

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ
YARDIMI İLE HAVAALANI
YER SEÇİMİ
MODEL ÖNERİSİ

HAKAN OKTAL
Doktora Tezi

Sivil Havacılık Anabilim Dalı
HAZİRAN-1998

..Hakan OKTAL.....'ın Doktora.....tezi olarak hazırladığı
..Coğrafi.Bilgi.Sistemleri.Yardımlı.ile.Havaalanı.Yer.Seçimi.
..Model.Önerisi.....başlıklı tez
..29.06.1998.tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Öğretim
Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul
edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı) : Doç.Dr.Can AYDAY.....

Üye : Doç.Dr.Mustafa.ÖÇ.

Üye : Yrd.Doç.Dr.Korkut.ARBEK.

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
.10.07.1998.tarih ve .12/2.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖZET
Doktora Tezi

**COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMI İLE HAVAALANI YER SEÇİMİ
MODEL ÖNERİSİ**

HAKAN OKTAL

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sivil Havacılık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Can AYDAY
1998, Sayfa 119

Hava taşımacılığının en önemli elemanlarından biri havaalanlarıdır. Günümüzde hava taşımacılığının tüm ulaştırma sektörü içerisindeki payı her geçen gün büyümekte, buna bağlı olarak havaalanlarının önemi ve bu konudaki yatırımlar da artmaktadır.

Havaalanı kurulması kararı verildikten sonra en önemli adımlardan biri, havaalanı kurmaya uygun yerin belirlenmesidir. Havaalanı master planlaması içerisindeki en önemli adımlardan biri olan havaalanı yer seçimi çalışmasında ortaya çıkacak bir hata, yapılacak yatırımların yanlış yönlendirilmesine, havaalanının kapasitesinin daha başlangıçta planlananın altında veya üstünde olmasına yol açabilir.

Havaalanı yer seçiminin gelecekte ortaya çıkması mümkün beklenmeyen durumları gözönüne alarak yapılması, farklı koşullarda farklı arazilerin en uygun olarak bulunabileceğinin gözardı edilmemesi gerekir. Havaalanı yer seçimi çalışması subjektif bir çalışmadır ve politik yaklaşımlarla yanlış sonuçlar elde etmek mümkündür.

Bu tez çalışması ile subjektif nitelik taşıyan havaalanı yer seçiminin, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin de (CBS) yardımı ile sayısal bir yapıya kavuşturularak daha sağlıklı ve objektif bir şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda gelecekte ortaya çıkabilecek beklenmeyen durumlara karşı gerekli önlemleri alan ve gerekli güvenceyi sağlayan bir havaalanı yer seçimi model önerisi verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Havaalanı, Yer Seçimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri.

ABSTRACT
Doctorate Thesis

**AIRPORT SITE SELECTION MODELLING BY USING
GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS**

HAKAN OKTAL

**Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Aviation Program**

**Supervisor: Assoc. Prof. Can AYDAY
1998, Page 119**

Airports are one of the most significant elements for air transportation. Today, the portion of air transportation in the transportation sector, is gradually increasing so the importance of airports and investments made in airports are also increasing.

Determining a suitable site for the airport is the most important step, after deciding to establish an airport. Any mistakes occurring in the research of airport site selection, which is the most important step in airport master planning, may cause all the investments to be incorrectly invested and the airport capacity could be below or above of the planned capacity.

While selecting the airport site the fact that possible unexpected aspects could arise should be taken into consideration. It's also important that different sites but different conditions could be suitable. Airport site selection is a subjective study and it is possible that incorrect results could be obtained due to political interpretation.

In this research it is aimed to make airport site selection process more objective by using numerical formulas with the help of Geographical Information Systems (GIS). With this research, a new model of airport site selection which can take the predictions for future unexpected aspects and obtain the necessary security for an airport site selection has been suggested.

Keywords: Airport, Site Selection, Geographical Information Systems.

ÖNSÖZ

Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımı ile Havaalanı Yer Seçimi başlıklı bu çalışma, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sivil Havacılık Ana Bilim Dalı'nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde her zaman anlayış, hoşgörü ve destek gördüğüm, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Doç. Dr. Can AYDAY'a,

Özellikle çalışmanın uygulama bölümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanımında sabırla bana yardımcı olan başta Sayın Araş. Gör. Metin ALTAN'a ve diğer emeği geçen Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü personeline,

Yine bu çalışmada emeği geçen başta Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Müdürü Sayın Doç. Dr. Mustafa ÖÇ olmak üzere tüm Yüksekokul personeline,

Veri toplamada, özellikle meteorolojik verilerin elde edilmesinde önemli yardımlarını gördüğüm Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürü Sayın Dinçer ERSUNDU'ya, Devlet Su İşleri Harita Mühendisi Sayın Orhan TAŞKIN'a, Eskişehir Sanayi ve Ticaret İl Müdürlüğü'ne, Eskişehir Sanayi Odası'na ve Devlet İstatistik Enstitüsü Bölge Müdürlüğü'ne,

Çalışmalarında her zaman desteğini ve yardımlarını yanımda hissettiğim sevgili eşim Özlem'e ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hakan OKTAL
Haziran, 1998

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. HAVAALANI ELEMANLARI	3
2.1. Tanım	3
2.2. Terminal Bölümü	4
2.2.1. Yolcu Terminali	6
2.2.2. Kargo Bölümü	10
2.2.3. Havaalanına ulaşım yolları	10
2.3. Manevra Sahası	11
2.3.1. Pist	11
2.3.2. Pist güvenlik uzantıları	12
2.3.3. Taksiyolları	14
2.3.4. Uçak park sahaları	15
2.4. Teknik Bölüm	17
2.4.1. Teknik blok ve kontrol kulesi	17
2.4.2. Yakıt depoları	18
2.4.3. Uçak hangarları	18
2.4.4. Meteoroloji tesisleri	20
2.4.5. Yangın güvenlik ve kurtarma servisi	20
2.5. Genel Havacılık Bölümü	20
2.6. Havaalanı Yardımcı Teçhizatı	22
2.6.1. Görsel yardımcılar	22
2.6.2. Radyo seyrüsefer yardımcıları	23
2.7. Havaalanı Tahdit Yüzeyleri	23
2.7.1. Uçuş ile ilgili engel sınır yüzeyleri	25
2.7.2. Radyo seyrüsefer yardımcıları engel sınır yüzeyleri	25
3. HAVAALANI PLANLAMASI	27
3.1. Havaalanı Master Planlaması	27
3.1.1. Varolan koşulların belirlenmesi	28
3.1.2. Havacılık talep tahminleri	28

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1.3. Gereksinimlerin belirlenmesi ve seçenek geliştirme.....	29
3.1.4. Havaalanı yer seçimi.....	29
3.1.5. Çevre ile ilgili analizler.....	30
3.1.6. Havaalanının yerleşim planları.....	30
3.1.7. Planı yerine getirme aşamaları ve finansal boyutu.....	30
3.2. Havaalanı Sistem Planlaması.....	31
3.3. Havacılıkta Kullanılan Talep Tahmin Yöntemleri.....	32
3.3.1. Yargı yöntemi.....	33
3.3.2. Eğilimlerin tahmini yöntemi.....	33
3.3.3. Pazar analizi yöntemleri.....	33
3.3.4. Çoklu regresyon analizi yöntemi.....	34
4. HAVAALANI YER SEÇİMİ VE KULLANILAN PARAMETRELER.....	35
4.1. Tarihçe.....	35
4.2. Havaalanı Yer Seçimi Aşamaları.....	36
4.2.1. Gereksinimlerin belirlenmesi.....	36
4.2.2. Program ve krokinin çıkartılması.....	38
4.2.3. Varolan ve gelecekteki durum ile ilgili eldeki bilgilerin incelenmesi.....	39
4.2.4. Haritalar üzerinde araştırma.....	40
4.2.5. Aday araziler üzerine pist ve diğer havaalanı elemanlarının yerleştirilmesi.....	40
4.2.6. Aday arazilerin değerlendirilmesi ve uygun arazinin seçimi.....	42
4.3. Arazi Değerlemede Kullanılan Parametreler.....	42
4.3.1. Topografik yapı.....	42
4.3.2. Toprağın cinsi.....	42
4.3.3. Arazinin değeri.....	43
4.3.4. Havaalanının genişletilmesine uygunluk.....	43
4.3.5. Varolan hava sahasına etkisi.....	43
4.3.6. Kalkış yolu üzerindeki yükseltiler.....	44
4.3.7. İniş yolu üzerindeki yükseltiler.....	46
4.3.8. Görüş.....	46
4.3.9. Rüzgar.....	47
4.3.10. Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma.....	49
4.3.11. Yerel ekonomi üzerine olumsuz etkisi.....	49
4.3.12. Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması.....	50
4.3.13. Pazar potansiyeli.....	50
4.3.14. Alt yapı olanakları.....	50
4.3.15. Ulaşım süresi.....	51
4.3.16. Gürültü.....	51

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
4.3.17. Ekolojik denge	55
4.3.18. Kültürel zenginlik	55
4.3.19. Yeraltı–yerüstü su ve maden kaynakları, hava kirliliği	55
4.3.20. Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı.....	56
5. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA HAVAALANI YER SEÇİMİ MODEL ÖNERİSİ.....	57
5.1. Havaalanı Yer Seçiminde Karşılaşılan Problemler	57
5.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri	59
5.2.1. CBS projelerinin hazırlanması	60
5.2.2. Tasarım	61
5.2.3. Veri tabanı oluşturulması	62
5.2.4. Verilerin analizi	63
5.2.5. Analiz sonuçlarının sunulması	63
5.3. Havaalanı Yer Seçimi Model Önerisi	64
5.3.1. Gereksinimlerin belirlenmesi	64
5.3.2. Program ve krokinin çıkartılması	64
5.3.3. Varolan ve gelecekteki durum ile ilgili dökümanların incelenmesi ..	65
5.3.4. Sayısal haritalar üzerinde bölgesel araştırma.....	65
5.3.5. Uygun alanlar üzerine pist ve diğer havaalanı elemanlarının yerleştirilmesi	65
5.3.6. Aday arazilerin değerlendirilmesi ve uygun arazinin seçimi	65
6. ESKİŞEHİR VE ÇEVRESİ İÇİN ÖNERİLEN MODEL YARDIMI İLE HAVAALANI YER SEÇİMİ.....	75
6.1. Uygulama Alanı.....	75
6.2. Eskişehir ve Çevresinin Ekonomik Durumu	77
6.3. Gereksinimlerin Belirlenmesi	78
6.4. Program ve Kroki.....	79
6.4.1. Pist uzunluğu.....	79
6.4.2. Pistin kullanım tipleri	80
6.4.3. Pist sayısı	80
6.4.4. Uçak hareket sahası.....	80
6.4.5. Terminal ve diğer binalar	81
6.4.6. Havaalanı kurulması için gerekli yaklaşık alan	82
6.5. Varolan ve Gelecekteki Durum İle İlgili Belgelerin İncelenmesi	84
6.6. Haritalar Üzerinde Uygun Bölgelerin Belirlenmesi	84

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
6.7. Uygun Araziler Üzerine Pist ve Diğer Havaalanı Elemanlarının Yerleştirilmesi	85
6.8. Aday Arazilerin Değerlendirilmesi	89
6.8.1. Görüş	89
6.8.2. Rüzgar	90
6.8.3. Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma	90
6.8.4. Varolan hava sahasına etkisi	92
6.8.5. İniş yolu üzerindeki yükseltiler	96
6.8.6. Kalkış yolu üzerindeki yükseltiler	98
6.8.7. Havaalanına ulaşım süresi	99
6.8.8. Pazar potansiyeli	99
6.8.9. Havaalanını genişletmeye uygunluk	100
6.8.10. Gürültü	100
6.8.11. Ekolojik denge	101
6.8.12. Yeraltı-yerüstü su ve maden kaynakları	101
6.8.13. Kültürel zenginlik	102
6.8.14. Yerel ekonomi üzerine olumsuz etki	102
6.8.15. Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması	102
6.8.16. Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı	102
6.8.17. Altyapı olanakları	103
6.8.18. Topografik yapı	104
6.8.19. Toprağın cinsi	104
6.8.20. Arazinin değeri	105
6.9. Uygun Arazinin Seçimi	105
6.10. Sonuçların Yorumlanması	108
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	112
7.1. Sonuçlar	112
7.2. Öneriler	113
8. KAYNAKLAR	114
9. EKLER	116

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
EKLER	
EK1. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BÖLGELERDEKİ EŞYÜKSELTİ EĞRİLERİ.....	116
EK2. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BÖLGELERDEKİ YOLLAR.....	117
EK3. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BÖLGELER İLE İLGİLİ DİĞER BİLGİLER.....	118
EK4. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BÖLGELERİN UYDU GÖRÜNTÜSÜ.....	119

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Doğrusal model (DGAC, 1983).....	5
Şekil 2.2. Dalgakıran modeli (DGAC, 1983).....	5
Şekil 2.3. Uydu modeli (DGAC, 1983).....	7
Şekil 2.4. Aktarma modeli (DGAC, 1983).....	7
Şekil 2.5. Havaalanı birimleri arası yolcu akışı (DGAC, 1985).....	9
Şekil 2.6. Aletli pist ve pist güvenlik uzantıları (DGAC, 1983).....	13
Şekil 2.7. Taksiyolu tipleri (DİKMEN, 1994).....	14
Şekil 2.8. Yakıt depoları için tanımlanmış tehlikeli bölgeler (DİKMEN, 1994).....	19
Şekil 2.9. Genel havacılık için ayrılmış alanlar (DGAC, 1984).....	21
Şekil 2.10. Işıklı yaklaşma eğimi göstergesi türleri (ICAO, 1983).....	24
Şekil 2.11. Aletli ve görerek yaklaşımlar için tanımlı engel sınırları yüzeyleri (ICAO, 1983).....	26
Şekil 3.1. Havaalanı master planı akış şeması (ASHFORD, 1992).....	31
Şekil 3.2. Havaalanı sistem planlaması aşamaları (HORONJEFF, 1994).....	33
Şekil 4.1. Havaalanı yer seçimi aşamaları akış şeması (DGAC, 1985).....	37
Şekil 4.2. Doğrusal kalkış güvenlik yüzeylerinin üstten görünüşü (ICAO, 1993).....	45
Şekil 4.3. Doğrusal kalkış güvenlik eğimleri (ICAO, 1993).....	45
Şekil 4.4. Rüzgar gülü yardımıyla pist kullanım faktörünün bulunması (DGAC, 1985).....	48
Şekil 4.5. Havaalanı çevresi gürültü haritası (ASHFORD, 1992).....	54
Şekil 5.1. CBS kullanım ortamı (AYDAY, 1992).....	60
Şekil 5.2. Katman yapısı (UYGUÇGİL, 1994).....	62
Şekil 5.3. Arazi değerlendirme akış diyagramı.....	74
Şekil 6.1. Havaalanı yer seçimi yapılacak bölge.....	76
Şekil 6.2. Pist koruma sahasının boyutları (HORONJEFF, 1994).....	82
Şekil 6.3. Havaalanı elemanlarının yerleşimi ve boyutları.....	84
Şekil 6.4. Havaalanı yer seçimine uygun bölgeler.....	87
Şekil 6.5. Uygun bölge içerisinde belirlenen aday araziler.....	88
Şekil 6.6. Rüzgar gülü yardımı ile bulunan pist doğrultusu.....	91
Şekil 6.7. Eskişehir askeri terminal sahası ve hava trafik yolları (DHMİ, 1997).....	93
Şekil 6.8. Askeri havaalanından kalkış prosedürleri (FAA, 1996).....	94
Şekil 6.9. Askeri havaalanına RWY 270 TACAN yaklaşması (FAA, 1996).....	95
Şekil 6.10. 4C sınıfı bir havaalanı için tanımlanmış ILS yaklaşması koruma yüzeyleri.....	97
Şekil 6.11. Senaryolara göre aday arazilerin aldıkları puanlar ve sıralamaları.....	109
Şekil 6.12. Aday arazilerin senaryolara göre başarı sıralamaları.....	110
Şekil 6.13. Aday arazilerin ortalama puanları ve değişim yüzdeleri.....	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. ICAO referans kodu (ICAO, 1983).....	12
Çizelge 2.2. ICAO'nun önerdiği pist genişlikleri (ICAO, 1983)	12
Çizelge 2.3. Uydu modeli (DGAC, 1983).....	7
Çizelge 4.1. Pist uzunluğuna göre kabul edilebilir yan rüzgar değerleri (ASHFORD, 1992).....	47
Çizelge 4.2. FAA gürültü sınıflarına göre arazi kullanımı (ASHFORD, 1992)	54
Çizelge 5.1. Parametrelerin farklı durumları için tanımlanmış notlar	71
Çizelge 5.2. Ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı	71
Çizelge 5.3. Arazinin hava sahası kalitesi ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı	72
Çizelge 5.4. Arazinin konumu ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı	72
Çizelge 5.5. Arazinin çevresi ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı	72
Çizelge 5.6. Arazi kullanımı ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı	73
Çizelge 5.7. Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı	73
Çizelge 5.8. Arazilerin aldıkları toplam puanlara göre değerlendirilmesi	74
Çizelge 6.1. Pist koruma yüzeyi boyutları (HORONJEFF, 1994).....	83
Çizelge 6.2. Harita üzerindeki bilgilerin CBS'de katmanlara göre yerleşimi.....	86
Çizelge 6.3. Rüzgar yönü, şiddeti ve sayısı ile ilgili rasat sonuçları	91
Çizelge 6.4. Aday arazilerin sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma değerleri (BAYAR, 1991).....	92
Çizelge 6.5. Parametrelere göre aday arazilerin aldığı notlar	106
Çizelge 6.6. Senaryo 1'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar	106
Çizelge 6.7. Senaryo 2'ye göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar	107
Çizelge 6.8. Senaryo 3'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar	107
Çizelge 6.9. Senaryo 4'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar	107
Çizelge 6.10. Aday arazilerin senaryolara göre aldıkları toplam ağırlıklı puanlar.....	108

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_n :	Regresyon sabiti
KF:	Kullanım faktörü
L_{DN} :	Ortalama ses seviyesi
M:	Gelecekte öngörülen yıllık ticari hareket sayısı
m:	Trafiğin en yoğun olduğu saatteki varış veya kalkış hareketi sayısı
m' :	Trafiğin en yoğun olduğu saatteki toplam ticari hareket sayısı
N:	Gerekli park sahası sayısı
T:	Toplam uçak hareketi veya yolcu sayısı
v:	Havaalanı ile doğrudan bağlantısı olan büyük şehir sayısı
x_n :	Değişken
CBS:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DGAC:	Direction General de l'Aviation Civil
DHMİ:	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DME:	Distance Measuring Equipment
FAA:	Federal Aviation Administration
FAR:	Federal Aviation Regulations
GIS:	Geographical Information Systems
ICAO:	International Civil Aviation Organization
ILS:	Instrument Landing System
INM:	Integrated Noise Model
MTMA:	Military Terminal Area
NPIAS:	National Plan of Integrated Airport System
OAS:	Obstacle Assesment Surface
OCH:	Obstacle Clearence Height
OIS:	Obstacle Identification Surface
PAPI:	Precision Approach Path Indicator
RADAR:	Radio Detection And Ranging
TACAN:	Tactical Air Navigation
TITAN:	Traitment Informatique Trajéctaires Aéronautiques Normalisées
THY:	Türk Hava Yolları
VASIS:	Visual Approach Slope Indicator System
VOR:	VHF Omni Range

1. GİRİŞ

Günümüzde hava taşımacılığı, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük bir gelişme içerisinde. Talep arttıkça havayolu şirketleri uçak filolarını genişletmekte, uçak üreticileri yeni ve daha büyük uçaklar geliştirmektedirler. Buna paralel olarak artan hava trafiği, havaalanlarına inen ve kalkan uçak sayısını artırmış, bazı havaalanlarında bir süre sonra talebin hizmet kapasitesinin üzerine çıkacağı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle varolan havaalanlarının hizmet kapasitelerini artırmak amacıyla genişletme çalışmaları yapılmış veya yeni havaalanları inşa edilmiştir.

Hava ulaşım sektöründe havaalanlarının yer seçiminden kapasite tayinine kadar yapılan tüm çalışmaların etkisi ve önemi çok büyüktür. Yeni bir havaalanı inşa edilirken veya genişletilirken varolan diğer havaalanları üzerine etkisi ve sistem içerisindeki yeri gözönüne alınmalıdır. Yeni bir havaalanı kurulmasının en önemli aşamalarından biri, havaalanı kurmaya en uygun yerin seçilmesidir. Havaalanı yer seçimi oldukça ayrıntılı ve ciddi bir çalışma gerektirir. Havaalanının niteliği ve uygun arazinin seçimi konusunda yapılacak bir hata veya verilecek bir politik karar, yapılan ve yapılacak yatırımların boşa gitmesine, havaalanının rekabet gücünün düşmesine, bölge halkının ve yerel yönetimlerin tepkisine neden olabilir. Daha sonraki bölümlerde ayrıntıları verilecek olan nedenlerden dolayı dünyada, başarısızlıkla sonuçlanmış bir çok yer seçimi çalışması ile karşılaşmak mümkündür.

Ülkemizde de havaalanı inşası ile ilgili yatırım kararlarının çoğu bilimsel değil, politik nedenlere dayanmaktadır. Bu nedenle de kurulan havaalanlarının büyük çoğunluğunun uzun süre fon oluşturması beklenmemekte ve her geçen gün yanlış yatırımlar sonucu plansız ve gelecekteki değişimleri gözardı eden bir havaalanı ağı ortaya çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasında yeni bir havaalanı yer seçimi model önerisi verilmiş, aşamalar gerçekleştirilirken kullanımı her geçen gün yaygınlaşan ve yeni bir teknoloji olan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) sağladığı kolaylıklardan faydalanılmıştır. Model önerisi içerisinde, özellikle havaalanı kurmaya uygun bölgelerin belirlenmesi ve aday arazilerin değerlendirilmesi aşamalarında kullanılan tüm haritalar sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına uyumlu hale getirilmiş, uygun arazinin seçiminde sayısal teknikler kullanılmıştır. Bu şekli ile yapılan çalışma tamamen sayısal bir nitelik taşımaktadır. Havaalanı kurmaya uygun bölgelerin ve daha sonra da uygun arazilerin yerlerinin bulunması ve değerlendirilmesi CBS yardımı ile bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın 2. Bölümünde havaalanı ve elemanları tanımlanmış, bu elemanların boyutlandırılmasında gözönüne alınması gerekli faktörler açıklanmış; 3. Bölümde havaalanı master planı ve havaalanı sistem planlaması kavramları tanımlanmış, yer seçimi aşamasının master planı içerisindeki yeri ve önemi verilmiş, son olarak da hem master planı hem de sistem planlamasına ve dolayısıyla havaalanı yer seçimine temel teşkil eden hava taşımacılığı talep tahmin yöntemleri üzerinde kısaca durulmuştur.

4. Bölümde, havaalanı yer seçimi ve aşamaları ile aday arazileri değerlendirmede kullanılacak parametrelerin özellikleri ve arazilerin parametrelere göre sağlanması gerekli koşullar tanımlanmıştır.

5. Bölümde, daha önce yapılan havaalanı yer seçimi çalışmalarında ortaya çıkan problemler ve başarısızlıkların nedeni anlatılmış, CBS'nin özellikleri ve kullanım alanları tanımlanarak havaalanı yer seçiminde hangi aşamalarda kullanılabilceği gösterilmiş ve sözügeçen problemleri ortadan kaldırmaya yönelik yeni bir model önerisi verilmiştir.

6. Bölümde ise önerilen modelin işlerliğini göstermek üzere Eskişehir ve çevresi için bir havaalanı yer seçimi çalışması yapılmış ve sonuçlar sayısal olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan tez çalışmasının amacı, özellikle ülkemizde son yıllarda görülen hava taşımacılığındaki hızlı büyüme karşısında gereksinim duyulan yeni havaalanlarının politik değil, bilimsel yaklaşımlarla ve CBS gibi yeni teknolojileri kullanarak daha sağlıklı ve objektif bir yöntem ile yer seçimi çalışmalarının yapılabilmesine katkıda bulunmaktır.

2. HAVAALANI ELEMANLARI

2.1. Tanım

Bir havaalanı, uçakların bakım ve servis hizmetleri, yolcu ve uçak trafiğinin düzenlenmesi için gerekli ek binalar da dahil olmak üzere, uçakların iniş, kalkış ve manevra hareketleri için düzenlenmiş özel alanlardır[1]. Bir başka deyişle karada veya suda, içerisindeki bina, tesis ve donanımlar dahil, kısmen veya tamamen uçakların iniş, kalkış ve yer hareketlerini yaparken kullanabilmeleri için belirlenmiş sahalardır[2]. Aynı zamanda kişiler ve satıcılar için yer taşımacılığı türleri (demiryolu, karayolu) ile havayolu taşımacılığı arasında değişimin yaşandığı yerlerdir.

Bir havaalanı ticari, teknik, yönetsel, sosyal ve endüstriyel fonksiyonları yerine getirir. Bu fonksiyonları yerine getirirken de aşağıdaki gereksinimlere cevap vermesi gerekir:

- Yıl içerisinde uçak, yolcu, yük trafik akışı
- Yer araçlarının akışı (tren, yolcu ve çalışanların özel araçları, taksi, otobüs, çöp ve satıcıların kamyonları gibi.)
- Havaalanı kullanıcılarının gereksinimleri.

Bu gereksinimlere cevap verebilmesi için havaalanı aşağıdaki bölümlere sahip olmalıdır :

- Terminal bölümü : Yolcu terminali, havaalanına ulaşım yolları ve otoparklar, yük terminali ve ortak alanlar.
- Teknik bölüm : Teknik blok ve hava trafik kontrol kulesi, pist ile ilgili tüm donanımlar, hangarlar, yakıt depoları, meteoroloji istasyonu, yangın güvenlik ve kurtarma servisi.
- Manevra sahası : Pist, pist bandları, taksiyolları ve bandları, uçak park sahaları.
- Genel havacılık bölümü : Özel alanlar ve hangarlar, havacılık kulüpleri.
- Doğrudan havaalanı aktivitelerine bağlı olmayan çeşitli etkinliklere ayrılmış alanlar : Lojmanlar, bürolar, oteller.
- Diğer bölümler : Bakım için ayrılmış bölümler, sığınak gibi.

Her bölümün özel bir işlevi vardır ve tüm bölümler bir bütün olarak düşünüldüğünde, yük ve yolcu ile ilgili her türlü işlevi mümkün olan en iyi şartlarda sağlayabilmelidir [3].

Havaalanı bölümlerini aşağıdaki şekilde gruplandırmak da mümkündür:

- Terminal bölümü : Yolcu ve yük terminalleri
- Yer tarafı ile ilgili bölümler : Havaalanına ulaşım yolları, otoparklar, lojmanlar, bürolar, oteller.
- Hava tarafı ile ilgili bölümler : Pist, taksiyolları, uçak park sahaları (apron), teknik bölüm, genel havacılık bölümü, radyo seyrüsefer yardımcıları[4].

2.2. Terminal Bölümü

Bir havaalanı terminali, pist ile şehirden havaalanına ulaşım yolları arasındaki bağlantıyı sağlar. Yolcu terminali ve uçak trafik sahasının birbirleri ile bağlantıları onların geometrik şekillerine göre değişiklik gösterir. Bu konuda dört temel model geliştirilmiştir.

a) Doğrusal model : Bu modelde hava araçları yolcu terminali boyunca sıralanarak park ederler (Şekil 2.1). Araçların terminal önüne sıralanışları herhangi bir açı altında olabilir. Yükleme salonları, trafik sahasına mümkün olduğunca yakın olacak şekilde yine terminal boyunca yerleştirilir.

Doğrusal model, trafik yoğunluğu az olan havaalanları için geliştirilmiştir. Yılda bir milyondan fazla yolcu trafiği olan havaalanları için pek kullanışlı bir model değildir. Yolcular terminalden uçağa yürüyerek ulaşırlar. Ulaşım için herhangi bir araç gerektirmez.

Bu modelde bir binanın genişletilmesi, ne havaalanının işletiminde, ne de yolcu trafiğinde bir bozulmaya sebep olmaz. Ancak trafiğin yoğun olduğu bu tür havaalanlarında binanın uzunlamasına büyütülmesi, özellikle transit yolcunun yürüyeceği mesafenin artmasına sebep olur veya çok karmaşık giriş yollarının yapılmasını zorunlu kılar.

Daha geliştirilmiş bu tip yolcu terminallerinde ana bina iki veya üç katlı olarak inşa edilir. Böylece gidiş-dönüş yolcu akışı birbirinden ayrılmış ve zemin kattaki yoğunluk azaltılmış olur. Doğrusal modelde şehirden havaalanına varıştan itibaren uçağa ulaşıncaya kadar katedilen mesafe genelde 100m. yi geçmez[5].

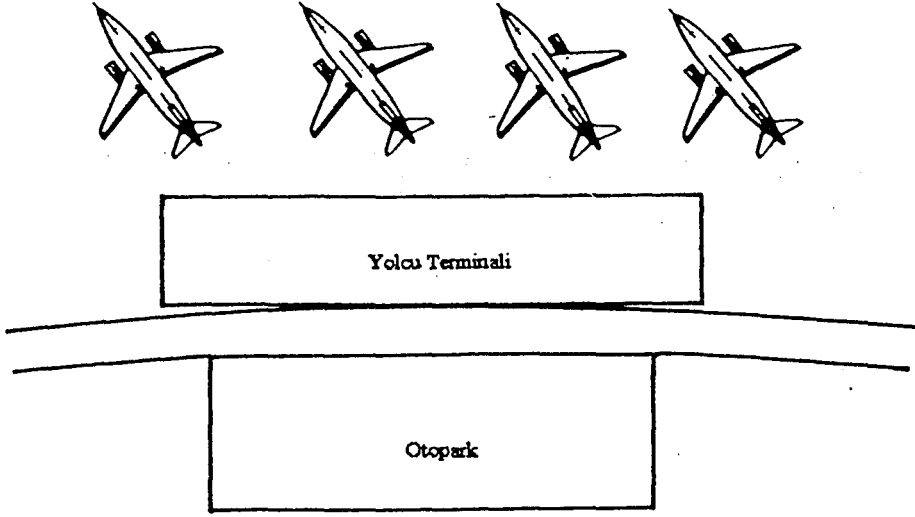
Yürüme mesafesinin kısalığı, yolcu yönlendirme kolaylığı ve terminal binasının basitliği başlıca avantajlarıdır. Londra Heathrow T4, Singapur Changi T2 ve Münih Havaalanları doğrusal modelin başlıca örnekleridir[6].

b) Dalgakıran modeli : Yolcu terminalinin uzunluğunu arttırmamak ve daha fazla uçağa park imkanı sağlamak amacıyla uçak-yolcu terminali bağlantısı dalgakıran adı verilen uzunlamasına koridorlarla sağlanmıştır (Şekil 2.2). Genelde hava araçları dalgakıranın iki tarafına paralel veya dik olarak park ederken, yolcular da bunun içersinden uçağa ulaşırlar.

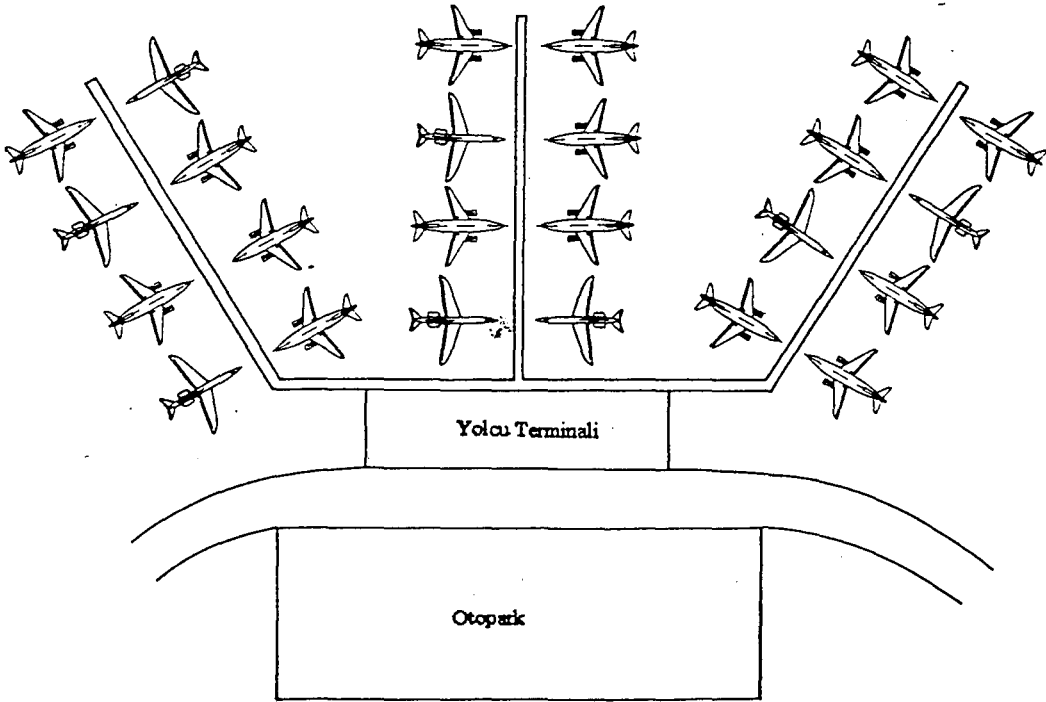
Eğer birden fazla dalgakıran öngörülmüş ise, bu iki veya daha fazla dalgakıran arasındaki boş alanın, uçakların manevralarını rahatça gerçekleştirebilecek büyüklükte olması gerekir. Ayrıca dalgakıran için geniş bir alanın, dolayısıyla pist orta çizgisi ile arasındaki uzaklığın yeterince büyük olması gerekir.

Bu model, bir milyondan fazla yolcu trafiği olan havaalanları için tercih edilir. Yolcunun ortalama yürüme mesafesi 120m. dir. Varolan bir dalgakıran yanına yeni bir dalgakıran eklenmeden önce, ana bina içersinde yolcu hareketi için yeterli alanın öngörülmesi şarttır. Bu mümkün değil ise, öncelikle ana bina büyütülmeli, daha sonra dalgakıran sayısı artırılmalıdır[5].

Tüm havayolu şirketleri ve resmi otoriteye ait personelin aynı binada bulunması; restoran, gümrüksüz satış mağazaları gibi terminal kolaylıklarının birarada bulunması; istendiğinde yolcu kontrollerinin kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi başlıca avantajları iken, yolcunun yürüme mesafesinin çokluğu, ana terminal binasının karmaşık bir yapıya sahip olması nedeni ile sınırlı miktarda büyütülebilmesi, her türlü uçak hareketi ve manevrasına



Şekil 2.1. Doğrusal model (DGAC, 1983)



Şekil 2.2. Dalgakıran modeli (DGAC, 1983)

uygun olmaması, trafiğin yoğun olduğu saatlerde araç park yeri önünde gelen ve giden yolcunun oluşturduğu karışıklık ise başlıca dezavantajlarıdır. Dalgakıran modeline örnek olarak Amsterdam Schipol, Zürih, Londra Heathrow T3 ve Bangkok Havaalanları gösterilebilir[6].

c) Uydu modeli : Uydu, park halindeki hava araçları tarafından etrafi çevrelenmiş bir binadır ve üç şekilde terminale bağlanırlar :

- Yer seviyesinde bağlantı
- Yeraltı bağlantısı
- Yukarıdan bağlantı (çok katlı galeriler ile).

Uçakların park şekli, uydunun ön yüzeyine dik veya paraleldir (Şekil 2.3). Yolcu yükleme salonları bu modelde ortak veya ayrı ayrı da planlanabilir. Yolcu trafiği iki milyondan fazla olan havaalanları için tercih edilir. Genel olarak uydu ile ana bina arasındaki uzaklık, dalgakıran modelindeki ana bina-yolcu yükleme salonları arasındaki ortalama uzaklıktan çok daha fazladır. Ancak yolcunun yürüme mesafesi yürüyen merdivenler kullanılarak düşürülür[5].

Havayollarına ve resmi otoriteye bağlı olarak çalışan personelin birarada bulunabilmesi; istendiğinde yolcunun kolayca kontrol edilebilmesi; gelecekte kullanımı düşünülen daha büyük uçaklara uygun ek uyduların tasarlanabilmesi başlıca avantajları iken, ana terminal binası ile uydular arasında bağlantıyı sağlayacak yeraltı veya yerüstü yolunun bakım ve işletme maliyetlerinin yüksekliği; yoğun saatlerde ana terminalin kara tarafındaki karışıklık; karmaşık yapısı sebebiyle terminalin genişletmeye sınırlı ölçülerde izin vermesi ise başlıca dezavantajlarıdır. Atlanta, Denver, Paris Charles De Gaulle T1 ve Tokyo Narita T2 uydu modeline örnek olarak gösterilebilir[6].

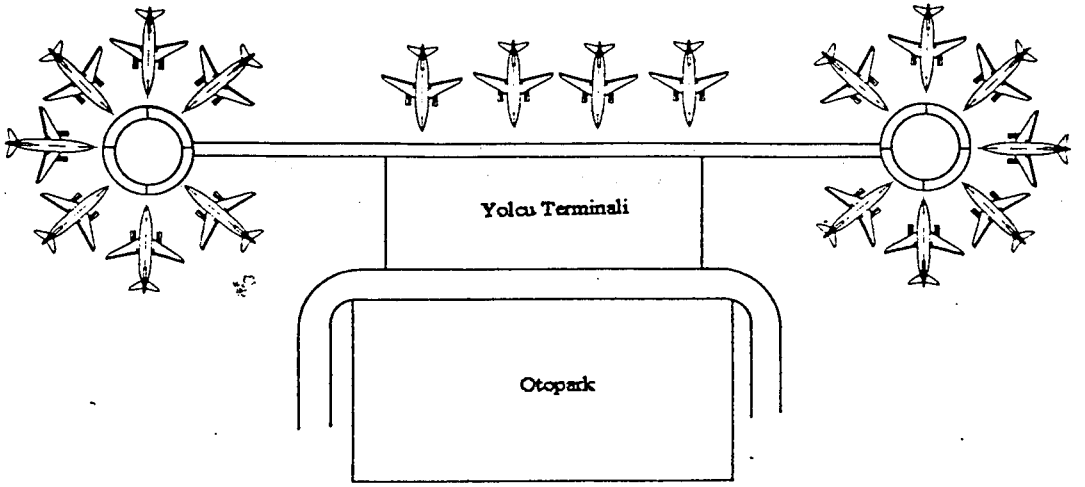
d) Aktarma modeli : Bu modelde hava araçları park, bakım ve servis sahaları yolcu terminalinden uzak bir alana yerleştirilmiştir. Bağlantı, yer araçları vasıtasıyla yapılır (Şekil 2.4). Ancak trafiğin yoğun olduğu saatlerde çok sayıda araç gereksinimi önemli bir sorun olarak ortaya çıkar. Trafiğin yoğun olmadığı zamanlarda ise bu araçların kullanılmayacağı unutulmamalıdır.

Bu modelin en önemli avantajı, uçuş frekanslarındaki artışa veya daha büyük boyutlu uçakların geliştirilmesine bağlı olarak, uçak park sahalarında yapılacak genişletme çalışmalarının kolayca gerçekleştirilebilmesidir. Her çeşit manevra hareketini de bu saha içersinde yerine getirmek mümkündür. Yolcunun yürüyeceği uzaklık ise oldukça azaltılmıştır[5].

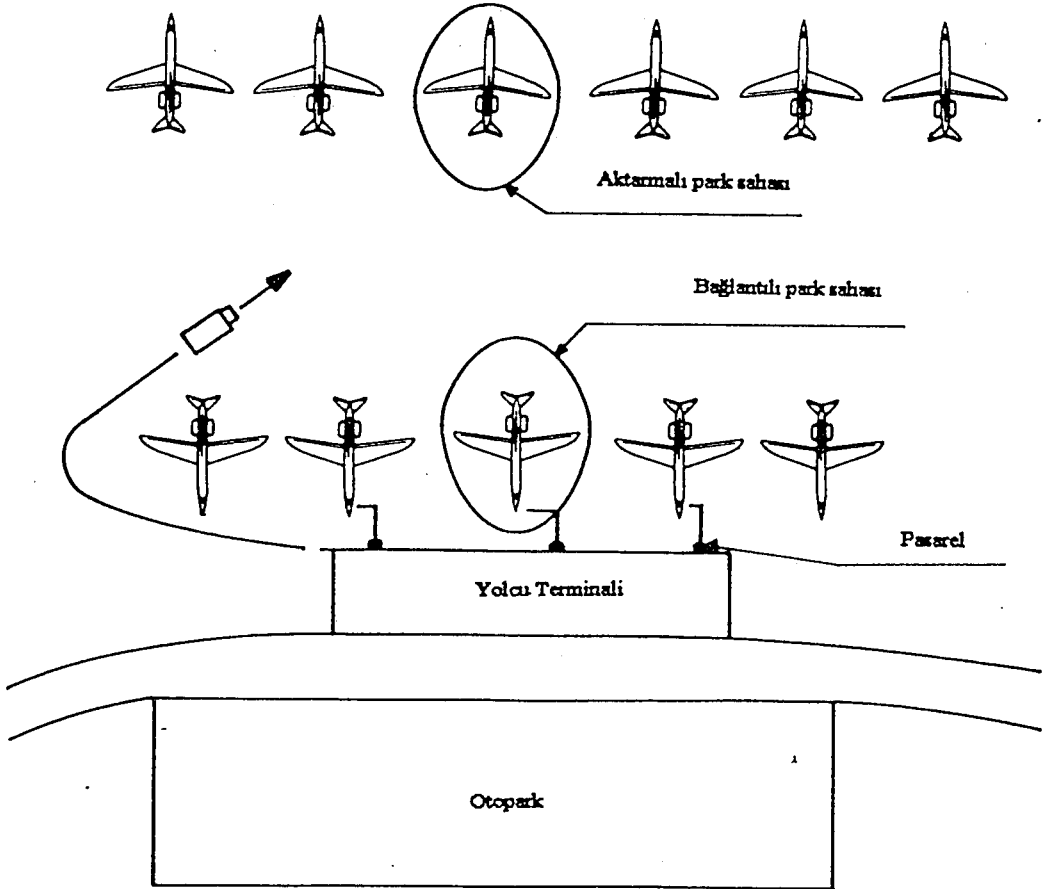
Yükleme ve boşaltma zamanındaki artış; yolcuları uçağa veya uçaktan terminale taşıyan araçların bakım ve işletme giderlerinin yüksekliği; uçaklar ve yer araçları arasında kaza riski sebebiyle bir yol kontrol düzenlemesi gerekliliği başlıca dezavantajlarıdır. Aktarma modeline örnek olarak Montreal Mirabel ve Washington Dulles Havaalanları gösterilebilir[6].

2.2.1. Yolcu terminali

Yolcu terminalinin temel işlevi, yolcuların ve bagajlarının bir yer taşıma aracından bir hava taşıma aracına transferinin veya tersinin sağlanmasıdır.



Şekil 2.3. Uydu modeli (DGAC, 1983)



Şekil 2.4. Aktarma modeli (DGAC, 1983)

Bir yolcu terminalinin işlevleri üç ana başlık altında incelenebilir :

a) Trafik işlevi : Bir taşıma aracı ile diğeri arasındaki bağlantının sağlanmasıdır.

Üç alt işlevi vardır :

i) Yolcu ve bagajları ile ilgili işlemler :

- Yer taşıma araçlarının kabulü ve park edebilme imkanı
- Şehir tarafına yolcu ve bagajların indirilmesinin veya yüklenmesinin sağlanması
- Yolcu ve bagajların kayıt edilmesi
- Bilet satışı
- Güvenlik kontrolü
- Sağlık kontrolü
- Polis kontrolü
- Gümrük kontrolü
- Bagajların transferi ve tasnifi
- Yolcuların uçuşlarına göre gruplandırılması
- Uçak içersine yükleme kontrolü
- Pist tarafına yolcu ve bagajların yüklenmesi veya boşaltılması
- Bagaj teslimi.

ii) Yolcu ve beraberindekilere verilen hizmetler :

- Her yolcu terminalinde verilmesi zorunlu hizmetler (danışma, telefon, sağlık, revir gibi.)
- Sürekli hizmetler (bagajların taşınması için şario, banka, araba kiralama, otobüs taksi tren gibi bağlantı olanakları, otel rezervasyonu, bebek bakım odası gibi.)
- Diğer hizmetler (posta, vergi iadesi ödeme, sigorta gibi).

iii) Teknik ve işletimle ilgili gereksinimler :

- Kayıt bankası
- Bilgi sistemi
- Bagaj taşıma ve yönlendirme sistemi
- Kontrol gişeleri ve uygun bağlantı sistemi
- Doğrudan uçak ve yolcu trafiği ile ilgili şirket büroları
- Trafikle ilgili sağlık, gümrük ve polis büroları
- Terminal kontrol birimi

b) Ticari işlevi :

- Barlar veya kafeteryalar
- Gazete ve sigara satış yerleri
- Lokantalar
- Gümrüksüz satış mağazaları
- Halka açık bölüm tarafındaki giyim mağazaları, kuaför, süs eşyası satan dükkanlar.

c) Yönetmel işlevi : Havaalanı yöneticisinin, havayolu şirketleri, polis, gümrük, sağlık gibi farklı kullanıcıların, meteoroloji ve hava seyrüsefer servisleri gibi devlete bağlı olarak çalışan ve yolcu terminali ile ilgilenen birimlerin yönetimle ilgili gereksinimlerinin karşılanmasıdır.

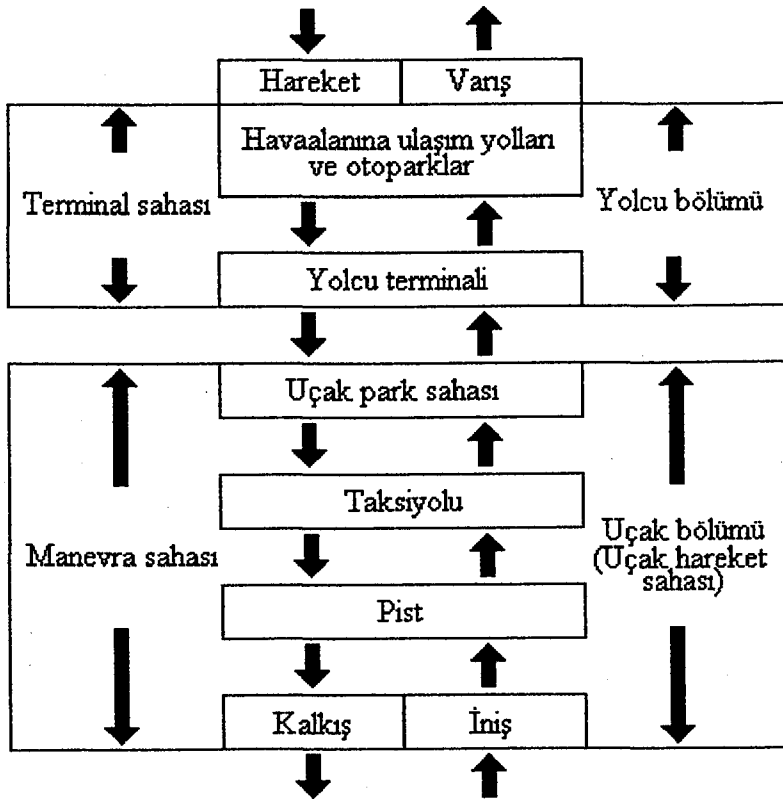
Bu işlev doğrudan yolcu ile bağlantılı olmadığı için, bu birimlerden bazıları yolcu terminali dışında bulunabilir. Ayrıca terminal içersinde çalışan personelin gereksinimleri ile ilgili personel kantini, mediko sosyal gibi birimler de bu işlev içersine girer[5].

Yolcu terminali, uçak park sahaları ve aralarındaki uzaklıkla bağlantılı olarak tasarlanır. Buna göre tüm fonksiyonlarını yerine getirmesi için gerekli bölümler ve sayıları belirlenir (kaç katlı olacağı, uçağa yolcu kabulünün hangi şekilde yapılacağı gibi).

