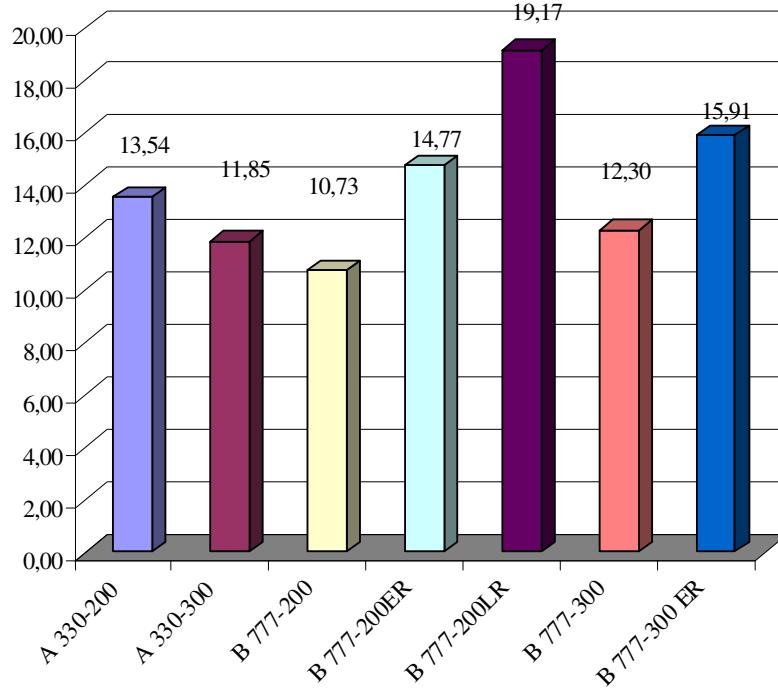


Şekil 3.72. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi uçuş tavanları [1,2]

3.16. Durmaksızın Uçuş Süreleri

Seyir süresi: Bir uçağın belirli bir uçuş konfigürasyonu ile havada kalabileceği en uygun süreye denir [3]. Durmaksızın uçuş süresi maksimum olması bir hava yolu işletmesi tarafından uçaklardan istenen en önemli özelliklerden biridir diyebiliriz. Çünkü kıtalar arası uçuşta Türkiye'deki bir meydana kalkıp istediği meydana, hiçbir meydana inip yakıt almak zorunda kalmadan gidip inebilmek çok önemlidir. Yolcular bu uçuşu yapabilen hava yolunu tercih eder.

Aşağıdaki grafiğe baktığımızda durmaksızın uçuş süresi maksimum olan model B777-200LR dir.

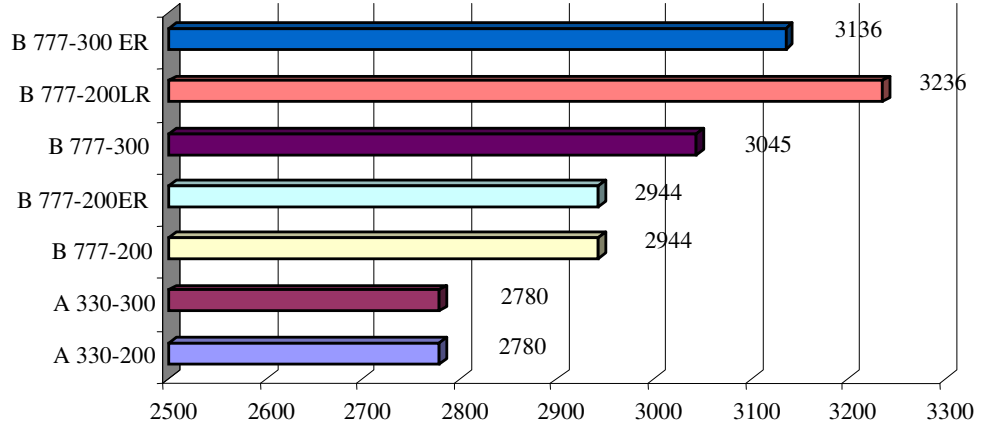


Şekil 3.73. Boeing 777 ve Airbus 330 durmaksızın uçuş süreleri [1,2]

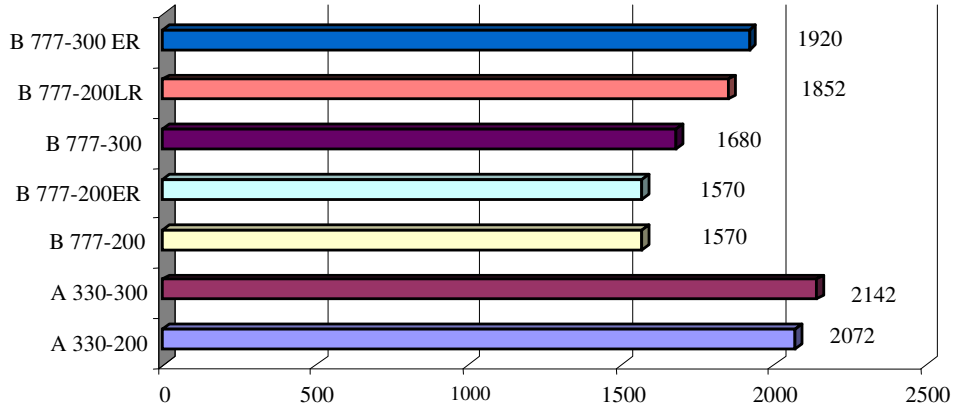
3.17. Pist Performansı

Uçağın maksimum kalkış ağırlığının iki katının, kalkış ve iniş sırasında uçağın pist üzerinde koşturma mesafelerinin toplamına bölünmesi ile bulunur. Bu oranın maksimum oranı tercih sebebidir. Bir metrelik mesafe de ne kadar fazla yük taşıyabilirsek hava yolu için kârdır.

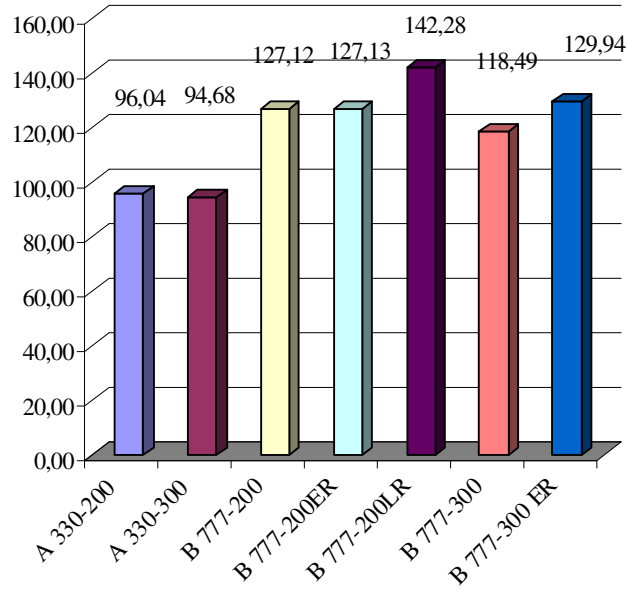
Boeing 777 ve Airbus 330 için $2W_{TOW} / T_{OD} + L_D$ (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu) baktığımızda en yüksek olan model B777-200LR dir.