Bir yolcu terminalinin toplam boyutu, trafiğin en yoğun olduğu saatteki iç hat yolcusu başına 14 m^2 , dış hat yolcusu başına 24 m^2 alınarak hesaplanabilir. Bir başka şekilde, yılda 1-5 milyon arası trafiği olan bir havaalanının yolcu terminali için ayrılan toplam alan herbir milyon başına 10000 m^2 dir. Bu alanın %50'si doğrudan yolcu trafiğine, %25'i ticarete ve %25'i bürolara ayrılmıştır. Bir milyondan daha az yolcu trafiği olan terminallerin boyutlandırılmasında trafiğin en yoğun olduğu 40. saat referans alınır. Genelde metrekare başına yolcu sayısına bakıldığında küçük yolcu terminallerinin büyüklerine göre daha verimli olduğu görülür. Yılda 6-8 milyon trafiği olanları için gerekli yüzey, trafik tipine ve bina içersinde verilen hizmetlerin çeşitliliğine bağlı olarak normalin dört kat üzerine çıkabilir.

Büyük yolcu terminal binaları için en az 70m., küçükleri için ise en az 50m. derinlik öngörülür [8].

Aşağıda ise havaalanındaki bir yolcunun bölümler içindeki hareketi Şekil 2.5'de gösterilmiştir[7] :



Şekil 2.5. Havaalanı birimleri arası yolcu akışı (DGAC, 1985)

2.2.2. Kargo bölümü

Eğer havaalanı yük taşıyan kargo uçaklarına da hizmet veriyorsa, yolcu ile ilgili bölümlerden ayrı olarak bir kargo bölümünün öngörülmesi gerekir. Bu bölüm, uçak park sahası, yük terminali, şehir tarafında kamyonların manevrası ve park etmesi için yeterli alan gibi alt birimlerden oluşur.

Kargo uçakları genelde uzun menzilli büyük uçaklardır. Park sahalarının boyutlandırılması bu durum gözönüne alınarak yapılır.

Hava taşımacılığı ile karayolu taşımacılığı arasında yük değişiminin (yükleme-boşaltma) yapıldığı yük terminali, gümrük öncesi bölümü (pist tarafı), gümrük sonrası bölümü ve bürolardan oluşur. Derinliği en az 50m. dir. İşlem kapasitesi çok değişkendir ve yüklemeye kullanılan araçların türüne bağlıdır. Kamyonların manevra hareketleri için yaklaşık 60m. derinliğinde bir alan ayrılır.

Eğer havaalanı sadece yük ve yolcu aynı anda taşıyan uçaklara hizmet veriyor ise (bu tür havaalanlarında yıllık yük trafiği 5000 tonun altındadır), ayrı bir park sahası öngörmeye gerek yoktur. Uçaklar yolcu terminalinin yanına park ederler ve yük, konteynerler veya paletler vasıtasıyla yük hangarlarından uçağa taşınır veya boşaltılır. Yük hangarlarının mümkün olduğunca yolcu terminaline yakın olması istenir. Bazı durumlarda kolilerin gerek varışta, gerek harekette olsun hangara taşınması istenmez. Bu durumda yükün konulabileceği bir binaya gereksinim vardır[8].

2.2.3. Havaalanına ulaşım yolları

Havaalanına ulaşım, genel olarak özel otolar, taksiler veya havaalanı servis otobüsleri tarafından sağlanır. Havaalanına trafik akışı dört ana grupta incelenebilir:

- Yolcu trafiği,
- Havaalanı çalışanları trafiği,
- Yük taşıma,
- Destek hizmetleri trafiği,

Yolcu trafiğini belirleyebilmek için havaalanında hareket halindeki yer aracı sayısı ile ilgili aşağıdaki bilgilerin elde edilmesi gerekir :

- Araç tipine göre yolcu yüzdesi (özel araç, taksi, v.b.),
- Yolcu varış trafiği düzenlemesi,
- Yolcu-ziyaretçi oranı (ziyaretçi ile, yolculara eşlik eden veya karşılayan kişiler kastedilmiştir),
- Yolcu ve ziyaretçilerin araç tiplerine göre dağılımı,
- Kısa süreli veya uzun süreli duraklamalarla ilgili bilgiler,
- Havaalanı içersindeki yer aracı hareketi (otoparklar ile yolcu terminali veya iki yolcu terminali arasında).

Yukarıdaki bilgiler sayesinde havaalanı girişi ile otoparklar, otoparklar ile yolcu terminali veya havaalanı girişi ile terminal arasındaki araç hareketinin yoğunluğu incelenebilir. Bunun sonucunda da yapılacak asfalt yolların boyutları, havaalanına giriş

çıkış sayısı ve yerleri belirlenerek havaalanı içindeki trafik hareketini gösteren bir plan hazırlanır.

Havaalanı üzerinde beş tip otopark sahası ile karşılaşmak mümkündür. Bunlar :

- Yolcu otoparkı,
- Havaalanı çalışanlarının otoparkı,
- Kiralık araç otoparkı,
- Taksiler için otopark,
- Yolcu taşımada kullanılan servis araçları otoparkı.

Duraklama süresine göre ise kısa süreli (saatler seviyesinde), orta süreli (günler seviyesinde) ve uzun süreli duraklamalar için olmak üzere üç tip otopark söz konusudur. Bunların yolcu terminaline olan uzaklıkları, kısa süreliiden başlayarak artarak gider. Çevre koşullarına bağlı olarak otoparklar çok katlı veya yer altında da inşa edilebilirler. Her bin yolcu başına 1 ile 1,2'lik bir araç alanı planlanmalıdır. Aynı şekilde havaalanı çalışanları için her on çalışana 2-2,5 araçlık yer ayırmak gerekmektedir. Bir araç için ayrılması gereken alan, ortalama 25m² mertebelerindedir. Bu değerin içersine araçların her çeşit dolaşım hareketi dahil edilmiştir. Yeşil alanlar da bu değere eklendiğinde, araç başına ayrılması gerekli alan 33m² ye ulaşır. Trafiğin yoğunluğuna göre bir benzin istasyonunun açılması da düşünülebilir [3].

2.3. Manevra Sahası

Uçakların kalkış ve iniş hareketleri ile yine kalkış ve iniş ile ilgili yerde yapılan manevra hareketlerinin gerçekleştirildiği alanlardır. Pist ve pist şeritleri, taksiyolları ve şeritleri, uçak park sahaları manevra sahasının alt birimleridir.

2.3.1. Pist

Uçakların kalkış ve iniş hareketlerini gerçekleştirdikleri yüzeylerdir. Pist sayısı, yönü ve uzunluğu, pistin kapasitesi ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak saptanır. Bazı durumlarda tüm trafik akışını karşılayabilecek pist sayısından daha fazla sayıda pist öngörmek yararlı olacaktır. Hızlı uçaklar için ayrılmış bir ana pist, bunun yanında yavaş ve hafif uçaklar için ayrılmış daha kısa bir ikinci pist durumu buna en güzel örnektir.

Bir havaalanının fiziksel özelliklerini sayısal olarak ifade edebilmek için ICAO (International Civil Aviation Organization), iki ayrı havaalanı referans kodu tanımlamıştır. Kod numarası ile pist uzunluğu, kod harfi ile kanat açıklığı ve ana iniş takımı teker açıklığı gözönüne alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Çizelge 2.1.'de Annex 14 (Aerodromes) içinde verilen ICAO referans kodları, Çizelge 2.2.'de ise referans kodlarına göre pist genişlikleri verilmiştir [2].

Çizelge 2.1. ICAO Referans Kodu (ICAO, 1983)

Kod Numarası	Pist Referans Uzunluğu	Kod Harfi	Kanat Açıklığı	Ana İniş Takımı Teker Açıklığı
1	800 m'den küçük	A	15 m'den küçük	4,5 m'den küçük
2	800 m-1200 m	B	15 m-24 m	4,5 m-6 m
3	1200 m-1800 m	C	24 m-36 m	6 m-9 m
4	1800 m'den büyük	D	36 m-52 m	9 m-14 m
		E	52 m-65 m	9 m-14 m

Çizelge 2.2. ICAO'nun Önerdiği Pist Genişlikleri (ICAO, 1983)

Kod Numarası	Kod Harfi				
	A	B	C	D	E
1 ^a	18 m	18 m	23 m	-	-
2 ^a	23 m	23 m	30 m	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m

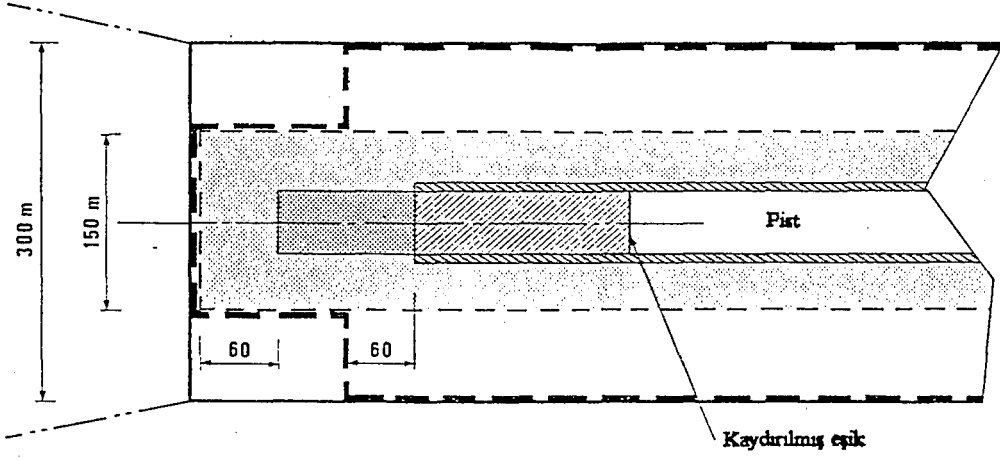
^a : Hassas yaklaşma yapılan, kod numarası 1 veya 2 olan havaalanlarında pist genişliği 30 m'den az olmamalıdır.

2.3.2. Pist güvenlik uzantıları

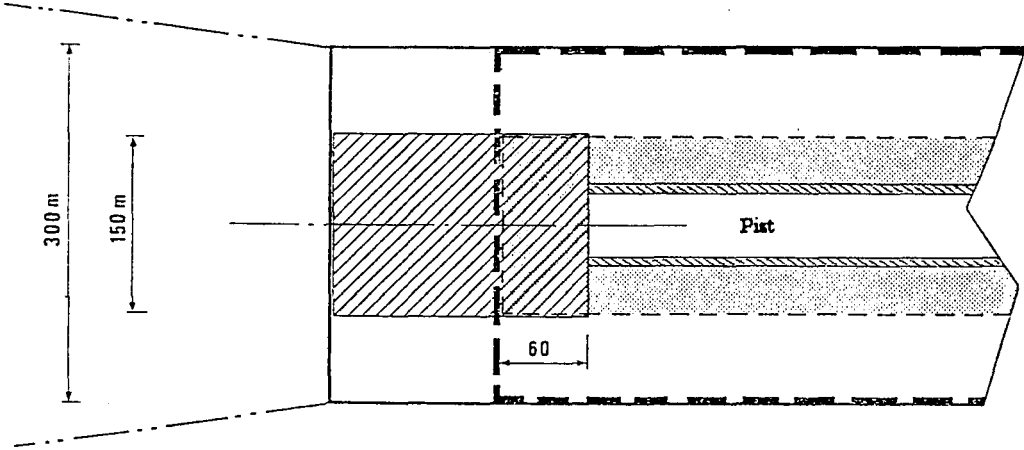
a) Pist banketleri : Uçak reaktörlerini ve pervaneleri küçük çakıl veya taş parçacıklarından korumak, aynı şekilde kalkış esnasında reaktörlerin üflediği bu parçacıkların pist ışıklarına zarar vermesini önlemek amacıyla tasarlanmışlardır. Özellikle dört motorlu uçaklara da hizmet veren havaalanları için bu tür pist banketleri gereklidir (Şekil 2.6). Örneğin B 747 tipi bir uçak pist orta çizgisinden hafifçe kaydığında en dıştaki reaktör pist dışında kalacaktır. Pist banketleri genellikle beton asfalt kaplamadan yapılır. Yağışın çok olduğu bölgelerde bu yolun 3-4,5m. genişliğindeki bir bölümü çim koruma ile kaplanır.






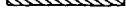


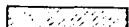
b) Pist şeritleri : Pist yüzeyi, uçak hareketlerinin tümünün tam güvenle gerçekleştirilmesini veya alçak uçuşlarda ve pist dışına çıkma durumunda doğabilecek riskin en aza indirilmesini sağlayacak kadar büyük değildir. Engellerden arındırılmış bu bölge, pist şeritleri olarak tanımlanır. Pist şeritleri ile bir uçağın kaza sonucu pist dışına çıkmasından doğabilecek zararın en aza indirgenmesi, iniş veya kalkış işlemleri sırasında pist üzerindeki bölgede uçan uçakların korunması sağlanır. Pist şeritlerinin oluşturduğu yüzey dikdörtgen şeklindedir. Genişliği havaalanı kategorilerine göre 150m. veya 300m.'dir. Uzunluğu ise pistin her iki ucuna 60m. eklenerek elde edilen alandır. Pist şeritleri içinde kalan bölgenin engebelere arındırılmış olması, böyle bölümler varsa doldurulması gerekir.

**Kaydırılmış eğikli ve durma
uzantılı pist koruması**



Aşma sahası pist koruması



	Pist şeritleri sınırı		Durma uzantısı
	Genel pist koruması sınırı		Pist banketleri
	Düzenlenmiş pist şeridi sınırı		Pist çevresi
	Uçuş koruma sahası başlangıcı		Aşma sahası
	Çekmece		

Şekil 2.6. Aletli pist ve pist güvenlik uzantıları (DGAC, 1983)

c) Stopway (durma uzantısı) : Pist ile eş eksenli ve pistin uçlarından herhangi birine bitişik durumda bulunan, genişliği en az pist genişliği kadar olan bir yüzeydir. Gerek kalkış, gerekse iniş manevraları sırasında pist dışına çıkılması halinde uçağın herhangi bir tehlikeye maruz kalmaması ve reaktörlerinin yabancı bir maddeyi emmesinin önlenmesi amacıyla düşünülmüştür (Şekil 2.6).

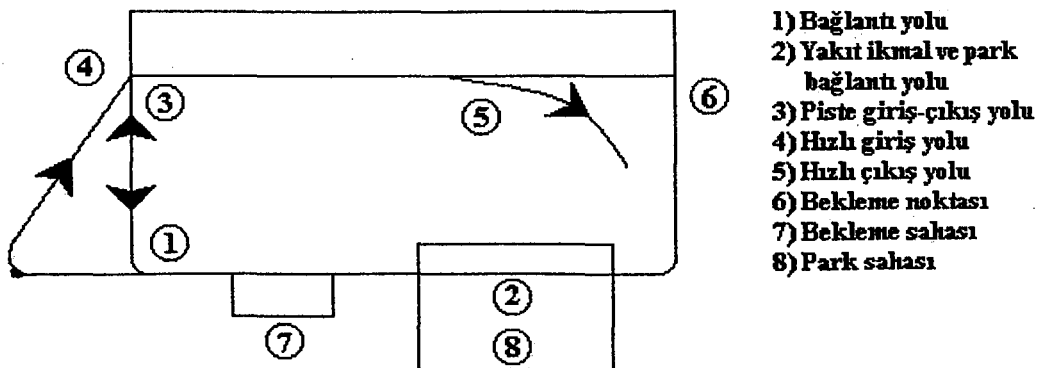
d) Clearway (aşma sahası) : Pist ile eş eksenli, pistin uçlarından herhangi birine bitişik durumda bulunan, en az 150m. genişliğinde olan bir yüzeydir. Kalkış manevrası sonunda alçak irtifada uçan bir uçak için tehlike meydana getirmemesi amacıyla bu alan tüm yükseltilerden arındırılmıştır [9].

2.3.3. Taksiyolları

Bir taksiyolunun temel işlevi pist, terminal sahası ve hangarlar arasında geçişi sağlamaktır. Havaalanı üzerindeki uçakların her türlü hareketlerini gerçekleştirebilmeleri amacıyla düzenlenmişlerdir. Bağlantı yolları, yakıt ikmali ve park sahaları ulaşım yolları, piste giriş-çıkış yolları bu bölüm içerisinde incelenir. Bu yolların boyutları ve sayısı havaalanı tipine ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Taksiyollarının havaalanının farklı noktaları arasında mümkün olduğunca doğrudan bir bağlantı sağlaması, uçağın yerde yapabileceği en uzun rule hareketi süresini düşürmesi gerekir. Böylece yakıt tüketimi azaltılmış, zaman kazancı sağlanmış ve sistemin kapasitesi artırılmış olur.

Bağlantı yollarında hareket halindeki bir uçağın hızı 50-60km/saat'i geçmemelidir. Yakıt ikmali ve park bağlantı yolu için bu sınır 30-35km./saat'tir[9]. Annex 14 'de havaalanı harf koduna göre taksiyolu genişlikleri tanımlanmıştır. Buna göre A harf kodlu bir havaalanında taksiyolu genişliği 7,5 m iken, E kodlu bir havaalanında 23 m'dir[2]. Pist ile buna paralel taksiyolu orta çizgileri arasında bulunması gereken minimum uzaklık, havaalanı referans koduna göre değişmektedir. Örneğin, aletli iniş uygun 4E referans kodlu bir havaalanı için minimum uzaklık 180 m olarak verilmiştir [4].

Şekil 2.7'de farklı taksiyolu tipleri gösterilmiştir[10].



Şekil 2.7. Taksiyolu Tipleri (DİKMEN, 1994)

2.3.4. Uçak park sahaları

Bu bölüm içersinde trafik, park ve bakım için ayrılmış alanlar bulunmaktadır. Trafığın en yoğun olduğu saatteki uçak hareketi sayısı ve uçak tipleri saptanarak gerekli park yeri sayısı ve ayrılacak toplam alan belirlenir. İki tür park sahası mevcuttur :

- Kısa süreli kullanılan ve sadece yolcu trafiği ile ilgili park sahaları,
- Uzun süreli konaklama, yükleme, bakım işleri için kullanılan park sahaları veya güvenlik sebebiyle diğer park yerlerinden ayrı olarak yapılmış özel park sahaları.

Uçak park sahalarının aşağıdaki gereksinimlere cevap vermesi gerekir :

- Daha önceden planlanan hareket miktarına yetecek sayıda park sahası,
- Uçaklara belirli bir hareket serbestliği sağlayabilecek, gecikme riskini en aza indirecek yerleşim düzeni,
- Yerdeki trafiği azaltacak en uygun park alanının seçimi,
- Yolcunun inme-binme faaliyetini düzenleyen bölümler,
- Yük boşaltma ve yükleme faaliyetini düzenleyen bölümler,
- Yakıt ikmal ve küçük bakımların yapıldığı bölümler,
- Küçük bakım için gerekli teçhizatın yerleştirilebileceği boş alanlar,
- Bakım personeli için odalar ve malzeme depoları,
- Servis araçlarının hareketi için bir trafik düzenlemesi.

Uçakların bir yerden bir yere hareketi, sabit veya hareketli engellere karşı belirli bir güvenlik payı öngörülerek bu park sahalarının düzenlenmesini zorunlu kılar.

Uçak park sahası sayısının saptanması için trafik tahminlerinden faydalanılır. Amaç, aynı anda kullanılacak maksimum park sahası sayısının belirlenmesidir.

Bir park sahasının verimi, bir yıl boyunca o park sahasından geçen yolcu sayısı ile ölçülür. Verim aşağıdaki kriterlerin bir fonksiyonudur :

- Havaalanı toplam trafiği,
- Park sahasını kullanan uçak sayısı,
- Yolcu terminaline göre pozisyonu (yakın veya uzak oluşu),
- Park sahası türü (ortak kullanım, özel amaçlı),
- Yolcu indirme-bindirmede kullanılan araç türü (pasarel, yer aracı veya yürüyerek).

Her bir kriterin gerçek ağırlığını farklı durumlar karşısında tahmin etmek zordur. Havaalanı trafik yoğunluğuna göre park sahası başına verimin ortalama değeri aşağıda verilmiştir [3]:

<u>Yıllık Yolcu Trafiği</u>	<u>Ortalama Verim (park sahası başına)</u>
<200000	40000 - 60000
~700000	100000 -150000
~ 1,5 M	150000 -250000
> 2 M	250000 -400000

Ancak havaalanlarının büyük çoğunluğunda bu oran 40000 ile 150000 arasında değişmektedir. Bunun yanında Orly Sud gibi yıllık ortalama verimi 850000'i, Orly Ouest

gibi bir milyonu aşan havaalanları da mevcuttur. Kısa süreli duraklamalarda, gerekli park sahası sayısını saptamak için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin herbiri kullanılarak elde edilen sonuçların en büyüğü gerekli park sahası sayısı olarak alınır.

Aşağıdaki üç eşitlik yardımıyla gerekli park sahası sayısını hesaplamak mümkündür. Eşitlikler yolcu trafiği 1 milyon ile 4 milyon arasında değişen havaalanları için geçerlidir[11].

$$\text{Eşitlik 1 : } N = 1,6m \quad (2-1)$$

$$\text{Eşitlik 2 : } N = m' \quad (2-2)$$

$$\text{Eşitlik 3 : } N = M / 2000 \quad (2-3)$$

m : Trafiğin en yoğun olduğu saatteki (40. saat) varış veya öngörülen kalkış hareketi sayısı

m' : Trafiğin en yoğun olduğu saatteki (40. saat) toplam ticari hareket sayısı

M : Gelecekte öngörülen yıllık ticari hareket sayısı

N : Gerekli park sahası sayısı

Küçük boyutlu havaalanları için ise aşağıdaki eşitlik kullanılabilir :

$$N = (v / 2) + 1 \quad (2-4)$$

v : Havaalanı ile doğrudan bağlantısı olan büyük şehir sayısı

Bir uçak park sahasının aşağıdaki koşulları yerine getirmesi gerekir :

- Uçak manevraları için yeterli alan,
- Diğer araçların hareketlerine göre gerekli güvenliği sağlayan bir alan,
- Binalara göre gerekli güvenliği sağlayan bir alan,
- Park sahası üzerinde yolcu hareketi için yeterli alan,
- Yer ekipmanının bir yerden bir yere taşınması için gerekli alan,
- Herhangi bir esintiye karşı koruma alanı.

Zaman içinde yukarıda tanımlanan alanların hepsi aynı anda meşgul değildir. Bu nedenle uçağın manevra hareketi veya bir başka işlem gerçekleştirildiği anda gerekli güvenli alanı genişletmek yeterlidir.

Park sahalarının herbirini boyutlandırırken, duraklama süresi boyunca yapılabilecek tüm işlemler incelenir ve en fazla alanın gerektiği durum gözönüne alınır. Buna göre B747 veya A340 boyutlarında bir uçak için, tüm ikmal hizmetleri de dahil olmak üzere, yaklaşık 10000m²., B737 veya A320 türü bir uçak için 5000m²., ATR42 gibi iç hat taşımacılıkta kullanılan bir uçak için ise yaklaşık 2500m².’lik bir alan gerekmektedir[12].

Uçakları rüzgara karşı korumak için rüzgar önleyici bariyerler kullanılabilir. Bunun yanında komşu park sahasındaki uçakların çalıştırılması veya kalkışı esnasında doğabilecek rüzgarı önlemek için de ek bir boşluğun düşünülmesi gerekir. Hiçbir yer veya hava aracı, bu alan içersinde 100km/h.’den daha hızlı hareket etmemelidir. Genelde önerilen güvenli maksimum hız sınırı 65km/h.’tir[11].

2.4. Teknik Bölüm

2.4.1. Teknik blok ve kontrol kulesi

Teknik blok, havaalanı ile ilgili meteorolojik bilgileri sağlayan, hava trafiğine hizmet veren birimlerden oluşur. Kontrol kulesi ise, havaalanı üzerindeki hareketi gözleme ve kontrol etme görevini yerine getirir.

Teknik blok içerisinde ise hava trafiğine hizmet veren kontrol ve bakım birimleri, hava tahmin istasyonu, hareket, havaalanı müdürü ve jandarma gibi birimler bulunur. Teknik blok ile kontrol kulesi bir bağlantı binası aracılığıyla birbirine bağlanır. Teknik bloğun işlevi gereği kontrol kulesine mümkün olduğunca yakın olması gerekir. Bu iki binanın yerinin saptanmasında belirleyici olan kontrol kulesidir.

Havaalanı kontrol kulesinin kendisini ilgilendiren tüm birimleri görebilecek konumda olması gerekir. Gündüzleri olduğu gibi geceleri de hem yatay, hem de düşey olarak bu görüşün tam olması zorunludur.

Aşağıda belirtilen yerde ve havadaki belirli bölgelerin kesinlikle kulenin görüş sahası içerisinde olması gerekir :

- Son yaklaşma,
- Pist başı ve sonu,
- Havaalanı üzerinde yapılan meydan turları ve viraj hareketleri (bu tür uçuşlar genelde, havaalanı irtifasına göre 150m.-450m. yükseklikte gerçekleştirilir.),
- Taksiyolu üzerinde piste çıkış öncesi bekleme noktaları ve bu noktalardan itibaren her iki yönde pistin 75'er metrelik bölümü,
- Taksiyolu kesişme noktaları veya kavşakları,
- Her türlü pist işaretleri veya tabelaları,
- Paraşüt atlama için yerde ayrılmış alanlar.

Aşağıda belirtilen bölgelerin ise kontrol kulesi tarafından görünür durumda olmasında fayda vardır. Ancak herhangi bir sebeple bunların görüşünü maskeleyecek veya azaltacak bir engel söz konusu olabilir. Böyle bir olasılığın mümkün olduğunca en aza indirgenmesi gerekir :

- Yakıt depoları için ayrılan alanlar,
- İniş ve kalkış yörüngeleri,
- Yerden 150m. ile 450m. arasındaki yüksekliklerde yapılan uçuşlar,
- Pistin tamamı,
- Pist üzerinde en az 200m. yükseklikteki bölge,
- Taksiyollarının tamamı,
- Uçak trafik sahaları,
- Yangın güvenlik ve kurtarma servisi,

Teknik bloğun yolcu terminaline yakın olma şartı aranmaz. Zaten büyük havaalanlarında ticari faaliyetlerle teknik faaliyetlerin aynı bina içerisinde yerine getirilmesi istenmez.

Hava trafik kontrol kulesindeki alıcıların radyoelektrik parazitlere karşı korunması gerekir. Bunu önlemek için kontrol kulesi ile karayolu trafiği veya halk otoparkları arasındaki uzaklık en az 150m. olmalıdır.

Teknik blok ve kontrol kulesi için ayrılan alan, havaalanı büyüklüğüne bağlı olarak 50m² ile 400m² arasında değişir [8].

2.4.2. Yakıt depoları

Havacılıkta üç tip yakıt deposu kullanılır. Bunlar :

- 1000m³ ten daha az hacimli yakıt deposu,
- 1000m³ ten daha büyük hacimli yakıt deposu,
- Toprağa gömülü yakıt deposu.

Yakıt depoları birer tehlike unsurudur. Yanıcı gazların atmosfere yayılması ihtimaline karşı iki tip tehlikeli bölge tanımlanmıştır :

- 1. Tip tehlikeli bölge : Yakıt deposundan ikmal sırasında yanıcı gazın görülebileceği bölge,
- 2. Tip tehlikeli bölge : Yakıt deposundan ikmal işleminin sadece anormal şartlarda gerçekleştirilmesi sonucu yanıcı gazın ortaya çıkabileceği bölge.

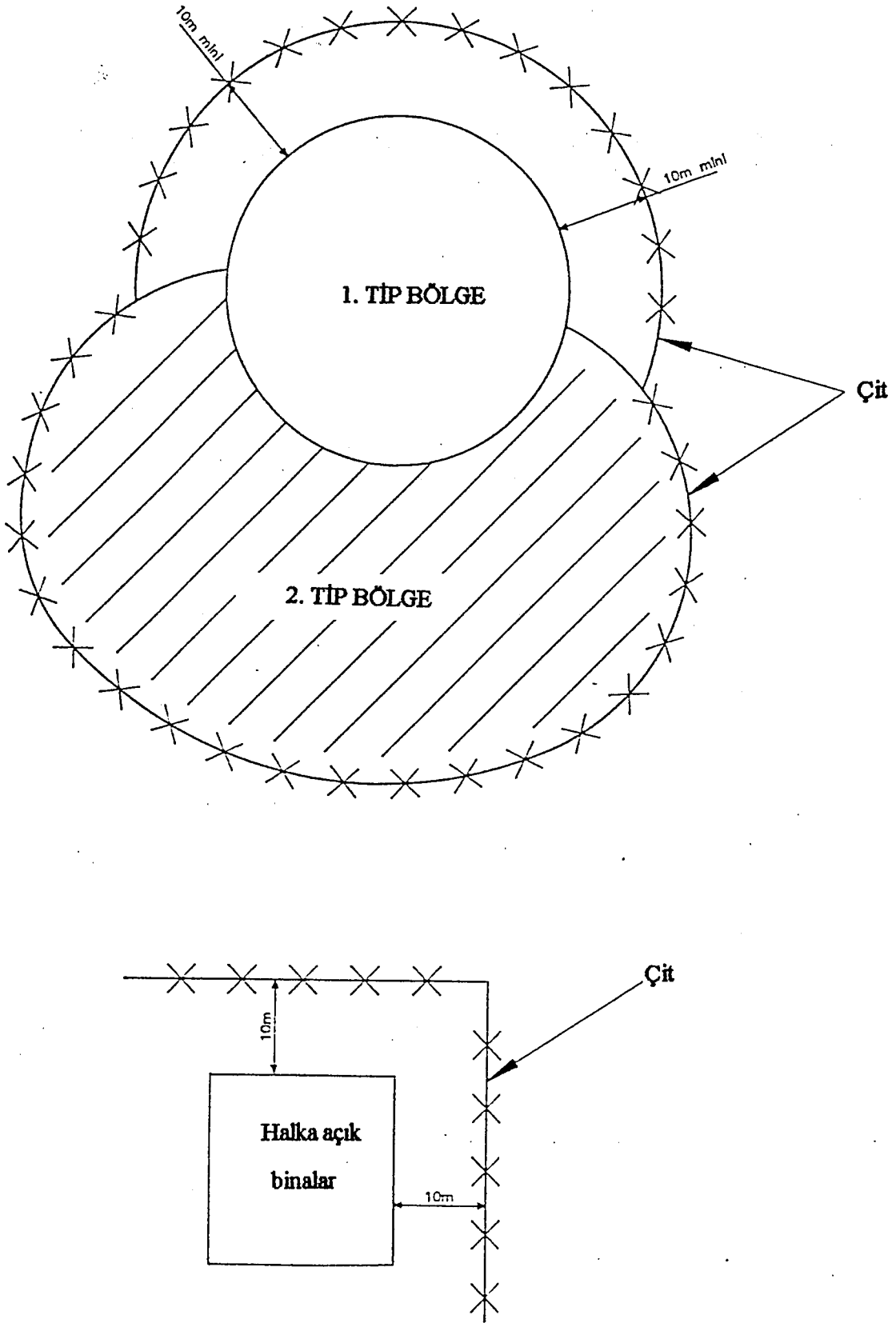
Yakıt depolarının bulunduğu bölgenin çevresinin bir çit ile kapatılması zorunludur. Bu duvar, 2. tip tehlikeli bölgeyi çevrelerken, 1. tip tehlikeli bölgeden de en az 10m. uzakta olacak şekilde inşa edilir. Diğer taraftan halka açık yerlerden de yine en az 10m. uzaklıkta olması istenir. Çitin yüksekliği 2,5m. den fazla olmalı, ancak yükseklik bir engel teşkil etmemelidir. Çitin tel kafesten yapılması tercih sebebidir (Şekil 2.8). Yakıt depolarının stok kapasitesi, genellikle havaalanı trafiğinin en yoğun olduğu gün gözönüne alınarak hesaplanır. Pratikte stok kapasitesi, trafiğin en yoğun olduğu iki günde harcanan yakıt miktarından daha az olamaz. Bu miktar, yıllık yolcu trafiği 3,5 milyondan fazla olan havaalanları için, trafiğin en yoğun olduğu ayda harcanan yakıtın ortalama %12'si, trafiği yarım milyondan fazla olan havaalanları için ise %20'si mertebelerindedir.

Trafiği bir milyondan fazla olan havaalanlarında yakıt depoları için ortalama 10000m² 'lik bir alan ayrılması gerekir. Trafik yoğunluğunun 0,5-1 milyon arasında olduğu havaalanlarında ise gerekli alan 2000m² ile 6000m² arasında değişir [10].

2.4.3. Uçak hangarları

Uçakların uzun süreli konaklaması, bakım ve onarım işlemlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla inşa edilen kapalı alanlardır. Boyutları ve gerekli toplam yüzey, uçak tipine ve sayısına bağlı olarak belirlenir. Bunun yanında toplam alan içersine bakım ve onarım atölyeleri ile büroları da eklemek gerekir.

Örneğin bir planör için en az 60m², bir tek motorlu uçak için 80m², çift motorlu bir uçak için 100m², çift jet motorlu küçük bir uçak için ise en az 200m² lik bir alan ayrılması öngörülmüştür. Bu tür küçük uçaklar için en az 3,5m.'lik bir yükseklik gerekmektedir. Eğer mümkünse, tabanın kayganlığını ve tozu önleyen, yakıt dökülmesine karşı dayanıklı bir boya ile kaplanması önerilir [13].



Şekil 2.8. Yakıt depoları için tanımlanmış tehlikeli bölgeler (DİKMEN, 1994)

2.4.4. Meteoroloji tesisleri

Gün boyunca belirli aralıklarla yapılan gözlemler sonucunda hava tahminlerinin sağlandığı birimdir. Meteoroloji bürosu ile gözlemleri yapan aletlerin bulunduğu istasyon arasındaki uzaklığın bütün yıl boyunca yürüyerek rahatça ulaşılacak mertebelerde olması gerekir. Gözlem istasyonu, doğal olmayan sıcaklık ve nemin etkisinde kalmamalı, havaalanının bulunduğu yerin meteorolojik koşullarını en iyi şekilde yansıtacak bir alana kurulmalıdır. Bu alan $300m^2$ - $900m^2$ mertebelerindedir. Etrafi rahatça görülebilecek bir tel çit ile çevrilmelidir. Genelde gözlem aletlerine ulaşım yolları hariç, tüm taban yüzeyi çimlendirilir. Radar istasyonu bulunan havaalanlarında gözlem istasyonundaki bazı aletlerin daha uzakta kurulması gerekebilir [14].

2.4.5. Yangın güvenlik ve kurtarma servisi

Bu birim, havaalanı üzerinde veya yakın çevresinde meydana gelebilecek kaza veya uçağın yanması durumunda olayla ilgili insanların hayatını kurtarmak amacıyla kurulmuştur. Aşağıdaki görevleri yerine getirmekle yükümlüdür :

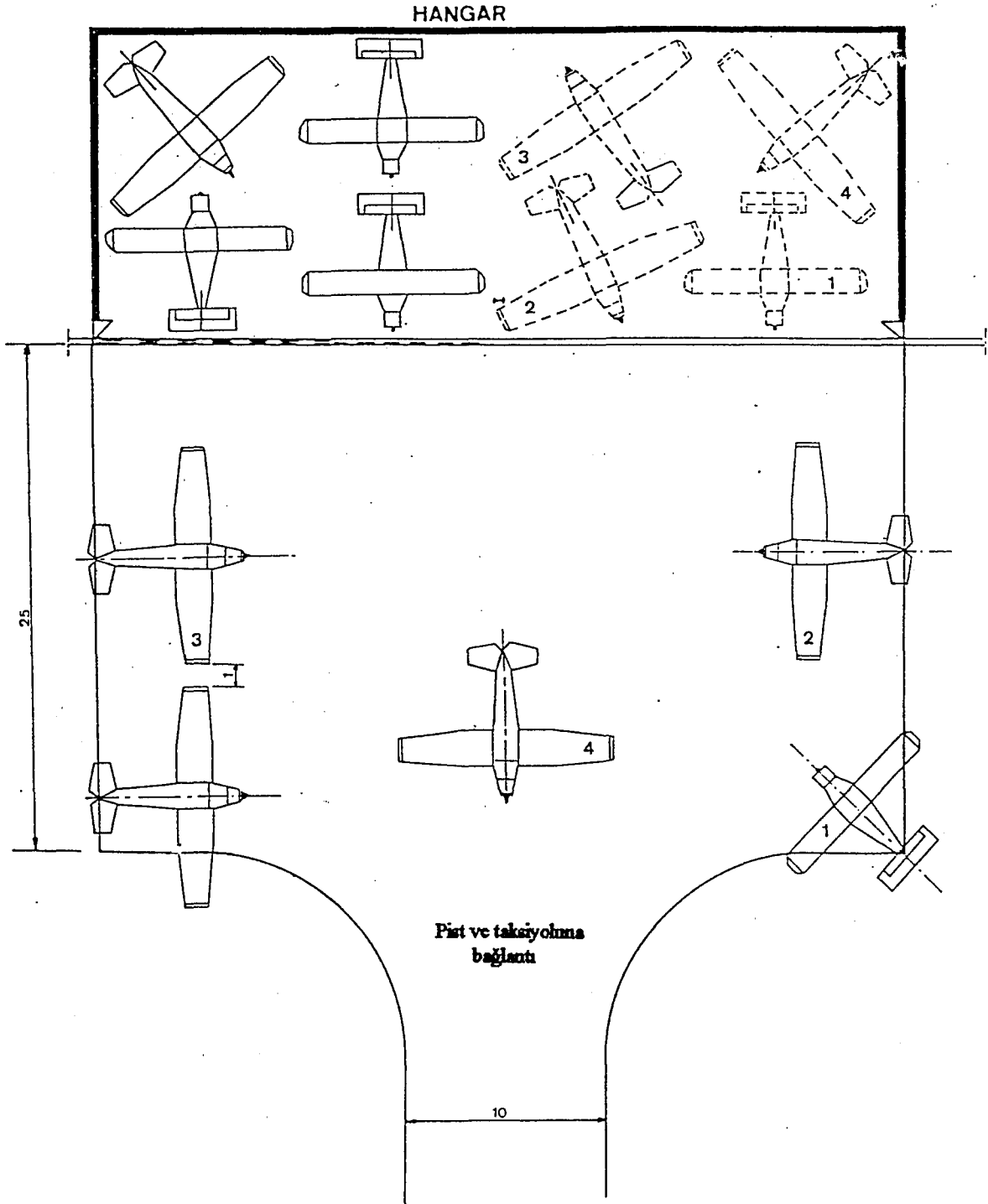
- Gerek yerde gerçekleştirilen işlemler, gerekse uçak kazası sonucu meydana gelebilecek yangın durumunda, belli bir süre içerisinde yolcunun, görevli personelin ve teçhizatın boşaltılmasına öncülük etmek,
- Kazaya uğrayan uçakların dışarısındaki cesetleri boşaltmak, gerekli koruma önlemlerini almak,
- Binalar veya havaalanı birimleri üzerinde meydana gelebilecek yangın durumlarında gerekli ilk müdahaleyi yapmak.

Yangın güvenlik ve kurtarma servisinin havaalanı içindeki yerinin belirlenmesi çok önemlidir. Manevra sahası içerisindeki her noktaya en geç iki dakika içerisinde ulaşılması gerekir. Bu süre, alarmin devreye girmesinden olay yerine ulaşıp ilk müdahalenin yapılmasına kadar geçen süredir [8].

2.5. Genel Havacılık Bölümü

Ticari faaliyetler dışında kalan tüm havacılık faaliyetleri için ayrılmış alanlardır. Genel havacılık bölümünün, ticari havacılık bölümü ile birarada olmaması gerekir. Binalar ve çeşitli birimler için ayrılan sahaların hesabı toplam uçak sayısı gözönüne alınarak yapılır.

Hangar için ayrılan alan, uçak tipine bağlı olarak $50-100m^2$ /uçak, trafik sahası için ayrılan alan $400-500m^2$ /uçak mertebelerindedir (Şekil 2.9) [11].



Şekil 2.9. Genel havacılık için ayrılmış alanlar (DGAC, 1984)

2.6. Havaalanı Yardımcı Teçhizatı

Kalkış ve iniş hareketlerinin daha kolay ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için görsel yardımcılar ve radyo seyrüsefer sistemlerinden faydalanılır.

2.6.1. Görsel yardımcılar

Uçakların yerde veya havadaki manevra hareketleri sırasında onlara yol gösteren ışıklı veya ışısız yardımcılardır. Üç grupta incelenebilir:

a) Yer işaretleri : Havaalanı yüzeyi ile özellikle pist üzerine yapılan işaretlemelerdir. Pist sınır işaretleri, pist orta çizgisi, pist başı işaretlemesi, iniş yönü referans alınarak belirlenen ve pistin iki ucunda bulunan pist tanıtım işareti, inişlerde pilota uzaklık bilgisi veren ve pist başından itibaren başlayan sabit uzaklık işaretleri, taksiyolu orta çizgisi, kullanım dışı bölge işaretleri, bekleme noktası işaretleri birer yer işaretidir.

b) Işıklı işaretler : Pistin sınırlarının belirlenmesi, pist orta çizgisi, pist iniş yönü işaretleri, taksiyolu ve bekleme noktası işaretleri gibi yer işaretleri ışıklı olarak da gerçekleştirilebilir. Aynı zamanda ışıklı işaretler yardımıyla yaklaşma, iniş, uçağın yerdeki hareketleri ve kalkış manevraları için gerekli referansların görünür hale getirilmesi sağlanır. Işıklı işaretler denildiğinde aşağıdaki düzenekler akla gelir:

- Pist başı ışıklandırması (kırmızı renkli),
- Pist yanları ışıklandırması (beyaz renkli),
- Pist sonu ışıklandırması (kırmızı renkli),
- Yaklaşma hattı ışıklandırması (alçak şiddetli ise sarı renkli, yüksek şiddetli ise beyaz renkli),
- Pist orta çizgisi ışıklandırması (beyaz ve kırmızı renkli),
Pist başına göre uzaklık ışıklandırması (beyaz ve kırmızı renkli),
- Taksiyolu yanları ışıklandırması (mavi renkli),
- Taksiyolu orta çizgisi ışıklandırması (yeşil renkli).

Yukarıda belirtilenler yanında, pilota iniş sırasında plana uygun irtifaya göre düşey olarak pozisyonunu, süzülüş hattının altında veya üstünde olduğunu ışıklar vasıtasıyla bildiren süzülüş açısı ışıklı göstergesini de bu grup içerisinde incelemek gerekir. Bu sistem vasıtasıyla inişte karşılaşılabilecek tehlike riski en aza indirgenmiş olur. Özellikle yaklaşma eğiminin görsel olarak kontrolünün zor olduğu yerlerde (su üstü uçuşları, geceleri ışık kaynağının olmadığı bölgeler) veya uygun iniş yörüngesine göre düşey farkın arazinin engellerle dolu olması sebebiyle tehlike yaratabileceği yerlerde bu ışıklı yaklaşma sisteminin havaalanı üzerine kurulması gerekir. Şu anda kullanılmakta olan iki tür yaklaşma sistemi vardır:

- VASIS (Visual Approach Slope Indicator System) : Düşey düzlemde çift renkli ışın demeti yayınlayan, süzülüş hattının altında pilota kırmızı, üstünde beyaz ve üzerinde pembe renkli ışık gönderen bir sistemdir. Normal bir

VASIS, 12 ışık kaynağıdır. Bunlar, pistin iki tarafına üçerli gruplar halinde sıralanmışlardır. Çeşitli tipleri halen havaalanlarında kullanılmaktadır. Örneğin AVASIS, VASIS sisteminin ışık kaynağı sayısı azaltılmış ve basitleştirilmiş bir türüdür. Şekil 2.10'da çeşitli VASIS tipleri gösterilmiştir.

- PAPI (Precision Approach Path Indicator) : VASIS'in yerini almak üzere geliştirilmiş, iniş yörüngesi hakkında daha duyarlı ve doğru bilgiler veren bir ışıklı sistemdir. Piste dik olarak yan yana yerleştirilmiş dört adet ışık kaynağından oluşur. Genelde yaklaşma yönüne göre pistin sol tarafına yerleştirilir. Işık kaynakları, kırmızı veya beyaz ışık verirler. Eğer tüm ışık kaynakları beyaz ışık veriyorsa uçağın süzülüş hattının çok üstünde, kırmızı ışık veriyorsa süzülüş hattının çok altında, iki beyaz iki kırmızı ışık veriyorsa uçağın süzülüş hattı üzerinde olduğu anlaşılır. Eğer uçak süzülüş hattının biraz üstünde ise pilot üç beyaz üç kırmızı, hattın biraz altında ise üç kırmızı bir beyaz ışık görecektir (Şekil 2.10).

c) Uyarı ve bilgi işaretleri : Uçuş esnasında veya yerde pilota, ışıklı veya ışiksiz işaretler yardımıyla havaalanı ve çevresi hakkında gerekli uyarı ve bilgileri sağlar. Uyarı ve bilgi işaretleri, hava trafiği ile ilgili işaretler ve uçağın yerdeki manevraları ile ilgili işaret panoları olmak üzere iki gruba ayrılır [2].

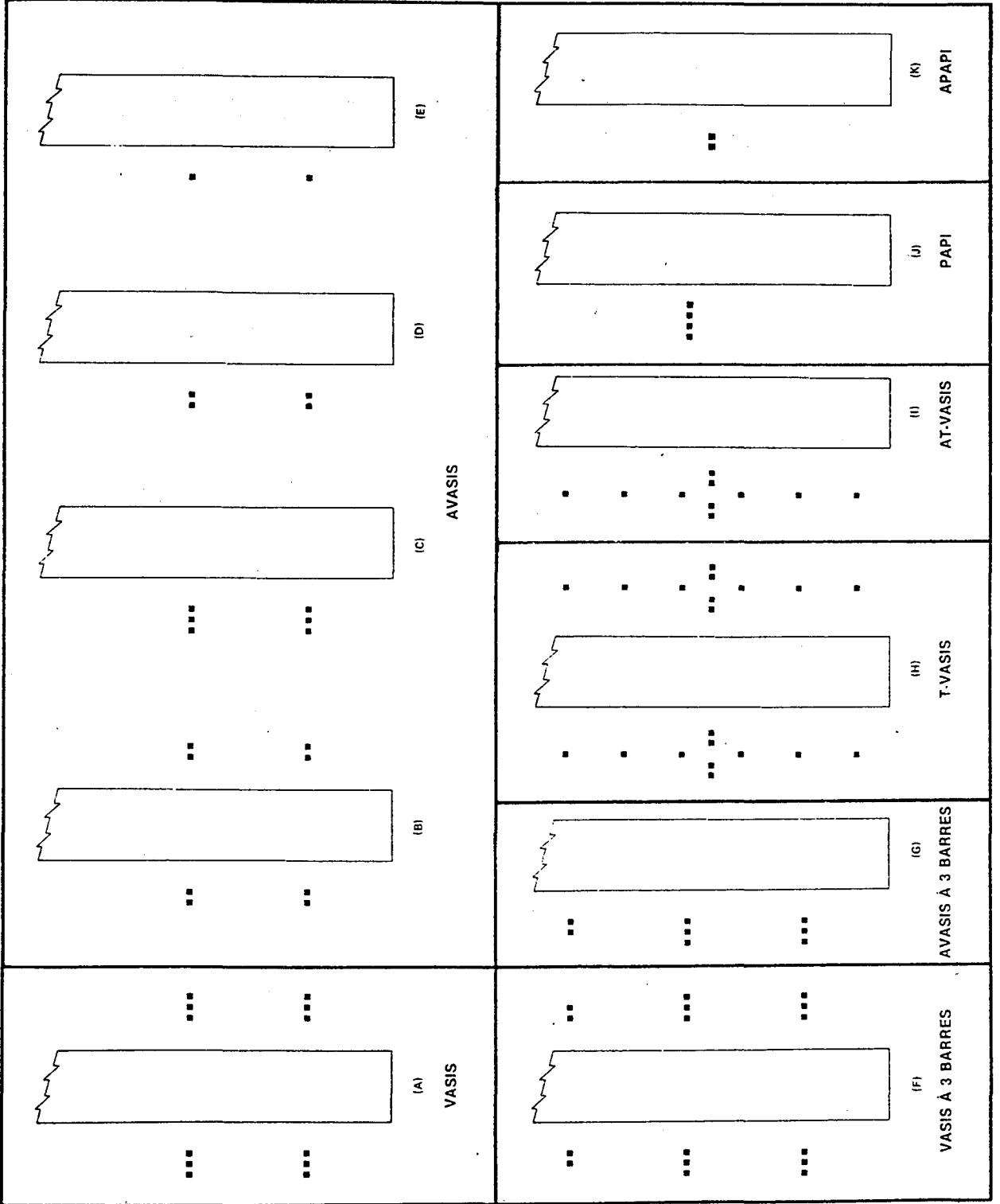
2.6.2. Radyo seyrüsefer yardımcıları

Görsel yardımcılarla beraber kullanılan radyo seyrüsefer yardımcıları, görüşün kötü olduğu durumlarda kalkış ve iniş prosedürlerinin güvenle gerçekleştirilmesini sağlayan sistemlerdir. Havaalanı içine veya dışına yerleştirilebilirler. ILS (Instrument Landing System), son yaklaşma ve inişte kullanılan bir radyo seyrüsefer yardımcı sistemidir. Son yaklaşımda pilota, pist orta çizgisine göre durumunu ve uygun süzülüş açısına göre irtifasını vererek uçağın güvenle inişini tamamlamasını sağlar. Performansına göre üç kategoride incelenir. Bu sistem belirli bir uzaklıktan başlayarak, kategori 1 tipi ILS için 60 m., kategori 2 için 30 m. yüksekliğe, kategori 3 için ise pist yüzeyine kadar ve pist boyunca yol gösterir.

Bunun yanında uzaklık bilgisi veren DME (Distance Measuring Equipment), yön bilgisi veren VOR (VHF Omni Range), hava ve yer trafiğini düzenlemede yararlanılan RADAR (Radio Detection And Ranging) sistemleri havaalanı üzerinde görülebilecek diğer radyo seyrüsefer yardımcılardır[15].

2.7. Havaalanı Tahdit Yüzeyleri

Havaalanı üzerinde uçakların kalkış, iniş ve her türlü manevra hareketlerini güvenle gerçekleştirmelerini sağlayacak şekilde engellerden arındırılmış bir hava sahası belirleyerek muhafaza etmek, uçakların manevra hareketleri boyunca görsel yardımcılarının herhangi bir engel tarafından maskelenmelerini önlemek, meteoroloji istasyonlarındaki teçhizatın normal işlevlerini yerine getirmelerini zorlaştırabilecek engellerden arındırmak amacı ile düzenlenirler. Bunun için engellerce ihlal edilmemesi istenen sınırları belirleyen



Şekil 2.10. Işıklı yaklaşma eğimi göstergesi türleri (ICAO, 1983)

bir seri mania tahdit yüzeyleri geliştirilmiştir. Bu doğrultuda iki tip koruma sahası tanımlanmıştır. Bunlar uçuş ile ilgili mania tahdit yüzeyleri ve radyo seyrüsefer yardımcıları tahdit yüzeyleridir.

2.7.1. Uçuş ile ilgili engel sınır yüzeyleri

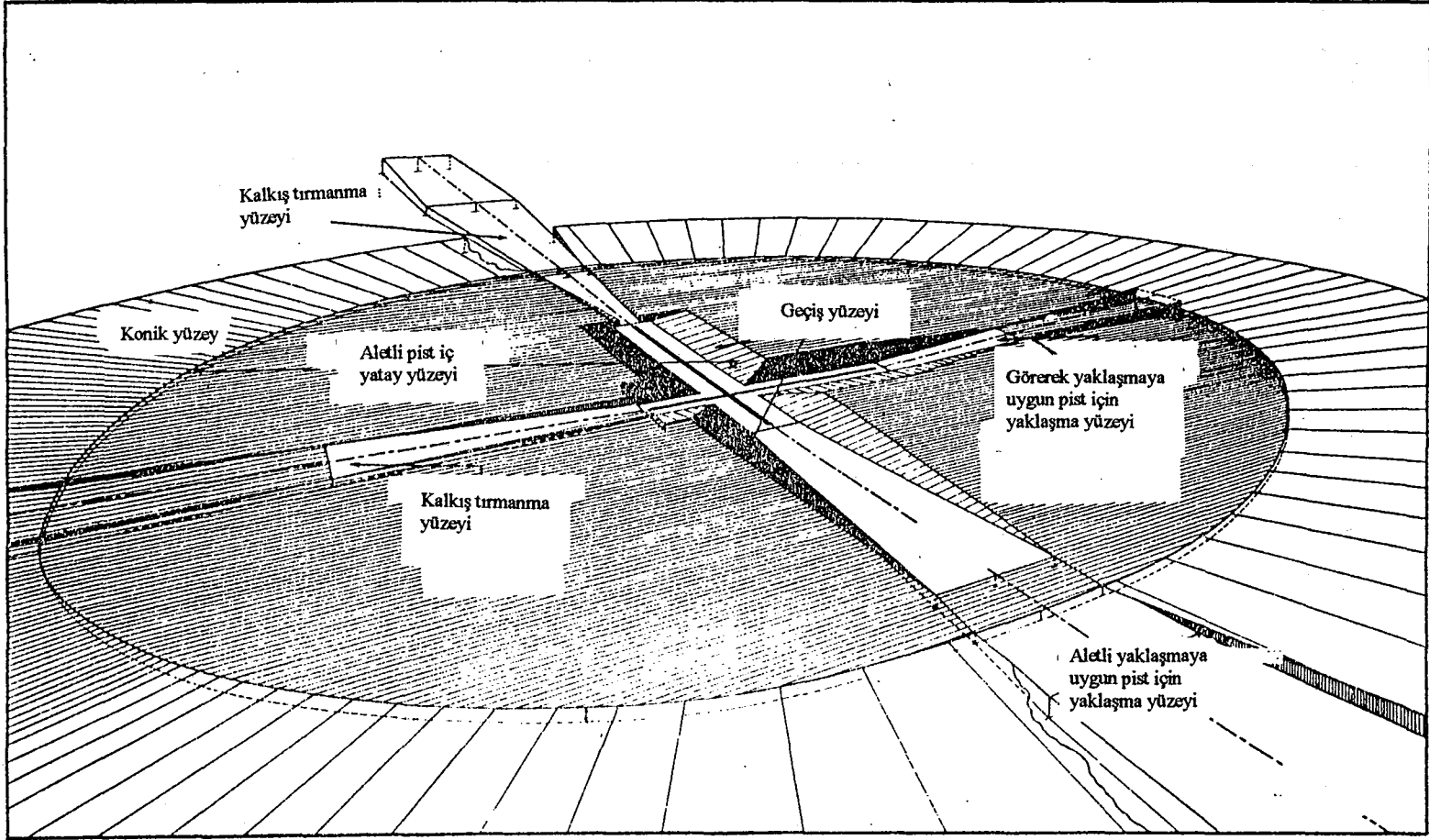
Bu koruma yüzeyleri ile havaalanı yakın çevresindeki uçakların tüm manevra hareketlerini güvenle gerçekleştirebilmeleri, görsel yardımcıların uçak manevraları boyunca hiçbir engel tarafından maskelenmemeleri, meteoroloji istasyonundaki bazı cihazların çalışmalarına ters etki yapacak engellerin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.

Sınır yüzeylerinin boyutları pist kategorilerine ve yapılacak yaklaşma türüne göre değişir. Şekil 2.11'de, biri aletli yaklaştırmaya, diğeri görerek yaklaştırmaya uygun iki pistli bir havaalanı için tanımlı mania tahdit yüzeyleri gösterilmiştir[2].

2.7.2. Radyo seyrüsefer yardımcıları engel sınır yüzeyleri

Bu sınır yüzeyleri ile alınan veya yayınlanan radyo dalgalarının bir engel tarafından maskelenmesinin veya bozulmasının önlenmesi amaçlanmıştır. Haberleşme ve seyrüsefer yardımcılarının veya meteoroloji istasyonundaki cihazların tam performanslı çalışmalarını sağlamak amacıyla düzenlenirler.

Sınır yüzeyleri içerisinde iki ayrı bölge tanımlanmıştır. Bunlar, yarıçapı maksimum 400 m.'ye kadar ulaşan ve içerisinde yapay yükseltilere, sabit veya hareketli metal cisimlere, geniş su veya herhangi bir sıvı birikintisi oluşumuna izin verilmeyen birincil bölge, ikincisi ise birincil bölgeyi çevreleyen, yarıçapı maksimum 2000 m.'ye ulaşan ikincil bölgedir[10].



Şekil 2.11. Aletli ve görerek yaklaşımlar için tanımlı engel sınır yüzeyleri (ICAO, 1983)

3. HAVAALANI PLANLAMASI

3.1. Havaalanı Master Planlaması

1960'lı yıllarda jet uçaklarının kullanılmaya başlaması ve yolcu trafiğindeki büyük artış, havaalanlarının ortaya çıkan trafik talebini karşılayabilmesi için genişletilmesi ihtiyacını gündeme getirdi. Bunun sonucunda da havaalanı gelişiminin tüm aşamalarını ayrıntılı bir şekilde inceleyen yeni bir planlama anlayışı ortaya çıktı[16].

Havaalanı master planı, yeni bir havaalanına veya varolan havaalanının genişletilmesine gereksinim olduğunun ve bir süreç dahilinde geliştirme programının belirlendiği plandır. Havaalanı master planlamasının ana amacı, kurulacağı bölgedeki sosyoekonomik, havacılık ve çevre ile ilgili problemleri çözümlerken finansal olarak karşılanabilecek, havacılık taleplerine uygun, gelecekte havaalanı büyütülmesine yol gösterecek bilgilerin sağlanmasıdır[4].

Bir havaalanı master planı uzun vadeli olarak hazırlanır. Bu nedenle meydana gelebilecek değişimler doğrultusunda, planın tekrar elden geçirilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması gerekir. Başarılı bir master planın anahtarı, esnek olmasıdır. Böylece gelecekte ortaya çıkabilecek yeni gelişmeler karşısında gerekli değişiklikler yapılabilmektedir[16].

Havaalanı master planı aşağıdaki bilgileri içermelidir :

- Havaalanı çevresinde gelecekteki arazi kullanımını ve havaalanı gelişimini gösteren grafikler,
- Önerilen havaalanı geliştirme aşamalarının zaman içerisindeki yayılımı,
- Belirli bir takvime bağlanmış aşamaları destekleyecek finansal plan önerisi,
- Teknik, ekonomik ve çevrenin doğal yapısı gözönüne alınarak havaalanı kurulmasının ters bir etki yaratmayacağını gösteren rapor,
- Planın yerel, bölgesel ve ülke çapındaki düzenlemelere uygunluğu ve kamuoyunu ikna edecek şekilde tanıtımı ile ilgili bilgiler,
- Harcamalar, borçlar ve arazi kullanımı ile ilgili tartışmalara referans teşkil edecek gelecekteki havacılık talepleri ve politikalarına yönelik bilgiler,
- Planın adımlarının sürekliliği için durum değişikliklerinde gerekli düzenlemeleri içeren taslak.

Bir master plan çalışması, genel olarak aşağıdaki elemanları içerir[4]:

- Varolan koşulların belirlenmesi,
- Havacılık talep tahminleri,
- Gereksinimlerin belirlenmesi ve öneri geliştirme,
- Havaalanı yer seçimi,
- Çevre ile ilgili analizler,
- Havaalanının yerleşim planı,
- Planı yerine getirme aşamaları ve finansal boyutu.

3.1.1. Varolan koşulların belirlenmesi

Özellikle yer seçimi aşamasında gerekli olan tüm bilgiler, yapılan bu araştırma ile ortaya çıkartılır. Arazilerin fiziksel ve çevresi ile ilgili özellikleri, yakınlarında bulunan herhangi bir havaalanının varlığı, hava sahasının yapısı, bölgedeki hava trafik düzenlemelerinin karakteristikleri, seyrüsefer yardımcılarının kurulmasına uygunluğu, varolan ve gelecekte yapımı planlanan kamuya ait bina, okul, hastane ve diğer halk kullanımına açık binaların yerleri, yasal sınırlamalar gibi havaalanı geliştirme projelerine etki edebilecek bütün bilgilere planlamacının ihtiyacı vardır.

Bunun yanında bölgedeki bitki örtüsü, araziye ulaşım yolları, park alanları, arazinin geçmiş yıllardaki hava koşulları ile ilgili veriler de toplanmalıdır. Finansal planının hazırlanabilmesi için ise havacılıkla ilgili ve havacılık dışı gelir ve harcamaları, havaalanı kurulmasının mali boyutunu gösterecek tarihi ve güncel bilgilere gereksinim duyulur[4].

3.1.2. Havacılık talep tahminleri

Talebin belirli bir oranda ve sürekli arttığı durumlarda, gelecekteki talebin büyüklüğünü tahmin etmek kolaydır. Ancak, pratikte gelecekle ilgili talep tahmini yapmak zordur ve belirsizliklerle doludur. Tahmin çalışmasının doğru olmaması, gelecekteki trafiğin büyüklüğü ile ilgili bilgilerin gerçekten uzak, yapılan yatırımların dayanaksız ve havaalanının ekonomik performansının düşük olması sonucunu doğurur.

Savaş sonrası döneminden 1970'li yılların başlarına kadar geçen bölümde, uzmanlar tarafından yapılan tahminler, hava taşımacılığındaki büyümenin altındaydı. Hızlı nüfus artışı, gelişmekte olan ülkelerdeki sanayileşme ve endüstriyel yapıdaki değişimler, dünyanın her tarafındaki şehirleşme, hızlı teknolojik gelişmeler hava taşımacılığındaki bu beklenmeyen artışın başlıca sebepleri idi. Uzmanlar, 1970'li yılların başlarındaki gelişmeler doğrultusunda gerçekleşenin altında kalan tahminleri düzeltmeye çalışırken, 1980'li yıllarda ise petrol fiyatlarındaki artış, enflasyon ve dünya çapındaki savaş sonrası borçlar sebebiyle tahminler, gerçekleşenin üzerinde kaldı. 1990'lı yılların başındaki belirsizlikler de, yine tahminler için önemli bir problem olarak ortaya çıktı[4].

Hava taşımacılığı talep tahminleri aşağıdaki amaçlar için kullanılır[16]:

- Uçak üreticisine uçak siparişlerinin miktarını belirleme ve yeni uçak geliştirme konusunda gerekli verileri sağlamak,
- Havayolu şirketlerinin personel ve ekipman açısından uzun vadeli planlama yapmasına yardımcı olmak,
- Ulusal ve uluslararası hava trafik sisteminin gelişimi, yeni havaalanlarının inşası veya varolanların genişletilmesi ile ilgili kararların verilmesine yol göstermek.

Havaalanının ve kurulacağı arazinin boyutlarını ve gelişimini belirleyebilmek için kısa, orta ve uzun vadeli havacılık talep tahminlerine gereksinim vardır. Bir havaalanının planlanmasında ve kontrolünde uçak ve yolcu trafik tahminlerinden yararlanır. Bu nedenle gerekli bina ve birimlerin büyüklük ve sayıları saptanır.

Tahmin analizlerinin amacı, gelecek hakkında tam doğrulukla bilgi vermektense çok, gelecekle ilgili bir kısım belirsizlikleri ortadan kaldıracak ipuçlarını sağlamaktır. Sonuçta yeni bir havaalanının kurulması veya varolan bir havaalanının genişletilmesi, o bölgenin trafik potansiyelinin incelenmesi ile başlar. Yeni bir havaalanı kurulması veya genişletilmesine karar vermek için öncelikle, varolan trafik analiz edilir. Boyutlandırma için ise seçilen bir referans yılına göre trafik tahmini çalışması yapılır[5].

Trafik tahminleri kısa, orta ve uzun vadeli olarak üç grupta incelenebilir. Kısa vadeli tahminler (5 yıldan az), küçük ölçekli yatırım ve finansman programlarının yapılmasında ve yönetiminde kullanılır. Örneğin; büyük onarım, trafik özelliğine uygun iyileştirme gibi süreklilik gösteren çalışmaları tanımlar. Orta vadeli tahminler (5-10 yıl), yolcu terminalinin veya uçak park sahalarının genişletilmesi, pistin uzatılması gibi önemli yatırımların belirlenmesinde kullanılır. Uzun vadeli tahminler (10-20 yıl) ise yeni bir havaalanının kurulması ihtiyacının belirlenmesi, gerekli alanın ve havaalanı kurulmasının çevresine etkilerinin saptanması çalışmalarında tercih edilir.

Tahminler hazırlanırken, ekonomik büyüme, endüstriyel etkinliklerdeki değişimler, nüfus artışı, kişi başına düşen milli gelir, coğrafi faktörler, teknolojik gelişmeler, sosyal ve politik faktörler, düzen değişiklikleri ve geçmişle ilgili hava trafik bilgileri dikkate alınır[4].

Havacılıkta kullanılan farklı trafik tahmin yöntemleri vardır. Bu yöntemler alt bölüm 3.3.'de daha ayrıntılı olarak verilecektir.

3.1.3. Gereksinimlerin belirlenmesi ve seçenek geliştirme

Planlamacı, talep tahminlerini ve varolan havaalanı tesislerini inceleyerek havaalanının gelecekteki talebi karşılayıp karşılayamayacağını inceler. Gelecekte olması gerekli havaalanı elemanları ve boyutlarını belirler. Varolan havaalanının genişletilmesine engel teşkil edebilecek finansal, fiziksel ve çevresel etkileri saptar ve elde ettiği sonuçlar doğrultusunda seçenekleri değerlendirir. Bu seçenekler:

- Varolan havaalanını genişleterek kapasitesini artırmak,
- Varolan havaalanını genişletmeden buradaki bazı trafik tiplerini diğer havaalanlarına kaydırarak yükünü azaltmak,
- Seçilen uygun arazi üzerine yeni bir havaalanı inşa etmek.

Bu seçenekler gözönüne alınırken, eski havaalanının kapatılması veya devam etmesi seçenekleri de incelenir[4].

3.1.4. Havaalanı yer seçimi

Yeni havaalanının inşasında en önemli aşamadır. Varolan tesislere yenileri eklenmek istenirse bunun sınırları önceden belirlidir ve ek tesislerin varolanların etrafında konuşlanacağı açıktır. Buna karşılık yeni bir havaalanı geniş bir araştırma gerektirir. Bu araştırmalar yapılırken aday arazilerin fiziksel özellikleri, etrafındaki yapılanmanın şekli, fiyatları, kara ulaşım imkanları, havaalanı kurulmasının çevresi üzerine etkisi, araziyi çevreleyen hava sahasının özellikleri gözönüne alınır[17].

4. Bölüm'de havaalanı master planının en önemli aşaması olan havaalanı yer seçimi üzerinde daha ayrıntılı olarak durulacaktır.

3.1.5. Çevre ile ilgili analizler

Hem yer seçimi aşamasında, hem de havaalanının tasarımında çevre ile ilgili faktörlerin gözönünde tutulması gerekir. Gürültü, bölge halkı üzerindeki sosyal ve ekonomik etkiler, halkın kullanımına açık yerler ve arkeolojik yapılara etkileri, hava ve su kalitesi, doğal bitki örtüsü ve hayvan türleri üzerine etkiler çevresel faktörlerin belli başlılarıdır. Havaalanı kurulmasının çevre üzerine ters etkisinin olup olmayacağı yukarıda saydığımız faktörler incelenerek ortaya çıkartılır. Özellikle havaalanı kurulması konusunda halkın ve yerel yönetimlerin onayını alabilmek ve ileriki aşamaları gerçekleştirirken herhangi bir problemle karşılaşmamak için çevre ile ilgili analizler büyük bir titizlikle yapılmalıdır[4].

3.1.6. Havaalanının yerleşim planları

Talep ve trafik tahminleri yapılp, fiziksel, finansal, havacılık kalitesi ve çevre ile ilgili bilgiler toplandıktan sonra havaalanının yerleşim düzeninin tasarlanması aşamasına geçilir. Elde edilen geçmiş ve gelecekle ilgili bilgiler doğrultusunda havaalanının boyutları ve şekli konularında ön bilgi edinilebilir. Daha sonra pistin yönü ve sayısı, taksiyolu sayısı, apronun şekli ve büyüklüğü, hava seyrüseferine etki edebilecek engeller, meteorolojik koşullar, diğer havaalanı elemanlarının boyutları ve nitelikleri gözönüne alınarak çeşitli yerleşim planı seçenekleri geliştirilir. Bunlar içerisinde seçilen araziye en uygun olanı ise çeşitli değerlendirme kriterleri yardımı ile bulunur.

3.1.7. Planı yerine getirme aşamaları ve finansal boyutu

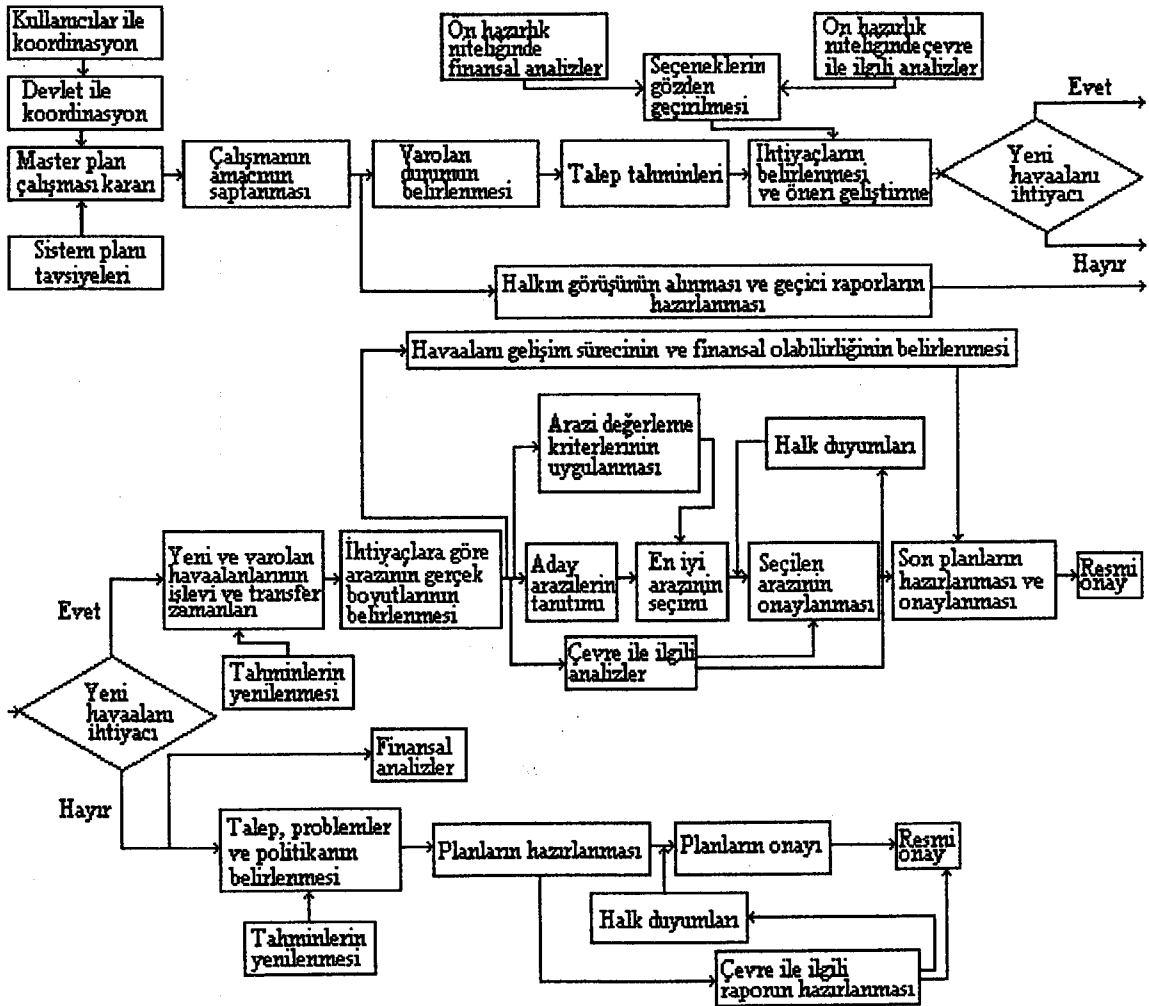
Önerilen planın uygulanması ve her bir aşamasının maliyetinin çıkartılması kısa, orta ve uzun vadeli yolcu ve uçak trafik talep tahminleri gözönüne alınarak gerçekleştirilir. Buradan elde edilen bilgiler ışığında hazırlanan ekonomik fizibilite çalışması, master planlama sürecinin her aşamasında yapılır. Varolan havaalanının genişletilmesi veya yeni bir havaalanı inşaatı kararının verilmesinde, havaalanı elemanları ve hava sahası sistemi ile ilgili farklı tasarım önerilerinden en uygun olanının seçilmesinde ekonomik fizibilite çalışmalarından faydalanılır.

Havaalanının gelişim süreci, sermaye finansmanının sağlanabilirliğine bağlıdır. Bu nedenle gelişim süreci, belirli safhalara ayrılarak her bir safhada yapılacak harcamalar ve gelirler belirlenir. Böylece toplam sermaye maliyetleri ve gelirler hesaplanarak havaalanı gelişim süreci safhalarının gerçekçi olup olmadığı saptanır. Gerçekçi değilse gerekli düzenlemeler yapılır. Genelde havaalanının gelişim süreci, talep tahminlerinde olduğu gibi kısa, orta ve uzun dönemli planlar ile tanımlanır. Her bir plan kendi içinde alt dönemlere ayrılır.

Yukarıda sözü geçen aşamaları akış sırasına göre bir diyagramla göstermek mümkündür (Şekil 3.1).

3.2. Havaalanı Sistem Planlaması

Yeni bir havaalanı inşa edilmesi veya varolan bir havaalanının genişletilmesi kararı verilirken, diğer varolan havaalanları da gözönüne alınır. Her havaalanı, ulaştırma sisteminin bir alt bölümü olan havaalanı ağının birer elemanıdır. Havaalanı master planları ise havaalanı sisteminin birer parçası oldukları gözönüne alınarak hazırlanır.



Şekil 3.1. Havaalanı Master Planı Akış Şeması (ASHFORD, 1992)

Havaalanı sistem planlaması ile her havaalanının en iyi gelişim sürecini içeren projelere göre şekillenmiş bir sistem içerisinde havaalanları geliştirme hedeflerinin

saptanması ve planlanması amaçlanmıştır. Bir havaalanı inşa edilirken veya genişletilirken diğerleri üzerine etkisi ve sistem içerisindeki yeri gözönüne alınır. Bunun için öncelikle varolan sistemin tekrar gözden geçirilmesi, talep analizlerinin yapılması, sistem geliştirme için çeşitli seçeneklerin ortaya konması ve bu seçeneklerin değerlendirilerek en uygun havaalanı sisteminin seçilmesi gerekir. Bu yapılırken öncelikle yerel ve bölgesel havaalanı sistem planları hazırlanır, daha sonra ülke bazında sistem planı çıkartılır. Böylece hem sistem içerisindeki tüm varolan ve yeni inşa edilecek havaalanlarının yüksek performansta çalışması, hem de yapılacak yatırımların bilinçli bir program dahilinde yerine getirilmesi sağlanmış olur[4].

Bir havaalanı sistem planı aşağıdaki amaçlara hizmet eder:

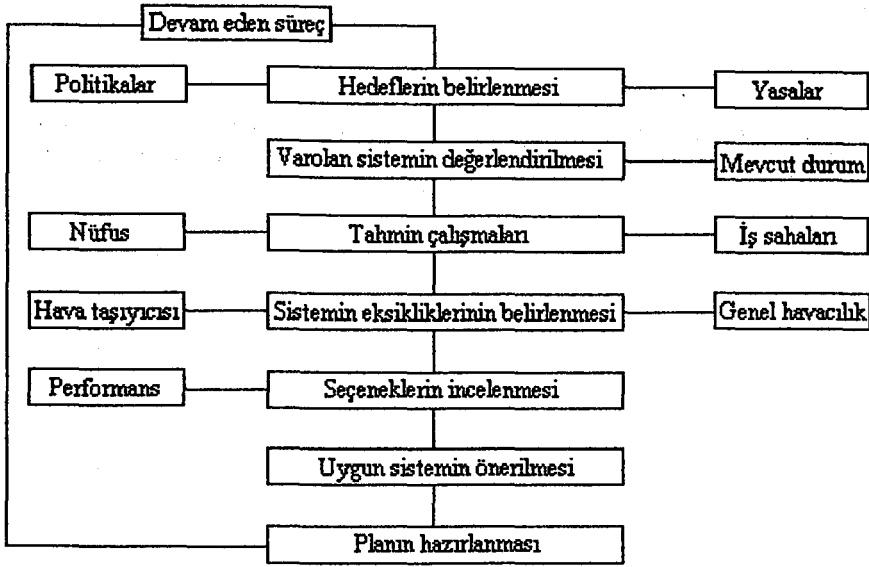
- Endüstriyel, sosyal, çevresel amaçlara uygun bölgesel büyümeyi sağlayacak, varolan ve gelecekteki havacılık taleplerini karşılayabilecek havaalanı sistemini (gerçekleştirme sırası ve zamanı da gözönüne alınarak) oluşturmak.
- Tüm ulaşım türlerini içeren ulaştırma sistemi içerisinde hava ulaştırmasının üstleneceği yükü karşılayabilecek şekilde havacılığı geliştirmek.
- Varolan bir havaalanını genişletirken veya yeni bir havaalanı inşa ederken çevreyi ve ekolojik dengeyi korumak.
- Kısa ve uzun vadeli havaalanı sistem gereksinimleri doğrultusunda yapımı olası özel havaalanı programları için önlem almak.
- Hava sahası ve arazi kullanımını en iyi duruma getirecek kullanım planlarını hazırlamak.
- Uzun vadeli mali planları geliştirmek, devlet bütçesi içerisinde havaalanı finansmanı için öncelikleri belirlemek.
- Hazırlanan havaalanı sistem planının belirlenen politikalara, varolan yasalara ve standartlara uygunluğunu sağlamak.

Genel anlamda bir havaalanı sistem planlamasının aşamalarını gösteren akış diyagramı Şekil 3.2’de gösterilmiştir[16].

ABD’de Federal Havacılık Dairesi (FAA) tarafından hazırlanan NPIAS (National Plan Of Integrated Airport Systems), havaalanı sistem planlamasının en güzel örneklerinden biridir. Ülke içerisindeki yaklaşık 3200 havaalanının gelişim gereksinimleri ve bunlar için yapılacak yatırımların programı bu ulusal plan içerisinde ele alınmıştır. NPIAS, 10 yıllık bir plandır ve her iki yılda bir revize edilir [17]. Ülkemizde ise havaalanları ile ilgili olarak hazırlanmış bu tür bir çalışma henüz yoktur.

3.3. Havacılıkta Kullanılan Talep Tahmin Yöntemleri

Bir tahmin yönteminin seçimi, hangi amaçla kullanılacağına, eldeki veritabanının büyüklüğüne, kaynakların yeterliliğine, yapılacak çalışma için verilen süreye, kullanım süresine ve istenen duyarlık derecesine bağlı olarak değişir. Aşağıda havacılıkta en çok kullanılan hava taşımacılığı talep tahmin yöntemleri kısaca açıklanmıştır.



Şekil 3.2 : Havaalanı sistem planlaması aşamaları (HORONJEFF, 1994)

3.3.1. Yargı yöntemi

Genelde havacılık ve havacılıktaki gelişmeye etki eden faktörler hakkında bilgi sahibi profesyonel bir grubun farklı kaynaklardan gelen tahmin çalışmalarını inceleyip bunları birleştirerek ortak bir yargıya vardıkları ve bu doğrultuda hazırladıkları tahminlerdir. Günümüzde en çok kullanılan örnek, Delphi metodudur. Bu metodda, bir konu üzerinde uzman kişilere bir seri soru yöneltilir ve elde edilen sonuçlar uzman grup içerisindeki tüm üyelere dağıtılarak tekrar değerlendirmeleri istenir. Daha sonra da grubun ortak görüşü belirlenir. Tekrar değerlendirme aşaması birçok defa yinelenerek daha iyi bir sonuca ulaşılması sağlanır[16].

3.3.2. Eğilimlerin tahmini yöntemi

Geçmişteki hava taşımacılığı faaliyetlerinin incelenerek trafik değişimine etki eden faktörlerin saptanması ve geçmişteki büyümenin gelecekte de aynı şekilde devam edeceği varsayımı ile tahminlerin yapılması prensibine dayanır[16]. Yaygın olarak kullanılan bu yöntemde planlamacı, geçmişteki büyümeyi baz alarak yargıda bulunur ve genel bir tahmin yapar. Kısa vadeli tahminlerde bu teknik güvenilir sonuçlar verir[4].

3.3.3. Pazar analizi yöntemleri

Bu yöntem, pazar payı yöntemi ve pazarın tanımlanması yöntemi olmak üzere ikiye ayrılır:

- Pazar payı yöntemi : Toplam pazar payı içerisinde bölgesel pazar payının düzenli olacağı, değişmeyeceği veya tahmin edilebileceği varsayılır. Bu yöntem, bölgesel seviyede havacılık talep tahminlerinin yapılmasında, özellikle bir bölgenin veya havaalanının toplam ulusal trafik içerisindeki payının belirlenmesinde kullanılır. Öncelikle, geçmişe ait bilgiler incelenerek üzerinde çalışılan bölgenin veya havaalanının toplam trafik içerisindeki payı ve genel eğilim araştırılır[16].
- Pazarın tanımlanması yöntemi : Sosyal, ekonomik ve demografik yapıdaki farklılıklar, değişik seyahat tiplerini de beraberinde getirir. Gözlem yoluyla elde edilen bu bilgiler ışığında ortaya çıkan seyahat talebi, toplam nüfus içerisinde kazanç düzeyi, yaş, çalıştığı işin tipi, aile yapısı ve eğitim gibi değişkenler gözönüne alınarak oluşturulmuş farklı gruplar için farklı sınıflara ayrılır. Daha sonra bu seyahat sınıfları, toplam ulusal nüfus ile ilgili tahminlere uygulanır. Her bir grubun talep seviyelerinin toplamı ise gelecekteki nüfus artışı için öngörülen toplam talebi verir[4].

3.3.4. Çoklu regresyon analizi yöntemi

Bu yöntemde hava taşımacılığı ile saptanan değişkenler arasında istatistiksel bir ilişki kurulur. Analiz, bölgenin sosyo-ekonomik düzeyi ve meydana gelen değişmelerin kaydedilmesi, kara ve hava taşımacılığı sistemi içerisinde ortaya çıkan uçak hareketlerinin gözlenmesiyle gerçekleştirilir. Çoklu regresyon analizi, gelecekle ilgili uçak ve yolcu trafik tahminlerinde kullanılabilir. Tipik bir regresyon modeli aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$T = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad (3-1)$$

T = Toplam uçak hareketi veya yolcu sayısı

$x_1 \dots x_n$ = Değişkenler

$a_0 \dots a_n$ = Regresyon sabitleri

Bu tür bir regresyon modeli hem ulusal hem de yerel talep analizleri için oldukça kullanışlıdır. Bölgede ortaya çıkan seyahat türlerini ve sayısını belirlemede en çok kullanılan nüfus, gelir düzeyi, iş sahaları, havayolunu tercih eden yolcu sayısının havaalanı tarafından karşılanabilirliği değişkenleridir[4].

4. HAVAALANI YER SEÇİMİ VE KULLANILAN PARAMETRELER

4.1. Tarihçe

II. Dünya Savaşı'ndan önce, hava taşımacılığının yeni başladığı dönemlerde kullanılan uçaklar hem boyut, hem de güç olarak oldukça küçüktür. Büyük şehirlerdeki havaalanlarında bile günde sadece birkaç uçuş gerçekleştirilmektedir. Havaalanları o devirlerde halk tarafından arzu edilmeyen birer komşu değildiler. Bu durumda yer seçimi çalışması oldukça basittir ve genel olarak havacılık talebine ve sivil mühendislik gereksinimlerine bağlıdır.

Özellikle son 20 yılda ortaya çıkan hava taşımacılığındaki hızlı talep artışı ve buna paralel olarak daha güçlü ve büyük uçakların kullanılmaya başlanması, havaalanlarını etrafındaki yerleşim birimleri ve çevrenin doğal yapısı açısından zarar verici bir unsur olarak ortaya çıkarmıştır. Ülkelerin hem yer hem de havadaki trafiği artmıştır. Toprak sahiplerinin arzu etmediği ekonomik değişimler, yeni toplulukların oluşumu gibi gelişmeler meydana gelmiştir. Böylece yer seçimi, çözülmesi çok daha zor bir problem olmaya başlamıştır.

1960'lı yıllardan sonra yapılan havaalanı yer seçimi çalışmalarında önemli tartışmalar, anlaşmazlıklar meydana geldi ve uzun süre havaalanının yerleşimi üzerine yapılan planlar sonuçlandırılmamış, bazıları ise iptal edilmiştir. 4. New York Havaalanı, 3. Londra Havaalanı, 2. Atlanta Havaalanı, Everglades (Miami) Havaalanı ve 2. Sydney Havaalanı, yerleşimleri üzerinde en çok tartışılan havaalanlarından sadece birkaçıdır. Başarılan bir projenin otoriteler tarafından herhangi bir sebeple durdurulması da birer başarısız çalışma olarak nitelendirilebilir [4]. Örneğin Tokyo'da devlet, Narita'da yeni bir havaalanı kurulması için yer seçimi çalışması yapmıştır. Ancak bu karara gösterilen aşırı tepkiler, satın alınan havaalanı teçhizatının eski Haneda Havaalanı'na yerleştirilmesine sebep olmuştur.

Geçmiş dönemlerde havaalanı yer seçimi ile ilgili kullanılan teknikler oldukça yetersizdir. Planlama otoriteleri yeni bir tesis için uygun yerin belirlenmesinde çoğu zaman aciz kalmaktaydılar. Bu durum sadece havaalanı yer seçiminde değil, geniş yüzeyler kaplayan ve çevresi üzerinde önemli etkiler yapan motor fabrikaları ve çöp toplama alanlarının yerlerinin belirlenmesinde de ortaya çıkmaktadır.

Hava taşımacılığı talebinin her geçen gün daha da artması, varolan havaalanlarının trafik yükünün kapasitesinin üzerine çıkması sonucunu doğurmuştur. Bu durum ise gürültü, hava ve çevre kirliliği gibi problemleri beraberinde getirmiştir. Günümüzde uygun yer seçimi, geçmiş zamanlardakine oranla çok daha karmaşık bir problem haline gelmiştir. Tüm dünyada yeni bir tesis kurulmasının çevresi üzerine etkileri konusunda geliştirilen teknikler ve yapılan çalışmalar oldukça başarılıdır. Artık halk kendi getireceği önerilerde ısrar etmenin ve göstereceği tepkinin etkinliğinin farkına varmıştır. Bu davranışı ile yer seçimi aşamalarında oldukça belirleyici bir katılımcı olarak ortaya çıkmaktadır [18].

4.2. Havaalanı Yer Seçimi Aşamaları

Yeni bir havaalanı için yer seçimi, varolan havaalanının havacılık talebini karşılayamaması ve üzerinde bulunduğu arazinin havaalanının genişletilmesine uygun olmaması durumunda ortaya çıkar. Karara varabilmek için, uygun arazilerin araştırılması ve varolan havaalanında verilen tüm hizmetleri karşılayabilecek düzeyde olup olmadığının incelenmesi gerekir.

Trafiğin yoğun olduğu havaalanları için hazırlanan master planları, ek kapasite sağlayabilmek için öngörölmüş yeni arazi araştırmalarını da içerir. Arazi araştırılmasına başlamadan önce, yapılacak çalışmanın gerekli olup olmadığının saptanması önemlidir. Elde edilen bilgiler yeni bir havaalanı ihtiyacını ortaya çıkarıyorsa, öncelikle varolan havaalanının yeni durumdaki rolü, üzerinde yapılabilecek iyileştirme çalışmalarının sınırları, yeni havaalanına transfer edilecek trafik tipleri gibi bazı saptamaların yapılması gerekir.

Ayrıntılı bir yer seçimi çalışmasına başlamadan önce, yeni bir havaalanına gereksinim olduğu, çevresi üzerine etkileri gözönüne alınarak uygulanabilirliği, kullanıcıların desteği, havaalanının inşası ve işletimi ile ilgili örgütsel ve finansal kapasitenin varolduğu konusunda yeterli ipuçlarının olması şarttır [19].

Yer seçimi sürecinin niteliği, önerilen havaalanının özelliği, karmaşıklığı ve büyüklüğu ölçüsünde değişecektir. Böyle bir durumda, aşamaların çoğu aynı olmakla birlikte yapılacak incelemelerin derinliği ve karar alma sürecinin karmaşıklığı önemli farklılıklar gösterir.

Havaalanı için uygun yerin seçimi ve planın çıkartılması için aşağıdaki adımların sıra ile yerine getirilmesi gerekir [7]:

- Gereksinimlerin belirlenmesi,
- Program ve krokinin çıkartılması,
- Varolan ve gelecekteki durum ile ilgili dökümanların incelenmesi,
- Haritalar üzerinde araştırma ve aday arazilerin belirlenmesi,
- Aday araziler üzerine pist ve diğer havaalanı elemanlarının yerleştirilmesi,
- Aday arazilerin değerlendirilmesi ve en uygun arazinin seçimi.

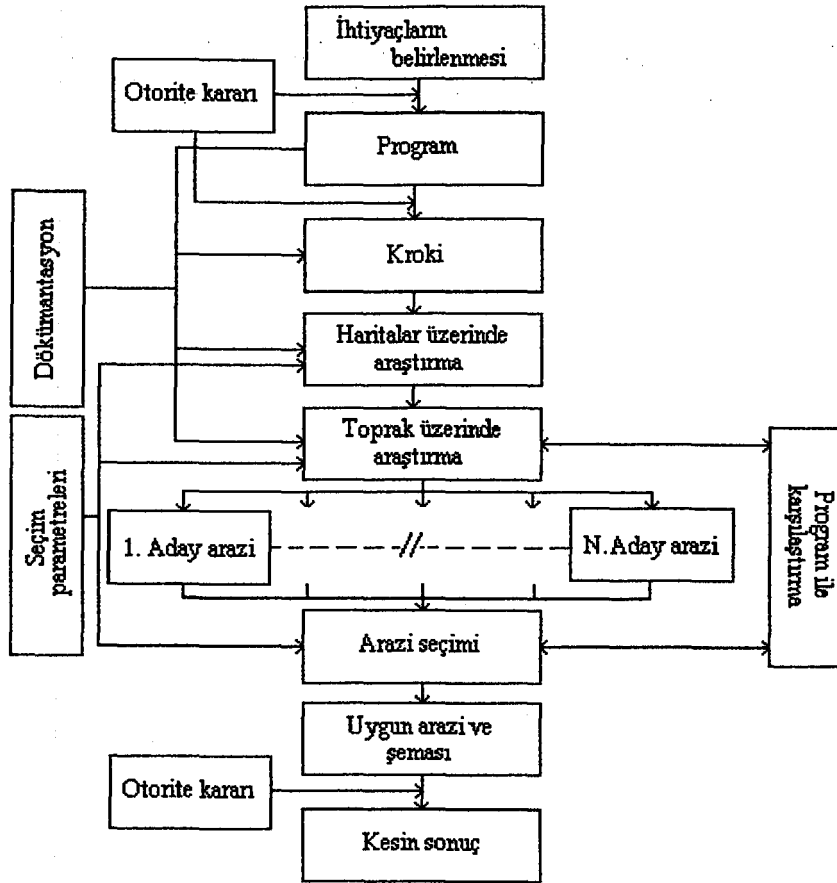
Havaalanı yer seçimi aşamaları ve gerçekte sırası Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

4.2.1. Gereksinimlerin belirlenmesi

Bu ilk aşamada, gelecekte kurulması düşünölen havaalanının tipi ve büyüklüğu, trafik tipleri ve bunların her birinin yoğunluğu tahmin edilir. Yapılan tahminlerin, gerçekteşenin altında veya üstünde olması, kötü bir arazinin seçilmesine ya da havaalanı kurulmasına uygun bir arazinin devre dışı bırakılmasına neden olabilir. Bu yüzden havaalanının işlevi ve büyüklüğu belirlenirken çok büyük özen göstermek gerekir.

Yeni bir havaalanının kurulması kararı, politik nedenlere de dayanabilir. Örneğin, çok fazla trafik yoğunluğu olmasa bile sağlıkla ilgili malzemelerin taşınması veya teknik

faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için bir ada üzerine havaalanı kurma kararı alınabilir.



Şekil 4.1. Havaalanı yer seçimi aşamaları akış şeması (DGAC,1985)

Gereksinimlerin saptanabilmesi için bölgenin sosyal, kültürel, endüstriyel ve turizm potansiyeli açısından incelenmesi gerekir. Bunun yanında komşu havaalanlarının trafik tipleri gözönüne alınarak yeni havaalanının faaliyet alanı ve trafik tipleri belirlenebilir. Bir havaalanının temel işlevi yanında, farklı diğer amaçlar için de kullanılabilir. Örneğin, tarifeli uçuş amacı ile kurulmuş bir havaalanında, charter seferleri yanında deneme uçuşları, sivil güvenlik amaçlı uçuşlar, askeri amaçlı uçuşlar, genel havacılık kapsamındaki uçuşlar veya eğitim uçuşları da gerçekleştirilebilir [7].

Yeni havaalanının beklenen rolü ve büyüklüğü konusunda fikir birliği olması gerekir. Öncelikle havaalanı master veya sistem planlama çalışmalarında bu saptamaların yapılması şarttır. Yapılan çalışmalarda bulunan sonuçlara bağlı olarak, yeni havaalanının rolü üzerinde bazı değişiklikler yapmak sözkonusu olabilir. Yeni bir ticari hizmet havaalanı için böyle bir durum, çevreye ters etkiler, seçilen arazinin uzaklığı veya finansal sınırlamalar

söz konusu olduğunda ortaya çıkabilir. Ancak genel havacılık veya yardımcı havaalanları için böyle bir durumla pek karşılaşılmaz. Yeni bir ticari hizmet havaalanı, aşağıdaki amaçlar için planlanmış olabilir:

- Varolan ticari hizmet havaalanı trafiğine uluslararası ve uzun menzilli yurt içi uçuşları eklemek,
- Varolan havaalanının, havacılık kullanımına kapatarak, tüm havacılık faaliyetlerini yeni havaalanına aktarmak,
- Varolan havaalanını hava taksi veya kısa menzilli uçuşlarla ilgili genel havacılık statüsüne dönüştürecek tüm hava taşıma faaliyetlerini yeni havaalanına aktarmak.

Gereksinimlerin belirlenmesi aşaması ile yeni havaalanı için gerekli finansman miktarı ve getireceği ekonomik fayda saptanır. Gereksinimlerin sayısal hale dönüştürülmesi, mümkün olduğunca uzun dönem için yapılmalıdır. Gereksinimlerin belirlenmesinde aşağıdaki temel elemanların tanımlanması gerekir:

- Havaalanının hizmet vereceği trafik tipleri,
- Her bir trafik tipinin yoğunluğu,
- Toplam trafik (uçak hareketi ve yolcu sayısı, yük taşımacılığı miktarı gibi),
- Havaalanının sınıfı.

Yukarıdaki tanımların yapılabilmesi için trafik tahminlerinden faydalanılır. Bu sayede gerekli bina ve birimlerin büyüklük ve sayıları saptanır. Tahmin analizlerinin amacı, gelecek hakkında tam doğrulukla bilgi vermekten çok, gelecekle ilgili bir kısım belirsizlikleri ortadan kaldıracak ipuçlarını sağlamaktır. Sonuçta yeni bir havaalanının kurulması veya varolan bir havaalanının genişletilmesi, o bölgenin trafik potansiyelinin incelenmesi ile başlar. Yeni bir havaalanı kurulması veya genişletilmesine karar vermek için öncelikle varolan trafik analiz edilir, boyutlandırma için ise seçilen bir referans yılına göre trafik tahmini çalışması yapılır [19].