Şekil 3.74. Boeing 777 ve Airbus 330 kalkış pist uzunluğu (m) (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu) [1,2]



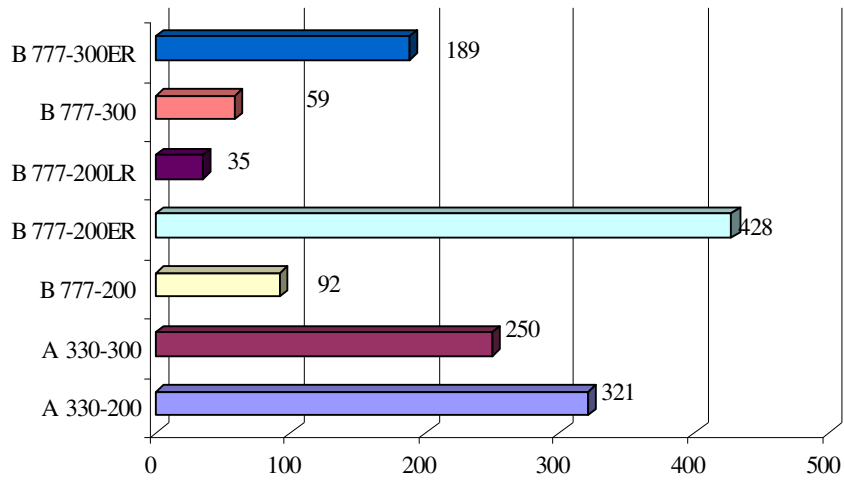
Şekil 3.75. Boeing 777 ve Airbus 330 iniş pist uzunluğu (m) (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu) [1,2]



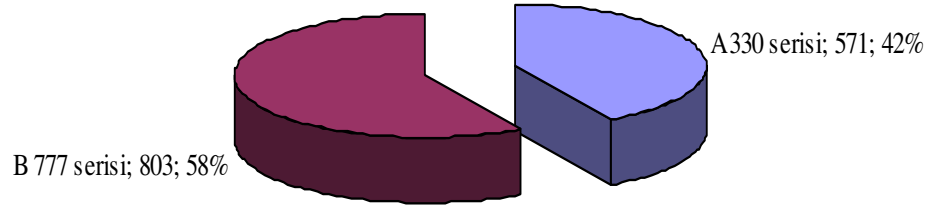
Şekil 3.76. Boeing 777 ve Airbus 330 için pist performansları (ISA, deniz seviyesi irtifa, uygun uçak konfigürasyonu) [1,2]

3.18. Uçak sipariş sayıları

Boeing 777 serisi ve Airbus 330 serisi uçakların sipariş sayılarına baktığımızda daha çok tercih edilen uçak modeli B777-200 ER dir. Toplam uçak sipariş oranına göre Boeing 777 daha fazla tercih edilmektedir.



Şekil 3.77. Uçak model sipariş sayıları[1,2]



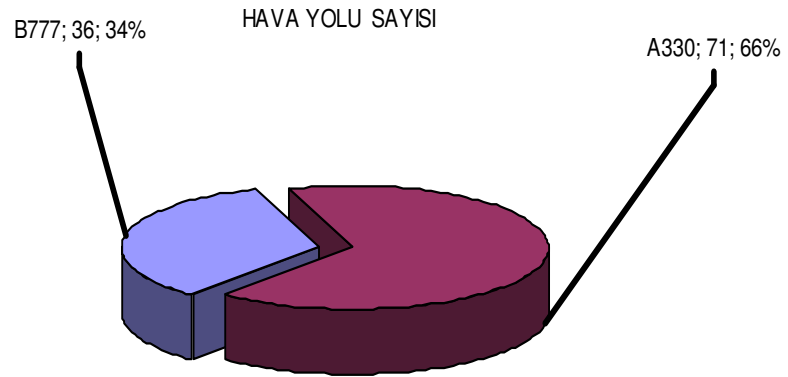
Şekil 3.78. Uçak model sipariş sayıları [1,2]

3.19. Uçakların Bulunduğu Hava Yolu Sayısı

Boeing 777 serisi ve Airbus 330 serisi kullanan havayolları sayısına oransal olarak baktığımızda Airbus 330 serisinin dünyada daha çok hava yolu tarafından kullanılmakta olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 3.23. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi kullanan hava yolu sayısı [5,6]

	HAVA YOLU SAYISI
B777	36
A330	71



Şekil 3.79. Boeing 777 ve Airbus 330 kullanan hava yolu sayısı oranları [5,6]

Bakım maliyetleri açısından Boeing 777 ve Boeing 767 modelleri yapı olarak benzemekte olup, Airbus 330 ile Airbus 340 modelleri de birbirine benzediğinden bunları aynı anda tercih eden şirketlerin oranına baktığımızda sayısal olarak tercihler aynı düzeyde olduğu çizelge 3.24. de görülmektedir.