4.2.2. Program ve krokinin çıkartılması

Programın hazırlanması ile gereksinimler sayısal hale dönüştürülerek doğrudan kullanılabilir duruma getirilir ve böylece havaalanının genel olarak boyutlandırılması yapılır. Program içerisinde bulunması gereken temel elemanlar aşağıda çıkartılmıştır:

- Pist uzunluğu: Program içerisindeki en önemli elemandır. Trafik tipleri ve yoğunlukları ile ilgili elde edilen bilgilerden yararlanarak, havaalanına sıkça inen ve pist uzunluğunu en çok etkileyecek kritik uçak tipi belirlenir. Buradan hareketle bölgenin yaz aylarındaki ortalama sıcaklığı ve denizden olan yüksekliği alınarak, belirlenen kritik uçağın kullanıma yönelik el kitapçıklarından uygun pist uzunluğu saptanır. Hesaplama yapılırken % cinsinden tahmin edilen doluluk oranı da gözönüne alınmalıdır.
- Pistin kullanım tipleri: Pistin hangi amaç için kullanılacağına önceden

tanımlanması gerekir (görerek şartlarda yaklaşma, aletli yaklaşma veya hassas yaklaşma gibi). Bu sayede pist etrafına veya havaalanına konulması gerekli seyrüsefer yardımcılarının özellikleri belirlenir.

- Pist sayısı: Tahmin edilen trafik yoğunluğunu tek bir pistin kaldıramayacağı ortaya çıkmış, farklı trafik tipleri sözkonusu, bölgede değişken rüzgar rejimi ve sis görülüyor ise böyle durumlarda birden fazla pist inşa etmek gerekebilir. İki pistin sözkonusu olduğu durumda, ikinci pistin sınıfı genelde ana piste göre daha düşük seçilir.
- Uçak hareket sahası: Uçak hareketi sayısı tahminleri ile şimdiki ve gelecekte havaalanını kullanması planlanan uçak tipleri gözönüne alınarak gerekli uçak park sahası sayısı, tipi ve boyutları, taksiyollarının şekli ve boyutları belirlenir. Genelde taksiyolları piste paralel inşa edilir.
- Terminal ve diğer binalar: Gereksinimlerin belirlenmesi aşamasında elde edilen yolcu trafik verilerinden yararlanarak terminal binasının ve diğer havaalanı elemanlarının özellikleri ve boyutları tanımlanır. Havaalanı yük taşımacılığı, genel havacılık, uçak bakımı ve askeri amaçlı uçuş faaliyetlerine de hizmet verecek ise terminal ve diğer binaların boyutlandırılması ve tanımı yapılırken bu faaliyetlerin de gözönüne alınması gerekir. Genel bir yaklaşım ile yolcu ve yük terminal binaları, teknik blok ve otoparklar için yıllık her bir milyon yolcu başına 10 hektar, yıllık her 20.000 ton yük başına 1 hektar alan yeterli olacaktır.
- Yukarıda sözü geçen elemanlar için yapılan tanımlar ve boyutlandırma çerçevesinde bulunan değerler birbirine eklenerek inşası düşünülen havaalanının yaklaşık büyüklüğü hesaplanabilir. Bu hesap yapılırken gereksinimler doğrultusunda havaalanının genişletilebileceği olasılığı gözardı edilmemelidir. Daha sonra program içerisinde belirlenen değerler çerçevesinde farklı havaalanı krokileri çıkartılır. Her bir kroki, maksimum pist uzunlukları, taksiyolları, terminal binası ve diğer binalar, görsel ve radyoelektrik yardımcılar ve havaalanı sınırları gözönüne alınarak çizilir [7].

4.2.3. Varolan ve gelecekteki durum ile ilgili eldeki bilgilerin incelenmesi

Aday arazilerin bulunduğu bölgenin hava fotoğrafları, topografya ve jeoloji haritaları, arazi kullanım ve ulaşım planları, yeraltı ve yerüstü elektrik, su ve doğalgaz dağıtım ağı, yer yapısı ve yüzey suyu akışı, nüfus dağılımı, rüzgar rejimi, sisli gün sayısı, yağış miktarı, bölgenin bitki ve hayvan zenginliği ile ilgili bilgiler, havacılık kartları varolan durum ile ilgili bilgilerdir.

Topografya haritaları ile arazinin ne ölçüde düzgün olduğu, uçuş için tehlike unsuru olabilecek yükseltiler, jeoloji ve toprak yapısının pist ve diğer havaalanı tesislerini taşımaya uygun olup olmadığı, arazi kullanım planları ile kamulaştırılacak arazi miktarı, komşu havaalanları, ağır sanayi bölgelerinin, turistik otellerin, hastane ve okul gibi gürültüye duyarlı

binaların konumları, meteorolojik bilgiler ile rüzgar yönü ve şiddetinin, diğer meteorolojik şartların havaalanının işletim yeterliliğini ne ölçüde etkileyeceği, havacılık kartları ile piste uygun iniş ve kalkış yönü, tahditli bölgelerin yerleri ve hava sahasının durumu saptanır [7].

İleride yapılması planlanan karayolu, demiryolu veya elektrik hatları, yeni yerleşim birimleri ve bir arazinin diğerleri arasından seçilmesini kolaylaştıracak veya zorlaştıracak projeler, gelecekteki durum ile ilgili bilgilerdir. Bu bilgiler sayesinde havaalanının gelecekte kurulması planlanan yerleşim birimleri içerisinde kalması önlenir, ortaya çıkabilecek problemler önceden görülerek gerekli tedbirler alınır. Arazi seçimi yapılırken bu tür bilgilerin dikkatle incelenmesi gerekir [20].

4.2.4. Haritalar üzerinde araştırma

Program çerçevesinde hazırlanan kroki veya krokiler, haritalar üzerinde uygun bölgelerin bulunması için kullanılır. Bu aşamada daha sonra dile getireceğimiz yer seçimi parametrelerinden bazıları gözönüne alınarak uygun bölgeler belirlenir. Örneğin seçilen bölgelerin mümkün olduğunca düzlük ve engebesiz olması, yol yapımının getireceği maliyet gözönüne alınarak yerleşim birimlerinden ve varolan altyapı olanaklarından çok uzakta olmaması, bununla birlikte yerleşik nüfusun olmadığı veya çok az olduğu yerlerin tercih edilmesi gibi kısıtlamalar getirilerek bir kısım alan daha başlangıçta devre dışı bırakılır[7].

4.2.5. Aday araziler üzerine pist ve diğer havaalanı elemanlarının yerleştirilmesi

Yukarıda belirtildiği gibi, haritalar üzerinde yapılan araştırma ile havaalanı yapımına uygun bölgelerin yerleri saptanır. Sonra bu bölgeler üzerinde daha ayrıntılı araştırmalar yapılır. Çeşitli haritalardan elde edilen bilgiler yanında, bölge halkı ve yetkililer ile ilişki kurularak seçilen arazilerin topografik yapısı, meteorolojik durumu ve doğal zenginlikleri hakkında gerekli diğer bilgiler elde edilir. Bunların ışığında pistin eğimi ve yönü, taksiyolları, uçak park sahaları, terminal binası, hangar, teknik blok, otopark gibi havaalanı elemanlarının konumları belirlenir.

Havaalanı bölümleri içerisinde yerleştirilmesi en zor olanı pist ve pist bandları ile görsel ve radyoelektrik yaklaşma yardımcılarıdır. Bunların özellikleri daha önceden programın hazırlanması aşamasında tanımlanmıştır. Pistin yönü saptanırken rüzgar rejimi, bölgenin topografik yapısı, arazinin çevresi ve hava sahasının durumu gözönüne alınır. Genelde seçilen arazi üzerindeki rüzgar rejimi ve diğer meteorolojik bilgileri elde etmek kolay değildir. Bunun için en yakın meteoroloji istasyonunun verilerinden faydalanılabilir.

Önceki aşamada program ve kroki hazırlanırken bulunan pist uzunluğu, o bölge için hesaplanmış ortalama bir değerdir. Ancak bu değer irtifa, sıcaklık, rüzgar yönü ve büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Bu nedenle her aday arazi için bulunacak pist uzunluğu farklılık gösterebilir.

Yapılan çalışma sonunda, olası arazi gözönüne alınarak, tek bir pistin tanımlanan programın gereklerini yerine getirmeye yeterli olmadığı sonucu ortaya çıkabilir. Aynı şekilde herhangi bir trafik tipine göre seçilen pist yönü için yan rüzgar değerleri, bu trafik tipine uygun uçaklara bir engel teşkil etmez iken, pisti kullanacak diğer hafif uçaklar için bu yan rüzgar değerleri özellikle inişte tehlike yaratabilir. Böyle bir durum, daha ileriki bölümlerde tanımlanacak pist kullanım faktörünün değerini ve dolayısıyla pistin kullanım kapasitesini düşürür. Çözüm, birinci pistin enine ikinci bir pist inşa etmenin mümkün olup olmadığının araştırılmasıdır. Genelde bu ikinci pistin sınıfı birincisinden küçük seçilir. Bunun gibi farklı çözümler üretmek mümkündür.

Pistin arazi üzerine en uygun şekilde yerleştirilmesi ve yönünün belirlenmesinde, arazinin topografik yapısı önemlidir. Pistin enaz dolgu çalışması yapılacak, kalkış ve iniş yolu üzerinde engel teşkil edebilecek herhangi bir yükselti olmayacak şekilde yerleştirilmesi gerekir. Ayrıca pistin yönü belirlenirken kalkış ve iniş yörüngesi üzerinde yoğun yerleşim birimleri, okul, hastane gibi gürültüye duyarlı binaların bulunmamasına dikkat edilmelidir.

Taksiyolları, uçak park sahaları ve diğer binaların yerleşiminde kullanılabilir alan, topografya, şehrin konumu, uçağın yerde katedeceği minimum yol gibi faktörler gözönüne alınır.

Program ve kroki ile tanımlanan gerekli alanın bulunamaması durumunda, kroki üzerinde bazı değişiklikler veya azaltmalar yapılabilir. Ancak böyle bir girişim, master planın ilerki aşamalarında düzeltilmesi mümkün olmayacak problemler ortaya çıkarabilir. Terminal binası, teknik blok ve otoparklar için ayrılan alanın her bir milyon yolcu başına 5 hektarın altına düşürülmesi söz konusu olamaz. Bu nedenle haritalar üzerinde aday arazi araştırılırken havaalanı için gerekli toplam alanı programda tanımlanandan daha fazla tutmak tercih edilen bir durumdur.

Pist ile terminal binası ve teknik blok gibi tesislerin bulunduğu bölge arasında kalan alanın, piste paralel taksiyolu yerleştirilmesine yetecek büyüklükte olması gerekir. Paralel pist ile taksiyolu orta çizgileri arasında havaalanı tipine göre olması gerekli uzaklık, 2. Bölümde taksiyolları konusu içersinde verilmiştir.

Toprağın topografik yapısının olduğunca engebesiz, özellikle uçak park sahalarının yerleştirileceği alanın eğiminin az olması istenir. Ayrıca terminal binasının içinde bulunduğu tüm havaalanı ile ilgili binaların ana yerleşim merkezi ile yüzyüze olmaları, havaalanına ulaşım mesafesini ve süresini kısaltır [7].

Yukarıda açıklanan faktörler esas alınarak yapılan araştırmalar sonunda, tek bir arazi veya farklı araziler için çeşitli taslaklar hazırlanabilir. Daha sonraki aşamada ise, hazırlanan taslaklar gözönüne alınarak aday araziler içinde en uygun olanının seçilmesi aşamasına geçilir.

4.2.6. Aday arazilerin değerlendirilmesi ve uygun arazinin seçimi

Temel bilgiler biraraya getirildikten sonra, belirlenen arazilerin incelenmesi ve uygun olanının seçilmesi aşamasına geçilir. Yapılan bir yer seçimi çalışmasında, aday arazileri sistemli bir şekilde değerlendirmek için her bir araziye uygulanabilecek ve karşılaştırma imkanı sağlayacak kriterlere gereksinim vardır. Aday araziler değerlendirilirken aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacak çeşitli faktörler gözönüne alınır. Yapılan sistemli değerlendirme ile, uygun arazi sayısı en aza indirgenmeli ve daha sonra bu az sayıdaki havaalanı inşasına aday arazi, daha ayrıntılı bir şekilde birbirleriyle karşılaştırmalı olarak tekrar gözden geçirilmelidir. Farklı teknikler kullanarak arazi seçimi yapmak mümkündür.

Havaalanı için uygun arazi seçilirken, bu araziye en uygun taslak belirlenir. Taslağın daha önce program içerisinde tanımlanan gereksinimleri karşılıyor olması gerekir [19].

4.3. Arazi Değerlemede Kullanılan Parametreler

4.3.1. Topografik yapı

Havaalanının kurulacağı arazinin olduğunca düz ve engebesiz, eğimin %0 seviyelerinde olması gerekir. Arazinin eğimine ve engebe durumuna göre yapılacak kazı ve dolgu çalışmalarının niteliği ve harcama miktarı belirlenir. Örneğin, Charles De Gaulle Havaalanı'nın inşasında 3200 hektarlık bir alan kullanılmış ve bu alan üzerindeki 30 m'lik kot farkı 14 milyon m³ dolgu malzemesi kullanılarak giderilmiştir [20].

Dolgu malzemesi ve işçilik maliyetleri ülkeden ülkeye, hatta bölgeden bölgeye değişeceği için arazi değerlemede, % cinsinden arazinin eğimi gözönüne alınarak genelleştirme yapılabilir.

4.3.2. Toprağın cinsi

Kayaç ve toprak, inşa edilen her türlü binanın temellerini taşır, yollara, barajlara, pist, apron gibi havaalanı elemanlarına taban vazifesi görür. Zemin üzerine binecek yüklerin taşınabilmesi, toprağın cinsine bağlıdır. Bazı toprak türleri, üzerlerine inşa edilecek yapının yüklerini taşıyamazlar, bazıları ise ancak özel tedbirler alınarak yükleri taşıyabilir hale getirilirler. Örneğin yarıbataklık alanlar üzerinde bir tesis inşa etmek, kuru toprak üzerindeki göre çok daha zor ve pahalıdır.

Bir tesis inşa etmek için en uygun toprak türü %14-16 oranında çakıl karışımı killi topraktır. Malzemenin bağlayıcılık özelliğinin olması, öncelikle pist ve taksiyolları üzerinde meydana gelebilecek esneme ve çatlama problemlerini ortadan kaldırır. Toprağın sıkıştırılabilmesi açısından nemli olması istenir. Ancak kontrol altına alınmamış yeraltı su

kaynakları önemli bir tehlike oluşturur. Yeraltı suyunun yapılacak inşaatı etkilemeyecek konuma getirilmesi gerekir. Yeraltı suyunun tahliye edilmesi işlemine ise drenaj adı verilir.

Kum oranı fazla olması sebebiyle alüvyonlu topraklar inşaat için tercih edilmez. Bunun nedeni ise kumun gerekli sıkışmayı sağlamaması ve kayma özelliğinin olmasıdır.

Genellikle her tür zemin üzerine inşaat yapmak mümkündür. Ancak toprağın uygun olmaması, kullanılacak dolgu malzemesi miktarının ve kalınlığının artırılmasını gerektirir. Bu durum malzeme ve işçilik için harcanacak tutarın artmasına neden olur.

4.3.3. Arazinin değeri

Öncelikle projenin gerçekleştirilmesi için gerekli olan arazinin büyüklüğü saptanır. Arazi üzerinde az sayıda tarıma elverişli alan, bağ, bahçe tercih edilir. Satın alınacak arazi üzerinde gerek tarımsal, gerek endüstriyel faaliyetler, gerekse yapılaşma az olduğu ölçüde fiyat düşecektir.

4.3.4. Havaalanının genişletilmesine uygunluk

Bu parametre ile ilgili anahtar değişkenler, arazinin büyüklüğü, topografik yapısı, havaalanını genişletmenin çevresi üzerine etkileri ve hava sahası kullanımınıdır [19]. Seçilen arazinin, ileride doğabilecek kapasite artırımı nedeni ile havaalanı elemanları üzerinde yapılacak büyültme faaliyetlerinde (pistin uzatılması, ikinci bir pistin inşası, terminalin, hangarın veya apronun büyütülmesi gibi), yukarıdaki faktörlerin gözönünde bulundurulması gerekir.

Arazi geniş ve düz olduğu, etrafında dağlık bölgeler olmadığı, çevresine ters bir etkide bulunmadığı, varolan hava sahası kullanımına uygun olduğu ölçüde kapasite artırımına elverişlidir. Yeni havaalanının gerekliliği özellikle ek kapasite ihtiyacı üzerine kurulmuşsa, uzun vadeli düşünüldüğünde arazinin havaalanı kapasitesi artırımına uygunluğu önem kazanır[20].

4.3.5. Varolan hava sahasına etkisi

Yeni kurulacak havaalanı etrafındaki hava sahası kapasitesinin en azından inşası düşünülen pistin kapasitesi kadar olması gerekir. Bunun için de arazinin etrafındaki hava sahasının birbirinden bağımsız varış ve kalkış yolları oluşturmaya elverişli olması, komşu havaalanlarının trafiği ile karışmaması, herhangi bir yasaklı bölge içinde olmaması istenir[20].

Seçilen arazinin etrafındaki hava sahası incelenerek yeni kurulacak havaalanının doğurabileceği problemler ve hava sahasının yeni havaalanı üzerine etkileri belirlenebilir. Ayrıca çevrede daha önceden varolan radyo seyrüsefer yardımcıları saptanarak bunların

kullanılabilirliği araştırılır, böylece bu konuda yapılacak gereksiz yatırımlardan kaçınılmuş olur. Önceden belirlenen her bir arazi için manevra sahaları ve bölge trafik sahaları incelenerek (hava sahasının yoğunluğu, belirli saatlerde kapatılması, tahditli bölgeler gibi), arazilerin hava ulaşımı açısından verimliliklerine göre sıralanması sağlanabilir. Özellikle yoğun hava trafiğinin olduğu bölgelerde bu işlem önem kazanır.

Yeni havaalanı kurulması ile varolan hava sahası içerisine yerleştirilecek olan yeni varış ve kalkış yollarının, aletli yaklaşma ve kalkış yöntemlerinin uçuş süresini ve dolayısıyla uçuş maliyetlerini arttırmayacak, hatta azaltacak şekilde mümkün olduğunca doğrudan olması istenir.

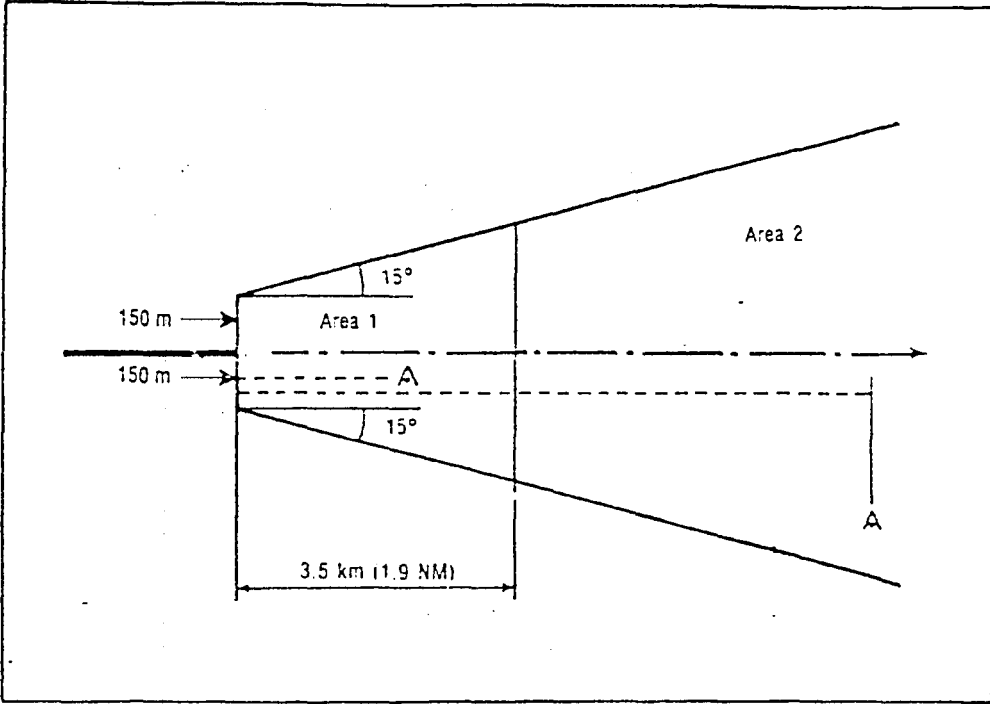
Aletli yaklaşımlarda havaalanı tipine ve rüzgar yönüne göre uygun yaklaşma yönünün seçilmesi gerekir. Rüzgarın ve görüşün en kötü olduğu durumda en fazla hizmet verebileceği yön, pistin yaklaşma yönü olarak seçilebilir. İniş için kullanılan radyo seyrüsefer yardımcılarının belirlenen yönde yerleştirilmesinde herhangi bir problemin olup olmayacağı da ayrıca incelenmelidir. Derin vadiler, deniz, yerleşim birimleri bu tür problemler doğurabilir. Ayrıca radyo seyrüsefer yardımcılarının yaydığı sinyallerin elektrik hatları, yoğun karayolları, elektrikle çalışan demiryolları, metalden yapılmış engeller tarafından bozulmayacağına da kontrol edilmesi gerekir.

Her uçuş öncesinde hazırlanan uçuş planlarında gidilecek havaalanı yanında bir de yedek havaalanı belirlenir ve buna uygun olarak da yakıt depolanır. Herhangi bir nedenle istenen meydana inilemediğinde yedek meydana iniş yapılır. Bu durum genellikle hava koşullarından, pist üzerindeki kazalardan veya görevlerden kaynaklanır. Yeni bir havaalanı planlanırken yedek meydan olabilmeye özelliği de incelenmelidir[7].

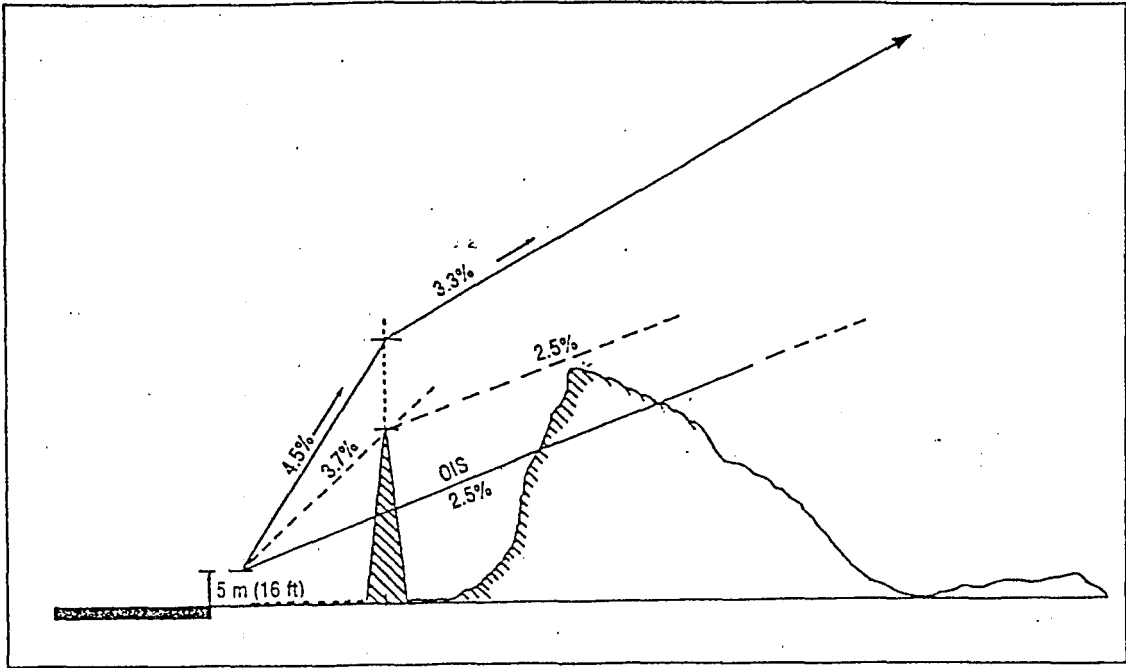
4.3.6. Kalkış yolu üzerindeki yükseltmeler

Yakın manevra sahası etrafındaki çok sayıda yükselti ve şehirleşme, uçuş minimalarını ters yönde etkiler ve havaalanının kullanılabilirliğini azaltabilir. Bu durumda doğal olarak kalkışta ticari yolcu ve kargo taşımacılığına belirli sınırlamalar getirilmesine, inişte kullanılabilir pist uzunluğunun azalmasına sebep olabilir. Bu nedenle kalkış, iniş yolu üzerindeki doğal ve yapay yükseltmelerin ayrı ayrı incelenmesi gerekir. Yükseltmeler ile ilgili yapılacak bir ön çalışma, daha önceden belirlenen bazı arazilerin daha baştan inceleme dışı bırakılmasını gerektirebilir [7].

Kalkış yolu üzerindeki yükseltmelerin boyu arttıkça gerekli kalkış eğimi buna bağlı olarak artacak ve belirli sınırlamalar getirerek havaalanı kapasitesini düşürecektir. ICAO tarafından yayınlanan Doc. 8168'de kalkış yolu üzerindeki yükseltmeler için %2,5 eğimli bir mania tanıma yüzeyi (OIS: Obstacle Identification Surface) denilen bir güvenlik yüzeyi tanımlanmıştır. Buna göre uygun kalkış eğimi, %3,3 olarak verilmiştir. Eğer %2,5 eğimli güvenlik yüzeyini delen herhangi bir engel var ise, bunu yokedecek şekilde eğimin artırılması, engel üzerinden geçildikten sonra da tekrar normal eğime dönülmesi gerekir. Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de doğrusal bir kalkış için güvenlik yüzeyleri ve eğimleri tanımlanmıştır[21].



Şekil 4.2. Doğrusal kalkış güvenlik yüzeylerinin üstten görünüşü (ICAO, 1993)



Şekil 4.3. Doğrusal kalkış güvenlik eğimleri (ICAO, 1993)

4.3.7. İniş yolu üzerindeki yükseltmeler

İniş yolu üzerindeki yükseltmelerin etkisini yine Doc. 8168 içinde tanımlanan OCH (Obstacle Clearance Height) kavramı ile incelenebilir. OCH özellikle aletli yaklaşımlarda karar yüksekliği olarak tanımlanır. Pilot bu yüksekliğe kadar herhangi bir olağandışı durum (motor arızası gibi) karşısında inişten vazgeçip tekrar yükselmeye başlayabilir, pas geçebilir. OCH değerinin altına inildiğinde ise pilot olağandışı bir durum bile olsa inişi tamamlamak zorundadır. Pilot iniş esnasında pas geçmeye karar verdiğinde uçuş kumandalarını irtifa kazanma yönünde harekete geçirirse bile uçak bir süre daha irtifa kaybetmeye devam eder ve yavaş yavaş yükselmeye başlar. Bu yükseklik kaybı (HL : Height Lose) uçak tipine ve ağırlığına bağlı olarak değişir. Döküman 8168'e göre büyük uçaklar için tanımlanan en büyük değer 49 metredir. Buna 3 derecelik süzülüş açısına göre düzenlenmiş koruma yüzeylerini delen yükselti eklenerek OCH değeri hesaplanır[21].

Engel sınır yüzeyleri olarak isimlendirilen bu yüzeyler, havaalanı üzerindeki uçakların kalkış, iniş ve her türlü manevra hareketlerini güvenle gerçekleştirmelerini sağlayacak şekilde engellerden arındırılmış bir hava sahası belirleyerek muhafaza etmek amacıyla düzenlenirler[2].

Engel sınır yüzeylerinin boyutları, pist kategorilerine göre (görerek yaklaşma, aletli veya hassas yaklaşıma uygun pist) değişim gösterir. Her bir pist kategorisi için tanımlanan mania tahdit yüzeylerinin boyutları Annex 14 içerisinde verilmiştir.

4.3.8. Görüş

Sis ve duman, görüşü azaltan ve dolayısıyla havaalanının kullanım kapasitesini düşüren faktörlerdir. Sis genelde rüzgarın az olduğu yerlerde, pus ve duman ise büyük fabrikaların bulunduğu sanayi bölgelerinde görülür[16].

Görerek yapılan iniş, sadece yere yaklaşıldığında belirli minimum görüşün sağlandığı durumlarda gerçekleştirilebilir. Bu koşul, eğer havaalanında gerekli ışıklandırma tesisatı var ise, gece uçuşları için de geçerlidir.

Görüşün görerek inişe izin vermediği durumlarda radyo seyrüsefer yardımcılarını aletli iniş gerçekleştirilir. Pilot, bordo aletleri yardımıyla belirli bir noktaya kadar aletli yaklaşma yapar, bu noktadan sonra yeterli görüş şartları elverişli ise görsel yardımcılar vasıtasıyla inişini tamamlar. Eğer görüş menzili yeterli değil ise, pilotun inişi pas geçmesi, bir başka deyişle tekrar havalanması gerekir. Görüşün, önceden tanımlanan belirli minimum değerlerin altında olduğu durumlarda inişi gerçekleştirmek mümkün değildir. Tanımlanan bu minimumlar, iniş veya kalkış yönüne (rüzgar yönüne göre tanımlanır), havaalanındaki radyo seyrüsefer teçhizatının niteliğine ve çevredeki yükseltilere bağlı olarak tanımlanır[7].

Arazilerin görüş menzillerini tahmin edebilmek için geçmiş yılların hava durumu istatistiklerini incelemek gerekir. Ancak yeni kurulacak bir havaalanı sözkonusu olduğunda, havaalanının konuşlandırılacağı arazinin hava durumu ile ilgili yeterince uzun süreli bir

istatistiksel bilgi elde etmek pek kolay değildir. Ancak arazi üzerindeki tepeler, ormanlık alanlar, nehir, göl ve deniz gibi su unsurları ile arazinin yüksekliği görüşü etkileyen unsurlardır[20].

4.3.9. Rüzgar

İniş ve kalkış hareketleri normalde rüzgara karşı yapılır. Bu hareketleri, gürültüyü önlemek, yerde katedilen yolu azaltmak amacıyla, hafif bir arka rüzgar ile de gerçekleştirmek mümkündür. Ancak böyle bir durumda arka rüzgarın uçak tipine göre değişen belirli bir değer altında olması gerekir. Örneğin A300 tipi bir uçak için bu değer 10 kt., Beech 99 tipi için ise 5 kt.'dir [7].

Özellikle hafif uçaklarda iniş ve kalkış hareketlerini yan rüzgarın, belirli bir değerin üzerinde olduğu durumlarda gerçekleştirmek zor ve tehlikelidir. Uçağın boyutlarına ve kullanım özelliklerine bağlı olarak önem kazanır. Aşağıdaki çizelgede, ICAO tarafından tanımlanan, pist uzunluğuna göre kabul edilebilir yan rüzgar değerleri verilmiştir [4]:

Çizelge 4.1. Pist uzunluğuna göre kabul edilebilir yan rüzgar değerleri (ASHFORD, 1992)

Referans Pist Uzunluğu	Maksimum Kabul Edilebilir Yan Rüzgar Hızı
1500 m ve üstü	37 km/s veya 20 kt
1200 m – 1499 m arası	24 km/s veya 13 kt
1200 m'den küçük	19 km/s veya 10 kt

ICAO standartlarına göre, her üç durum için de, pistin kullanım faktörünün %95'den büyük olması istenir. Burada sözü geçen kullanım faktörü kavramı, yan rüzgarın yukarıda belirtilen değerlerden büyük olması durumunda getirilecek iniş ve kalkış yasağı dışında kalan, pistin kısıtsız kullanılabilirdiği zaman yüzdesidir. İnşa edilecek pistin yönü bu değere göre saptanır. Genelde hakim rüzgar yönüne paralel olarak pist inşa edilir. Kullanım Faktörü aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

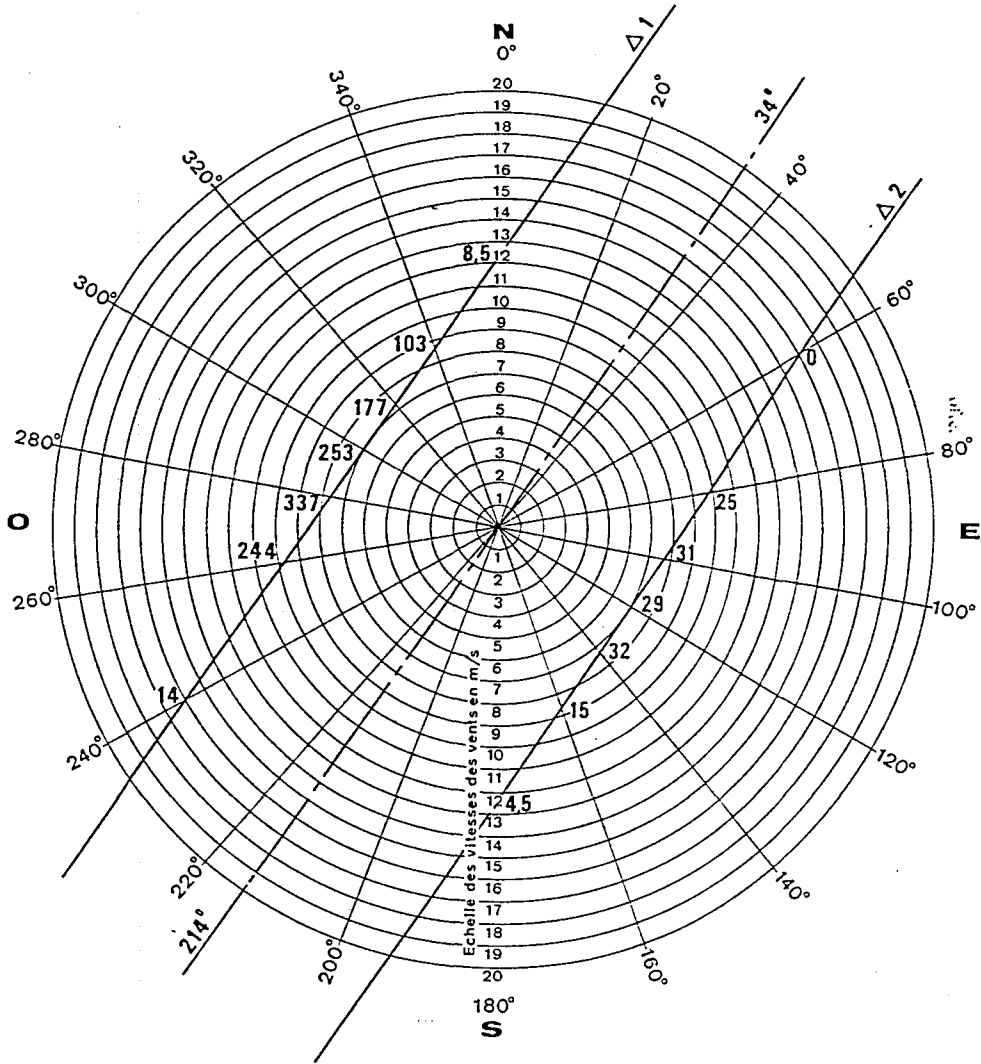
$$\% KF = 100.N'/N \quad (4-1)$$

N = Pistin iki yönünden biri için tasarlanan iniş ve kalkış sayısı

N' = Pistin iki yönünden biri için gerçekleştirilen iniş ve kalkış sayısı

En iyi pist yönü hakim rüzgar yönünde olacak şekilde rüzgar gülü yönteminden faydalanılır. Rüzgar analizi, olduğunca uzun süreli (en az 5 yıl) rüzgar dağılımı istatistikleri gözönüne alınarak yapılır. Rüzgar bilgisi hız, yön ve meydana geliş sayısına göre tablolar

şeklinde düzenlenir. Şekil 4.4'de görüldüğü gibi rüzgar gülü üzerindeki daireler rüzgar hızını, radyaller ise rüzgar yönünü göstermektedir. Yine rüzgar gülü üzerindeki üç paralel doğrudan ortadaki pist orta çizgisini, dıştaki diğer ikisi ise izin verilebilir yan rüzgar hızını göstermektedir.



Şekil 4.4. Rüzgar gülü yardımıyla pist kullanım faktörünün bulunması (DGAC, 1985)

En iyi pist yönünü belirleyebilmek için aşağıdaki koşulları yerine getirmek gerekir:

- Belirli bir yön ve değerdeki rüzgar gözlem sayısı ve bunu tüm gözlemler içerisindeki yüzdesi, rüzgar gülü üzerindeki ilgili bölüme yazılır,
- Dıştaki iki paralel doğru arasındaki kalan bölgede maksimum rüzgar gözlem sayısı veya yüzdesinin elde edildiği doğrultu, pistin en uygun doğrultusu olarak seçilir,
- Bu tanımlı bölge dışında kalan rüzgar gözlem sayısı da toplam gözlem sayısına bölünerek kullanım faktörünün değeri, yüzde cinsinden bulunur. Bu değer %95'den büyük olması gerekir.

Ele alınan örnekte, izin verilebilir yan rüzgar hızı 7 m/sn olarak alınmıştır. 1962-1976 yılları arasında yapılan toplam 43816 ölçümde yönleri ve gerçekleşme sayıları şekilde görüleceği üzere 1273 ölçümde yan rüzgar değeri 7 m/sn'nin üzerine çıkmıştır. Çalışılan bölge için kullanım faktörü (KF), $(43816-1213) / 43816 = \%97,09$ bulunur[7]. Seçilen pist doğrultusu için bulunan bu değer kabul edilebilir bir değerdir. Elde edilen pist yönü, coğrafi kuzeye göre bulunmuştur. Havacılıkta ise yön bilgisi manyetik kuzeye göre verilir. Bu nedenle coğrafi kuzey ile manyetik kuzey arasında bölgeden bölgeye değişen derece farkının gözönüne alınarak coğrafi kuzeye göre verilen derece cinsinden yön bilgisine bu değer eklenmesi veya çıkartılması gerekir. Eğer manyetik kuzey, coğrafi kuzeyin sağında kalıyorsa (East), coğrafi kuzeye göre bulunan yön değerinden manyetik kuzey ile coğrafi kuzey arasındaki fark çıkartılarak, manyetik kuzey coğrafi kuzeyin solunda (West) kalıyorsa toplanarak manyetik kuzeye göre derece cinsinden yön bilgisi bulunur[7].

4.3.10. Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma

Uçağın kalkış ve iniş hareketlerini, dolayısıyla havaalanının kullanım kapasitesini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Özellikle yüksek sıcaklıkların görüldüğü yaz aylarında kalkış için gerekli pist uzunluğu artış gösterir. Buna bağlı olarak da inşa edilmesi gerekli pistin yapım maliyetleri artar.

Aynı şekilde sağnak yağışlar, kar ve buzlanma da pist kullanımını önemli ölçüde etkiler. Özellikle iniş safhasında görüşün düşmesi, pistin kaygan olması, birer tehlike unsurudur. Bu tür problemler radyo seyrüsefer yardımcılar, kar küreme makinaları veya pist ısıtması yoluyla ortadan kaldırılabılır. Ancak havaalanı yapım maliyetlerini artırır. Bu nedenle sıcaklığın yıl içerisindeki dağılımının düşük, yağmur, kar ve buzlanma olaylarının seyrek olması tercih edilir.

4.3.11. Yerel ekonomi üzerine olumsuz etkisi

Havaalanı kurulması, arazi üzerindeki işyerlerinin kapanmasına, burada çalışan işçilerin işsiz kalmasına yol açabilir. Özellikle havaalanı kurulacak arazinin büyük ve düzgülü

olması gerekliliği, bu bölgede bulunan çoğu ekili alanın zarar görmesine veya yokolmasına sebep olabilir. Ancak bu durum, diğerler faktörler kadar önemli değildir. Çünkü havaalanı inşası ve daha sonra işletimi esnasında yeni iş imkanları ortaya çıkacaktır. Özellikle havaalanının işletimi, önemli işgücü potansiyeli gerektirir. Büyük bir şehir yakınında kurulan yeni bir havaalanında, hava taşımacılığı faaliyetleri için onbinlerce kişi çalıştırılır[20].

Havaalanı kurulması, yakın çevresinde yeni endüstriyel faaliyetlerin oluşmasını, turizm sektörünün gelişmesini, yeni iş sahalarının açılmasını beraberinde getirebilir. Yerel ekonomi üzerinde oluşabilecek olumsuz etki, işsizlik problemi çözüldüğü, en az kapatılan işyeri sayısı kadar yeni iş imkanları sağlandığı ölçüde ortadan kalkar.

Değerleme için her bir arazi üzerinde bulunan ve kapatılması gereken işyeri sayısı (ekili alan sayısı da buna dahil olmak üzere) gözönüne alınabilir.

4.3.12. Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması

Bir havaalanı kurmak için büyüklüğüne bağlı olarak binlerce dönüm araziye gereksinim vardır. Bu durum, geniş arazi üzerinde küçük veya büyük çaplı yerleşim birimlerinin bulunması olasılığını artırır ve bölgedeki yerleşik nüfusun başka yerlere taşınmasını gerektirebilir. Bu tür bir faaliyet, halk üzerinde moral bozukluğuna, sosyal karışıklıklara ve kamuoyunun tepkisine sebep olabilir. Böyle bir olumsuz etkiye meydan vermemek için havaalanı yapımı planlanan araziler üzerindeki yerleşim birimlerinin dikkatlice incelenmesi, mümkün olduğunca yerleşim nüfusunun düşük olduğu arazilerin tercih edilmesi gerekir.

4.3.13. Pazar potansiyeli

Arazinin konumu, havaalanının işlerliğini önemli ölçüde etkiler. Havaalanı kurulacak arazi etrafındaki yerleşim birimlerinin ve nüfusun çokluğu, havaalanının pazar potansiyelini artırır. Aynı zamanda havayolu ulaşımının tercih edilmesi için seyahat süresinin demiryolu, karayolu veya denizyolu gibi diğer ulaşım türlerine göre daha kısa ve güvenli olması gerekir. Özellikle kısa menzilli uçuşlarda seyahat süresi önem kazanır. Seyahat süresi olarak şehirden havaalanına ulaşım, yolcu terminali içerisinde işlemler için geçen süre ve uçuş süresi alınarak her bir arazinin konumunun bu süreyi ne oranda kısaltacağı bu parametre ile incelenir[20].

4.3.14. Alt yapı olanakları

Yeni havaalanının büyük bir alan üzerine kurulacak olması, arazi üzerinden geçen karayolu, demiryolu, enerji nakil hatları, su, kanalizasyon, telefon ve doğalgaz boru hattı gibi altyapı olanaklarının yönünün değiştirilmesini beraberinde getirebilir. Bu nedenle aday

araziler üzerindeki altyapı olanakları dikkatlice incelenmeli, bunların güzergahlarının değiştirilmesinin getireceği maliyet hesaplanmalıdır.

Buna karşın havaalanının inşa edileceği arazinin altyapı olanaklarına yakın olması, elektrik, su, telefon, doğalgaz, kanalizasyon, karayolu, demiryolu gibi hizmetlerin havaalanına getirilmesi için harcanacak tutarın düşmesine sebep olur.

Değerleme yapılırken, eğer arazi üzerinde var ise, güzergahı değiştirilecek ve daha önce varolan altyapı olanaklarından havaalanına kadar yapılacak ilave tesisin uzunluğu ölçü olarak alınabilir. Böylece ülkeden ülkeye değişen malzeme ve işçilik giderleri yerine yeni inşa edilecek veya güzergahı değiştirilmek üzere tekrar inşa edilecek altyapı ağının uzunluğu kavramı kullanılarak genelleştirme yapılabilir. Bulunan uzunluk küçük olduğu ölçüde arazinin uygunluğu artar.

4.3.15. Ulaşım süresi

Bir ulaşım türünün diğerlerine üstünlük sağlayabilmesi için ulaşım süresinin düşük olması gerekir. Aynı şekilde havayolu taşımacılığının gelişebilmesi için ulaşım veya seyahat süresinin karayolu, demiryolu veya denizyolu taşımacılığına göre kolaylık sağlaması şarttır. Seyahat süresi denildiğinde şehirden havaalanına veya havaalanından şehire ulaşım süresi, terminal binası içerisinde ve havada geçen süre anlaşılır.

Havaalanı işleticileri ve havayolu şirketleri terminal binası içindeki yolcu trafiğini basitleştirerek, yolcu kayıt ve yükleme, gümrükten geçiş veya bagaj teslimi işlemleri ile ilgili formaliteleri azaltarak terminal binası içerisinde harcanan süreyi düşürmeye çalışırlar. Havaalanı ile şehir bağlantısı ise, özellikle ulusal hava taşımacılığının gelişmesi ve diğer ulaşım türlerine tercih edilmesi açısından büyük önem taşır. Uluslararası veya uzun menzilli uçuşlarda havaalanı ile şehir arasındaki uzaklığın kısa olması, yolcular için ulusal taşımacılıktaki kadar önem arz etmese bile yolcunun konforu ve turistlerin rahatlıkla havaalanını bulabilmesi açısından tercih edilir. Genelde şehirden havaalanına veya havaalanından şehire ulaşım süresi uzun menzilli bir uçuşun 1/5'i, kısa menzilli bir uçuşun 1/2'si mertebelerindedir. Bilindiği gibi seyahat süresi içerisinde havaalanına ulaşım süresinin payı oldukça büyüktür. Bu nedenle ulaşım süresinin düşürülmesi, hava taşımacılığının diğer taşımacılık türleri ile rekabet gücünü artırır [7].

Ancak, havaalanı şehir merkezine yakın inşa edilirse, gürültü problemi artacaktır. Genel eğilim, havaalanı ile şehir merkezi arasındaki ulaşım süresinin ortalama 20-25 dakika (90 km/s sabit hızda) olmasıdır[17].

4.3.16. Gürültü

Havaalanı kurulmasının çevresi üzerine etkileri içerisinde en önemlisi ve kontrolü zor olanı uçak gürültüsüdür. 1959 yılında ilk ticari jet uçaklarının kullanılmaya başlanması ile

havaalanı gürültüsü önemli bir problem olmaya başladı. Hava trafiğindeki artış, daha büyük ve daha güçlü jet uçaklarının kullanılması, hızlı şehirleşme sonucu havaalanları ile yerleşim birimlerinin birbirine yakınlaşması, halkın çevre ile ilgili problemlere, özellikle havaalanı gürültüsüne daha fazla duyarlık göstermesi, bu problemin her geçen gün önemini daha da artırdı. Bu nedenle ICAO, jet uçakları için gürültü sertifikasyon standartları tanımladı. Böylece gürültü standartlarına uymayan uçak tiplerinin uçuşu engellendi.

Günümüzde gürültü, büyük bir rahatsızlık kaynağı olması, uykuyu bölmesi, karşılıklı konuşmanın anlaşılabilirliğini engellemesi, dinlendirici ve eğlendirici birçok faaliyetten yoksun bırakması sebebiyle insan sağlığını ters yönde etkileyen önemli bir faktör olarak bilinmektedir. Yapılan denemelerle, gürültünün şiddetinden çok, meydana geliş sayısı ve süresi daha büyük rahatsızlık verdiği görülmüştür. Bu nedenle, bir havaalanından kalkan ve inen uçak sayısı ile meydana geliş süresi, havaalanı yakınında oturanları etkileyen önemli iki faktördür. Bunun yanında gece boyunca gerçekleştirilen uçuşlarda ortaya çıkan gürültü, gündüz uçuşlarına göre daha rahatsız edicidir.