Çizelge 3.24. Boeing 767-777 ve Airbus 330-340 serisini kullanan hava yolu sayısı [5,6]

	HAVA YOLU SAYISI
A330-340	20
B767-777	21

3.20. Çoklu Niteliklerde Karar Verme Yönteminin Uygulanması

Çoklu niteliklerde karar verme yöntemi olarak “normalleştirme” uçakların karşılaştırılmasında kullanılır. Bu yöntem ile birden fazla parametreye sahip olan uçakların hava yolu şirketlerinin seçimini kolaylaştırmak amacıyla tercih edilebilir. Bu yöntem de öncelikle uçakların özelliklerinin hangilerinin karşılaştırılacağı seçilir. Bu özellikler içeren bir tablo oluşturulur. Çizelge 3.25. de bu tablo görülmektedir. Bu adımdan sonra her bir uçak için her sütundan işlem yapılır. Örneğin; çizelge 3.25. deki birinci sütundaki W_{MPL} (Kg) için bu yöntem ile şu işlemler uygulanır. Öncelikle bu sütun da hangi değer maksimum ise o satırın değerine “100” puan yazılır, sütundaki diğer değerler arasındaki değerlerden minimum olan için “0” puan verilir. Kalan değerler için ise “0” ile “100” arasındaki puanlamaları oranlama yöntemi ile her bir uçağın değerinin karşısına yazılır.

Normalleştirme yönteminde bazen bazı sütundaki değerlerin minimum olması istenir. Örneğin; çizelge 3.25. de bir blok saat işletme giderinin (\$) minimum olması istenir. Bu amaçla minimum değere sahip olan “100” puan verilir ve maksimum olana “0” puan verilerek kalan değerler için ise “0” ile “100” arasındaki puanlamaları oranlama yöntemi ile her bir uçağının değerinin karşısına yazılır. Böylece oluşan yeni çizelge 3.26. da görünmektedir [4].

Bu çizelge 3.25. ve 3.26 ile birbirleri arasında uçakları karşılaştırdığımızda ön plana çıkan uçak Airbus 330-300 ve Boeing için B777-200LR dir.

Normalleştirme yöntemine ilave olarak uçak filosu kuracak şirketin, uçak seçiminde göz önüne aldığı kriterleri önem derecesine göre sıralamak için ağırlık atama yoluna gidilir. Ağırlık atanıp istenen özellikler seçildikten sonra oluşan değerler, çizelge 3.27 de görülmektedir. Uçakları karşılaştırdığımızda ön plana çıkan uçak B 777-200LR dir.

Çizelge 3.25. Boeing 777 ve Airbus 330 serisi sonuç tablosu [4]