Uçak hareketlerinden kaynaklanan gürültünün ölçülmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de 1970'li yılların sonunda FAA tarafından geliştirilen gündüz-gece ortalama ses seviyesi (L_{DN}) yöntemidir. L_{DN} , 24 saatlik bir zaman diliminde belirli bir yerde yapılan dB cinsinden çevre gürültüsü ölçümüdür. Aşağıdaki iki formül vasıtasıyla hesaplanır[4]:

$$L_{DN}(i,j) = SEL(i,j) + 10 \log(N_D + 10N_N) - 49,4 \quad (4-2)$$

N_D = Saat 07:00-22:00 arası uçak hareketi (kalkış ve iniş) sayısı

N_N = Saat 22:00-07:00 arası uçak hareketi (kalkış ve iniş) sayısı

$SEL(i,j)$ = Maruz kalman ortalama ses seviyesi (dB)

i = Uçak tipi

j = Kullanım türü

Bu formül ile havaalanında ortaya çıkması muhtemel her bir gürültü tipi için ayrı ayrı L_{DN} değerleri hesaplanır. Daha sonra da aşağıdaki formül yardımıyla uçak hareketlerine bağlı toplam L_{DN} değeri bulunur.

$$L_{DN} = 10 \log \sum_i \sum_j 10^{\frac{L_{DN}(i,j)}{10}} \quad (4-3)$$

Havaalanının yakın çevresindeki istenmeyen gürültünün etkisini azaltmak için geliştirilmiş pek çok teknik vardır. Yapılan iyileştirme çalışmaları dört konu üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Bunlar;

- Uçak tasarımı veya modifikasyonu,
- Uçak hareketleri ve kullanımı,
- Havaalanı planlaması ve tasarımı,

- Havaalanı yakınında arazi kullanımı olarak sıralanır.

FAA, tüm yeni subsonik turbojet uçakları için gürültü ile ilgili olarak sertifikasyon aşamasında belirli sınırlamalar getirmiştir. Gürültü sertifikasyon işlemi, yaklaşma ve kalkış yolu üzerinde tanımlı noktalardan yapılan gürültü ölçümleri ile gerçekleştirilir. dB cinsinden maksimum gürültü seviyesi, uçak ağırlığının fonksiyonu olarak tanımlanır. Son yıllarda uçak üreticileri, daha sessiz uçak motorları ve hızlı iniş veya kalkışa izin veren geliştirilmiş aerodinamik tasarımlar vasıtasıyla çok daha gürültüsüz uçak modelleri geliştirdiler.

Bunun yanında çoğu ülke, uçak kullanımında gürültü problemini azaltmak için belirli sınırlamalar getirmiştir. Örneğin FAA, ABD üzerinde süpersonik sivil uçakların uçuşunu yasaklamıştır. Ayrıca gürültüyü azaltmak için özellikle nüfusun yoğun olduğu alanlarda, kısa sürede daha yüksek irtifaya ulaşmak amacıyla uçak hızı değiştirilebilir, daha hızlı manevra hareketleri gerçekleştirilebilir, birden fazla pist inşa edilebilir, gece uçuşları belirli bir saatten sonra yasaklanabilir veya bunun gibi farklı kullanım sınırlamaları getirilebilir.

Havaalanı planlamacıları pisti inşa etmeden ve doğrultusunu belirlemeden önce istenmeyen gürültü kaynaklarını ve yerleşim birimlerini gözönünde bulundurmalıdırlar. Gürültü problemi pist inşa edildikten sonra ortaya çıkmışsa, bunu önlemek için yaklaşımlarda pist eşiği kaydırılabilir.

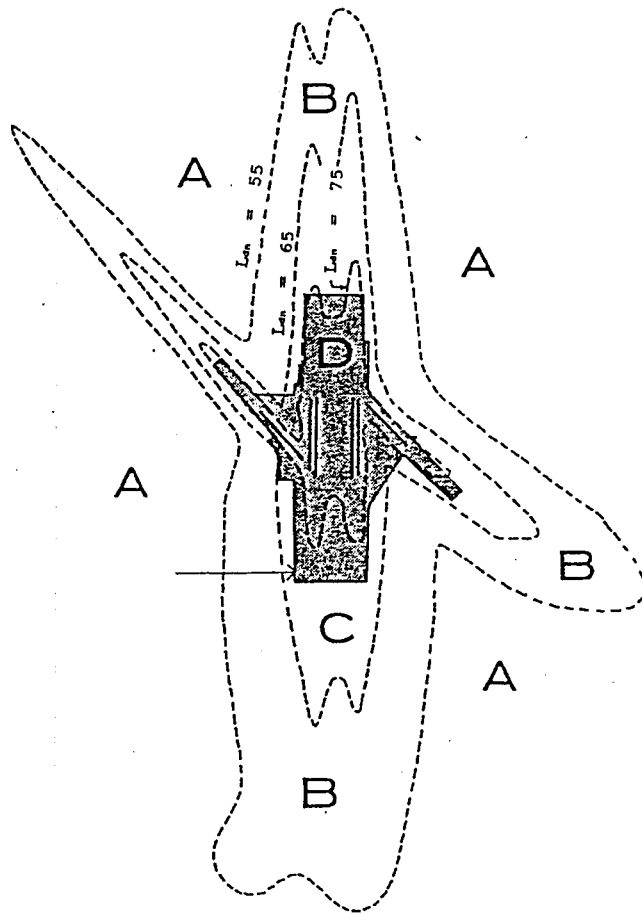
Uçak gürültüsüne karşı geliştirilen belki de en başarılı önlem, arazi kullanımı planlaması ve kontrolüdür. Bu sayede yeni bir havaalanı kurulacağı zaman, havaalanının yakın çevresinin havaalanı kurulmasına uygun özelliklere sahip bir bölge olması şansı artar. Örneğin L_{DN} değeri 65 dB'den küçük olan bölgelerde havaalanı kurmak mümkündür. Aynı şekilde L_{DN} değeri 65 ile 75 arasında olan bir arazi, ticari ve sanayi amaçlı işyeri veya halka açık binalar inşa edilmek üzere kullanılabilir. Bina içinde özel bir yalıtım var ise arazi, otel, motel veya apartman dairesi gibi binaların inşasına uygunluk gösterir. L_{DN} değerinin 75'den büyük olduğu yerler arazi kullanımına pek fazla uygunluk göstermez. Ancak iyi bir yalıtım yapılmış ise otel, motel, işyeri veya halka açık bina inşasına uygunluk gösterebilir.

Bölgeleri, gürültü seviyelerine göre gruplamak mümkündür. Örneğin Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi FAA, havaalanı gürültüsünün farklı seviyeleri için farklı arazi kullanımı türleri tanımlamıştır.

ABD'de geliştirilen bilgisayar destekli INM (Integrated Noise Model) sistemi ile havaalanı çevresinin, uçak manevra hareketlerine ve uçak tiplerine bağlı olarak oluşturulmuş gürültü haritasını çıkarmak mümkündür. Bu harita ile tanımlı bir değerdeki gürültü seviyesine maruz kalacak bölgeler ayrı ayrı gruplandırılmıştır. Bu tür haritalar, halkın gürültüye olan tepkisindeki değişimler ve duyarlılığı iyice tanındıktan sonra tepki almayacak şekilde akıllıca kullanılmalıdır[4]. Şekil 4.5'de INM sistemi ile çizilmiş tipik bir gürültü haritası görülmektedir.

Çizelge 4.2. FAA Gürültü Sınıflarına Göre Arazi Kullanımı (ASHFORD, 1992)

Arazi Kullanım Türü	Gürültü Sınıfı	L_{DN} (dB)	Değerlendirme	Öneri
A	Minimum gürültü	0-55	Kesinlikle kabul edilebilir	Arazi kullanım sınırlaması yok
B	Orta seviyede gürültü	55-65	Kabul edilebilir	Arazi kullanım kontrolü yapılmalı
C	Yüksek seviyede gürültü	65-75	Kabul edilemez	Gürültü önleyici yalıtım ve arazi kullanımı kontrolü
D	Sert gürültü	75-üstü	Kesinlikle kabul edilemez	Havaalanı sınırları dahilinde gürültünün önlenmesi



Şekil 4.5. Havaalanı çevresi gürültü haritası (ASHFORD, 1992)

4.3.17. Ekolojik denge

Ekoloji, hayvanlar ve bitkiler ile yaşadıkları çevre arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalıdır. Havaalanı kurulmasının bitki örtüsü ve hayvan türleri üzerindeki etkisi 10, 20 veya daha uzun yıllar sonunda ortaya çıkabilir. Toprak düzleme çalışmaları, yol veya her türlü boru hattı yapımı, hayvanların besin kaynaklarını, bazı küçük hayvan türlerini ortadan kaldıracaktır veya bu kaynaklara ulaşmasını engelleyebilir. Havaalanında zararlı böcek ve bitkileri öldüren ilaçların kullanımı, suda yaşayan hayvan türlerinin beslenme kaynaklarının zarar görmesine sebep olabilir. Yeraltısuyunun aşırı çekilmesi, hayvanların ve bitki örtüsünün yaşaması için gerekli su kaynaklarını kurutabilir. Bunun yanında uçak motorlarının çıkarttığı zehirli gazlar, bazı bitki türlerinin zarar görmesine, ekili alanlarda üretimin düşmesine neden olabilir. Su kirliliği, doğal su yollarındaki oksijen kaynaklarını yok ederek suda yaşayan canlılara zarar verebilir. Bu nedenle yeni bir havaalanı inşa edilirken veya varolan havaalanı genişletirken ekolojik dengenin bozulmamasına özen gösterilmelidir[4].

4.3.18. Kültürel zenginlik

Arazi üzerindeki tarihi, arkeolojik ve kültürel kaynakların, park, bahçe ve dinlenme merkezlerinin varlığı gözardı edilmemelidir. Bu tür kültürel zenginliklerin ve sosyal tesislerin arazi üzerinde bulunmaması istenir. Ayrıca havaalanı faaliyetlerinin ve uçak hareketlerinin yakın çevrede bulunan bu özellikteki tesislere zarar verip vermeyeceği de incelenmelidir. Halkın tepkisini almamak, havaalanının kurulması ile ilgili herhangi bir aşamada zorlukla karşılaşmamak için seçilen arazi üzerinde tarihi binaların, arkeolojik kalıntıların, camilerin, park, bahçe gibi sosyal tesislerin bulunmamasına dikkat edilmelidir.

4.3.19. Yeraltı – yerüstü su ve maden kaynakları, hava kirliliği

Yeni bir havaalanı inşası, yeraltı veya yerüstü su kaynaklarının doğal akışında değişmelere, sel baskınlarına sebep olabilir. Pist, taksiyolu, binalar, apron ve diğer havaalanı elemanları oldukça büyük bir yüzey üzerine kurulur. Bu durum, yağmur sularının toprak altına süzülmesini önler, yüzeyde biriken su miktarı artar ve sel baskını olasılığı ortaya çıkabilir.

Deniz kıyısı boyunca yapılmış bir çok havaalanına rastlamak mümkündür. Bu bölgelerde toprak, zayıf ve değişkendir. Böyle bir durumda kanalların ve su yollarının tekrar yerleştirilmesi, bataklık alanlarının kurutulması gerekebilir. Yapılan bu tür işlemler, bölgenin iklim şartlarının, su akışı güzergahlarının değişmesine, vahşi doğanın dengesinin bozulmasına, balık türlerinin yokolmasına sebep olabilir[4].

Havaalanı kurulması ile ortaya çıkabilecek en önemli problemlerden biri de hava kirliliğidir. Uçak motor ekzost gazı, uçak yakıt sistemi, yolcu, ziyaretçi ve çalışanların

araçları, yer hizmeti teçhizatı, havaalanı ısıtma tesisatı, inşaat faaliyetleri başlıca hava kirliliği kaynaklarıdır. Bunun önüne geçebilmek için hava kirliliğinin yoğun olacağı yeni kurulacak havaalanı ile yerleşim birimlerinin yoğun olduğu bölge arasına tampon bölgeler yerleştirilebilir. Ayrıca hava kirliliğini ortaya çıkaran büyük otoparklar, ısıtma tesisatı gibi tesisler birbirinden olduğunca uzakta ve rüzgarı yerleşim birimlerinden havaalanına doğru olacak şekilde inşa edilebilir [4].

Ayrıca zengin maden kaynaklarının bulunduğu bir alan üzerine havaalanı kurulmamasına dikkat edilmelidir.

4.3.20. Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı

Havaalanının projelendirilmesinden inşasına, hatta işletilmesine kadar olan aşamalarda karşılaşılabilecek beklenmedik olaylar ve risk bu parametre ile incelenir. Arazi üzerinde bulunan yerleşim birimlerinin park, bahçe, sosyal yapıların ortadan kaldırılarak yerine havaalanı yapılması halk ve yerel yöneticiler tarafından hoş karşılanmayabilir. Bu nedenle arazi üzerinde bu tür yapıların olmaması tercih edilir. Ayrıca havaalanının kurulacağı araziye de içine alan gelecekte yapılması planlanmış büyük projeler, arazinin satın alınmasında karşılaşılabilecek zorluklar, inşaatta kullanılacak ağır teçhizatın bölgeye taşınmasında ortaya çıkabilecek problemler, grev gibi olgular aşamaları gerçekleştirmede gözönüne alınması gerekli risk faktörleridir [19]. Bu faktörlerden herhangi birinin ortaya çıkması, havaalanı kurmak için gerekli sürenin uzamasına ve maliyetlerin artmasına sebep olabilir.

5. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA HAVAALANI YER SEÇİMİ MODEL ÖNERİSİ

5.1. Havaalanı Yer Seçiminde Karşılaşılan Problemler

Havaalanı Master Planı'nın en önemli adımlarından biri olan havaalanı yer seçimi aşamasında yapılacak bir hata, ileride düzeltilmesi mümkün olmayacak sonuçları da beraberinde getirebilir. Örneğin, havaalanı işletme giderlerinin artmasına, yapılan yatırımın geri dönüş süresinin uzamasına, ileride diğer havaalanları karşısında rekabet gücünün düşmesine, varolan talebi karşılamak için gerekli kapasitenin altında kalmasına neden olabilir.

Havaalanı yer seçimi aşamaları içerisinde en önemlisi ise arazi değerlendirme ve uygun araziye karar verme aşamasıdır. Yolcu ve uçak trafik tahminlerinden faydalanarak genel havaalanı büyüklüğü ve ihtiyaçlar saptama temel bilgiler biraraya getirildikten sonra belirlenen arazilerin incelenmesi ve en uygun olanının seçilmesi aşamasına geçilir. Belirlenen tüm aday araziler, 4. Bölümde ayrıntılı olarak ele alınan parametreler gözönünde bulundurularak sistemli bir şekilde değerlendirilir ve uygun arazi sayısı en aza indirgenir. Daha sonra bu az sayıdaki havaalanı inşaatına aday arazi ayrıntılı bir şekilde birbirleri ile karşılaştırmalı olarak tekrar gözden geçirilir[19].

Arazi değerlendirme için geliştirilmiş genel bir yöntem şu anda mevcut değildir. Yapılan yer seçimi çalışmalarının çoğu ayrıntılı birer rapor veya fizibilite çalışması şeklindedir. Yapılan analizler sonucunda ortaya çıkan bilgiler, tablolar ile düzenlenmekte ve aday araziler bu tablolar vasıtasıyla birbirleriyle karşılaştırılmakta, sonuçta yorum yapılarak en uygun arazi saptanmaya çalışılmaktadır. ABD'de 1983 yılında Metro Havaalanı [22], 1990 yılında San Diego Havaalanı [23] ve 1994 yılında New Orleans Havaalanı [24] için yapılan çalışmalar bunun birer örneğidir.

Bu çalışmalarda öncelikle havacılık talep tahminleri hazırlanmış, bu tahminler yardımıyla da toplam arazi, pist sayısı ve havaalanı elemanlarının boyutları belirlenmiş daha sonra da uygun kroki veya krokiler çizilmiştir.

Arazi değerlendirme aşaması ise iki bölümden oluşmuştur. İlk bölümde, şehir merkezinden havaalanı kurulacak araziye en kısa ulaşım süresi ve talep tahminleri ile belirlenen havaalanı büyüklüğü gözönüne alınarak, incelemeye alınan alan üzerinde azami sayıda aday arazi belirlenmiş, bu araziler şehir merkezine uzaklıkları, hava sahası kalitesi, çevre üzerine etkileri, arazi düzenleme maliyetleri, arazi gelişim planlarına uygunluk, politikacıların ve halkın görüşleri gibi faktörler dikkate alınarak bir değerlendirmeye tabi tutulmuş ve arazi sayısı en aza indirgenmiştir.

İkinci bölümde az sayıdaki arazi yukarıdaki faktörler yanında, birinci bölümde dikkate alınmayan diğer faktörler de (tarihi ve arkeolojik yapılar, hayvan türleri ve bitki örtüsü, suyun niteliği, hava kirliliği, bataklık alanlar, uçak gecikmesi, uçak gürültüsü, havaalanına ulaşım, aşamaları gerçekleştirilmede beklenmeyen olaylar gibi) gözönüne alınarak daha ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulmuş ve en uygun arazi belirlenmiştir.

Bölgede daha önce bir havaalanı varsa ve bu havaalanı varolan trafik talebini karşılayamıyorsa veya yakın bir gelecekteki trafik talebini karşılayamayacağı düşünülerek bu yer seçimi çalışması yapılıyor ise, son adımda varolan havaalanının genişletilmesi seçeneği ile uygun arazi üzerine yeni bir havaalanı kurulması seçeneği birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Yapılan yer seçimi çalışmalarında göze çarpan diğer bir nokta, yer seçimine etki eden faktörler incelenirken her bir faktörün önem derecesine bakılmaksızın değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarda değerlendirmede kullanılan parametreler kabul parametreleri ve karşılaştırma parametreleri adı altında sadece iki gruba ayrılarak bir anlamda birincil ve ikincil öncelikli parametreler olarak önem derecelerine göre bir sınıflandırma yapılmıştır.

Araziler üzerinde derinlemesine bir karşılaştırma yapabilmek için sayısal değerlendirme ile sonuca gitmek gerekir. Daha önce yapılan yer seçimi çalışmalarında görüleceği üzere sözü geçen parametrelerden bazılarını doğrudan sayısal olarak veya para cinsinden ifade etmek mümkün olmakla birlikte bazılarını ise doğrudan sayısal olarak ifade etmek mümkün olmayabilir. Ancak daha sonraki alt bölümlerde verilecek havaalanı yer seçiminde arazi değerlendirme model önerisinde görüleceği üzere, belirli tanımlamalar vasıtasıyla tüm parametreleri birimsiz, fakat sayısal olarak değerlendirmek mümkündür. Böylece her bir arazi için yapılan sayısal değerlendirme sonucunda elde edilen toplam ve ağırlıklı ortalamalar hesaplanarak uygun arazi belirlenebilir.

Her bir parametrenin önem derecesine göre değişen ağırlıklı değeri vardır. Bu ağırlıklar farklı örnekler için farklı değerler alabilir. Değişik bakış açılarına göre neyin daha önemli olduğunu ve buna göre ağırlık değerlerini saptamak oldukça zordur. Aynı şekilde bazı politik, hukuksal, kurumsal, çevresel ve finansal sebepler arazi seçimini etkileyebilir. Örneğin aday arazilerden biri şehre yakın olmasına karşın, şehir için gürültüye sebep olacak, diğer bir arazi ise gürültü problemi yaratmamasına karşın şehre uzak olacaktır. Burada objektif olunamayacağı açıktır. Durum böyle olunca da seçim teknik yönüyle değil, politik yönüyle düşünülerek gerçekleştirilecektir[17].

3. Chicago Havaalanı için 1992 yılında yapılan yer seçimi çalışması bunun en güzel örneğidir. Öncelikle beş aday arazi incelemeye alınmış ve politik sebeplerden dolayı en kötü seçeneklerden biri olmasına rağmen Lake Calumet, havaalanı yapımı için en uygun arazi olarak seçilmiştir. Bu seçim ile 40.000 kişi evlerini terk etmek zorunda kalacaktır ve bunun maliyeti 18 milyar dolara ulaşacaktır. Aynı zamanda havaalanı, çevresel olarak oldukça duyarlı bir alan üzerine kurulacaktır ve bölge üzerinde zehirli atıkların ve bataklıkların bulunduğu alanlar vardır.

Tüm çevreci gruplar Lake Calumet'in seçilmesine karşı çıktılar. Havayolu şirketleri de şehir merkezinden uzak bir havaalanına inmek istememekteydiler. Ayrıca bu bölge üzerindeki bataklıkları kurutmak ve zehirli atıkları temizlemek oldukça pahalı bir işittir. Lake Calumet'i temizlemenin tek yolu ise buraya bir havaalanı inşa etmektir. Bu sayede gerekli 1 milyar dolar inşa giderleri içerisinde sokularak sağlanabilecektir. Ayrıca yeni havaalanı çelik endüstrisindeki krizden kaynaklanan işsizlik problemini de ortadan kaldıracaktır.

Lake Calumet'in politik sebeplerden seçildiğinin anlaşılması üzerine yeniden dikkatli ve kapsamlı bir araştırma yapılması, federal hükümetten tekrar onay alınması gerekliliği

ortaya çıkmıştır[25].

Görüldüğü gibi politik, kurumsal, çevresel veya finansal faktörler havaalanı yer seçimini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu nedenle farklı yaklaşımlar için farklı ağırlık katsayıları kullanmak gerekir. Karşılaşılabilecek bu tür olayların çözümü daha ileriki alt bölümlerde verilecek model önerisi içerisinde açıklanmıştır.

Havaalanı yer seçiminde diğer bir problem ise yer seçimine ve havaalanı master planına temel teşkil edecek gelecekle ilgili tahminlerin tam doğru sonuç vermemesidir. Bu nedenle de hem sistemin performansını hem de yükünü önceden kestirmek zordur. Yer seçimi aşamalarını gerçekleştirmek için yapılan çalışmaların tamamı uzun vadeli tahminler üzerine kurulur.

Geleceği önceden doğru olarak kestirebilmek zordur. Özellikle sürekli değişen ve gelişen havacılık sektöründe bu durum daha belirgin olarak ortaya çıkmakta ve master plan çalışmasının akışını ters yönde etkilemektedir. Uzun dönemli tahminler tatmin edici ve inandırıcı değildir. Her zaman bir belirsizlik sözkonusudur. Önemli olan bu belirsizliklerin saptanması ve farklı olasılıklar karşısında farklı stratejilerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınmasıdır. Daha önce belirtilen örneklerde olduğu gibi bugüne kadar yapılan yer seçimi çalışmalarının en büyük yanlışı, trafik tahminlerini tam doğru olarak kabul edip, olası riskleri gözardı ederek yer seçimini gerçekleştirmeleridir[18]. Bunun yerine tüm riskleri içerecek şekilde yüksek, orta ve düşük seviyeli tahminler yaparak havaalanı yer seçimini gerçekleştirmek daha uygun olacaktır. Bu konu ile ilgili bilgiler, model önerisi içerisinde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Yukarıda sözü geçen problemleri ortadan kaldırabilmek, daha objektif bir havaalanı yer seçimi yapabilmek için arazileri sayısal olarak değerlendirmek gerekir. Bu nedenle model önerisinde Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (GIS: Geographical Information System) getirdiği olanaklar kullanılmaya çalışılmıştır.

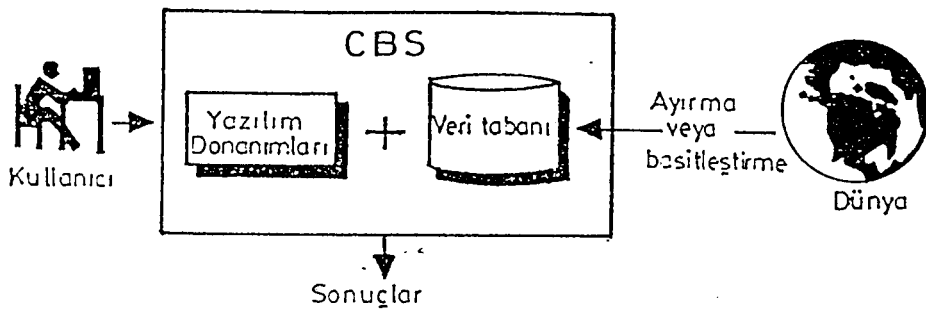
5.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi verilerin bilgisayar donanımları ile belirli bir amaç için toplanması, depolanması, güncelleştirilmesi, analiz edilmesi ve görüntü şeklindeki bilgilere dönüştürülmesi işlemlerini gerçekleştiren sistemlere Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) denir. CBS aynı zamanda coğrafi bir konuma sahip olan veri tabanlarının sorgulanmasına olanak tanıyan bilgisayar esaslı sistemlerdir. Toplanan verilerin bilgi ile birleştirilip kısa sürede yorumlanması CBS ile mümkün olmaktadır[26].

CBS'nin kullanılmaya başlanması son 20 yıl içerisinde olmuştur. 1960'lı yıllarda coğrafya ile ilgilenen birkaç bilim adamı, elde ettikleri bilgilerin bir bilgisayar içerisinde toplanması ve düzenlenmesi üzerine bir sistem geliştirmişlerdir. 1980'li yıllarda ise teknolojiye gelişmeler sonucu CBS ortaya çıkmış; arazi kullanımı ve planlaması, doğal kaynakların yönetimi, ekolojik araştırmalar ve bölge nüfusu ile ilgili araştırmalar CBS'nin sağladığı olanaklar kullanılarak yapılmıştır[27].

CBS dışındaki birçok bilgisayar yazılımı yardımı ile coğrafi veri ve bilgi depolamak olanaklıdır. Bunlara örnek olarak AutoCad, Lotus 1-2-3 ve Excel gösterilebilir. CBS'nin bu gibi programlara üstünlüğü ise veri sorgulama yeteneğinin bulunmasıdır.

CBS kullanıcı, bilgisayar ve veri ortamından oluşur. Bilgisayar ortamı ise yazılım ve veri tabanı olarak iki alt bölüme ayrılır (Şekil 5.1). CBS sadece bilgisayar yardımı ile harita yapabilen bir sistem değildir. Aynı yerin değişik ölçekte, değişik projeksiyonlarda ve değişik renklerde haritasını hazırlayabilmektedir. Aynı zamanda bir analiz aracıdır. Harita şekillerinin birbirleri ile olan ilişkilerini tanımlayabilme gücüne sahiptir. CBS sadece haritaları depolayan bir sistem değildir. Depolanan verilerin istenilen açıdan tekrar oluşturulması ve amaca göre tekrar düzenlenip haritalanması mümkündür.



Şekil 5.1. CBS kullanım ortamı (AYDAY, 1992)

CBS aynı zamanda coğrafi veriler ile coğrafi bilgiler arasında ilişki kurulmasını sağlayan önemli bir arabulucudur. Veri ile bilgi birbirlerinden farklı tanımlardır [26]. Örneğin Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) tarafından işletilen bir havaalanının coğrafi koordinatları, o havaalanı ile ilgili verilerdir. Havaalanında çalışan personel sayısı, trafik tipleri, yıllık uçak hareketi ve yolcu sayısı ise o havaalanı hakkındaki bilgiyi oluşturmaktadır. CBS ile veriler ve bilgiler arasında ilişki kurmak mümkündür.

CBS sadece harita, şekil ve resim depolamaz, bunlar yardımı ile veri tabanı oluşturulmasını sağlar. CBS'ni diğer çizim programlarından ayıran en önemli özellik budur. Oluşturulan veri tabanı kullanılarak her türlü sorgulama yapmak, verileri düzeltmek ve güncelleştirmek mümkündür.

5.2.1. CBS projelerinin hazırlanması

CBS projelerinin yapılması ve hazırlanmasında bir kural bulunmamakla birlikte, projelendirmede belirli bir sırayı izlemek yapım sırasını kısaltmaktadır. Genellikle CBS projeleri dört ana bölümden oluşur. Bunlar sırasıyla :

- Tasarım,
- Veri tabanı oluşturulması,
- Verilerin analizi,
- Analiz sonuçlarının sunulmasıdır.

5.2.2. Tasarım

Proje yapım işlemlerine geçmeden önce projenin amacının belirlenmesi gerekir. Çözümü gereken problemler ve çözümleri ortaya konur, çözüm için gerekli seçenekler araştırılır. Analiz sonuçlarının proje sonunda ne şekilde ve ne tipte belgelendirileceğine bu aşamada karar verilir. Sonuçta oluşacak belgelerin kimler tarafından kullanılacağı belirlenerek belgelerin o kişilere yönelik hazırlanmasına çalışılır. Tasarım sırasında aşağıdaki konuların tanımlanması gerekir:

- Çalışma alanı sınırları,
- Kullanılacak koordinat sistemi,
- Kullanılacak veri katmanları
- Veri katmanlarında kullanılacak elemanların öznitelikleri,
- Özniteliklerin ne şekilde kodlanacağı.

Verilerin sayısallaştırılarak CBS'de kullanılır duruma getirilmesi için çeşitli yöntemler vardır. Bunlar:

- Tablo yardımı ile sayısallaştırma,
- Tarama yolu ile sayısallaştırma,
- Hazır sayısal veriyi CBS formatına dönüştürme.

Hazırlanan harita ve şekillerin üç ana özelliği bulunur. Bu özellikler:

- Nokta özelliği: Harita üzerinde yerleşim merkezleri, irtifa bilgisi veren spot noktalar, arkeolojik kalıntıların bulunduğu yerler gibi özellikleri belirlemede kullanılır.
- Çizgi özelliği: Kara ve demiryolları, eş yükselti eğrileri, petrol ve doğalgaz boru hatları, yüksek gerilim hatları gibi özelliklerin belirlenmesinde kullanılır.
- Alan özelliği: Maden sahası, il sınırları, toprak cinsi sınırları gibi özelliklerde kullanılır.

Böylece yukarıdaki üç özellik yardımıyla hazırlanan haritalarda, sayısallaştırılan verilerin yerlerini belirten yersel (x,y) ve özniteliğini belirten bilgilere ulaşılabilir[26].

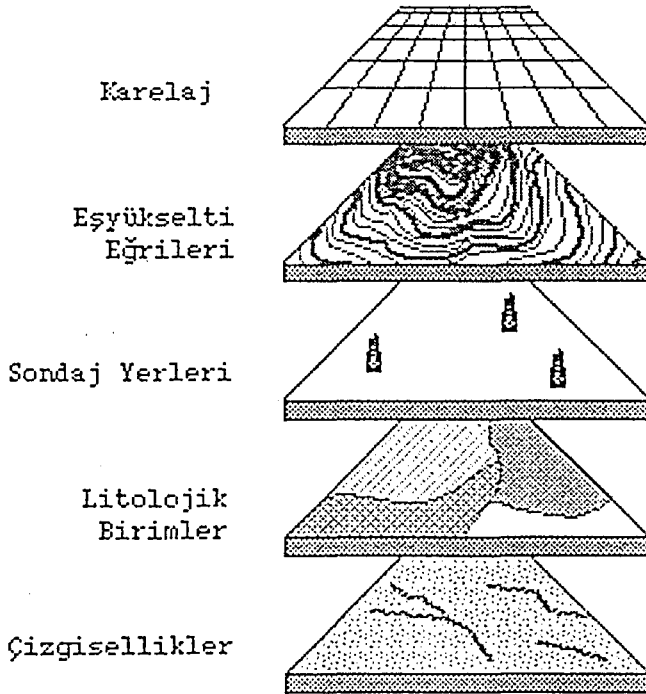
Tasarıma önem verilmesinin nedeni, proje başlangıcında planlanmayan ve proje hazırlanması sırasında ortaya çıkan değişikliklerin sonradan yapılması için gerekli zamanın çok fazla olmasıdır. Bu nedenle tüm planlamaların tasarım sırasında oluşturulması, projenin süresini kısaltacaktır.

5.2.3. Veri tabanı oluşturulması

Tasarım sırasında planlanan işlemlerin yerine getirilmesi aşamasıdır. Veri tabanı, gerekli veriler ve bilgiler yardımıyla oluşturulur. Veri sayısallaştırma işlemi, sayısallaştırıcı tabla, tarayıcı yardımıyla yapılır. Daha önce sayısallaştırılmış veri bulunabilirse bunlardan da yararlanılabilir. Sayısallaştırılan veriler üzerinde gerekli düzeltmeler yapılır, mekansal ve uzaysal verilere öznitelikler eklenir, hazırlanan veriler gerçek harita koordinatlarından birine çevrilir[26].

CBS'nin grafik verileri, belirli bir katman yapısı içerisinde yer almaktadır. Katmanlar ortak koordinat sistemi içinde aynı bölgenin farklı gruptaki elemanlarını içermektedir. Elemanlar arasındaki katman ayırımı, içerdikleri özelliklere göre temsil ettikleri gruplar dikkate alınarak yapılır.

CBS, değişik konulardaki haritaları tek bir yığılda toplama yeteneğine sahiptir. Bunun gereği olarak katman yapısının temel ilkesi, ortak gruplardaki harita elemanlarını gösterimdeki karmaşıklıktan kurtarmaktır. Ayrıca katman yapısı kullanılarak farklı konulardaki harita elemanlarının konumsal analizi yapılabilmektedir. Konumsal analiz sonucunda elemanların kesişim ve birleşimleri amaca göre yeni haritalar oluşturmaktadır.



Şekil 5.2. Katman yapısı (UYGUCĞİL, 1994)

Oluşturulan haritaların veritabanları ve veri tabanı bağlantıları CBS yardımıyla kurulmuştur. Yeni harita elemanlarının öznelik bilgileri her iki haritadan gelen bilgileri içermektedir. Katman yapısı belirli bir hiyerarşik düzene göre kurulur. Önce koordinat sistemi karelaj ağı, daha sonra bölgenin altlık haritası ve amaca uygun katmanlar yaratılır[28].

5.2.4. Verilerin analizi

İstenilen amaca ulaşılması için gerekli işlemlerin tümünü kapsar. Tasarım aşamasında tanımlanan amaçlar tekrar gündeme gelir, proje kapsamındaki problemlere çözüm getirmek için gerekli ölçütler gözden geçirilir. Örneğin, belediyeler için gerekli yeni yapılaşmanın en uygun olacağı bir yer arandığında gerekli veri tabanını oluşturan katmanlar:

- Topografik veri,
- Zemin durumu verileri,
- Yeraltı su durumu verileri,
- Bitki örtüsü,
- Yol durumu,

gibi özellikler içerir. Bu özelliklere bağlı öznelikler ise;

ÖZELLİKLER

Topografya
Zemin durumu
Yeraltı su durumu
Bitki örtüsü
Yol durumu

ÖZNEİELİK

Eğim cinsi (açısal veya %)
Zemin sınıflama
Su tablasının derinliği
Bitki cinsi
Yol cinsi

Bu özellikleri içeren katmanlar, üstüste getirilir ve böylece ilgili özellikler ve öznelikler kullanılarak istenilen ölçütler içine giren yapılaşma için en uygun yer saptanabilir[26].

5.2.5. Analiz sonuçlarının sunulması

Projenin son aşamasını oluşturur. Toplanan tüm verilerin ve yapılan analizlerin sonuçlarının amaca uygun haritalarla ve raporlarla sunulması gerekir. Haritanın içeriği, kullanılacak semboller ve ölçeği belirlenerek son çıktının şekli oluşturulur.

Günümüzde CBS kullanımı her alanda yaygınlaşmaktadır. En çok kullanılan alanlar, belediyeler ve resmi devlet daireleridir. Harita sayısallaştırılması, veri depolaması ve bu verilerin istenen amaca göre sorgulanabilmesi CBS'nin her alanda kullanılma ve uygulanabilme şansını artırmaktadır. Topografik veriler kullanan CBS yardımıyla üç boyutlu görüntüler elde edebilme ve arazinin üç boyutlu analizi sağlanabilmektedir. CBS üzerindeki ilgi ve çalışmalar, küresel veri tabanı yaratma aşamasına doğru ilerlemektedir[26].

5.3. Havaalanı Yer Seçimi Model Önerisi

Havaalanı yer seçimi aşamaları içerisinde en önemli üçü; gereksinimlerin belirlenmesi, haritalar üzerinde araştırma ile aday arazilerin belirlenmesi ve aday arazilerin değerlendirilerek uygun olanın seçilmesi aşamalarıdır. Daha önce yapılan çalışmalar incelenirse, hemen hemen hepsinde aşamaların yerine getiriliş sırasının aynı olduğu görülecektir. Bu nedenle model önerisi içerisinde yer seçimi aşamalarının sırası değiştirilmeyecek, özellikle yukarıda belirtilen üç aşamada şimdiye kadar ortaya çıkan problemler doğrultusunda bazı yeni düzenlemeler yapılacaktır.

5.3.1. Gereksinimlerin belirlenmesi

Havaalanının işlevi, büyüklüğü, trafik tipleri ve yoğunluğunun belirlendiği aşamadır. Bu yapılırken de trafik tahminlerinden faydalanılır. Hiç bir tahmin tekniği geleceği tam doğrulukla saptayacak kadar güçlü değildir. Bu aşamada yapılacak bir hata, yanlış arazinin seçilmesine veya en uygun olanın seçilememesine sebep olabilir. Bu nedenle öncelikle gelecekte ortaya çıkabilecek riskli ortamların ve belirsizliklerin saptanması, trafik tahminlerinin de bu belirsizlikleri içeren farklı senaryolar gözönüne alınarak yapılması gerekir. Farklı senaryolar için farklı ihtiyaçlar ve bu doğrultuda da farklı planlar ortaya çıkabilir. Tüm planlar içerisinde en iyisi, riskin sözkonusu olduğu durumlarda tehlikelere karşı güvence sağlayanıdır.

Buradan hareketle gereksinimlerin belirlenmesi amacıyla yapılacak trafik tahmin çalışmalarının risk faktörünü de içermesi için üç ayrı yaklaşım kullanılacaktır. Bunlar yüksek, orta ve düşük tahmin yaklaşımlarıdır. Herbir yaklaşımda ortaya çıkacak ihtiyaçlar ve havaalanı kurulması için gerekli olan toplam alan farklılık gösterecektir. Böylece gelecekte ortaya çıkabilecek risk taşıyan belirsiz ortamlar için bir ölçüde önlem alınmış olacak ve tahmin çalışmalarından doğabilecek hatalar ortadan kaldırılacaktır. Her tahmin yaklaşımında da farklı bir araziye en uygun olarak bulmak mümkündür.

5.3.2. Program ve krokinin çıkartılması

Yapılan tahmin çalışmaları gözönüne alınarak ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda havaalanı elemanlarının boyutları, sayıları ve özelliklerinin saptandığı aşamadır. Yapılan hesaplar sonucu inşası düşünülen havaalanının yaklaşık büyüklüğü saptanır ve uygun krokiler çıkartılır.

Her havaalanı yer seçimi çalışmasında bulunan bu aşama, model önerisinde 4. Bölümde verilen bilgiler doğrultusunda aynen uygulanacaktır.

5.3.3. Varolan ve gelecekteki durum ile ilgili dökümanların incelenmesi

Arazi seçimi yapılırken herhangi bir problemle karşılaşmamak, aşamaları kolaylıkla yerine getirebilmek için şimdiki ve gelecekteki gelişmeler ile ilgili bilgilerin incelendiği aşamadır.

Model önerisinde, 4. Bölümde verilen bilgiler doğrultusunda aynen uygulanacaktır.

5.3.4. Sayısal haritalar üzerinde bölgesel araştırma

Arazi değerlemede kullanılan en temel parametrelerden bazılarının gözönüne alınarak uygun bölgelerin belirlendiği aşamadır. Bu saptama yapılırken Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden faydalanılacaktır. Toprak cinsi haritasından havaalanı kurmaya uygun killi toprak içeren alanlar bulunarak kayalık alanlar çıkartılacak, topografya haritasından düzlük alanlar belirlenecek, nüfusun yoğun olduğu yerleşim birimleri ve komşu havaalanlarının bulunduğu bölgeler çıkartılacak ve böylece yukarıdaki kısıtlamalar tanımlanarak CBS yardımıyla havaalanı kurmaya elverişli alanlar belirlenecektir.

Bu saptama yapılırken kullanılan topografik yapı, toprak cinsi, nüfusun yoğun olduğu yerleşim birimlerine ve komşu havaalanlarına uzaklık gibi parametrelere herhangi bir ağırlık değeri verilmeyecektir. Ancak daha ileriki aşamalarda yapılacak olan ayrıntılı arazi değerlendirme sırasında aynı parametreler tekrar gözönüne alınacak ve her bir parametreye bir ağırlık değeri verilecektir.

5.3.5. Uygun alanlar üzerine pist ve diğer havaalanı elemanlarının yerleştirilmesi

Bir adım önce bulunan bölgeler üzerinde daha büyük ölçekli haritalar (1/25.000 ve 1/50.000) kullanarak yapılacak bir değerlendirme ile arazinin düzlük ve engebesiz olması, varolan altyapı olanaklarından uzakta olmaması, yerleşik nüfusun olmadığı veya çok az olduğu yerlerin tercih edilmesi gibi kısıtlar ile daha önce bulunan yaklaşık havaalanı boyutları da gözönüne alınarak aday arazilerin belirlenmesi ve bu aday araziler üzerine havaalanı elemanlarının uygun şekilde yerleştirilmesi aşamasıdır.

Bu çalışma yapılırken yine 4. Bölümde verilen bilgiler doğrultusunda yerleştirme çalışması yapılacaktır. Yukarıda sözügeçen kısıtlar için herhangi bir ağırlık değeri verilmeyecektir.

5.3.6. Aday arazilerin değerlendirilmesi ve uygun arazinin seçimi

Yer seçimi aşamaları içerisinde en önemlisidir. Bu aşama ile bulunan aday araziler 4. Bölümde tanımlanan ve arazi değerlemede kullanılan parametreler gözönüne alınarak

ayrıntılı bir değerlemeye tutulur.

Sözü geçen parametrelerin tamamı para cinsinden ifade edilebilse, seçilen arazi en az maliyetle havaalanı inşa etmeye en uygun arazi olarak bulunabilir. Ancak arazi seçimini sadece ekonomik boyutuyla ele almak bizi yanlışla götürür. Örneğin, en az maliyetli arazi hava sahası kalitesi en düşük veya çevresine en çok ters etkide bulunacak bir arazi olabilir. Bu nedenle havaalanı yer seçiminde arazi değerlendirme çalışması yapılırken üç ayrı boyutta probleme yaklaşmak uygun olacaktır. Bunlar:

- Arazinin hava sahası kalitesi
- Arazinin konumu ve çevresi üzerine etkisi
- Havaalanı altyapısı için yapılan yatırım maliyetleri

Her bir arazinin bu üç unsur gözönüne alınarak incelenmesi ve içlerinde havacılık kalitesi en yüksek, çevresine en az ters etkide bulunacak ve en düşük maliyetle havaalanı kurulabilecek arazinin seçilmesi gerekir. Arazi değerlemede kullanılan parametreleri farklı gruplar altında toplamak mümkündür.

Arazinin hava sahası kalitesi ile ilgili parametreler:

- Görüş
- Rüzgar
- Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma
- Varolan hava sahasına etkisi
- İniş yolu üzerindeki yükseltiler
- Kalkış yolu üzerindeki yükseltiler

Arazinin çevresi üzerine etkisi ile ilgili parametreler:

- Gürültü
- Ekolojik denge
- Yeraltı-yerüstü su ve maden kaynakları
- Kültürel zenginlik

Arazinin konumu ile ilgili parametreler:

- Havaalanına ulaşım süresi
- Pazar potansiyeli
- Havaalanını genişletmeye uygunluk

Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri ile ilgili parametreler:

- Altyapı olanakları
- Topografik yapı
- Toprağın cinsi
- Arazinin değeri

Arazi kullanımı ile ilgili parametreler:

- Yerel ekonomi üzerine olumsuz etkisi
- Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması
- Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı

Diğer bir problem ise her bir parametrenin alacağı ağırlık değerini belirlemektir.

Yukarıdaki beş grup içerisinde incelenecek olan parametrelerin önem dereceleri her koşulda aynı değildir. Havaalanının kurulacağı bölgenin ekonomik, sosyal ve coğrafi yapısına göre değişim gösterir. Nüfusun yoğun olduğu, yerleşim birimlerinin sıkça bulunduğu bir bölgede arazi fiyatlarının yüksek olması kaçınılmazdır. Böyle bir durumda arazinin değeri ile ilgili parametre, dolayısıyla yatırım maliyetleri ön plana çıkacaktır.

Aynı şekilde kurulacak havaalanının hangi tip trafiğe hizmet vereceği (yurtiçi, yurtdışı yolcu ve kargo taşımacılığı, sportif amaçlı uçuşlar, eğitim uçuşları, askeri amaçlı uçuşlar gibi) ve kapasitesi önceden ele alınan parametrelerin önem derecelerini etkileyen faktörlerdir. Yurtiçi ve yurtdışı hava taşımacılığı yapacak yüksek kapasiteli bir havaalanının kurulmasında arazi üzerindeki yükseltiler büyük uçakların kalkış ve iniş performanslarında önemli bir problem ortaya çıkarırken, manevra kabiliyeti yüksek savaş uçaklarına hizmet verecek bir askeri havaalanı için bu tür yükseltiler önemli bir sorun teşkil etmeyebilir. Aynı şekilde uluslararası yolcu ve kargo taşımacılığı yapacak bir havaalanını kullanacak uçak tipleri genelde orta ve uzun menzilli büyük uçaklar olacağından bu tür havaalanlarında gürültü faktörü önem kazanırken, sportif amaçlı uçuşların yapıldığı ve küçük uçakların kullanıldığı bir havaalanında o derece önemli olmayabilir.

Yukarıdaki açıklamalardan görüldüğü gibi yer seçimi parametrelerinin ağırlık değerleri her koşulda aynı değildir, farklı durumlar için farklı değerler alır. Bir örnekte havaalanı kurma maliyetleri önemli iken, diğer bir örnekte hava sahasının kalitesi veya havaalanının çevresi üzerine etkileri önem kazanabilir.

Michel GODET'in geliştirdiği MULTIPOL yönteminde[12] değerlendirme, farklı senaryolar için tekrarlanmaktadır. Oluşturulan modelin genel bir model olabilmesi ve daha gerçekçi bir sonuç ortaya çıkartabilmesi için her koşul altında kullanılabilmesi gerekir. Bu da ancak farklı senaryolar için tanımlanmış farklı ağırlık katsayıları ile sağlanabilir.

Aşağıda temel teşkil edecek dört farklı senaryo tanımlanmıştır. Senaryo sayısını farklı durumlar için artırmak mümkündür.

Senaryo 1 : Her parametrenin aynı öncelikte olduğu durum,

Senaryo 2 : Arazinin havacılığa uygunluğu ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu durum,

Senaryo 3 : Havaalanının çevre üzerine etkisi ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu durum,

Senaryo 4 : Havaalanı için yapılacak yatırımlar ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu durum.

Havaalanı yer seçiminde kullanılan bazı parametreleri sayısal olarak veya para cinsinden ifade etmek mümkün iken varolan hava sahasına etkisi, havaalanını genişletmeye uygunluk, altyapı olanakları, ekolojik denge, kültürel zenginlik ve bunlar gibi diğer bazı parametreleri sayısal olarak ifade etmek mümkün değildir. Para cinsinden ifade edilebilen parametreler ile değerlendirme yapılırken her ülkede işçilik ücretlerinin, malzeme ve toprak fiyatlarının farklı olması sebebiyle farklı değerler bulunabilir.

Aşağıda verilecek yöntem ile tüm parametreleri, sayısal biçimde ifade edilemese de, birimsiz ancak sayısal olarak değerlemek mümkün olacaktır. Burada yapılacak olan, her bir

parametrenin tanımlanan ideal durumu gerçekleştirme düzeyine bağlı olarak notlanmasıdır. Arazilerin yukarıda sözü geçen parametreleri gerçekleştirme düzeyini değerlendirmek için aşağıdaki notlama sistemi kullanılabilir.

- 10 : Çok iyi (Sözü geçen parametrenin gereklerini tamamen sağlıyor.)
- 8 : İyi (Sözü geçen parametrenin gereklerini sağlıyor.)
- 6 : Orta (Sözü geçen parametrenin gereklerini orta düzeyde sağlıyor.)
- 4 : Yetersiz (Sözü geçen parametrenin gereklerini az da olsa sağlıyor.)
- 2 : Çok yetersiz (Sözü geçen parametrenin gereklerini çok az sağlıyor.)
- 0 : Red (Sözü geçen parametrenin gereklerini kesinlikle sağlamıyor.)

Yukarıdaki notlama sistemini daha sağlıklı kullanabilmek için her bir parametrenin sağlanması gerekli ideal durumunu tanımlamak gerekir. İncelemeye alınan arazi, bir parametre için tanımlanan şartları tamamen gerçekleştiriyorsa tam not, 10 puan alacaktır. Tam olarak sağlamıyorsa, sağladığı ölçüde notlama yapılacaktır. Aday arazilerden biri, herhangi bir parametre için tanımlanan şartları kesinlikle sağlamıyorsa, bu durumda aday arazi diğer parametreler dikkate alınmaksızın değerlendirme dışı bırakılabilir. Böyle bir karar verilirken ele alınan parametrenin diğerlerine göre daha belirleyici olması gerekir. Örneğin hava sahası ile ilgili olarak kalkış yolu üzerindeki yükselti parametresi için ideal durum, hiçbir yükselti delmeyecek şekilde kalkış yörüngesi eğimini %2,5 seçebilme şartıdır. Eğer çok sayıda yükselti kalkış yolu için bu koşulu sağlamıyorsa, incelenen aday arazi doğrudan değerlendirme dışı bırakılabilir.

Aşağıda her bir parametre için aday arazilerin sağlanması gerekli şartlar tanımlanmıştır.

Hava sahasının kalitesi ile ilgili parametreler :

- **Görüş** : Görüş menziline yüksek olması ve buna bağlı olarak da yıllık sisli gün sayısının minimum olması istenir.
- **Rüzgar** : Yan rüzgara göre kullanım faktörünün hangi tip havaalanı için olursa olsun, %95'ten büyük olması istenir.
- **Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma** : Bu faktörlerin büyüklüğü ve sıklığı havaalanının kullanım kapasitesini düşürür, gerekli pist uzunluğunu arttırma zorunluluğunu doğurabilir. Sıcaklığın yıl ve gün içerisindeki dağılımının düşük, yağmur, kar ve buzlanmanın minimum olması istenir.
- **Varolan hava sahasına etkisi** : Yeni kurulacak havaalanının aletli yaklaşma ve kalkış prosedürlerinin, eklenecek hava trafik yollarının varolan sisteme uygun olması, herhangi bir ters etki yapmaması istenir.
- **İniş yolu üzerindeki yükselti** : Minimum iniş yüksekliğinin (OCH : Obstacle Clearance Height) 0-60 m. arasında seçilebilmesi istenir.
- **Kalkış yolu üzerindeki yükselti** : Hiç bir yükselti delmeyecek şekilde kalkış güvenlik eğimi %2,5 veya daha küçük seçilebiliyorsa, bu durumda yörünge üzerinde tehlike oluşturabilecek bir yükselti yokmuş gibi kabul edilebilir. Gerekli minimum kalkış eğimi arttıkça arazinin kalitesi düşecektir.

Arazinin konumu ile ilgili parametreler:

- **Havaalanına ulaşım süresi** : Şehir merkezinden havaalanına ortalama ulaşım süresinin 15-25 dakika (90 km/s sabit hız ile) olması istenir. Bu sürenin 50 dakikayı geçmemesi gerekir.
- **Pazar potansiyeli** : Havaalanının kurulacağı arazinin etrafında yüksek nüfuslu yerleşim birimlerinin bulunması ve araziye ulaşımın kolaylıkla sağlanabilmesi istenir.
- **Havaalanını genişletmeye uygunluk** : Arazinin ileride havaalanı elemanları üzerinde yapılması planlanan büyütme ve kapasite artırımı çalışmalarına izin verecek büyüklükte olması gerekir.

Arazinin çevresi ile ilgili parametreler:

- **Gürültü** : Tanımlı 3 gürültü bölgesi içerisinde hiçbir yerleşim birimi olmaması istenir. Gürültü bölgesi içinde yaşayan nüfusun çokluğu arazinin uygunluğunu düşürür.
- **Ekolojik denge** : Yeni kurulacak havaalanının bölgenin ekolojik dengesine zarar vermemesi gerekir. Arazi üzerinde zengin bitki örtüsü, hayvan türleri ve orman bölgeleri olmaması tercih edilir.
- **Yeraltı-yerüstü su ve maden kaynakları** : Arazi üzerinde zengin su ve maden kaynaklarının olmaması istenir.
- **Kültürel zenginlik** : Arazi üzerinde tarihi, arkeolojik ve kültürel kaynakların, park, bahçe ve dinlenme merkezlerinin olmaması esastır.

Arazi kullanımı ile ilgili parametreler:

- **Yerel ekonomi üzerine olumsuz etkisi** : Havaalanının kurulacağı arazi üzerinde küçük veya büyük boyutlu hiçbir işyerinin ve ekili alanın bulunmaması istenir. Herhangi bir ekonomik sorun doğurmaması için havaalanı kurulmasının getireceği yeni iş olanaklarının en azından varolan işyerlerinin kapatılmasından veya ekili alanların yokedilmesinden doğacak zararları ortadan kaldırması gerekir.
- **Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması** : Arazi üzerinde hiçbir yerleşik nüfusun bulunmaması esastır. Bir yerden başka bir yere taşınacak hane sayısı arttıkça arazinin uygunluğu düşer.
- **Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı** : Arazi üzerinde büyük yerleşim birimlerinin, resmi kuruluşlara ait binaların olmaması, bölgenin ekonomik yapısının kararlı olması istenir.

Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri ile ilgili parametreler:

- **Altyapı olanakları** : İnşa edilecek havaalanının varolan karayolu, demiryolu, elektrik, su, kanalizasyon, telefon, doğalgaz gibi altyapı olanaklarına yakın olması ancak üzerinde olmaması, inşa edilmesi gereken karayolu, demiryolu ve diğer altyapı hizmetleri uzunluğunun minimum olması istenir.
- **Topografik yapı** : Arazinin mümkün olduğunca düz ve engebesiz olması gerekir. Arazi üzerindeki girinti ve çıkıntılar ile eğim arttıkça düzleme çalışması için harcanacak zaman ve para miktarı artar.

- **Toprağın cinsi** : Arazinin toprak cinsinin 2., 3. ve 4. sınıf olması istenir. 1. sınıf tarıma elverişli toprakların arazi üzerinde olmaması tercih edilir.
- **Arazinin değeri** : Toprak fiyatlarının düşük olması için arazi üzerinde ekili alan, fabrika, bina ve yerleşim birimlerinin bulunmaması gerekir.

Model önerisinde yukarıda tanımlanan toplam 20 adet değişken vardır. Tüm değişkenlerin ağırlık katsayıları toplamı 100, her bir parametreye göre arazileri değerlemede tam not 10 olarak alınmıştır. Buna göre model önerisini matematiksel biçimde aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür:

$$\max A_j = \sum_{i=1}^n W_i X_i \quad i = 1, \dots, n \quad ; \quad j = 1, \dots, m \quad (5-1)$$

Burada W_i ağırlık katsayısını, X_i ele alınan parametreye göre arazinin uygunluk notunu, i parametre sayısını, j aday arazi sayısını göstermektedir. Amaç, yukarıdaki toplamı en büyükleyen A_j değerini ve bu değeri veren araziyi saptamaktır. Ağırlık katsayıları için,

$$\sum_{i=1}^n W_i = 100 \quad i = 1, \dots, n \quad (5-2)$$

Arazi değerlendirme notu için, $X_i \leq 10$ alınacaktır. İdeal durumda, yani tüm ele alınan parametrelerin gereklerini tam olarak sağlayan bir arazi için,

$$\max A_j = \sum_{i=1}^n W_i X_i = 1000 \quad i = 1, \dots, n \quad ; \quad j = 1, \dots, m \quad (5-3)$$

sonucu bulunacaktır. Ancak uygulamada böyle bir durum ile karşılaşmak çok zordur.

Ağırlık katsayıları toplamının 100, arazi değerlendirme tam notun 10 alınması gibi kısıtlar, başka değerlerle değiştirilebilir. Arazi değerlendirme kolaylık sağlaması amacıyla bu iki büyüklük yukarıdaki şekilde seçilmiştir. Çizelge 5.1'de 20 parametrenin farklı durumlar karşısında olması gerekli notlar tanımlanmıştır. Daha önce açıklanan dört ayrı senaryo için ağırlık katsayılarının genel dağılımı ise Çizelge 5.2 ile verilmiştir.

Çizelge 5.3'de hava sahası kalitesi, Çizelge 5.4'de arazinin konumu, Çizelge 5.5'de havaalanının çevresi, Çizelge 5.6'de arazi kullanımı ve Çizelge 5.7'da ise toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri ile ilgili parametrelerin önem derecelerine göre belirlenen ağırlık katsayılarının dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Parametrelerin farklı durumları için tanımlanmış notlar

Parametrenin Adı	Notlama					
	10	8	6	4	2	0
Görüş	Sisli gün sayısı 0-5	Sisli gün sayısı 6-15	Sisli gün sayısı 16-25	Sisli gün sayısı 26-35	Sisli gün sayısı 36-45	Sisli gün sayısı 45'ten fazla
Rüzgar	Pist kullanım faktörü %100-%98	Pist kullanım faktörü %98-%96	Pist kullanım faktörü %96-%94	Pist kullanım faktörü %94-%92	Pist kullanım faktörü %92-%90	Pist kullanım faktörü %90'dan küçük
Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma	Yıllık sıcak ve donlu gün sayısı çok az	Sıcak ve donlu gün sayısı az	Sıcak ve donlu gün sayısı orta	Sıcak ve donlu gün sayısı fazla	Sıcak ve donlu gün sayısı çok fazla	Sıcak ve donlu gün sayısı yılın yarısından çok
Varolan hava sahasına etkisi	Çok uygun	Uygun	Orta	Kötü	Çok kötü	Red
İniş yolu üzerindeki yüksekliler	OCH 0-200 ft.	OCH 201-250 ft.	OCH 251-300 ft.	OCH 301-350 ft.	OCH 351-700 ft.	Red
Kalkış yolu üzerindeki yüksekliler	Güvenlik yüzeyi eğimi %1,5-%2,5	Güvenlik yüzeyi eğimi %2,6-%3,5	Güvenlik yüzeyi eğimi %3,6-%4,5	Güvenlik yüzeyi eğimi %4,6-%5,5	Güvenlik yüzeyi eğimi %5,6-%6,5	Red
Havaalanma ulaşım süresi	20 dakikadan az	21-30 dakika	31-40 dakika	41-50 dakika	51-60 dakika	60 dakikadan fazla
Pazar potansiyeli	Çok iyi	İyi	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Havaalanım genişletmeye uygunluk	Çok uygun	Uygun	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Gürültü	Gür. bölg. insan sayısı 0-1000	Gür. bölg. insan sayısı 1001-4000	Gür. bölg. insan sayısı 4001-7000	Gür. bölg. insan sayısı 7001-10000	Gür. bölg. insan sayısı 10001-15000	Gür. bölg. insan sayısı 15000'den fazla
Ekolojik denge	Çok uygun	Uygun	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Yeraltı-yerüstü su ve maden kaynakları	Çok uygun	Uygun	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Kültürel zenginlik	Çok uygun	Uygun	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Yerel ekonomi üzerine olumsuz etki	Kapanacak işyeri sayısı 0-5	Kapanacak işyeri sayısı 6-15	Kapanacak işyeri sayısı 16-30	Kapanacak işyeri sayısı 31-45	Kapanacak işyeri sayısı 46-60	Kapanacak işyeri sayısı 60'dan çok
Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması	Taşınacak nüfus 0-100	Taşınacak nüfus 101-300	Taşınacak nüfus 301-500	Taşınacak nüfus 501-700	Taşınacak nüfus 701-1000	Taşınacak nüfus 1000'den fazla
Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı	Çok iyi	İyi	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Altyapı olanakları	Çok iyi	İyi	Orta	Yetersiz	Çok yetersiz	Kötü
Topografik yapı	Arazinin eğimi %0-%1	Arazinin eğimi %1-%2	Arazinin eğimi %2-%3	Arazinin eğimi %3-%4	Arazinin eğimi %4-%5	Arazinin eğimi %5'den çok
Toprağın cinsi	Çok uygun	Uygun	Orta	Kötü	Çok kötü	Red
Arazinin değeri	Çok uygun	Uygun	Orta	Pahalı	Çok pahalı	Alınması zor

Çizelge 5.2. Ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Arazinin hava sahası kalitesi (6 parametre)	30	35	20	20
Arazinin konumu (3 parametre)	15	20	15	15
Havaalanımın çevresi (4 parametre)	20	15	30	15
Arazi kullanımı (3 parametre)	15	15	20	20
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 parametre)	20	15	15	30

Çizelge 5.3. Arazinin hava sahası kalitesi ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Arazinin hava sahası kalitesi ile ilgili parametreler	30	35	20	20
Görüş	5	6	3	4
Rüzgar	5	6	4	3
Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma	5	5	3	3
Varolan hava sahasına etkisi	5	6	4	4
İniş yolu üzerindeki yükseltiler	5	6	3	3
Kalkış yolu üzerindeki yükseltiler	5	6	3	3

Çizelge 5.4. Arazinin konumu ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Arazinin konumu ile ilgili parametreler	15	20	15	15
Havaalanına ulaşım süresi	5	7	5	5
Pazar potansiyeli	5	7	5	5
Havaalanını genişletmeye uygunluk	5	6	5	5

Çizelge 5.5. Arazinin çevresi ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Havaalanının çevresi ile ilgili parametreler	20	15	30	15
Gürültü	5	6	12	6
Ekolojik denge	5	3	6	3
Yeraltı-yerüstü su ve maden kaynakları	5	3	6	3
Kültürel zenginlik	5	3	6	3

Çizelge 5.6. Arazi kullanımı ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Arazinin kullanımı ile ilgili parametreler	15	15	20	20
Yerel ekonomi üzerine olumsuz etkisi	5	5	7	7
Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması	5	5	7	7
Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı	5	5	6	6

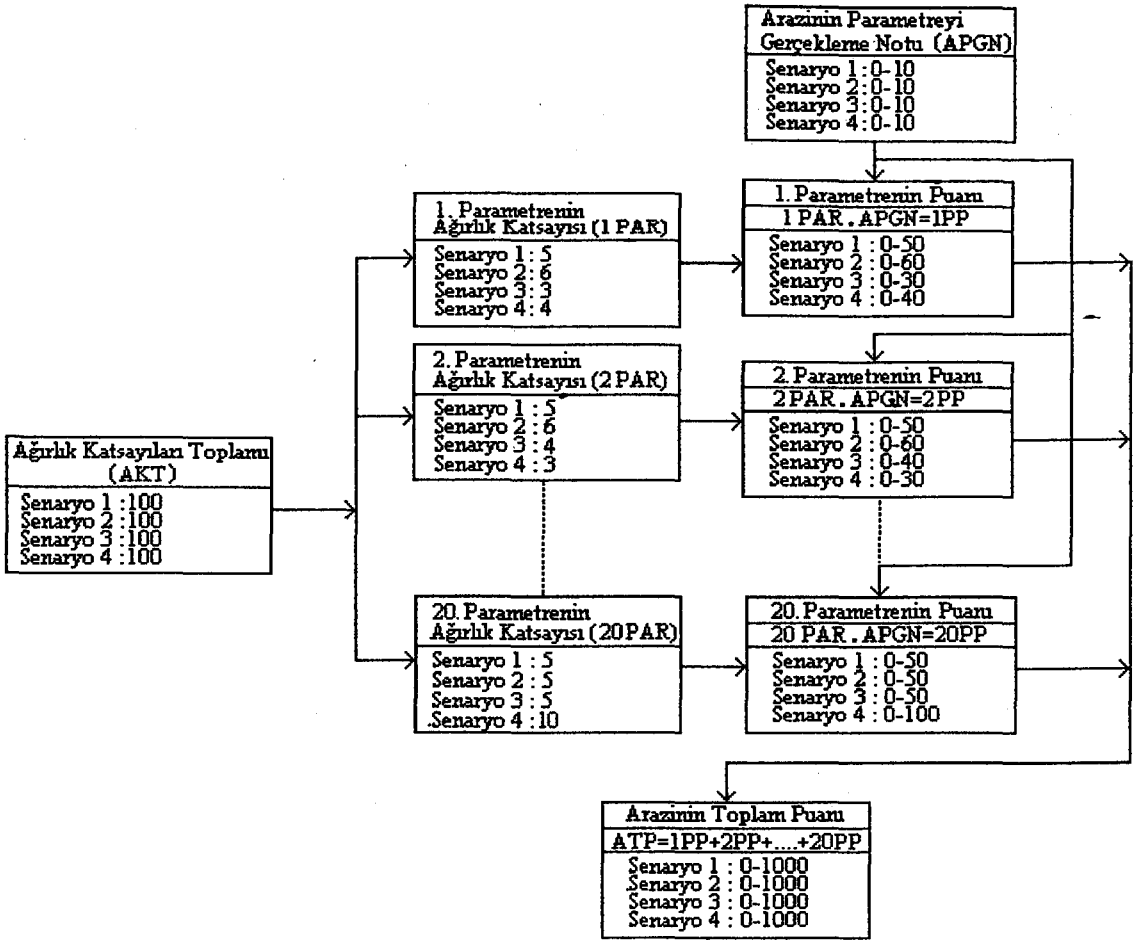
Çizelge 5.7. Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri ile ilgili parametrelerin ağırlık katsayılarının senaryolara göre dağılımı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri ile ilgili parametreler	20	15	15	30
Altyapı olanakları	5	4	4	8
Topografik yapı	5	3	3	6
Toprağın cinsi	5	3	3	6
Arazinin değeri	5	5	5	10

Sonuçta her aday arazi, yukarıda ağırlık katsayıları verilen 20 parametre gözönüne alınarak değerlendirilir. Arazinin ilgili parametreden aldığı not ile o parametreye ait ağırlık katsayısı çarpılır. 20 parametre için arazinin aldığı toplam puanlar hesaplanır. İşlem her aday arazi ve senaryo için tekrarlanır. Aday araziler aldıkları puanlara göre sıralanır. Şekil 5.3'de aday arazileri değerlendirirken izlenecek yolu gösteren akış şeması, Çizelge 5.8'de ise arazilerin aldıkları toplam puanlara göre uygunluk dereceleri verilmiştir.

Değerlendirme sonucunda farklı senaryolar için farklı uygunluk sıralamaları çıkabilir. Senaryolara göre arazinin uygunluğundaki değişim duyarlılığını ölçmek için, ele alınan 4 senaryo karşısında her bir arazinin standart sapması ve değişim yüzdeleri hesaplanabilir.

Burada bir yer seçimi model önerisi ortaya konmuştur. Ancak her bir parametrenin önem derecesine göre alacağı ağırlık katsayısını tam doğrulukla belirlemek çok zor olduğundan, model önerisi ile verilen ağırlık katsayısı dağılımının en iyisi olduğunu savunmak yanlış olur. Her zaman için bir öncekinden daha uygun bir dağılım elde etmek mümkündür. Model önerisinde parametrelerin ağırlık katsayıları saptanırken daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan parametrelerin önem dereceleri de gözönüne alınmıştır.



Şekil 5.3. Arazi değerlendirme akış diyagramı

Çizelge 5.8. Arazilerin aldıkları toplam puanlara göre değerlendirilmesi

Arazinin Toplam Puanı	Sonuç
1000-800	Çok uygun
799-600	Uygun
599-400	Orta
399-200	Uygun değil
199-1	Hiç uygun değil
0	Red

6. ESKİŞEHİR VE ÇEVRESİ İÇİN ÖNERİLEN MODEL YARDIMI İLE HAVAALANI YER SEÇİMİ

6.1. Uygulama Alanı

Havaalanı yer seçimi çalışmasına başlamadan önce, yeni havaalanı ihtiyacının belirlenmesi gerekir. Bunun için de 3. Bölümde, Şekil 3.1 ile verilen havaalanı master planı akış şeması incelendiğinde, öncelikle varolan durumun belirlenmesi, talep tahminlerinin hazırlanması, finansal ve çevre ile ilgili analizlerin yapılması, havaalanı kullanıcıları ve devlet ile koordinasyona geçilmesi, bu doğrultuda gereksinimler belirlenerek farklı önerilerin geliştirilmesi gerekir. Varolan havaalanının genişletilmesi, yeni bir havaalanı yapımı, herhangi bir genişletme veya yeni bir havaalanı inşasına gerek olmaması gibi seçenekler içerisinde yeni havaalanı yapımı en uygun seçenek olarak ortaya çıkıyorsa, bu durumda havaalanı yer seçimi çalışmasına geçilecektir.

Önerilen modelin deneneceği havaalanı yer seçimi çalışması, Şekil 6.1'de de görüleceği üzere, Eskişehir merkez alınarak 40 km yarıçapında bir dairesel alan içerisinde yapılacaktır. Bu yarıçap değeri, havaalanının büyük yerleşim birimlerinden çok fazla uzakta olmaması gerekliliği gözönüne alınarak belirlenmiştir.

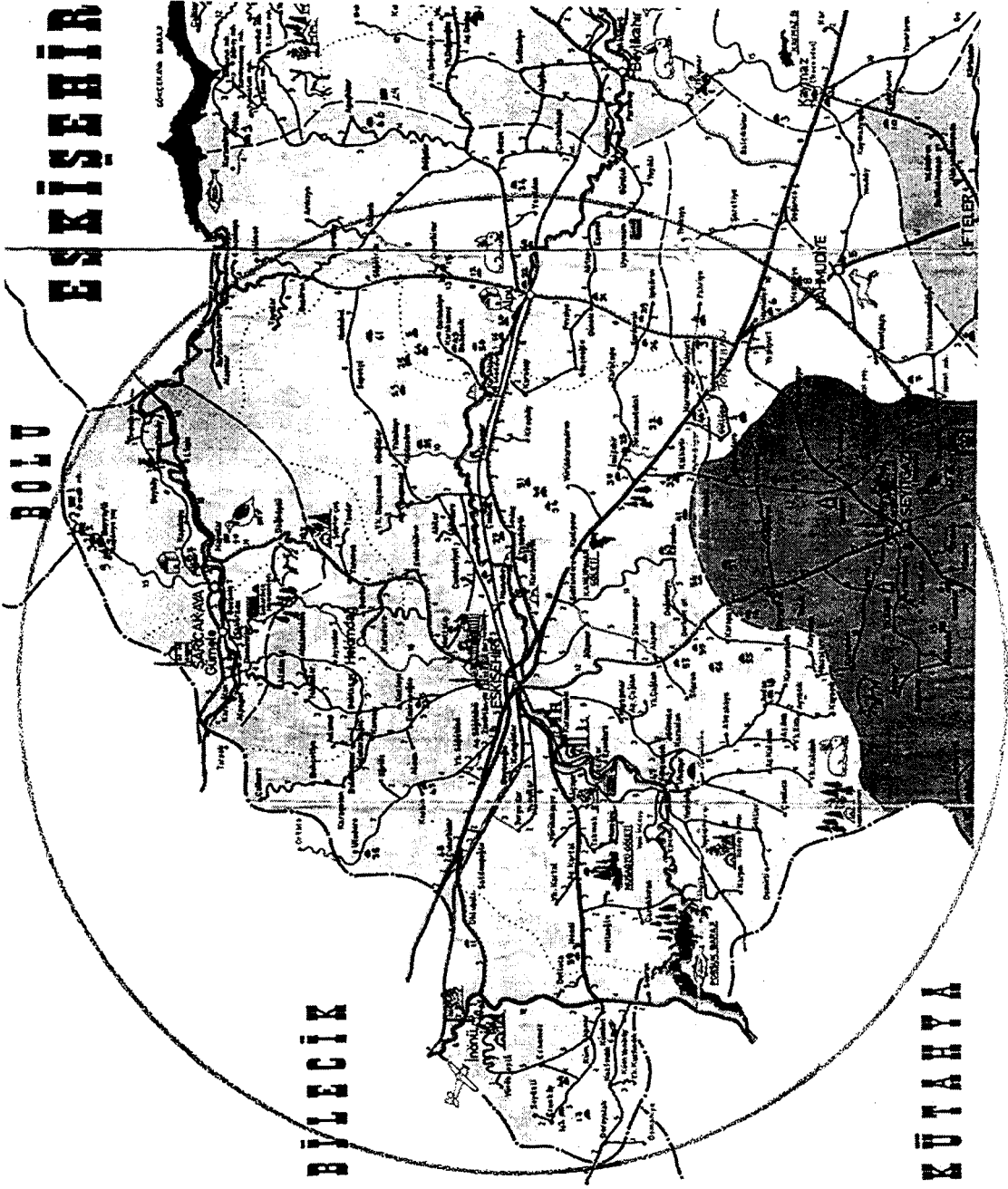
Yeni bir havaalanı kurulması için yer seçimi çalışması yapılırken veya bu seçimin yapılacağı çalışma bölgesi belirlenirken, yeni havaalanının havaalanı sistemi içerisinde üstleneceği rol ve yeri dikkate alınmalıdır. Daha önce belirtildiği gibi yapılan çalışmanın ilgi alanı, havaalanı yer seçimi aşaması için bir model önerisi geliştirmek ve bu modeli, seçilen bir bölge üzerinde denemektir.

İç Anadolu Bölgesinin kuzeybatısında bulunan Eskişehir, 13671 km² lik bir alan üzerine kurulmuştur. Havaalanı yapımına en uygun alanlar olan ovaların Eskişehir il alanı içindeki payı %26 dolayındadır. Ovaların en önemlileri Porsuk, Sarısu ve Yukarı Sakarya ovalarıdır. İlde gelişmiş bir akarsu ağı vardır. Türkiye'nin en önemli akarsularından Sakarya nehri, Eskişehir'den geçmektedir. Çok sayıda kollara sahip olan nehrin başlıca kolları, Posuk, Seydisu ve Sarısu'dur. Eskişehir ilinde 6 baraj ve 9 gölet vardır.

Batı Anadolu orman bölgesi ile İç Anadolu stepleri arasında bulunan Eskişehir'in %24'ünü kaplayan ormanlık bölgede 6 adet ormanlık alan mevcuttur[29].

Eskişehir ve çevresinde sivil hava taşımacılığına açık tek havaalanı, şehir merkezine 5-6 km uzaklıkta Muttalip mevkiinde bulunan Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu'na bağlı Anadolu Havaalanı'dır. 1990 yılında kurulan ve son yapılan çalışmalarla uzunluğu 2600 m'ye çıkartılan bir piste sahip olan bu havaalanında, pilotaj eğitimi verilmekte ve genel havacılık faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Son günlerde ise Türk Hava Yolları'nın haftada 2 gün olmak üzere İstanbul-Eskişehir iç hat tarifeli seferleri başlatılmıştır. Yaz aylarında da yine Türk Hava Yolları (THY) tarafından Brüksel-Konya-Eskişehir charter seferleri düzenlenmesi planlanmaktadır.

Havaalanı yer seçimi çalışması, Eskişehir ve çevresinde herhangi bir sivil havaalanı



Şekil 6.1. Havaalanı yer seçimi yapılacak bölge

olmadığı, yapılan tahmin ve analiz sonucunda yeni bir havaalanı kurulması ihtiyacı ortaya çıktığı varsayımları ile yapılacaktır. Bu bölümde gerçekleştirilecek olan çalışmanın ana amacı, havaalanı master planlamasının en önemli aşamalarından biri olan havaalanı yer seçimi için önerilen modelin işlerliğini göstermektir. Model denenirken ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında, varolan havaalanının trafik bilgilerinden de yararlanılarak varsayımlara dayandırılıp yapılan tahminlerin daha gerçekçi olması amaçlanmıştır.

6.2. Eskişehir ve Çevresinin Ekonomik Durumu

Eskişehir bir sanayi şehridir. Sanayileşme geçen yüzyılda başlamış, 1894 yılında İstanbul-Bağdat demiryolunun şehirden geçmesi sonucunda kurulan Cer atölyesi, Eskişehir'de sanayileşmenin nüvesini oluşturmuştur. Cumhuriyet döneminde kurulan un ve kiremit fabrikalarının yanında, devlet eliyle kurulan Tayyare Bakım Atölyesi (Hava İkmal Bakım Merkezi) ve şeker fabrikasını çimento ve basma fabrikaları izlemiştir.

Planlı dönem ile birlikte özel sektör ağırlıklı gelişme devam etmiş, 1970 yılından sonra metal eşya, makina imalat, gıda, elektrikli aletler, konfeksiyon ve seramik sanayi ile madencilik gelişmiş, bu özelliği ile Eskişehir, sanayi yatırımlarını çeken önemli bir merkez olmuştur.

Altyapısı hazır olan Organize Sanayi Bölgesi'nin açılması ile ülkemizin en büyük kuruluşlarından biri olan Koç Holding, biri buzdolabı, diğeri kompresör imalatı olmak üzere gerçekleştirdiği iki yatırım ile il sanayinde istihdam ve yan sanayi imkanları yaratarak katkılarda bulunmuştur.

1980-1990 yılları arasında hazır giyim sanayinde önemli gelişmeler olmuş, Tusaş Motor Fabrikası kurulmuş, Baksan Sanayi Sitesi faaliyete geçmiştir. 1990 sonrası, beyaz eşya yan sanayiine yönelik yatırımların devamı, hazır giyim sanayinde görülen atak, Organize Sanayi Bölgesi'nde doğalgaz kullanımının getirdiği cazibe ile artan taş ve toprağa dayalı imalat sanayi yatırımları ilin dönem ortalarında sanayi kuşağı kapsamına alınması, Marmara Bölgesi'nde sanayi yatırımlarının yaşadığı sıkıntılar, yatırım yeri olarak Eskişehir'in öneminin arttığı bir dönem olmuştur. Bu durum, yatırımların yoğunlaştığı Organize Sanayi Bölgesi'nde genişleme ihtiyacını gündeme getirmiştir. Şu anda Organize Sanayi Bölgesi, 31 milyon metrekarelik alanı ile ülkemizin en büyük sanayi alanı durumundadır.

Bu dönemde Toprak Holding, Paşabahçe Şişe Cam Sanayi, Pınar Holding, Endel Kiremit gibi büyük ölçekli yatırımcılar bu sanayi bölgesi içerisinde yatırım yaparken, bölge dışında seramik üretimi konusunda İnönü ve Çifteler ilçelerinde büyük ölçekli yatırımlar başlamış ve üretime geçmişlerdir. Bunun yanında Daiwoo Otomobil Fabrikası'nın Eskişehir'de kurulması için de ön anlaşma imzalanmıştır.

Eskişehir ilinde imalat sanayi ve hizmetler sektörü gelişirken, tarım sektöründe her geçen yıl bir düşüş gözlenmektedir. Bu durum, ildeki refah seviyesinin giderek yükseldiğinin bir göstergesidir. Yine nüfusun %75'inin şehir merkezinde yaşaması da sanayi sektörünün gelişmişliğini ortaya koyar.

Tarımdaki yüksek istihdam, az gelişmişlik konusunda önemli bir veridir. Ancak Eskişehir’de diğer birçok ile göre tarım istihdamının ülke ortalamasından oransal olarak az olması, bunun yanında sanayide istihdamın ortalamaların üzerinde bulunması il ekonomisinin gelişme yolunda olduğunun ipuçları olarak değerlendirilebilir[30].

Sanayideki bu gelişmenin ulaştırma sektörünü de etkilemesi kaçınılmazdır. Özellikle 1990 sonrası başlayan ekonomik atılımların sonucu olarak birçok büyük şehirde olduğu gibi Eskişehir’de de havayolu taşımacılığının önemi ve gelişimi her geçen gün artacak, orta ölçekli bir havaalanı ihtiyacı ortaya çıkacaktır.

6.3. Gereksinimlerin Belirlenmesi

Bu aşamada; trafik tahminlerinden faydalanarak havaalanının hizmet vereceği trafik tipleri, her bir trafik tipinin yoğunluğu, toplam trafik, havaalanının sınıfı ve havaalanı elemanlarının boyutları ile kaplayacağı toplam alan tanımlanacaktır. Eskişehir ve çevresinde hava taşımacılığına hizmet veren orta veya büyük ölçekli bir havaalanı olmaması sebebiyle, geçmiş ile ilgili yolcu ve uçak hareketi trafik verilerine ulaşmak mümkün değildir. Türkiye genelinde birçok büyük ölçekli havaalanında bile yolcu ve uçak hareketi trafik tahminlerine temel teşkil edecek istatistik bilgiler yoktur.

Bu çalışmada ilgi alanının arazi değerlendirme olması, trafik tahmin çalışması için gerekli verilerin bulunmaması, bu tür çalışmaların uzun ve ayrıntılı bir araştırma gerektirmesi sebebiyle, yapılacak tahminler varsayımlara dayandırılacak ve Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu bünyesindeki havaalanının geçmiş yıllardaki verilerinden faydalanılacaktır.

Havaalanı yer seçimi çalışması yüksek, orta ve düşük düzeyli tahmin olmak üzere üç ayrı yaklaşım ile yapılacak ve her yaklaşımda dört ayrı senaryo ele alınacaktır. Her senaryo için farklı aday arazi uygun yer olarak bulunabilir. Buna göre üç ayrı tahmin yaklaşımı ile (12 veya daha fazla sayıda aday arazi varsa) 12 farklı sonuca ulaşmak mümkündür.

Her tahmin yaklaşımında havaalanının trafik tipleri, yoğunlukları, havaalanının sınıfı, havaalanı elemanlarının boyutları ve kaplayacakları toplam alanlar farklı bulunacaktır. Model önerisinin uygulamasında sadece orta düzeyli tahmin yaklaşımı ile arazi değerlendirme yapılacaktır.

Anadolu Üniversitesi’ne bağlı havaalanı incelendiğinde, meydanın eğitim, genel havacılık ve iç hat yolcu taşımacılığı faaliyetlerine hizmet verdiği görülür. 1997 yılında bu havaalanında eğitim amaçlı yaklaşık 7000, genel havacılık kapsamında ve ticari amaçlı yaklaşık 120 uçak trafiği meydana gelmiştir. Ayrıca 1997 yılının son aylarında haftada 2 gün olarak başlayan İstanbul-Eskişehir THY iç hat seferlerinde ise toplam 10 uçak trafiği gözlenmiştir.

Bu bilgilerin ışığında gelecek 10 yıl içerisindeki ekonomik gelişmeler de gözönüne alınarak uçak trafiği sayısı, tipleri ve yoğunlukları hakkında tahminlerde bulunulabilir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi trafik tahmin çalışmaları, uzun ve ciddi bir araştırma, veri

toplama gerektirir. Burada yapılacak tahminler, varsayımlara dayandırılacaktır.

Buna göre yeni kurulacak havaalanında, eldeki bilgilerden de faydalanılarak charter, iç hat, genel havacılık ve eğitim amaçlı uçuşlar gerçekleştirileceği varsayılacaktır. Eskişehir’de özellikle son yıllarda sanayi alanında meydana gelen gelişmeler gözönüne alındığında, buna paralel olarak iç hat taşımacılığının da önem kazanacağı, THY’nin ve özel havayolu şirketlerinin Eskişehir’e seferler düzenleyecekleri düşünülebilir. Ayrıca, özellikle Belçika’da çok sayıda Emirdağlı işçi olduğu ve bunların İstanbul yerine doğrudan Eskişehir’e gelmek istedikleri bilinmektedir. Bu durumda özellikle yaz aylarında yoğun bir charter trafiğinin olacağı tahmin edilebilir.

Bu gelişmeler doğrultusunda, THY’nin veya bir başka havayolu şirketinin yıl boyunca haftada 3 gün İstanbul-Eskişehir, yaz aylarında (yaklaşık 6 ay süre ile) haftada 2 gün Brüksel-Eskişehir seferi düzenleyeceği varsayılacaktır.

Eğitim amaçlı uçak trafiğinin değişmeyeceği, hava taksi ve genel havacılık amaçlı uçak trafiğinin de artacağı varsayımıyla, eğitim amaçlı uçak trafiği ağırlıklı olmak üzere toplam 8000 uçak hareketine (iniş-kalkış) hizmet verecek bir havaalanı için yer seçimi çalışması yapılacaktır.

6.4. Program ve Kroki

Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda havaalanı elemanlarının boyutlarının ve havaalanının kaplayacağı alanın yüzölçümünün belirlendiği aşamadır. Her bir elemanın özellikleri ve sayıları yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda saptanacaktır.

6.4.1. Pist uzunluğu

Havaalanının boyutlandırılmasında en belirleyici eleman pisttir. Pist uzunluğunu en çok etkileyecek uçuş faaliyeti yaz aylarında düzenlenecek olan charter seferleridir. Bu tür uçuşlarda daha çok ortalama 150 koltuk kapasiteli uçaklar tercih edilir. Bunun en güzel örnekleri, A320 ve B737-400 uçaklarıdır. Pist uzunluğunun belirlenmesinde kritik uçak olarak bu iki tipten biri seçilebilir. A320-200 tipi için maksimum kalkış ağırlığında, deniz seviyesinde, rüzgarsız, 15°C’de standart bir günde gerekli pist uzunluğu 1700 m iken, bu uzunluk B737-400 için yaklaşık 2200 m’dir[16]. Ancak pist uzunluğu havaalanının kurulacağı yere, sıcaklığa, deniz seviyesinden olan yüksekliğe, rüzgar yönü ve şiddetine bağlı olarak değişir.

B737-400, pist uzunluğuna daha fazla etkide bulunduğu için kritik uçak olarak alınabilir. 2. Bölümde havaalanı sınıflandırmasını gösteren Çizelge 2.1’e bakıldığında, gerekli referans pist uzunluğunun B737-400 için 2200 m. olduğu da gözönüne alınarak kurulacak havaalanının kod numarasının 4 olacağı görülecektir. Aynı şekilde B737-400 uçağının kullanım kılavuzundan[31] bulunan 28,9 m. kanat açıklığı ve 6,25 m. ana iniş takımı teker

açıklığı değeri havaalanı kod harfi olarak C'ye karşılık gelmektedir. Buradan hareketle havaalanı sınıfının 4C olacağı söylenebilir.

Yeni kurulacak havaalanının gerçek pist uzunluğunun hesaplanmasında, Eskişehir'in meteorolojik verilerinden faydalanılabilir. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan son 10 yıllık tahminlere bakıldığında, Eskişehir'de Ağustos ayı sıcaklık ortalamasının 20-22°C olduğu, etkin rüzgarın doğu-batı doğrultusunda 10 kt. veya daha düşük şiddette estiği ve yapılan ölçümlerin %31,5'inde havanın rüzgarsız olduğu gözlenmiştir. Deniz seviyesinden yüksekliğin de 2500 ft. olduğu gözönüne alındığında B737-400'ün kullanım kılavuzundan bakılarak maksimum kalkış ağırlığında gerekli pist uzunluğu bulunabilir. Sıcaklığın, rüzgar yönü ve şiddetinin, deniz seviyesinden olan yüksekliğin pist uzunluğunu artıracığı dikkate alınarak, pist doğrultusunun da etkin rüzgar yönünde seçileceği varsayımı ile 2500 ft. irtifa, ortalama 20°C sıcaklık, sıfır rüzgar ve 10 derecelik flap açısı için gerekli pist uzunluğu 3250 m. olarak bulunacaktır[31].

Çizelge 2.2'deki ICAO'nun önerdiği pist genişliklerine bakıldığında, 4C sınıfı bir havaalanında pist genişliğinin 45 m. olması gerektiği bulunacaktır.

6.4.2. Pistin kullanım tipleri

Havaalanındaki uçak hareketi sayısının çoğunluğu eğitim amaçlı olduğu için görerek şartlarda ve aletli yaklaşma yanında hassas yaklaşma prosedürleri de gerçekleştirilecektir. Bunun yanında Eskişehir'de yıllık ortalama sisli gün sayısının 22 olduğu[32] gözönüne alındığında havaalanına ILS sisteminin kurulması gerekliliği eğitim yanında ticari amaçlı uçuşlar için de ortaya çıkmaktadır.

6.4.3. Pist sayısı

Bir pistin görerek uçuş şartlarında bir saatte 50-100, aletli uçuş şartlarında ise 50-70 arası uçak hareketine hizmet verebileceği gözlenmiştir. Bu doğrultuda da tek bir pistin hizmet kapasitesinin 200000 uçak hareketi seviyelerinde olabileceği söylenebilir[16].

Daha önce yeni havaalanı için yapılan varsayımlar ışığında, tek bir pistin ihtiyacı karşılamak için fazlasıyla yeterli olacağı açıktır.

6.4.4. Uçak hareket sahası

Taksiyolları ve uçak park sahalarının tipi ve boyutlarının belirlendiği aşamadır. Daha önce de 4C olarak belirlenen havaalanı sınıfına göre aletli yaklaşımların gerçekleştirileceği bir pist ile buna paralel taksiyolunun orta çizgileri arasında en az 168 m. mesafe olması gerekir[4].

Kritik uçak olarak alınan B737-400'ün yapılan tahminlere göre aynı anda iki tanesinin uçak park sahasında bulunması sözkonusu değildir. Havaalanı trafiğinin büyük çoğunluğunu da eğitim uçuşları oluşturduğundan küçük uçaklar için 1000 m^2 , B737-400 büyüklüğünde bir uçak için 5000 m^2 ve iç hat taşımacılığında düşünülen RJ70 veya ATR42 tipi bir uçak için 2500 m^2 olmak üzere toplam $8500-9000 \text{ m}^2$ 'lik bir alanın uçak park sahası olarak ayrılması yeterli olacaktır. İç hatlar için kullanılabilir RJ70 ve ATR42 tipi uçaklar için gerekli park sahasının yaklaşık 2500 m^2 olduğu da gözönüne alındığında ayrılan alan üzerine aynı anda üç RJ70 veya ATR42 uçağının park edebileceği görülür [12].

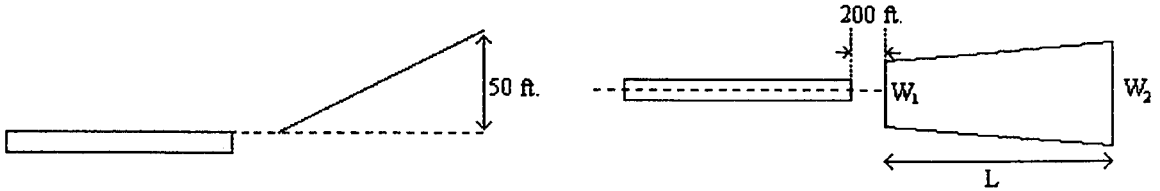
6.4.5. Terminal ve diğer binalar

- Yolcu terminali: Bir havaalanının 40. saatteki yolcu trafiği bilindiği takdirde 2. Bölümde de belirtildiği gibi her iç hat yolcusu başına 15 m^2 , dış hat yolcusu başına da 25 m^2 alınarak yolcu terminali için gerekli alan hesaplanabilir. Elde yıl içerisinde trafiğin en yoğun olduğu 40. saate ait veriler bulunmadığı için, iç hat ve charter uçaklarının aynı saatte havaalanında bulunduğu varsayımı ile bu saatteki yolcu sayısının 200 (50 iç hat, 150 dış hat) olduğu düşünülerek yolcu terminali için gerekli alan 4500 m^2 ($15 \times 50 + 25 \times 150 = 4500 \text{ m}^2$) olarak bulunur.
- Teknik blok ve kontrol kulesi: Bu bölüm için ayrılan alan, havaalanının büyüklüğüne bağlı olarak 50, 200 veya 400 m^2 'dir. Çalışılan yer için gerekli olan alanı 200 m^2 olarak almak uygun olacaktır.
- Otopark: Otopark için ayrılacak toplam alan, her 1000 yolcu başına 1 ve 1,2 park yeri, her 10 çalışana 2 veya 3 park yeri ayrılması gerekliliği tanımı ile bulunabilir. Yıllık ortalama 20 000 yolcununu havaalanını kullanacağı ve burada 200 personelin çalışacağı varsayılarak, bir otomobilin 25 m^2 yer kaplayacağı da gözönüne alındığında toplam 70 araçlık bir otopark için yaklaşık 2000 m^2 'lik bir alan ayrılması gerekir.
- Hangar: Genelde eğitimde kullanılan uçakların bakım ve onarımı ile uzun süre konaklaması amacına hizmet edeceği gözönüne alınarak, hangar için ayrılacak alanın hesaplanması uygun olacaktır. Küçük bir tek motorlu uçak için 80 m^2 , küçük bir çift motorlu uçak için 100 m^2 , 19-20 yolcu kapasiteli bir çift motorlu jet uçağı için ise 200 m^2 alan gerekir. Sivil Havacılık Yüksekokulu bünyesindeki eğitim uçakları da dikkate alındığında, 20 tek motorlu, 5 küçük çift motorlu pervaneli ve 2 orta büyüklükte jet motorlu uçağın barındırılacağı bir hangarın atölyelerle birlikte yaklaşık 3000 m^2 büyüklüğünde olması yeterlidir.

6.4.6. Havaalanı kurulması için gerekli yaklaşık alan

Havaalanı boyutlarının hesaplanmasında en belirleyici olan elemanlar, pist ve taksiyoludur. Buna, terminal sahasına ayrılan alan da eklenerek havaalanı kurulması için gerekli yaklaşık alan bulunabilir. Terminal sahası içerisindeki yolcu terminali, uçak park sahaları, teknik blok, otopark, hangar gibi tüm alt elemanlar gözönüne alındığında, yaklaşık 20 dönümlük bir alanın, terminal sahası için yeterli olacağı görülür.

FAA tarafından hazırlanan FAR Part 77'de (Federal Aviation Regulations) pist sonlarında yaklaşımlar için pist koruma sahası denilen bir bölge tanımlanmıştır. Pistin yaklaşma yönü yakınlarında bulunan insanların ve diğer varlıkların korunması amacıyla düzenlenmiştir. Şekil 6.2'de gösterilen bu bölge, pist sonundan 200 ft. uzaklıktan başlar ve 50 ft. irtifaya ulaşana kadar devam eder. Bu tanımlı sahanın yaklaşma türlerine ve uçak tiplerine göre tanımlı boyutları ise Çizelge 6.1' de verilmiştir[16].



Şekil 6.2 Pist koruma sahasının boyutları (HORONJEFF, 1994)

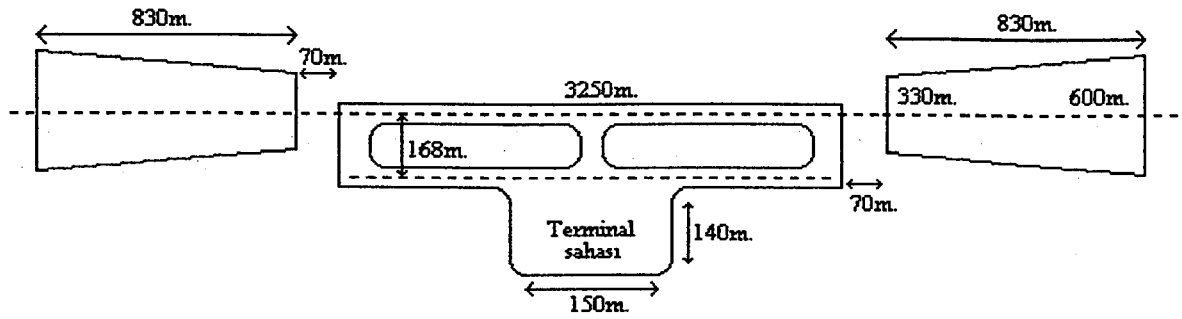
Pistin her iki tarafına da büyük boyutlu uçaklar ile yaklaşma yapılacağı, bir yönde hassas yaklaşma, diğer yönde ise görüş 1400 m'den (3/4 NM.) büyük olacak şekilde hassas olmayan aletli yaklaşma gerçekleştirileceği varsayımı ile pist koruma sahasının boyutları $L=2500$ ft., $W_1=1000$ ft. ve $W_2=1750$ ft. olarak bulunur. Pist ile taksiyolu arasında en az 168 m. uzaklık olması gereği de gözönüne alınmalıdır. Bunun yanında taksiyolu orta çizgisi ile yolcu terminali arasında bulunan uçak park sahasının derinliği de uçak tiplerine göre tanımlanmıştır. B737 tipi bir uçak için bu derinlik 80 m.'den büyük olmalıdır[11]. Yolcu terminali derinliğinin de en az 50 m. olması gerektiği gözönüne alındığında terminal sahası derinliğinin 130 m.'den büyük olacağı sonucu ortaya çıkar. Bu doğrultuda tek pistli, orta büyüklükte klasik bir havaalanı yerleşim planı dikkate alınarak havaalanı boyutları Şekil 6.3'deki gibi bulunacaktır.