	W _{MPL} (Kg)	Kalkış uzunluğu (SL) (m)	İniş uzunluğu (SL) (m)	Bir blok saat işletme gideri (\$)	Toplam koltuk mili İki sınıf için (BS & ES)	Toplam koltuk mili Üç sınıf için (BS & IS & ES)	Yolcu başına düşen (BS&ES) kargo/bagaj Hacmi (m ³)	Yolcu başına düşen (BS&IS&ES) kargo/bagaj Hacmi (m ³)	Nm başına yakılan yakıt (KG)	Tepki yüklemesi	Durmaksızın uçuş süreleri (sa)
A 330-200	49.052	2.780	2.072	3.701	1.875.200	1.619.200	0,635	0,735	17,220	3,581	13,54
A 330-300	53.269	2.780	2.142	3.803	1.876.000	1.652.000	0,481	0,546	13,809	3,581	11,85
B 777-200	59.430	2.944	1.570	4.149	2.078.400	1.584.780	0,401	0,526	26,455	3,734	10,73
B 777-200ER	55.285	2.944	1.570	4.353	2.860.000	2.152.150	0,401	0,533	19,232	3,734	14,77
B 777-200LR	61.689	3.000	1.782	3.661	2.589.120	2.793.280	0,574	0,532	14,642	3,252	19,17
B 777-300	66.730	3.220	1.833	5.105	2.685.705	2.191.440	0,474	0,581	27,273	3,367	12,30
B 777-300ER	69.853	3.136	2.100	4.666	2.912.490	2.812.325	0,566	0,586	18,889	3,252	15,91

Çizelge 3.26. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 serisi sonuç tablosu [4]

	W_{MPL} (Kg)	Kalkış uzunluğu (SL) (m)	İniş uzunluğu (SL) (m)	Bir blok saat işletme gideri(\$)	Toplam koltuk mili İki sınıf için (BS & ES)	Toplam koltuk mili Üç sınıf için (BS & IS & ES)	Yolcu başına düşen (BS&ES) kargo/bagaj hacmi (m ³)	Yolcu başına düşen (BS&IS&ES) kargo/bagaj hacmi (m ³)	Nm başına yakılan yakıt (KG)	Tepki yüklemesi	Durmaksızın uçuş süreleri (sa)	Toplam Puan
A 330-200	0,00	100,00	12,24	97,23	0,00	97,20	100,00	100,00	74,67	31,74	66,71	679,78
A 330-300	20,27	100,00	0,00	90,17	99,92	94,52	65,81	90,43	100,00	31,74	86,73	779,60
B 777-200	49,89	37,27	100,00	66,20	80,41	0,00	0,00	0,00	6,08	0,00	0,00	339,86
B 777-200ER	29,96	37,27	100,00	52,08	5,06	53,78	0,00	96,65	59,72	0,00	52,13	486,66
B 777-200LR	60,75	50,00	62,94	100,00	31,17	1,55	26,07	97,13	93,81	100,00	100,00	723,43
B 777-300	84,99	0,00	54,02	0,00	21,86	50,58	68,80	73,68	0,00	76,14	81,40	511,48
B 777-300ER	100,00	80,91	7,34	30,40	100,00	100,00	29,49	71,29	62,27	100,00	38,63	720,33

Çizelge 3.27. (Devam) Boeing 777 ve Airbus 330 serisi sonuç tablosu [4]

AĞIRLIKLAR												
	W _{MPL} (KG)	Kalkış uzunluğu (SL) (m)	İniş uzunluğu (SL) (m)	Bir blok saat işletme gideri (\$)	Toplam koltuk mili İki sınıf için (BS & ES)	Toplam koltuk mili Üç sınıf için (BS & IS & ES)	Yolcu başına düşen (BS&ES) kargo/bagaj hacmi (m ³)	Yolcu başına düşen (BS&IS&ES) kargo/bagaj hacmi (m ³)	Nm başına yakılan yakıt (KG)	Tepki yüklemesi	Durmaksızın uçuş süreleri (sa)	Toplam
	0,01	0,01	0,01	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,30	0,22	0,10	1,00
A 330-200	0,00	1,00	0,12	14,58	0,00	4,86	5,00	5,00	22,40	6,98	6,67	66,62
A 330-300	0,20	1,00	0,00	13,52	5,00	4,73	3,29	4,52	30,00	6,98	8,67	77,92
B 777-200	0,50	0,37	1,00	9,93	4,02	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00	0,00	17,65
B 777-200ER	0,30	0,37	1,00	7,81	0,25	2,69	0,00	4,83	17,92	0,00	5,21	40,39
B 777-200LR	0,61	0,50	0,63	15,00	1,56	0,08	1,30	4,86	28,14	22,00	10,00	84,68
B 777-300	0,85	0,00	0,54	0,00	1,09	2,53	3,44	3,68	0,00	16,75	8,14	37,03
B 777-300ER	1,00	0,81	0,07	4,56	5,00	5,00	1,47	3,56	18,68	22,00	3,86	66,03