Çizelge 6.1. Pist koruma yüzeyi boyutları (HORONJEFF, 1994)

Uçak Tipi	Piste Yaklaşma*		Uzunluk L, ft.	Genişlik	
	Yaklaşma ucu	Ters uç		İç W1, ft.	Dış W2, ft.
Küçük	V	V	1000	250	450
		NP	1000	500	650
		NP+	1000	1000	1050
		P	1000	1000	1050
	NP	V	1000	500	800
		NP	1000	500	800
		NP+	1000	1000	1200
		P	1000	1000	1200
	NP+	V	1700	1000	1510
		NP	1700	1000	1510
		NP+	1700	1000	1510
		P	1700	1000	1510
	P	V	2500	1000	1750
		NP	2500	1000	1750
		NP+	2500	1000	1750
		P	2500	1000	1750
Büyük	V	V	1000	500	700
		NP	1000	500	700
		NP+	1000	1000	1100
		P	1000	1000	1100
	NP	V	1700	500	1010
		NP	1700	500	1010
		NP+	1700	1000	1425
		P	1700	1000	1425
	NP+	V	1700	1000	1510
		NP	1700	1000	1510
		NP+	1700	1000	1510
		P	1700	1000	1510
	P	V	2500	1000	1750
		NP	2500	1000	1750
		NP+	2500	1000	1750
		P	2500	1000	1750

* V=Görerek yaklaşma; NP=0,75 NM.'den fazla minimum görüş ile hassas olmayan aletli yaklaşma; NP+ =0,75 NM. minimum görüş ile hassas olmayan aletli yaklaşma; P=Hassas aletli yaklaşma.

Haritalar üzerinde havaalanı yer seçimi çalışması yaparken, Şekil 6.3'deki boyutlandırma da gözönüne alınarak, 5000m x 800m boyutlarında bir dikdörtgeni kullanmak aday arazileri belirlemede kolaylık sağlayacaktır.



Şekil 6.3 Havaalanı elemanlarının yerleşimi ve boyutları

6.5. Varolan ve Gelecekteki Durum İle İlgili Belgelerin İncelenmesi

Havaalanı yer seçimi yapılmadan önce varolan durumun ve gelecekte yapımı veya kurulması planlanan karayolu, demiryolu, yerleşim birimleri ve diğer tesislerin saptanması gerekir. Yapılan çalışmanın doğru sonuçlar vermesi ve havaalanının kurulması aşamalarında herhangi bir problemle karşılaşılması açısından bu inceleme oldukça önemlidir.

Yer seçimi çalışması coğrafi bilgi sistemi (CBS) ile yapılacağı için tüm bilgilerin bilgisayara uyumlu hale getirmek üzere sayısallaştırılması gerekir. Bir sonraki aşamada uygun bölgeler belirlenirken 1/250 000 veya 1/200 000 gibi küçük ölçekli sayısallaştırılmış topografya ve toprak cinsi haritaları kullanılacaktır. Araziler üzerine havaalanı elemanları yerleştirilirken ve arazi değerlendirilirken daha ayrıntılı bilgi veren büyük ölçekli (1/50 000 veya 1/25 000) sayısallaştırılmış haritalar, uydu fotoğrafları, havacılık kartları, Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen sıcaklık, rüzgar ve sisli gün bilgilerinden faydalanılacaktır.

Bunun yanı sıra yerleşim bölgelerinin nüfus bilgileri Devlet İstatistik Enstitüsü Bölge Müdürlüğü, bu bölgelerdeki endüstriyel faaliyetler İl Sanayi Müdürlüğü, gelecekte yapımı planlanan tesisler ile ilgili bilgiler ise Eskişehir Sanayi Odası'ndan alınmıştır.

6.6. Haritalar Üzerinde Uygun Bölgelerin Belirlenmesi

Ayrıntılı bir inceleme ve buna göre uygun aday arazileri belirlemeden, ön inceleme sonucunda havaalanı kurmaya elverişli bölgelerin belirlendiği aşamadır. Çalışma, Eskişehir merkez alınarak, 40 km. yarıçaplı bir daire içerisinde kalan alan gözönüne alınarak yapılmıştır. Bu alan içerisinde kalan uygun bölgeler saptanırken, 4 koşul dikkate alınmıştır:

- Bölgenin mümkün olduğunca düz olması,
- Toprak cinsinin killi ve çakıllı olması, kayalık olmaması,
- Kurulacak havaalanının büyük yerleşim birimlerinin dışında olması,

- Varolan havaalanlarına çok yakın olmaması.

Uygun bölgelerin bulunması için sorgulama yapılırken CBS'nin katmanlama özelliğinden faydalanılmıştır. 1. katmana 1/250 000 ölçekli, Eskişehir ve çevresinin eşyükselti eğrilerini gösteren sayısallaştırılmış topografya haritası yerleştirilmiştir. 2. katmanda ise Eskişehir Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü'nden sağlanmış ve sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına hazır hale getirilmiş 1/200 000 ölçekli toprak cinsi haritası bulunmaktadır. Bu harita üzerinde 8 ayrı cins toprak vardır. 1. cins toprak en verimli olmak üzere, 8. cins toprak kayalık bölgelere karşılık gelmektedir. Aynı şekilde bir 3. katmana ise büyük yerleşim birimleri ile varolan sivil ve askeri havaalanları yerleştirilmiştir. Büyük yerleşim birimi olarak sadece Eskişehir ili merkezi sözkonusudur. Bu bölge bir daire içerisine alınmış, havaalanı kurmaya uygun olabilecek diğer bölgelerden çıkartılmış ve böylece değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Eskişehir ve çevresinde Sivil Havacılık Yüksekokulu'na bağlı havaalanını saymazsak biri askeri, diğeri sivil olmak üzere iki havaalanı bulunmaktadır. İnönü'de bulunan sivil havaalanı Türk Hava Kurumu'na aittir ve sporif amaçlı faaliyetlere hizmet vermektedir. Tanımlanmış herhangi bir kontrol sahası yoktur. Şehir merkezinden 3-4 km. uzaklıkta bulunan askeri havaalanı ise eğitim ve deneme uçuşları ile tatbikatlarda kullanılmaktadır. Eskişehir 1. Hava Taktik Üs Komutanlığı'na bağlı olan havaalanının 10 NM. yarıçaplı bir kontrol sahası bulunmaktadır. Hava sahasında eğitim ve tatbikat amaçlı uçuşlar gerçekleştirilmesi sebebiyle düzensiz bir trafik sözkonusudur. Bu nedenle de yeni kurulacak havaalanındaki uçuş faaliyetlerinin askeri trafikten etkilenmemesi ve havaalanının hizmet kapasitesinin düşmemesi için mümkün olduğunca askeri havaalanının kontrol sahası dışında yeni bir havaalanı kurma düşüncesi daha uygun olacaktır. Ancak askeri havaalanında, hava trafiğini kontrol etme ve izleme yeteneği bulunan bir radar sistemi bulunduğu gözönüne alınırsa, 10 NM. yarıçaplı kontrol sahasının tamamını inceleme dışı bırakmak gerekmeyecektir. Burada havaalanı merkez alınarak 5 NM. yarıçaplı bir daire çizilmiş ve bu dairesel alan yer seçimine uygun bölgeler dışında bırakılmıştır.

CBS'nin farklı ölçekli haritaları üst üste çakıştırma özelliği vardır. Bundan yararlanarak, farklı katmanlarda bulunan haritalar yukarıda sözü geçen 4 koşul dikkate alınıp üst üste getirilmiş ve Şekil 6.4'de görülen alanlar, yer seçimi için ön inceleme sonucu uygun bölgeler olarak bulunmuştur. Bu bölgeler, eğimin %0 olduğu, havaalanı kurmaya elverişli 1.,2.,3. ve 4. sınıf toprak cinslerinin seçildiği, şehir merkezlerinin ve havaalanı yakın çevresinin çıkartıldığı alanları temsil etmektedir. Bu aşamadan sonra yapılacak ayrıntılı arazi değerlendirme ve yer seçimi çalışması, bulunan uygun bölgeler üzerinde gerçekleştirilecektir.

6.7. Uygun Araziler Üzerine Pist ve Diğer Havaalanı Elemanlarının Yerleştirilmesi

Bu aşamada öncelikle daha ayrıntılı arazi değerlemeye temel teşkil edecek bilgiler, Eskişehir ve çevresine ait 1/50 000 ölçekli haritalardan alınarak sayısallaştırılmıştır. Bu işlem bir önceki aşamada ön inceleme sonucu bulunan uygun bölgeler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

1/50 000 ölçekli beş pafta üzerine düşen bu bölgelere ait eşyükselti eğrileri, karayolları, demiryolları, yerleşim birimleri ve diğer bilgiler CBS’de farklı katmanlara çizilmiştir. Çizelge 6.2’de uygun aday arazilerin belirlenmesinde ve ayrıntılı arazi değerlemede kullanılacak olan bilgilerin özellikleri ve hangi katmanlara yerleştirildikleri verilmiştir.

Çizelge 6.2. Harita üzerindeki bilgilerin CBS’de katmanlara göre yerleşimi

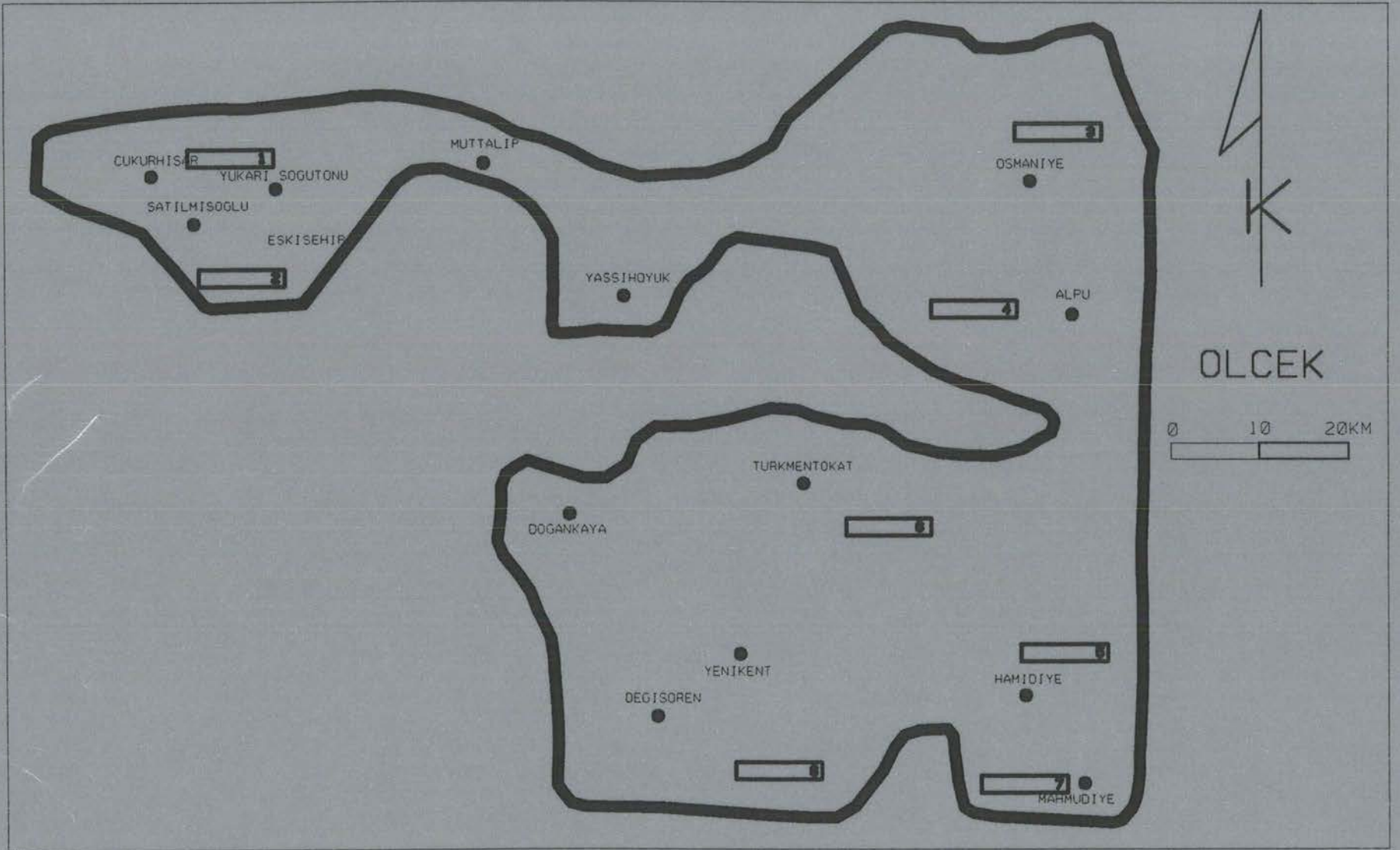
Katman Numarası	Özellikler
1	Ana kontur
2	Kontur
3	Spot nokta
4	Anayollar
5	Diğer yollar
6	Demiryolları
7	Doğalgaz boru hattı
8	Yerleşim birimleri
9	Sulama kanalları
10	Yüksek gerilim hatları
11	Petrol boru hattı
12	Nehirler
13	Toprakaltı telefon hattı
14	Tarihi eserler, höyükler

8. katmanda bulunan yerleşim birimleri için bir ek tablo oluşturulmuş ve bu tabloya her yerleşim biriminin adı, nüfusu, sanayi kuruluşu ve resmi kuruluş sayıları girilmiştir. Haritaların sayısallaştırılma işleminden sonra uygun bölgeler üzerinde daha önceden bulunan havaalanı için gerekli toplam alan da gözönüne alınarak, aday arazilerin belirlenmesi ve havaalanı elemanlarının araziler üzerine yerleştirilmesi aşamasına geçilmiştir.

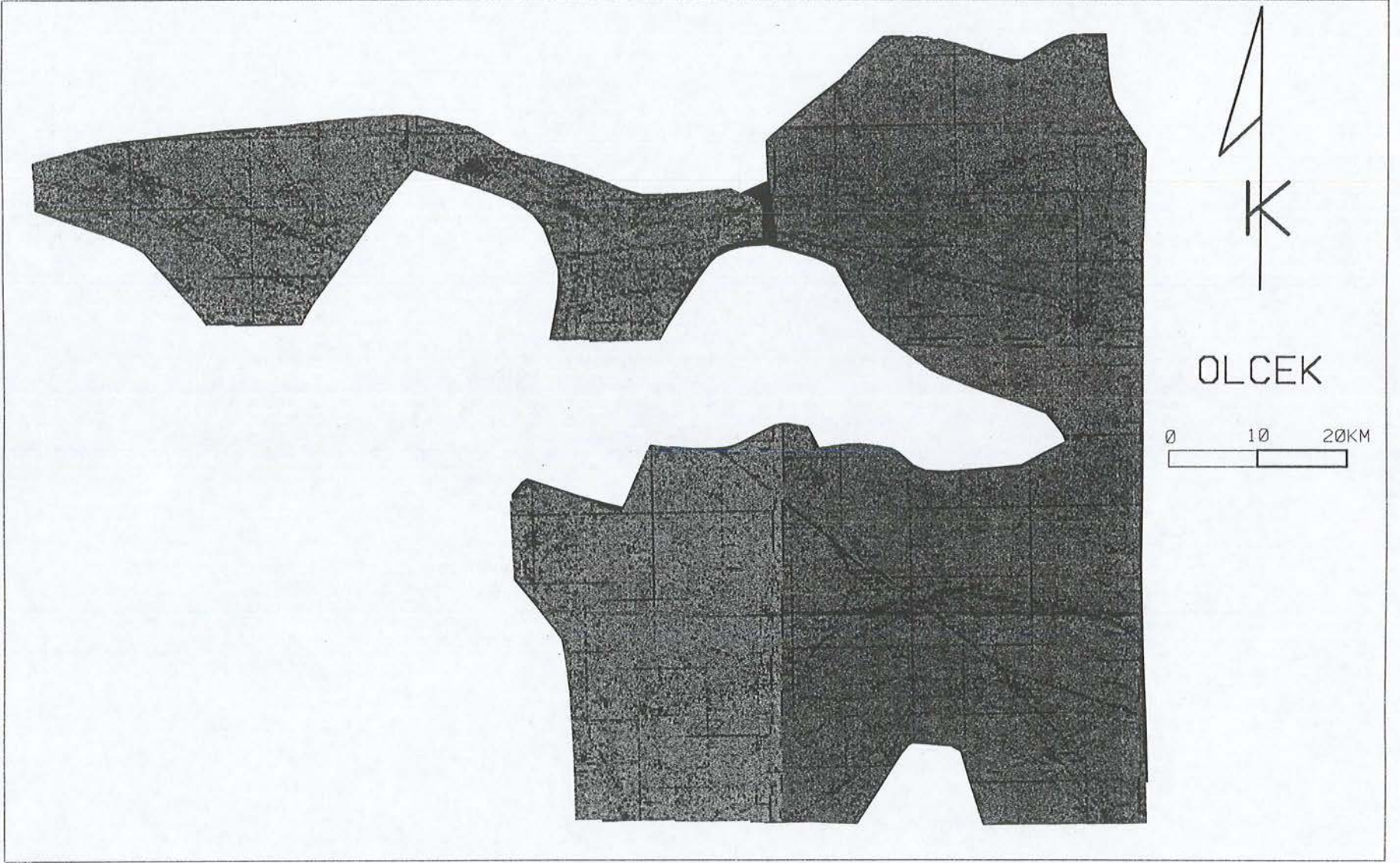
Aday araziler belirlenirken, uygun bölgelerin saptanmasında olduğu gibi burada da bazı koşullar tanımlanmıştır. Bunlar;

- Ana karayollarının, demiryollarının, doğalgaz ve petrol boru hattının üzerinde olmaması, ancak yakınında bulunması,
- Varolan nehirlerin üzerinde bulunmaması,
- Dağlık ve kayalık alanların üzerinde veya çok yakınında bulunmaması,
- Tarihi eserlerin, höyüklerin, sulama kanallarının ve büyük yerleşim birimlerinin mümkün olduğunca üzerinde olmamasıdır.

Yukarıda tanımlanan koşullar gözönüne alınarak anayollar, demiryolları, doğalgaz ve petrol boru hatları ile nehirler çevresine bir koruma bölgesi (buffer zone) çizilmiş ve böylece aday arazilerin bu altyapılar ve nehirlerin üzerinde seçilmesi önlenmiştir. Ancak sözügeçen altyapıların her iki yanından 3 km genişliğinde olacak şekilde ikinci bir



Şekil 6.5. Uygun bölge içerisinde belirlenen aday araziler



Şekil 6.4. Havaalanı yer seçimine uygun bölgeler

bölge daha çizilerek aday arazilerin bu olanaklara yakın olması amaçlanmıştır. Eskişehir ve çevresine ait uydu görüntüsü, ön inceleme sonucu bulunan uygun bölge üzerine oturtulmuş, dağlık ve kayalık alanlar saptanarak inceleme dışı bırakılmıştır. Bu işlemler sonucunda da Şekil 6.5’de görülen 8 aday arazi incelemeye değer olarak bulunmuştur.

Aday araziler üzerine havaalanı elemanları yerleştirilirken, etkin rüzgarın yönü ve şiddeti gözönüne alınmış ve buna paralel olarak pistin doğu-batı doğrultusunda olması sağlanmıştır. Arazilerin değerlendirilmesi bölümünde bu konu ile ilgili ayrıntılar verilmiştir. Ayrıca terminal sahası aday araziler üzerine yerleştirilirken karayolu, demiryolu gibi altyapı olanaklarına yakın olmasına da dikkat edilmiştir.

6.8. Aday Arazilerin Değerlendirilmesi

İncelemeye değer bulunan 8 aday araziden birincisi Eskişehir yerleşim merkezinin kuzey batısında kuş uçuşu 10 km uzaklıkta, Yukarı Söğütözü’nün yine kuzey batısında; ikincisi Eskişehir’in batısında 8 km uzaklıkta; üçüncü aday arazi Alpu’nun kuzeyinde Eskişehir’e kuş uçuşu 27 km uzaklıkta; dördüncüsü Alpu’nun batısında, şehir merkezinden 24 km; beşincisi Mahmudiye’nin kuzeyinde şehirden 32 km uzakta; altıncı aday arazi Eskişehir’in güney doğusunda, kuş uçuşu 23 km uzaklıkta; yedincisi Mahmudiye’nin kuzay batısında, şehirden 37 km. ve son aday arazi de Seyitgazi’nin kuzeyinde, şehir merkezinden kuş uçuşu 28 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Bu aşamada her bir aday arazi, daha önce belirlenen 20 parametre gözönüne alınarak değerlendirilecektir.

6.8.1. Görüş

Aday araziler, yıl içindeki toplam sisli gün sayısı dikkate alınarak değerlendirilecektir. Sis, yatay görüş uzaklığını her yönde 1000 m. ve altına düşülen, yer seviyesinde oluşan buluta denir. Eskişehir için yıllık ortalama sisli gün sayısı 22’dir. Türkiye genelinde, havaalanı bulunan diğer illere bakıldığında, bu değer pek de düşük olmadığı görülecektir. Örneğin, Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre; İstanbul Sarıyer’de yıllık ortalama sisli gün sayısı 20, Ankara’da 23, Trabzon’da 8, Antalya’da 1, İzmir’de 1, Konya’da 31’dir. Sisli gün sayısı arttıkça havaalanının kullanım kapasitesinin düşeceği, buna bağlı olarak da hassas yaklaşma imkanı sağlayan ILS radyo seyrüsefer sisteminin kurulması ihtiyacının belireceği açıktır.

Aşağıda 8 aday araziye ilişkin yıllık ortalama sisli gün sayıları Çevre Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır[32]:

- 1. Aday arazi: Çukurhisar yakınlarında bulunması sebebiyle burada alınan rasat sonuçlarını kullanmak daha uygun olacaktır. Buna göre 1. aday arazi için yıllık ortalama sisli gün sayısı 14’tür.
- 2. Aday arazi: En yakın ölçüm istasyonu Eskişehir’dedir. Bu nedenle sisli gün

sayısı 22 olarak alınacaktır.

- 3. Aday arazi: En yakın istasyon Alpu'dadır ve yıllık ortalama sisli gün sayısı 19'dur.
- 4. Aday arazi: Alpu'nun hemen batısında bulunması sebebiyle 3. aday arazi için alınan değer, bu arazi için de geçerli olacaktır.
- 5. Aday arazi: Hamidiye'nin hemen kuzeyinde bulunmaktadır. Burada yapılan rasatlar sonucu bulunan yıllık ortalama sisli gün sayısı 29'dur.
- 6. Aday arazi: En yakın gözlem istasyonu yine Hamidiye'dedir. Bu nedenle 5. aday arazi için alınan 29 değeri, 6. aday arazi için de alınabilir.
- 7. Aday arazi: Mahudiye'nin hemen kuzey batısındadır. Burada yapılan rasat sonucu sisli gün sayısı 21 olarak bulunmuştur.
- 8. Aday arazi: Seyitgazi'nin kuzeyinde bulunmaktadır ve Seyitgazi'deki istasyonda yapılan rasat sonuçlarına göre yıllık ortalama sisli gün sayısı 13'dür.

6.8.2. Rüzgar

Eskişehir ve çevresi için rüzgar şiddeti ve sayısı ölçümleri tek bir istasyonda yapılmaktadır. Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre; 1991-1996 yılları arasında günde üç defa olmak üzere toplam 6570 rasatın sonuçları Çizelge 6.3'de verilmiştir. Buna göre çizilen rüzgar gülü ve bulunan pist doğrultusu ise Şekil 6.6'da gösterilmiştir.

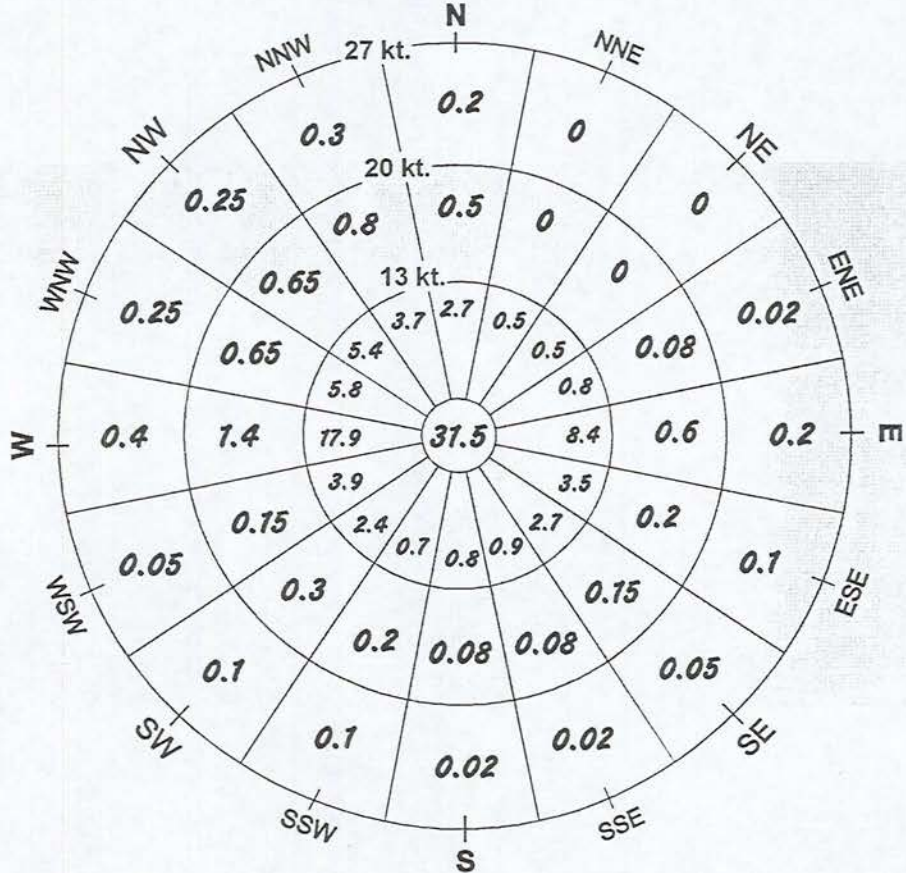
Elde edilen sonuçlar gözönüne alınarak pistin doğrultusu doğu-batı şeklinde seçildiğinde, pistin kullanım faktörü %98,96 olacaktır. 4. Bölümde Çizelge 4.1'deki değerler incelendiğinde referans pist uzunluğu, 1500 m'den büyük pistler için izin verilen rüzgar şiddeti 20 kt, kullanım faktörü de %95'ten büyük olarak tanımlanmıştır. Buna göre hesaplanan %98,96 değeri oldukça yüksektir. Rüzgar ölçümlerinin tek bir istasyonda yapılması sebebiyle de her bir aday arazi için aynı doğrultu ve kullanım faktörü değeri alınmıştır.

6.8.3. Sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma

Özellikle yüksek sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma pistin kullanımını ve uzunluğunu etkileyen faktörlerdir. Çizelge 6.4'de de görüleceği gibi aday araziler yıl boyunca sıcaklığın 25°C'den büyük olduğu toplam gün sayısı, yağmurlu ve karla örtülü gün sayısı ile sıcaklığın -10°C'den düşük olduğu şiddetli donlu günlerin sayısı gözönüne alınarak değerlendirilmiştir[32].

Çizelge 6.3. Rüzgar yönü, şiddeti ve sayısı ile ilgili rasat sonuçları

Rüzgar Yönü	Rüzgar Yüzdesi			
	3,5-13 kt.	13,2-20 kt.	20,2-27 kt.	Toplam
N	2,7	0,5	0,2	3,4
NNE	0,5	-	-	0,5
NE	0,5	-	-	0,5
ENE	0,8	0,08	0,02	0,9
E	8,4	0,6	0,2	9,2
ESE	3,5	0,2	0,1	3,8
SE	2,7	0,15	0,05	2,9
SSE	0,9	0,08	0,02	1,0
S	0,8	0,08	0,02	0,9
SSW	0,7	0,2	0,1	1,0
SW	2,4	0,3	0,1	2,8
WSW	3,9	0,15	0,05	4,1
W	17,9	1,4	0,4	19,7
WNW	5,8	0,65	0,25	6,7
NW	5,4	0,65	0,25	6,3
NNW	3,7	0,8	0,3	4,8
Rüzgarsız	0-3,5 kt.			31,8
Toplam				100,0



Şekil 6.6. Rüzgar gülü yardımı ile bulunan pist doğrultusu

Çizelge 6.4. Aday arazilerin sıcaklık, yağmur, kar ve buzlanma değerleri (BAYAR, 1991)

Aday Araziler	Sıcaklığın 25°C'den büyük olduğu gün sayısı	Yağmurlu gün sayısı	Karla örtülü gün sayısı	Şiddetli donlu gün sayısı
1	104	67	19	10
2	104	109	26	10
3	104	68	21	10
4	104	68	21	10
5	80	83	34	11
6	80	83	34	11
7	80	87	22	11
8	80	77	30	11

Yağmurlu, karla kaplı ve aşırı donlu gün sayıları tüm aday araziler için pek farklı olmamakla birlikte, pist kullanımını etkileyen en önemli büyüklük olan yıllık 25°C'den yüksek sıcaklığın görüldüğü gün sayısı ilk dört aday arazide diğerlerine göre bir miktar daha büyüktür.

6.8.4. Varolan hava sahasına etkisi

Aday arazilerin yakınında bulunan tek havaalanı, 1. Taktik Hava Kuvvet Komutanlığına bağlı havaalanıdır. Şekil 6.7'de Eskişehir ve çevresinden geçen hava trafik yolları ile Eskişehir Askeri Terminal Sahası (MTMA: Military Terminal Area) gösterilmiştir[33]. Aday arazilerin tamamı, bu terminal sahası içinde bulunmaktadır. Ancak hava trafik yönlendirmelerinin radar kontrollü olarak tek bir merkezden yapılması, arazilerin varolan hava trafik yollarına yakın olmaları ve yeni bir hava trafik yolu düzenlemesi gerektirmemesi sebebiyle aday araziler üzerinde yapılacak bir havaalanının varolan hava sahasına pek bir ters etkisi olmayacaktır.

Bununla birlikte Şekil 6.8'de verilen askeri havaalanından kalkış, Şekil 6.9'da verilen aynı meydana TACAN yaklaşma planları incelendiğinde, kalkış hareketlerinin Afyon yönünde güneye doğru, yaklaşma hareketlerinin ise genellikle güneyden olduğu görülmektedir[34]. Bu nedenle askeri havaalanının kuzeyinde daha az uçuş hareketinin sözkonusu olduğu bölgelerde bulunan 1 ve 3 no'lu aday arazilerin hava sahasına etki yönünden daha uygun oldukları söylenebilir.

ESKISEHIR DR 1, 2 DEPARTURE

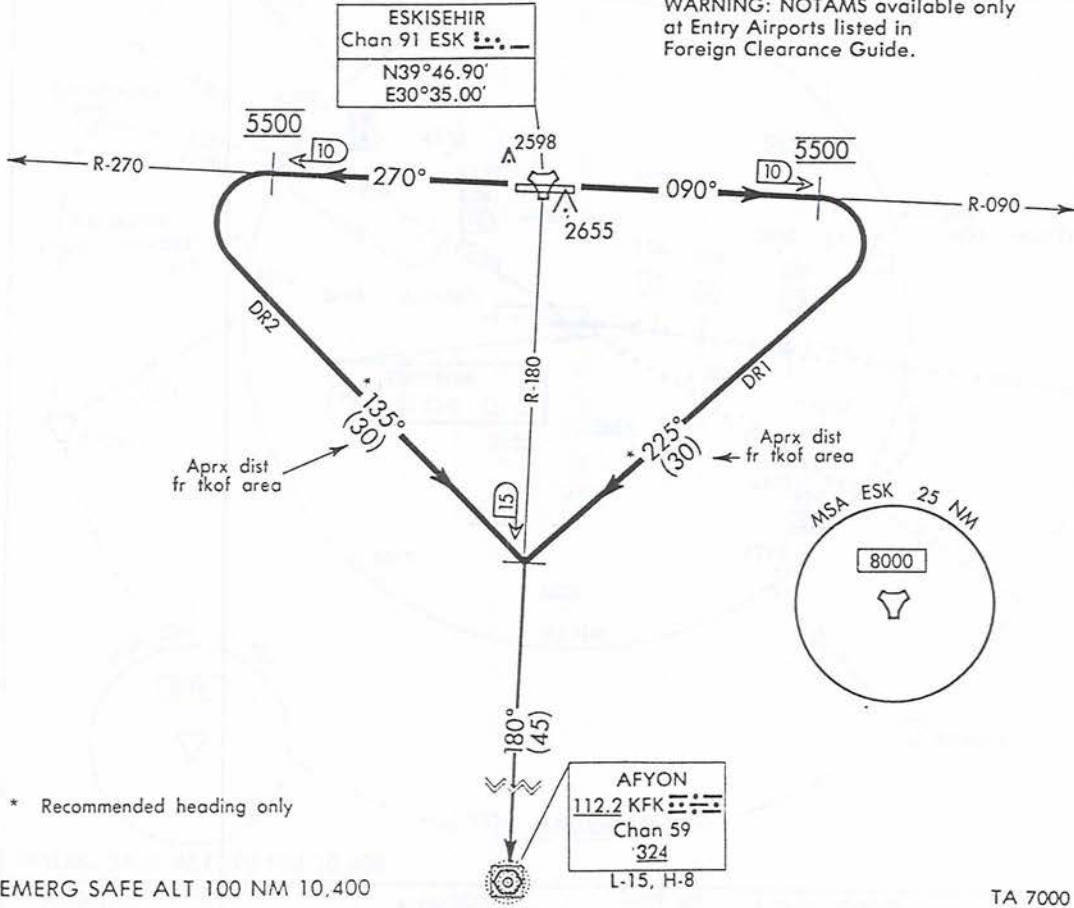
ESKISEHIR
ESKISEHIR, TURKEY

ESKISEHIR TOWER (USAF) SHL-2990.01 (TuAF)
122.1 257.8
ESKISEHIR APP CON
126.1 362.3

Rwy	Knots	60	120	180	240	300	360
09	V/V(fpm)	300	600	900	1200	1500	1800
27	V/V(fpm)	250	500	750	1000	1250	1500

ATC Climb Rate to 5500

WARNING: NOTAMS available only at Entry Airports listed in Foreign Clearance Guide.



* Recommended heading only

EMERG SAFE ALT 100 NM 10,400

TA 7000

DEPARTURE ROUTE DESCRIPTION

TAKE-OFF RWY 09: Climb to 5500 on R-090 to 10 DME then climbing right turn to intercept R-180 no later than 15 DME.

TAKE-OFF RWY 27: Climb to 5500 on R-270 to 10 DME then climbing left turn to intercept R-180 no later than 15 DME.

Şekil 6.8. Askeri havaalanından kalkış prosedürleri (FAA, 1996)

6.8.5. İniş yolu üzerindeki yükselteler

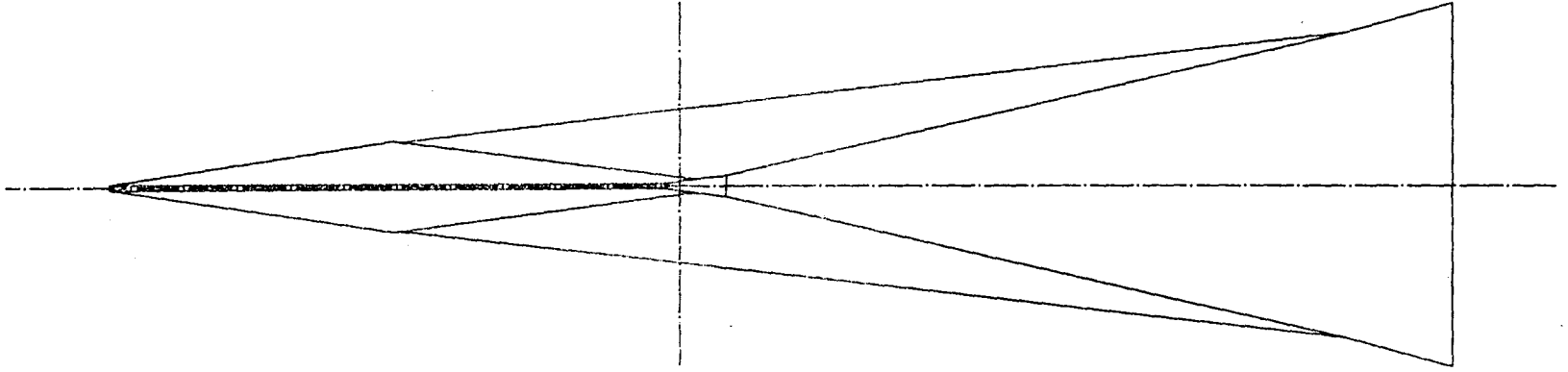
Aday araziler üzerinde her iki yönde de Kategori 1 türü hassas yaklaşma ve iniş hareketleri gerçekleştirileceği varsayılacaktır. Aletli hassas yaklaşımlar için Annex 14 ve Doc. 8168 içerisinde tanımlanmış OAS (Obstacle Assesment Surfaces) denilen engel sınır yüzeyleri gözönüne alınarak herhangi bir yükseltinin bu yüzeyleri delip delmediği araştırılacak ve OCH değeri hesaplanacaktır. Kategori 1 türü ILS yaklaşımlarında OCH değerinin 200 ft. seçilebilecek şekilde engellerden arındırılmış olması istenir. Engel sınır yüzeyi OAS, uçak tipine, pist uzunluğuna, yaklaşma türüne bağlı olarak değişir.

Şekil 6.10'da görülen ve aday arazileri değerlendirmek üzere kullanılacak olan engel sınır yüzeyleri, TITAN (Traitement Informatique Trajectoires Aéronautiques Normalisées: Standartlaştırılmış Uçak Yörünge Bilgi İşlemcisi) adı verilen bir bilgisayar sistemi yardımı ile çizilmiştir. TITAN, ICAO Doc. 8168 baz alınarak yaklaşma planlarının hazırlanmasında kullanılan bir çizim programıdır.

Aday arazilerin tümü doğu-batı doğrultusunda yerleştirilmiştir. Her iki yönde de yaklaşma yapılacağı gözönüne alınarak ayrı ayrı hem doğu hem de batı yönünde yaklaşma için çizilecek engel sınır yüzeyleri ile aday araziler üzerinde bulunan herhangi bir yükseltinin bu yüzeyleri delip delmediği araştırılacak ve buna bağlı olarak da OCH değerleri hesaplanacaktır. Yükseltelerin X ve Y koordinatları girildiği takdirde TITAN, OCH değerini otomatik olarak hesaplamaktadır.

- 1. Aday arazi: Yapılan inceleme sonucu arazi üzerinde bulunan yükseltelerin hiçbirisi engel teşkil etmemektedir. Bu nedenle hem doğu hem de batı yönünde yaklaşımlarda OCH değeri 200 ft. olarak alınabilir.
- 2. Aday arazi: Gerek doğu gerek batı yönündeki yaklaşımlarda kritik yükselti 200 m. değerindedir. Buna göre batı yönünde yaklaşımlarda OCH 492 ft., doğu yönünde ise 612 ft. olarak bulunmuştur. Bu durum, Kategori 1 türü ILS yaklaşımları için bir kısıtlama getirmektedir. Ancak OCH değerinin engeller nedeniyle 200 ft. yerine daha büyük alındığı örneklerle karşılaşmak mümkündür.
- 3. Aday arazi: Mania tahdit yüzeylerini delen herhangi bir kritik yükselti yoktur. OCH 200 ft. olarak alınabilir.
- 4. Aday arazi: Aynı şekilde kritik yükselti olmaması nedeniyle OCH 200 ft. olacaktır.
- 5. Aday arazi: Her iki yönde de belirlenen engeller yüzeyi delmediği için OCH 200 ft. alınabilir.
- 6. Aday arazi: OCH 200 ft. değeri bu aday arazi için de geçerlidir.
- 7. Aday arazi: Arazinin hemen batısında 8300 m. uzaklıkta ve 1307 m. irtifalı Kırkkız Dağları bulunmaktadır. Arazinin irtifasının 920 m. olduğu da gözönüne alındığında önemli bir yükselti ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bulunan OCH değeri çok yüksektir ve ne doğu ne de batı yönünde Kategori 1 türü ILS yaklaşması yapmak mümkün değildir. Arazi, değerlendirme dışı bırakılacaktır.

[C/C] CAT I Pressure Z Threshold 0 Ft Z FAP 1500 Ft LLZ/Threshold 3550 M
Segment termination -15000 M



Şekil 6.10. 4C sınıfı bir havaalanı için tanımlanmış ILS yaklaşması koruma yüzeyleri

- 8. Aday arazi: Aynı problem bu aday arazi için de sözkonusudur. Kırkkız Dağları, arazinin 7800 m. doğusunda bulunmaktadır. Bundan dolayı OCH değerinin çok yüksek olması nedeniyle Kategori 1 türü ILS yaklaşması gerçekleştirmek mümkün değildir. Arazi değerlendirme dışı bırakılacaktır.

6.8.6. Kalkış yolu üzerindeki yükselteler

Bunun için Doc. 8168'de tanımlanan ve 3. Bölümde ayrıntıları verilen kalkış alanı 1/50 000 ölçekli çizilerek her bir aday arazi üzerinde %2,5 eğimli güvenlik yüzeyini delen engel olup olmadığı araştırılacak, yükselti var ise tanımlanan yüzeyi delmeyecek şekilde kalkış eğimi artırılacaktır.

- 1. Aday arazi: Doğu ve batı yönündeki kalkışlarda yüzeyi delen herhangi bir kritik engel yoktur.
- 2. Aday arazi: Arazinin irtifası 800 m.'dir ve batıya doğru yapılacak kalkışlarda pist başından 1800 m. uzaklıkta 100 m. yükseklikte bir engel, 3500 m. uzaklıkta ise 183 m. yükseklikte Sarıkaya Tepesinin doruğu bulunmaktadır. Doc. 8168'de verildiği gibi nominal kalkış eğimi %3,3 olmak kaydıyla %2,5 eğimli güvenlik yüzeyini hiçbir engelin delmemesi gerekir. Yukarıda yükseklikleri verilen iki engel de bu yüzeyi delmektedir. Bu nedenle kalkış eğimini artırmak gerekir. Kritik uçak olarak aldığımız B737-400'ün maksimum kalkış eğimi, 350 ft./NM., yani %6,2'dir[35]. Uçak kalkıştan itibaren pist başından 3500 m. uzaklığa kadar %6,2'lik kalkış eğimini koruduğu taktirde hiçbir engel %5,4 eğimli güvenlik yüzeyini delmeyecektir. Uçağın pistten 3500 m. uzaklaşmaya kadar 183 m. irtifa alması gerekecek, ancak bu noktadan sonra %3,3'lük nominal kalkış eğimine geçerek yükselmeye devam edebilecektir. Uygulamada bu tür örneklerle karşılaşmak mümkün olmakla birlikte pistin kullanımında bazı kısıtlamalar sözkonusu olacaktır. Buna karşılık doğu yönünde yapılacak kalkış hareketlerinde ise problem teşkil edebilecek herhangi bir engel yoktur.
- 3. Aday arazi: Doğu ve batı yönündeki kalkışlarda %2,5 eğimli güvenlik yüzeyini delen herhangi bir yükselti yoktur.
- 4. Aday arazi: Doğu yönündeki kalkışlarda güvenlik yüzeyini delen bir engel olmamakla birlikte, batı yönünde yapılacak kalkışlarda 8250 m. uzaklıkta ve 247 m. yükseklikte Kireç Tepesi bulunmaktadır. Bu engelin aşılabilmesi için güvenlik yüzeyi eğiminin %3 ve kalkış eğiminin %3,8 seçilmesi gerekir. Uçak pist başından 8250 m. uzaklığa varıncaya kadar 247 m. irtifa kazanacak, daha sonra normal kalkış eğimine geçebilecektir.
- 5. Aday arazi: Doğu ve batı yönündeki kalkışlarda güvenlik yüzeyini delen herhangi bir yükselti yoktur.
- 6. Aday arazi: Doğu ve batı yönündeki kalkışlarda kritik engel yoktur.

6.8.7. Havaalanına ulaşım süresi

Eskişehir merkezinden karayolu veya demiryolu ile aday arazilere ulaşım süresi CBS yardımı ile hesaplanmıştır.

- 1. Aday arazi: Şehir merkezinden 14,8 km uzaklıktadır. 90 km/saat sabit hızla gidildiğinde araziye 10 dakikada ulaşılacaktır.
- 2. Aday arazi: Demiryolu ile 11,5 km., karayolu ile 15 km. uzaklıktadır. 10 dakika içerisinde araziye ulaşılabilir.
- 3. Aday arazi: Karayolu ile 39 km uzaklıktadır. Yani 26 dakikada araziye ulaşmak mümkündür.
- 4. Aday arazi: 34 km. uzaklıktadır ve 22 dakikada varolan yollar ile ulaşım sağlanabilir.
- 5. Aday arazi: Uzaklık 42 km., ulaşım süresi 28 dakikadır.
- 6. Aday arazi: Uzaklık 32 km. ve ulaşım süresi 21 dakikadır.

6.8.8. Pazar potansiyeli

CBS yardımı ile aday arazilerin büyük yerleşim birimlerine yakınlıkları ve ulaşım kolaylıkları gözönüne alınmıştır.

- 1. Aday arazi: En büyük potansiyel olan Eskişehir merkezine oldukça yakın bir yerdedir. İki karayolunun ortasında bulunması, Bozüyük ve Bilecik gibi iki büyük yerleşim biriminden de havaalanına ulaşımı kolaylaştırmaktadır. Konum itibariyle pazar potansiyeli ve ulaşım kolaylıkları çok iyidir.
- 2. Aday arazi: Şehir merkezine en yakın olan arazidir. Gerek demiryolu gerekse karayolu ile Bozüyük, Bilecik ve Kütahya'ya doğrudan bağlantı vardır. Pazar potansiyeli ve ulaşım kolaylıkları çok iyi durumdadır.
- 3. Aday arazi: Yakınlarında bulunan en büyük iki yerleşim birimi Eskişehir ve Alpu'dur. Asfalt yanyollar ile bağlantı sağlanır. Alpu'dan 10 dakika, Eskişehir'den ise 25 dakikada iki ayrı yoldan ulaşım sağlanabilir. Pazar potansiyeli ve ulaşım kolaylıkları iyi düzeydedir.
- 4. Aday arazi: Alpu'nun hemen batısındadır. 3. aday araziye göre Eskişehir merkezine daha yakındır. Hem karayolu hem de demiryolu ile doğrudan bağlantı sağlamak mümkündür. Pazar potansiyeli ve ulaşım kolaylıkları çok iyi düzeydedir.
- 5. Aday arazi: Mahmudiye, Alpu ve Eskişehir merkezi arazinin etrafındaki yerleşim birimleridir. Ana karayolu ve diğer asfalt yanyolları ile Mahmudiye, Alpu ve Eskişehir'den doğrudan ulaşım imkanı vardır. Ancak şehir merkezinden en uzakta bulunan aday arazidir. Pazar potansiyeli ve ulaşım kolaylıkları iyi düzeydedir.

- 6. Aday arazi: Mahmudiye, Alpu ve Eskişehir merkezinin ortasında bulunmaktadır. Eskişehir'den ana karayolu ile doğrudan bağlantısı vardır. Ulaşım kolaylıkları ve pazar potansiyeli iyi düzeydedir.

6.8.9. Havaalanını genişletmeye uygunluk

CBS'den faydalanarak her bir aday arazinin hangi ölçüde büyütülebileceği incelenmiştir.

- 1. Aday arazi: Arazi iki ana karayolu arasında bulunmaktadır. Bu nedenle, 5kmX0,8km boyutlarında olan alan ancak 6kmX1,5km'ye kadar genişletilebilmektedir.
- 2. Aday arazi: Batı tarafında dağlık alanlar, doğu tarafında ise ana karayolu ile sınırlanmıştır. Genişletilmesi zordur. Ancak enine az bir miktar genişletilebilir.
- 3. Aday arazi: Kuzey ve batı yönünde istenildiği kadar genişletilebilir. Doğuya doğru genişletme yapıldığında dağlık alanlar, güneyde ise anayol ve büyük yerleşim birimleri bulunmaktadır.
- 4. Aday arazi: Güney ve batı yönünde istenildiği kadar genişletilebilir. Kuzeyde ana karayolu ve doğuda ise büyük yerleşim birimi olarak Alpu bulunmaktadır.
- 5. Aday arazi: Arazinin doğu tarafında kayalık alanlar, batı tarafında ise Porsuk Nehri ve anayol bulunduğu için boyuna genişletme yapmak zordur. Ancak kuzey yönünde enlemesine bir genişletme mümkündür.
- 6. Aday arazi: Doğuda kayalık alanlar, batıda ise anayol bulunmaktadır. Bu nedenle en fazla 5850mX1500m boyutlarına kadar büyütülebilir.