4. SONUÇ

Günümüzün değişen teknolojileri göz önüne alındığında değişen teknolojiye ayak uydurmak ve yolcu isteklerinin karşılanması amacıyla, yolcu potansiyelinin artması sonucu yeni hava yolu şirketlerinin kurulmasında filo seçimi yapılırken uçak seçimi ön plana çıkmaktadır. Bu amaç doğrultusunda uçak seçimi yapılırken uçulacak meydan şartlarına ve yolcu isteklerine bağlı olarak değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Her hava yolu şirketin tercihi değişik olabilir. Bu tercihleri yaparken sadece uçulacak meydan şartları ve yolcu istekleri değil şirketin ne kadar kâr elde edeceği de önemlidir. Şirketler kâr elde etmeyeceği uçağı satın almak veya kiralamak istemezler bu yüzden her açıdan en iyi uçağa sahip olmak için profesyonel şirketlerden karar verme konusunda yardım alırlar.

Boeing 777 ve Airbus 330 modelleri karşılaştırdığımızda her hava yolunun tercihine göre değişik modelleri seçebileceğini görmekteyiz. Model seçiminde hava yolu parayı, dünyadaki politikaları, günün şartlarını, ve yolcu potansiyelini göz önüne alarak seçimini gerçekleştirebilir. Ama bazen seçimlerinde yolcu veya para değil de yetişmiş eleman ve bakım kabiliyetleri ön plana da çıkabilir.

Uçak seçiminin yapılması ve şartlara uygun en iyi uçağın belirlenmesi için milyonlarca dolar para harcanmaktadır. Bütün bunları göz önünde tutarak her hava yolu tercihini özel şirketlere başvurarak kendileri için en uygun olacak olan kriterleri bildirerek seçtiği uçakların karşılaştırılmasını yaptırırlar. Bu çalışmada seçilen Boeing 777 ve Airbus 330 serisi uçakların karşılaştırması yapılmış olup bu uçakların tercih edebilecek hava yolu şirketlerine bir referans olabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Airbus company, *Airplane characteristics for airport planning*, Airbus S.A.S, Technical data support and service printed in France, 2003.
- [2] Boeing company, *Airplane characteristics for airport planning*, Boeing commercial airplane group, 2002.
- [3] Cavcar Mustafa ve Cavcar Aydan, *Uçuş prensipleri*, Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu yayınları, baskı no:8, 1-157p, Eskişehir 1999.
- [4] Tung-King SEE ve Kemper LEWIS, *Multi attribute decision making using hypothetical equivalents*, Proceedings of DETC'02 ASME 2002 Design Engineering Technical Conference, Montreal, Ontario, Canada, 2002.
- [5] Anonim, *Uçakların bulunduğu hava yolu sayısı*, 2006.
<http://www.aerospaceweb.org/aircraft/jetliner/b777/>
- [6] Anonim, *Uçakların bulunduğu hava yolu sayısı*, 2006.
<http://www.aerospaceweb.org/aircraft/jetliner/a330/>
- [7] Peter v. Agur, Jr., *Business Aviation, The Competitive Advantage*, The Van Allen group, 1997.
- [8] Robert F. Angrew, *President & Chief Operating Officer Fundamentals of Aircraft Finance – Workshop*, 2002.
- [9] Anonim, *Uçak işletme giderleri*, 2000.
<http://www.icao.int/icao/en/ro/allpirg/allpirg4/wp28app.pdf>