6.8.10. Gürültü

Günümüzde gürültü ölçümleri ve haritaları ABD tarafından geliştirilmiş INM (Integrated Noise Model) denilen bilgisayar destekli ve benzeri diğer sistemler yardım ile yapılmaktadır. Elde bu tür haritaları çıkaracak bir sistem olmadığından yaklaşık bir gürültü bölgesi alınarak bu bölge içerisinde gürültüye maruz kalan insan sayısı hesaplanmıştır.

Kritik uçak olarak alınan B737-400'un de içinde bulunduğu Airbus ve Boeing serisi modern uçaklarda motor gürültüsü en aza indirgenmiştir. Bu tür bir uçak için en dış gürültü bölgesi yaklaşık 3kmX16km boyutlarında olacaktır[36]. Aşağıda her bir aday arazi için en dış (B bölgesi) ve iç (D bölgesi) gürültü bölgelerinde yaşayan insan sayıları çıkartılmıştır. Bunun için CBS'de yerleşim birimleri ile aday araziler katmanı açılmış, araziler üzerine 3kmX16km boyutlarında bir dikdörtgen çizilerek bu bölge içerisinde kalan toplam insan sayısı bulunmuştur.

- 1. Aday arazi: Yukarı Söğütünü (826 kişi) ve Çukurhisar (3462 kişi) gürültü bölgesi içerisinde. Toplam 4288 kişi uçak gürültüsünden etkilenecektir. En iç

ve duyarlı bölge olan D bölgesinde ise yerleşik nüfus yoktur.

- 2. Aday arazi: Gürültü bölgesi içerisinde Turgutlar (91 kişi), Yusufklar (145 kişi), Boyacıoğlu (79 kişi), Karagözler (275 kişi) ile Eskişehir merkezinin %10'luk bir bölümü (yaklaşık 40.000 kişi) olmak üzere toplam 40.600 kişi yaşamaktadır. D bölgesinde yerleşim birimi yoktur.
- 3. Aday arazi: Sadece Çukurhisar Köyü gürültü bölgesindedir. Toplam 180 kişi bu bölgede yaşamaktadır. D bölgesinde yerleşim birimi yoktur.
- 4. Aday arazi: Alpu (5087 kişi), Karaçay (207 kişi) ve Kireçköy (373 kişi) gürültü bölgesindedir. Toplam 5667 kişi uçak gürültüsünden etkilenecektir. D bölgesinde yerleşim birimi yoktur.
- 5. Aday arazi: Sadece 153 nüfuslu Şerefiye gürültü bölgesi içerisinde. S bölgesinde herhangi bir yerleşim birimi yoktur.
- 6. Aday arazi: Gürültü bölgesinde hiçbir yerleşim birimi bulunmamaktadır. Gürültü yönünden en uygun arazidir.

6.8.11. Ekolojik denge

Eskişehir'in %24'ünü teşkil eden ormanlık bölgelerde çam, meşe, gürgen, ardıç, katran ve köknar gibi ağaçlar yetişir. Çatacık, Mihaliççık ve Eskişehir Yusufklar Köyü Atatürk Ormanları başlıca ormanlık alanlardır[29].

Hiçbir aday arazi üzerinde ekolojik dengeyi bozacak bir bitki örtüsü veya zengin hayvan türleri yoktur. Bu nedenle her bir aday arazi ekolojik dengeye etki yönünden aynı derecede uygundur.

6.8.12. Yeraltı-yerüstü su ve maden kaynakları

Zengin su ve maden kaynakları üzerine havaalanı kurulmasından kaçınmak gerekir. Porsuk, Seydisu ve Sarısu gibi kollara sahip Sakarya Nehri, şehrin başlıca akarsuyudur. Eskişehir İl Merkezi, İnönü Planör Kampı, Bozdağ, Sündiken, Sivrihisar'ın dağlık kısmı, Porsuk vadisi, Sakarbaşı sıcak su bakımından önemli bölgelerdir. Ayrıca Kaplanlı kalabak suyu yurdumuzun en iyi içme sularındandır ve Laçın maden suyu da önemli bir yeraltı su kaynağıdır. Maden kaynakları ve hammadde yönünden oldukça zengin olan Eskişehir ve çevresinde boraks, krom, manyezit, perlit, demir, mermer ve lületaşı kaynakları bulunmaktadır. Aday araziler üzerinde herhangi bir yeraltı-yerüstü su, maden veya hammadde kaynağı yoktur[29].

6.8.13. Kültürel zenginlik

Eskişehir ve çevresinde bulunan arkeolojik kalıntılar, tarihi yapılar, park, bahçe gibi sosyal tesisler genelde büyük yerleşim birimlerinin yakınlarında bulunmaktadır. CBS ile bölgedeki tüm höyükler de saptanmıştır. Buna göre aday araziler üzerinde herhangi bir kültürel zenginlik olmadığı görülmektedir. Sadece 3. aday arazinin yakınlarında üç adet höyük bulunmaktadır. Batıya doğru yapılacak bir genişletme çalışmasında bu höyüklerin yokolma tehlikesi vardır.

6.8.14. Yerel ekonomi üzerine olumsuz etki

CBS ile yerleşim birimlerinin özellikleri ve konumları incelendiğinde, aday araziler üzerinde önemli bir sanayi kuruluşunun bulunmadığı, sadece tarım ile uğraşıldığı görülecektir. Bu nedenle havaalanı kurulması tüm aday arazilerin ekonomik yönden canlanmasına neden olacaktır.

6.8.15. Yerleşik halkın başka yerleşim birimlerine taşınması

CBS yardımı ile aday araziler belirlenirken mümkün olduğunca yerleşim birimlerinden uzakta olması gözönünde bulundurulmuştur. Bu nedenle aday araziler üzerinde yerleşik nüfus yoktur.

Yerleşim birimlerindeki resmi kuruluş sayıları ve nüfus ile ilgili bilgiler Devlet İstatistik Enstitüsünden alınmıştır[37].

6.8.16. Aşamaları gerçekleştirme kolaylığı

Havaalanının kurulması aşamalarında herhangi bir problem ile karşılaşmamak için gelecekte araziler üzerinde yapımı planlanan projelerin gözden geçirilmesi, resmi kuruluşlara ait binaların, sosyal tesislerin ve tarihi eserlerin aday araziler üzerinde bulunmaması, bölgenin ekonomik ve kültürel yapısının uygun olması gerekir.

Eskişehir ve çevresinde yapımı planlanan üç büyük proje vardır. Bunlar; Mekece-Bozüyük karayolu, Bursa-Eskişehir demiryolu ve Daiwoo Otomobil Fabrikası'dır[30]. Karayolu Bozüyük'e kadar uzanacak ve buradan varolan anayola bağlanacaktır. Demiryolu, Bandırma-Bursa-Ayazma-İnegöl-Bozüyük-İnönü yönünde olacak ve varolan demiryoluna bağlanacaktır. Daiwoo Otomobil Fabrikası ise Organize Sanayi Bölgesi içerisinde kurulacaktır. Yapımı planlanan bu üç proje, aday arazilerden herhangi biri üzerinde havaalanı kurmaya engel teşkil etmediği gibi bu yatırımlar, Eskişehir ve çevresinde hava taşımacılığının gelişmesine katkıda bulunacaktır.

Aday araziler üzerinde daha önce de açıklandığı gibi herhangi bir tarihi eser, resmi bina veya sosyal tesis yoktur. Sadece 5. aday arazi üzerinde küçük bir bölümü bulunan Anadolu Tarım İşletme Müdürlüğü, arazinin satın alınması aşamasında problem çıkartabilir.

Türkiye'nin genel ekonomik yapısı pek kararlı değildir. Bu nedenle havaalanı için yapılacak yatırımlarda belirli aşamalarda finansman problemi ile karşılaşmak mümkündür.

6.8.17. Altyapı olanakları

CBS'de farklı katmanlara çizilmiş olan anayol, yanyollar, demiryolları, doğalgaz ve yüksek gerilim hattı gibi altyapı olanaklarının aday arazilere yakınlıkları ve uzunluk olarak yapılması gerekli altyapı çalışmalarının miktarı incelenmiştir.

- 1. Aday arazi: Terminal girişi altyapı olanaklarına yakın olması için güneyde düşünülmüştür. Arazi iki anayol arasında bulunur ve yanyollarla terminale ulaşmak mümkündür. Bu nedenle herhangi bir yol yapımı gerektirmez. Anayolun güneyinde bulunan demiryolu, yanyollar yardımı ile araziye bağlanabilir. Hemen kuzey doğudan doğalgaz boru hattı geçmektedir. Doğu kenarında ve güneyde yüksek gerilim hattı vardır. Güneydeki hatta 1,5 km. uzaklıktadır. Altyapı olanakları çok iyi durumdadır.
- 2. Aday arazi: Terminal girişi kuzeydedir. Araziye ulaşım için kuzeyde bulunan demiryolundan terminale 1 km. uzunluğunda ek demiryolu veya karayolu bağlantısı için 3,8 km.'lik asfalt yol yapılması gerekir. Doğalgaz oldukça kuzeydedir ve terminalden kuş uçuşu 10,5 km. uzaklıktadır. Yüksek gerilim hattının bir kolunun arazinin ortasından geçmesi sebebiyle yönünde değişiklik yapılması gerekir. Altyapı olanakları orta düzeydedir.
- 3. Aday arazi: Güneyde bulunan karayoluna yakın olması amacıyla terminal girişi güney yönünde seçilmiştir. Karayolu ile terminal arası bağlantı için 650 m.'lik ek yol yapımı gereklidir. Güney batıda bulunan doğalgaz boru hattı, araziden kuş uçuşu 4 km. uzaklıktadır. Güneyde bulunan yüksek gerilim hattından 950 m. hat çekilerek elektrik alınabilir. Altyapı iyi düzeydedir.
- 4. Aday arazi: Terminal girişi kuzeydedir. Anayol ve demiryolu bağlantısı yanyollar ile sağlanmaktadır. 1,5 km.'lik bir ek demiryolu yapıldığı takdirde doğrudan demiryolu ile ulaşım da mümkündür. Doğalgaz hattı kuş uçuşu 6,5 km. uzaklıktadır. Arazinin kuzeyinden ve güneyinden iki ayrı yüksek gerilim hattı geçmektedir. Kuzeydeki hattan 500 m.'lik bir uzatma ile elektrik alınabilir. Altyapı olanakları çok iyi düzeydedir.
- 5. Aday arazi: Terminal girişi güneyde seçilmiştir. Anayol ile terminal bağlantısı için 2,3 km.'lik yol yapımı gerekir. Yakın çevresinde doğalgaz imkanı yoktur. Arazinin kuzeyi ve güneyinden yüksek gerilim hatları geçmektedir. Daha yakın olan güneydeki hattan 1,6 km. uzunluğunda yeni bir hat çekmek gerekir. Altyapı olanakları orta düzeydedir.

- 6. Aday arazi: Terminal girişi güneydedir. Anayol ile bağlantı için 1,7 km.'lik yol yapımı gerekir. Doğalgaz imkanı yoktur. Güneyde bulunan en yakın yüksek gerilim hattından 3,8 km. uzaklıktadır. Altyapı olanakları orta düzeydedir.

6.8.18. Topografik yapı

CBS'de ilk üç katmana çizilen eş yükselti eğrileri öncelikle üç boyutlu hale dönüştürülmüş, daha sonra da yüzde cinsinden ele alınan bölgenin eğim haritası çıkartılmıştır. Altı aday arazi eğim haritası üzerine bindirilerek, her bir arazinin topografik yapısı ile ilgili aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir.

- 1. Aday arazi: Batı kenarında ufak bir bölgede %3-4 arası eğim olmakla birlikte herhangi bir havaalanı elemanı bu bölge üzerine düşmemektedir. Arazinin geri kalan bölümlerinde ise eğim, %1'in altındadır.
- 2. Aday arazi: Arazinin tamamında eğim çok değişkendir ve %0-4 arasında değişmektedir.
- 3. Aday arazi: Tamamen düzlüktür, eğim %1'in altındadır.
- 4. Aday arazi: Kuzey doğuda havaalanı elemanlarının bulunmadığı ufak bir bölgede eğim, %3-4 değerine çıkmaktadır. Diğer bölgelerde ise %1'in altındadır.
- 5. Aday arazi: Tamamen düzlüktür, eğim %1'in altındadır.
- 6. Aday arazi: Güney batıda ve kuzey doğuda köşelerde ufak bir bölgede eğim, %0-4 arasında değişmektedir. Üzerlerinde herhangi bir havaalanı elemanı olmadığı için bir problem oluşturmaz. Diğer alanlarda %1'in altındadır.

6.8.19. Toprağın cinsi

CBS ile uygun bölgelerin belirlenmesi aşamasında kullanılan toprak cinsi haritasına aday araziler yerleştirilerek tarıma en elverişli 1. sınıf toprak ile havaalanı kurmaya uygun olmayan 5., 6., 7. ve 8. cins topraklar üzerinde olup olmadıkları incelenmiştir.

- 1. Aday arazi: Arazinin tamamı 2. cins toprak üzerindedir.
- 2. Aday arazi: Arazinin %70'i 2. cins, %15'i 1. cins ve %15'i ise 6. cins toprak üzerindedir.
- 3. Aday arazi: Arazinin tamamı 1. cins toprak üzerindedir.
- 4. Aday arazi: Arazinin tamamı 2. cins toprak üzerindedir.
- 5. Aday arazi: %95'i 1. cins, %5'i 3. cins topraktan oluşmuştur.
- 6. Aday arazi: Tamamı 2. cins topraktır.

6.8.20. Arazinin değeri

CBS yardımı ile aday araziler üzerinde toprak fiyatlarını etkileyebilecek yerleşim birimleri, fabrika, bina ve tarıma elverişli topraklar belirlenmiştir.

- 1. Aday arazi: Şehir merkezine çok yakın olduğu, çevresinde büyük yerleşim birimleri ve tarıma açık alanlar bulunduğu için arazinin değeri yüksektir. Varolan kurutma kanalının, kiremit-tuğla-toprak ocaklarının bir bölümü de yine arazi üzerindedir.
- 2. Aday arazi: 1. aday arazi gibi şehir merkezine çok yakındır ve çevresinde çok sayıda yerleşim birimi bulunmaktadır. Ayrıca arazi üzerinde küçük boyutlu besihane ve tavuk çiftlikleri bulunmaktadır. Bu nedenle toprak fiyatları pahalı olacaktır.
- 3. Aday arazi: Üzerinde herhangi bir fabrika veya bina bulunmamaktadır. Ancak yakın çevresinde yerleşim birimleri olması ve tarım için elverişli 1. cins topraklar üzerinde bulunması arazi fiyatlarını artıracaktır.
- 4. Aday arazi: Alpu ve Karaçay gibi iki yerleşim biriminin arasında bulunmaktadır. Arazi üzerinde herhangi bir bina veya fabrika yoktur. Ancak 2. cins toprak üzerinde tarım yapılan alanlar mevcuttur. Toprak fiyatları diğer üç aday araziye göre daha düşük olacaktır.
- 5. Aday arazi: Kuzeyinde ve güneyinde yerleşim birimleri ve arazi üzerinde tarımsal alanlar bulunmaktadır. 1. cins toprak üzerindedir ve arazinin doğudaki bir bölümü Anadolu Tarım İşletme Müdürlüğü'nün sınırları içerisine girmektedir. Bundan dolayı toprak fiyatları pahalı olacaktır.
- 6. Aday arazi: Yakın çevresinde önemli yerleşim birimleri, arazi üzerinde fabrika ve bina yoktur. 2. cins toprak üzerinde tarım yapılan alanlar mevcuttur. Toprak fiyatları orta düzeydedir.

6.9. Uygun Arazinin Seçimi

Değerlendirmeye alınan 6 aday arazi, 20 parametrenin her biri gözönüne alınarak ayrıntılı bir şekilde araştırılmış, aday arazilerin parametrelerin gereklerini ne ölçüde sağladığı belirlenmiştir. Buna göre aşağıdaki not çizelgesi çıkartılmıştır.

Çizelge 6.7. Senaryo 2'ye göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6
Arazinin hava sahası kalitesi (6 par.)	306	198	294	270	280	280
Arazinin konumu (3 par.)	176	152	160	174	136	148
Havaalanının çevresi (4 par.)	126	90	144	126	150	150
Arazi kullanımı (3 par.)	150	150	150	150	140	150
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 par.)	120	74	116	140	98	124

Çizelge 6.8. Senaryo 3'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6
Arazinin hava sahası kalitesi (6 par.)	174	118	168	154	160	160
Arazinin konumu (3 par.)	130	110	120	130	100	110
Havaalanının çevresi (4 par.)	252	180	288	252	300	300
Arazi kullanımı (3 par.)	200	200	200	200	188	200
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 par.)	120	74	116	140	98	124

Çizelge 6.9. Senaryo 4'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6
Arazinin hava sahası kalitesi (6 par.)	172	114	164	160	154	154
Arazinin konumu (3 par.)	130	110	120	130	100	110
Havaalanının çevresi (4 par.)	126	90	144	126	150	150
Arazi kullanımı (3 par.)	200	200	200	200	188	200
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 par.)	240	148	232	280	196	248

Çizelge 6.7. Senaryo 2'ye göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6
Arazinin hava sahası kalitesi (6 par.)	306	198	294	270	280	280
Arazinin konumu (3 par.)	176	152	160	174	136	148
Havaalanının çevresi (4 par.)	126	90	144	126	150	150
Arazi kullanımı (3 par.)	150	150	150	150	140	150
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 par.)	120	74	116	140	98	124

Çizelge 6.8. Senaryo 3'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6
Arazinin hava sahası kalitesi (6 par.)	174	118	168	154	160	160
Arazinin konumu (3 par.)	130	110	120	130	100	110
Havaalanının çevresi (4 par.)	252	180	288	252	300	300
Arazi kullanımı (3 par.)	200	200	200	200	188	200
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 par.)	120	74	116	140	98	124

Çizelge 6.9. Senaryo 4'e göre aday arazilerin aldıkları ağırlıklı puanlar

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6
Arazinin hava sahası kalitesi (6 par.)	172	114	164	160	154	154
Arazinin konumu (3 par.)	130	110	120	130	100	110
Havaalanının çevresi (4 par.)	126	90	144	126	150	150
Arazi kullanımı (3 par.)	200	200	200	200	188	200
Toprak düzenlemesi yatırım maliyetleri (4 par.)	240	148	232	280	196	248

Çizelge 6.10. Aday arazilerin senaryolara göre aldıkları toplam ağırlıklı puanlar

Aday Araziler	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Ortalama	Standart Sapma	Değişim Yüzdesi
AA1	890	878	876	868	878	7,9	%0,90
AA2	680	664	682	662	672	9	%1,34
AA3	870	864	892	860	872	12,4	%1,42
AA4	880	860	876	896	878	12,8	%1,45
AA5	820	804	846	788	815	21,4	%2,62
AA6	741	852	894	862	870	15,5	%1,78

6.10. Sonuçların Yorumlanması

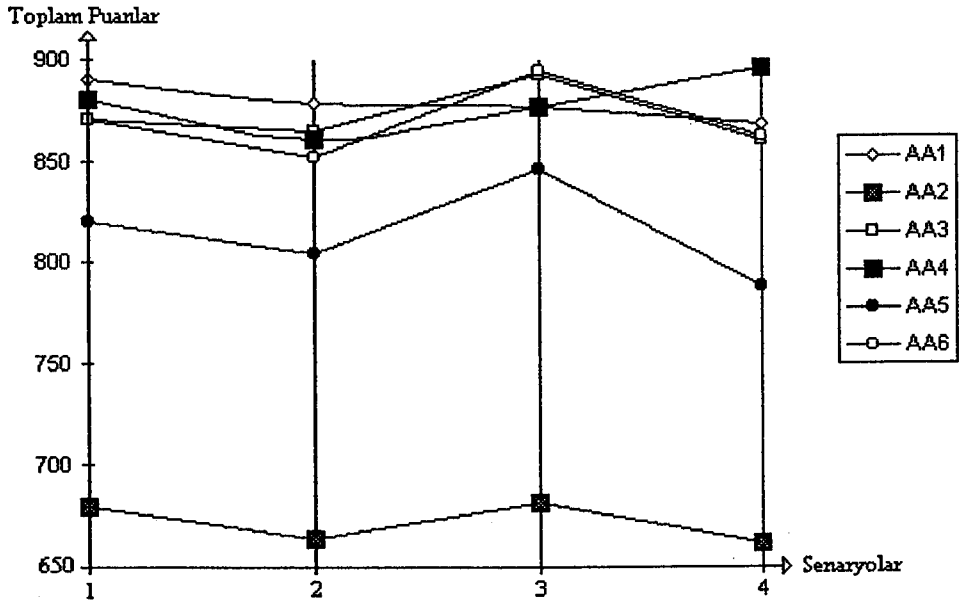
Aşağıda aday arazilerin farklı senaryolar karşısında aldıkları toplam puanlar gözönüne alınarak havaalanı kurmaya ne ölçüde uygun oldukları çıkartılmıştır.

- 1. Aday arazi : Farklı dört senaryo karşısında ortalama puanı en yüksek olan iki araziden biridir. Her bir parametrenin aynı öncelikte olduğu Senaryo 1 ve havacılığa uygunluğu ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu Senaryo 2 için en uygun arazi olarak görülmektedir. Arazinin şehire yakın olması sebebiyle toprak fiyatlarının yüksekliği, gürültüye maruz kalacak insan sayısının fazla olması ve iki anayol arasında bulunması nedeniyle havaalanı genişlemesine sınırlı boyutlarda izin vermesi başlıca olumsuz yanlarıdır. Yine de hangi senaryo sözkonusu olursa olsun havaalanı kurmaya en elverişli arazilerden biridir.
- 2. Aday arazi : 6 aday arazi içerisinde havaalanı kurmaya en az uygun olanıdır. Arazinin eğimli olması, kalkış ve iniş olu üzerindeki yükseltiler, gürültüye maruz kalacak insan sayısının çokluğu, havaalanı genişletmeye uygun olmaması ve toprak fiyatlarının yüksekliği önemli problemlerdir. Bu durum, arazinin havacılığa uygunluğunu azaltmakta ve yapılacak yatırım maliyetlerini artırmaktadır.
- 3. Aday arazi : Havaalanının çevresi üzerine etkisi ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu Senaryo 3 için en uygun iki araziden biridir. Şehir merkezinden uzak olması, Pazar potansiyelini bir miktar düşürmektedir. Ayrıca arazinin verimli topraklar üzerinde bulunması ve tamamında tarım yapılması toprak fiyatlarını artırmaktadır. Yine de tüm senaryolar için havaalanı kurmaya en uygun arazilerden biridir.
- 4. Aday arazi : Havaalanı için yapılacak yatırımlar ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu Senaryo 4 için en uygun arazidir. Ancak varolan hava sahasına uyumu, kalkış yolu üzerindeki yükseltiler ve gürültü konusunda ortaya çıkan problemler arazinin havacılığa uygunluğunu azaltmaktadır. Buna rağmen 1. aday arazi ile birlikte en yüksek ortalama puanı elde eden ve tüm senaryolar

karşısında havaalanı kurmaya en elverişli arazilerden biridir.

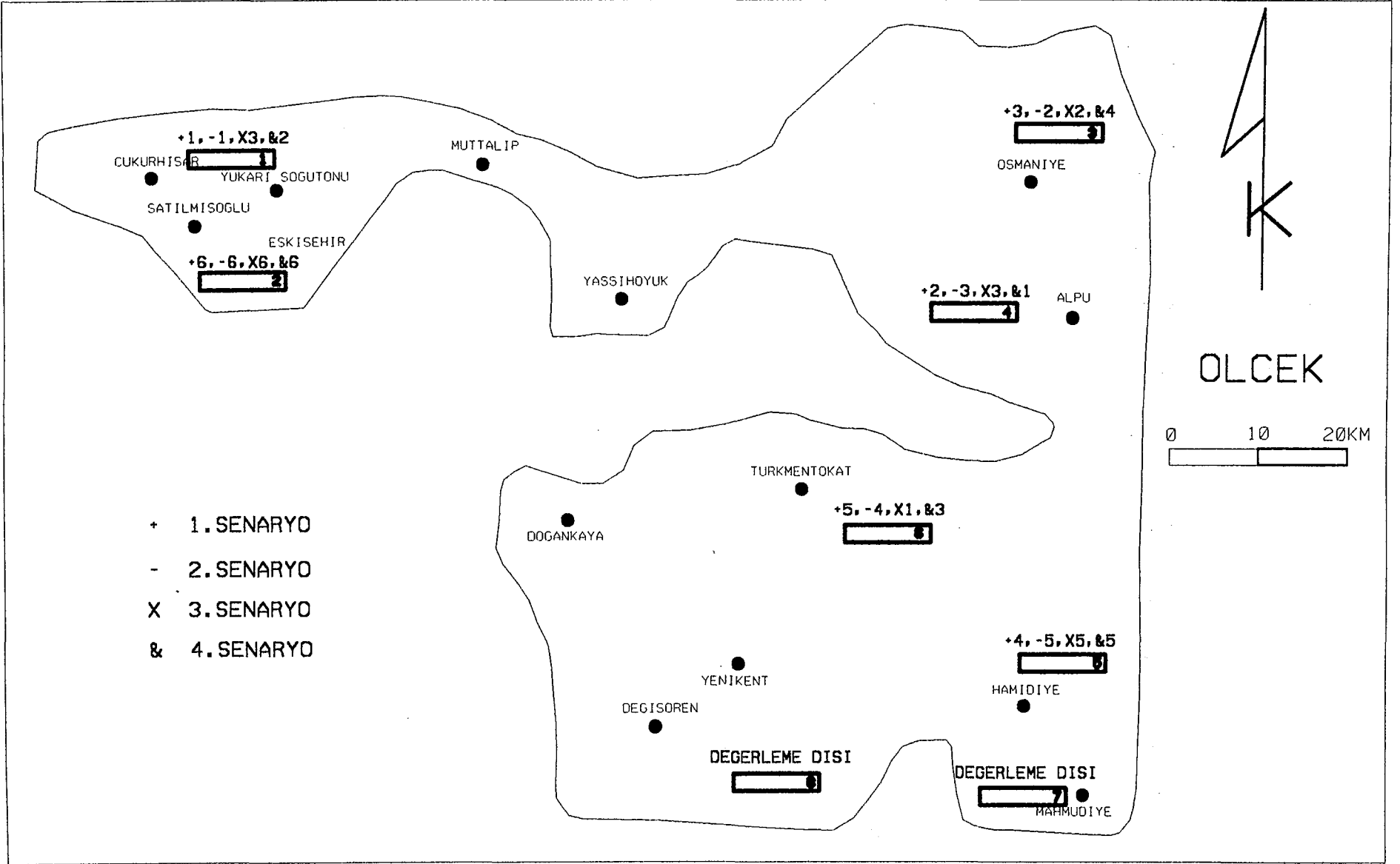
- 5. Aday arazi : Sisli gün sayısının fazlalığı, havaalanını genişletmeye uygun olmaması, tarıma elverişli topraklar üzerinde bulunması sebebiyle toprak fiyatlarının yüksekliği ve altyapı olanaklarının diğer aday arazilere göre yetersiz olması arazinin havacılık yönünden uygunluğunu düşürmekte ve havaalanı kurulması için yapılması gerekli yatırımları artırmaktadır. Diğer dört araziye göre 2. aday arazi gibi havaalanı kurmaya daha az uygundur.
- 6. Aday arazi : Havaalanının çevresi üzerine etkisi ile ilgili parametrelerin öncelikli olduğu Senaryo 3 için en uygun iki araziden biridir. Sisli gün sayısının çokluğu, sınırlı bir havaalanı genişletmesi yapılabilmesi, diğer aday arazilere göre altyapı olanaklarının yetersizliği başlıca olumsuz yönleridir. 4 senaryo içinde havaalanı kurmaya en uygun arazilerden biri olarak alınabilir.

Yukarıda her bir aday arazi için yapılan değerlendirmeler sonucunda öncelikle 1 ve 4 no'lu araziler ile 3 ve 6 no'lu arazilerin havaalanı kurmaya uygun yerler olduğu söylenebilir. Senaryo 1 ve Senaryo 2'ye göre 1. arazi, Senaryo 3'e göre 3. ve 6. arazi, Senaryo 4'e göre ise 4. arazi öne çıkmaktadır. Şekil 6.11'de grafik olarak senaryolara göre arazilerin aldıkları puanlar ve başarı durumları, Şekil 6.12'de ise harita üzerinde aday arazilerin yerleri ve senaryolara göre başarı sıralamaları verilmiştir.



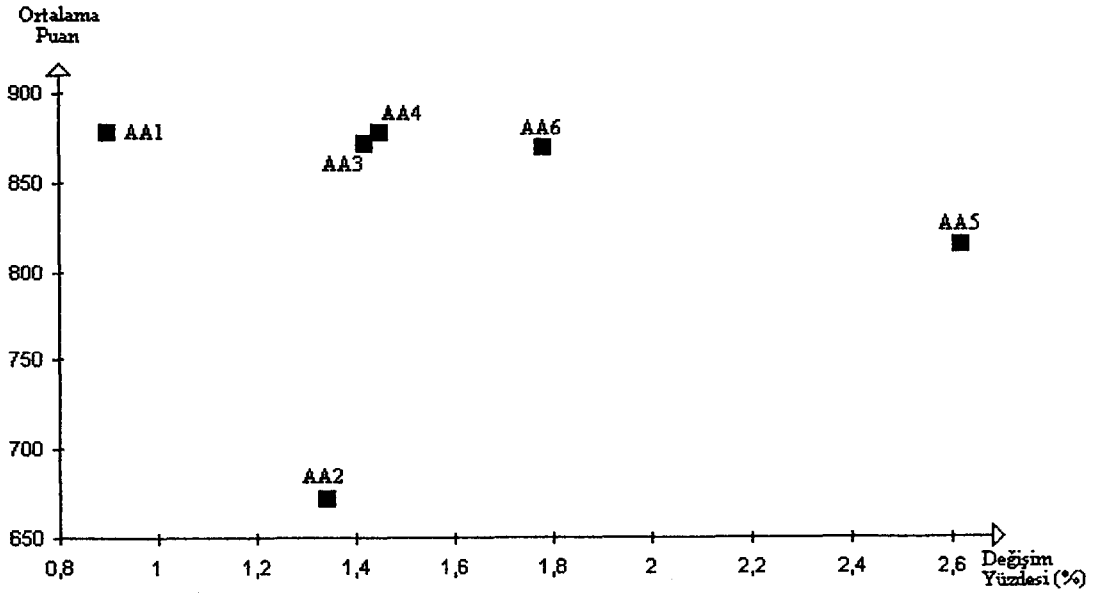
Şekil 6.11. Senaryolara göre aday arazilerin aldıkları puanlar ve sıralamaları

Görüleceği üzere tek bir araziye en uygunu olarak yorumlamak yanlıştır ve yapılan çalışmada farklı yaklaşımlar karşısında farklı aday araziler en uygun olarak ortaya çıkmaktadır. Aday araziler içerisinde en uygunu farklı senaryolar karşısında her zaman aynı



Şekil 6.12. Aday arazilerin senaryolara göre başarı sıralamaları

başarıyı gösterenidir. Arazilerin senaryolara göre değişim yüzdelerine bakıldığında en kararlı olanı, farklı senaryolar karşısında en az değişim göstereni 1. arazidir. Şekil 6.13’de gösterildiği gibi ortaya çıkan sonuçlar gözönüne alındığında, en yüksek ortalama puana ve en düşük değişim yüzdesine sahip olması sebebiyle 1. arazi, havaalanı yapımına uygun olarak bulunan diğer üç araziye (3, 4 ve 6 no’lu araziler) üstünlük sağlamaktadır.



Şekil 6.13. Aday arazilerin ortalama puanları ve değişim yüzdeleri

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuçlar

Havaalanı yer seçimi çalışması sonucunda aday araziler içerisinde havaalanı kurmaya en uygun olanın belirlenmesi kararı tamamen görecelidir. Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğunda, önceden belirlenen parametreler çerçevesinde aday araziler tek tek incelenmekte, sonuçlar yorumlanarak rapor haline getirilmekte ve en uygun arazi gerekçeleri ile birlikte seçilmektedir. Yapılan çalışmalar genelde bir fizibilite çalışması şeklindedir ve yer seçimi çalışması sonucu bulunan arazinin uygunluğu risk faktörü taşıyan belirsizlik ortamında zamanla değişim göstermekte, bu da yapılan çalışmanın başarısını olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu tez çalışması ile havaalanı master planlamasının en önemli aşamalarında biri olan yer seçimi aşamasında daha önceki örneklerde ortaya çıkan problemleri ortadan kaldırmaya yönelik yeni bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Önerilen modelde arazi değerlendirme tamamen sayısal olarak yapılmaktadır. Genel bir model olması ve her yerde kullanılabilmesi için birimsiz büyüklükler tercih edilmiştir. Böylece tamamen subjektif olarak gerçekleştirilen yer seçimi çalışmasının sayısal bir model kullanılarak daha sağlıklı ve objektif bir yapıya kavuşturulması amaçlanmıştır.

Daha önce yapılan yer seçimi çalışmalarının en büyük eksikliği, gelecekte ortaya çıkabilecek beklenmeyen olaylar gözardı edilerek yer seçiminin tek bir talep tahmini üzerine yapılması ve tek bir arazinin en uygunu olarak belirlenmesidir. Bu nedenle de yapılan çalışmaların bir kısmı başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Önerilen yeni modelde ise havacılık talep tahminleri, düşük, orta ve yüksek seviyelerde hazırlanıp, üç ayrı yaklaşım ile havaalanı yer seçimi çalışması gerçekleştirilerek gelecekte ortaya çıkabilecek beklenmeyen olaylara karşı gerekli önlemler alınmıştır.

Aday arazileri değerlemede dikkate alınan parametrelerin önem dereceleri veya bir başka deyişle ağırlık katsayıları her durumda aynı değildir. 5. Bölümde açıklandığı gibi parametrelerin ağırlıkları ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye ve farklı beklentilere göre değişim gösterir. Bu nedenle yeni model önerisinde farklı senaryolar geliştirilerek ağırlık katsayıları senaryolara göre düzenlenmiş, değişik durumlarda farklı arazilerin en uygun olarak ortaya çıkabileceği dikkate alınmış ve böylece tek bir arazinin en iyisi olarak seçilmesi yanlısından kaçınılmıştır. Farklı senaryoların geliştirilmesi, önerilen modelin her koşulda uygulanabilecek genel bir model olmasını sağlamıştır. 6. Bölümde önerilen modelin işlerliğini göstermek üzere Eskişehir ve çevresi için yapılan havaalanı yer seçimi çalışmasında da görüldüğü gibi, dört farklı senaryo için dört farklı aday arazi en uygun olarak bulunmuştur.

Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımı, başta yer bilimleri olmak üzere bir çok bilim dalında her geçen gün artmaktadır. Model önerisinin denendiği Eskişehir ve çevresi için yapılan havaalanı yer seçimi çalışmasında da görüleceği üzere CBS kullanımı, aday arazileri parametrelere göre değerlendirmede önemli kolaylıklar sağlamakta, incelemenin daha duyarlı ve sistemli bir şekilde bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Özet olarak bu çalışma sonucunda;

- Düşük, orta ve yüksek tahmin yaklaşımları ile gelecekte ortaya çıkabilecek belirsizliklere karşı gerekli önlem alınmıştır,
- Farklı durumlarda arazi değerlemede kullanılan parametrelerin ağırlık katsayılarının aynı olmayacağı düşüncesi ile farklı senaryolar geliştirilmiş ve her senaryoda parametrelerin ağırlık katsayıları uygun şekilde değiştirilmiştir,
- Tek bir aday araziye en iyisi olarak göstermenin yanlış olduğu ve farklı durumlarda farklı aday arazilerin en uygun olarak bulunabileceği gösterilmiştir,
- Modelin her durum karşısında kullanılabilir genel bir yapıya kavuşturulması sağlanmıştır,
- CBS'nin sağladığı kolaylıklardan faydalanılarak daha duyarlı bir analiz yapılmıştır,
- Subjektif nitelik taşıyan havaalanı yer seçimi çalışması sayısal bir yapıya kavuşturularak daha objektif hale dönüştürülmüştür,
- Genelde yer bilimlerinde kullanılan CBS'nin havacılık uygulamalarında da kullanılabilirliği gösterilmiştir.

7.2. Öneriler

Model önerisinde parametrelere ağırlık katsayıları verilirken daha önceki örneklerden faydalanılmıştır. Bu katsayıların gerçeği tam olarak yansıttığını söylemek yanlış olur. Farklı ülkelerde, hatta farklı bölgelerdeki değişik durumlara ve bakış açlarına göre ağırlık katsayılarının değerlerini düzenlemek modelin duyarlılığını artırabilir. Arazi değerlemede gözönüne alınan parametrelerin sayısını da değiştirmek mümkündür. Bu model önerisinde 20 parametre ile arazi değerlemesi yapılmıştır. Ancak gereksinimler doğrultusunda veya daha ayrıntılı bir değerlendirme yapabilmek için bu sayı artırılıp azaltılabilir.

Yapılan çalışmada dört temel senaryo gözönüne alınmıştır. Değişik yaklaşımlar için daha farklı senaryolar geliştirerek modelin kullanım yelpazesini genişletmek mümkündür. Böylece modelin daha genel ve her durumda kullanılabilir hale getirilmesi sağlanabilir.

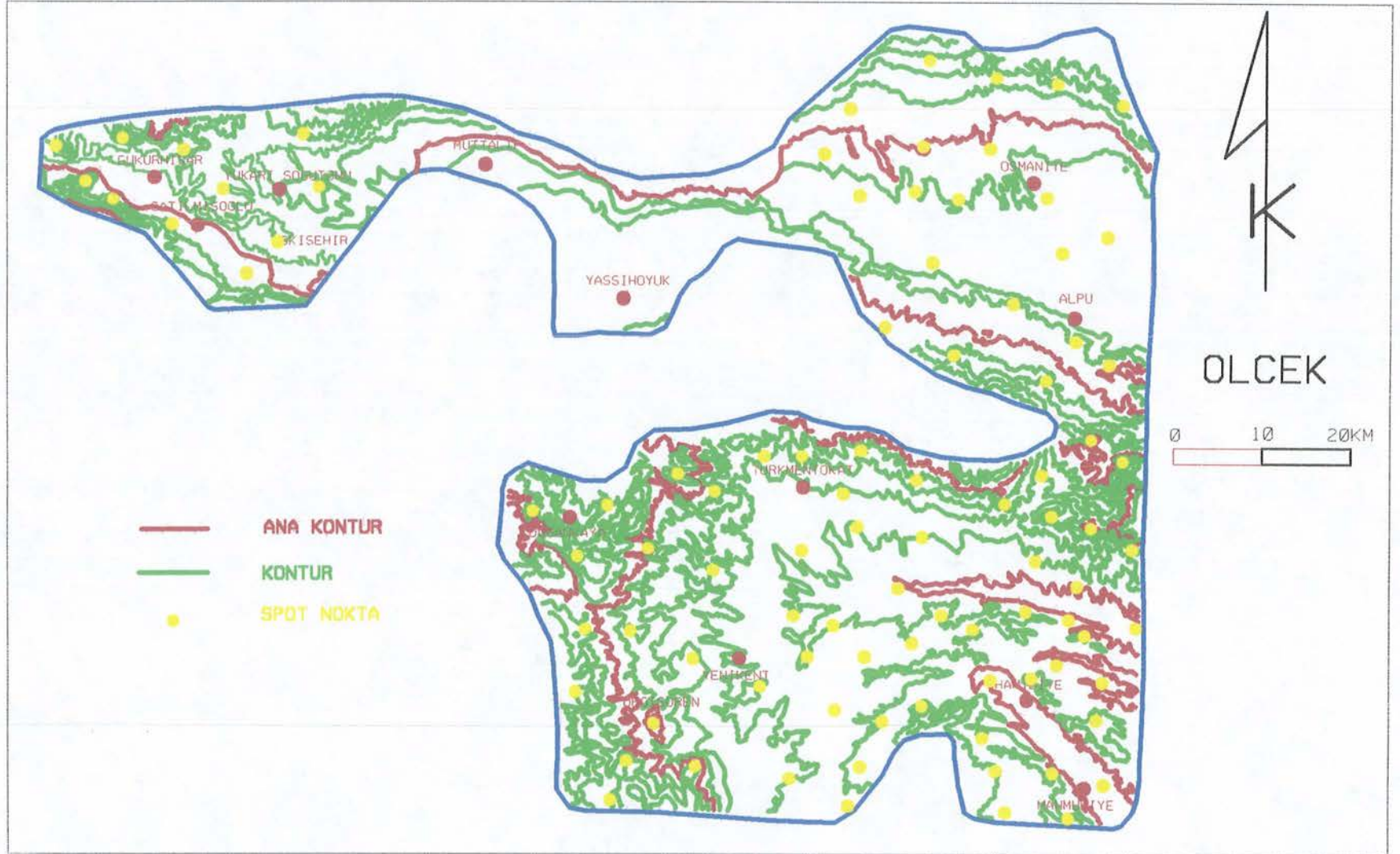
Havaalanı yer seçimi çalışması bir ekip işidir. Ele alınan parametrelere göre aday araziler incelenirken gerek veri toplama, gerekse değerlendirme aşamalarının konunun uzmanları tarafından yapılması, toplanan verilerin değerlendirilmek üzere CBS'ye uyumlu hale getirilmesi işleminin yine bu konuda uzman bir grup tarafından gerçekleştirilmesi, yapılan çalışmanın başarısını ve güvenilirliğini artıracaktır. Eskişehir ve çevresi için yapılan havaalanı yer seçimi çalışmasında da aynı şekilde konunun uzmanlarının görüşleri alınarak aşamalar gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

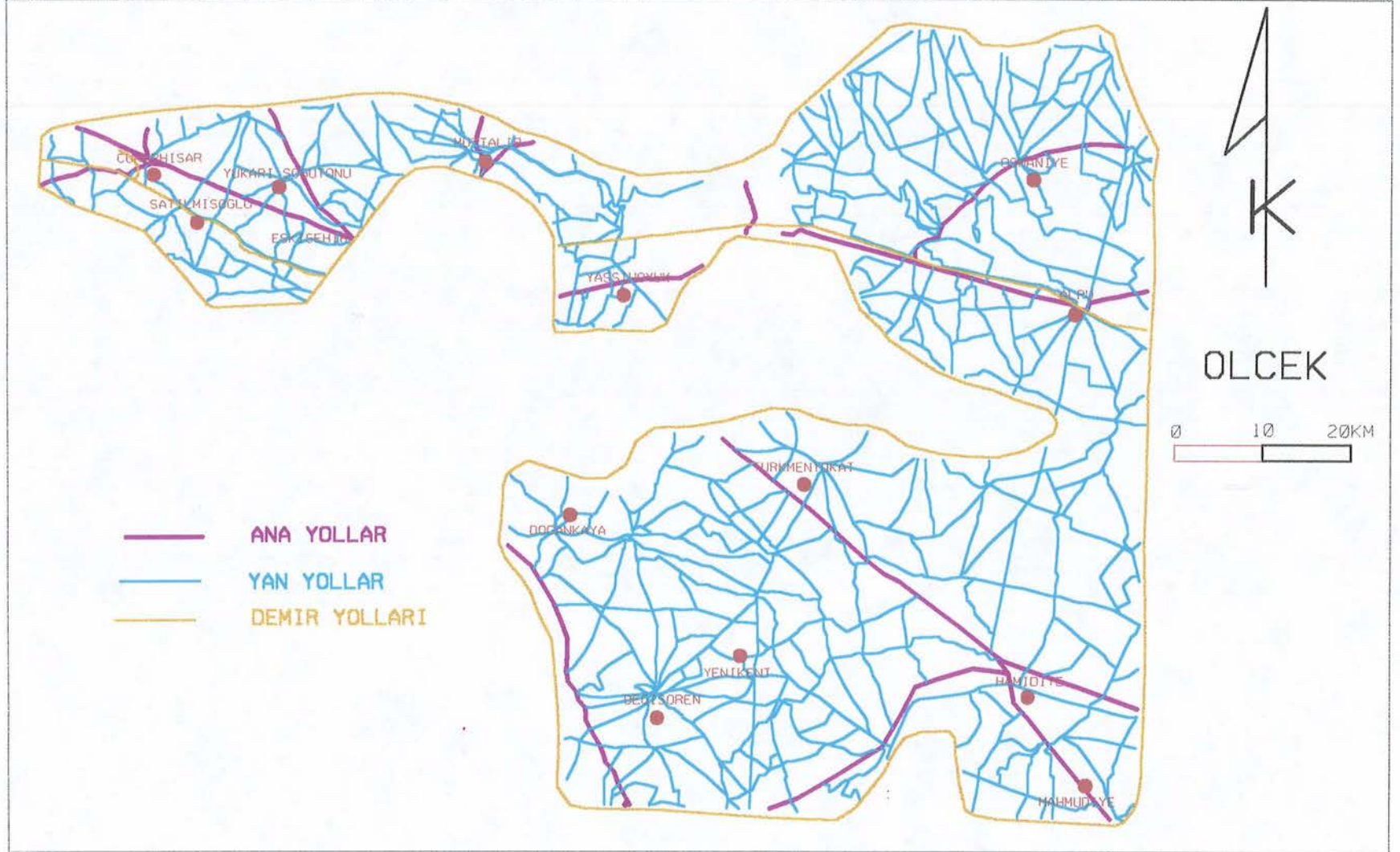
1. DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile), Ministère des Transports et SBA (Service des Base Aériennes), *ITAC (Instruction Technique sur les Aerodromes Civils), Fascicule 1 - Généralité*, 1983.
2. ICAO (International Civil Aviation Organization), *Annex 14 - Aerodromes*, 1983.
3. BUARD, J.R., Simonian, H., *Infrastructure Aeroportuaire, Tome 1-2*. 1979.
4. ASHFORD, N., Wright, P.H., *Airport Engineering*. John Wiley And Sons Inc., 1992.
5. DGAC, Ministère des Transports et STBA (Service Technique des Bases Aériennes), *Les Aérogares*, 1983.
6. IATA (International Air Transport Association), *Airport Development Reference Manual*, Montreal, Nisan 1995.
7. DGAC, Ministère des Transports et SBA, *ITAC, Fascicule 10 - Environnement, Choix de Site, Plans*, 1985.
8. DGAC, Ministère des Transports et SBA, *ITAC, Fascicule 6 - Installations, Batiments*, 1984.
9. DGAC, Ministère des Transports et SBA, *ITAC, Fascicule 2 - Aire de Manoeuvre, Pistes, Bandes, Voies de Circulation*, 1983.
10. DİKMEN, Ş., *Methodologie d'Etudes des Plans de Composition Generale*, Yüksek LisansTezi, S.1-91, Toulouse, 1994.
11. DGAC, Ministère des Transports et SBA, *ITAC, Fascicule 5 - Aires de Stationnement*, 1984.
12. STBA (Service Technique des Base Aériennes), *Troisième Aéroport du Bassin Parisien*, 1996.
13. PIRON, V., Fratacci, M., *Aéroports, Tome 6 - Batiments Commerciaux et Techniques, Gestion des Aeroports*. 1991.
14. CARME, P., *Infrastructure Aéronautique*. ENAC (Ecole Nationale de l'Aviation Civile), Toulouse, 1988.
15. DGAC, Ministère des Transports et SBA, *ITAC, Fascicule 7 - Installations, Navigation Aerienne et Météorologie*, 1985.
16. HORONJEFF, Robert, McKelvey, Francis X., *Plannig and Design of Airports*, McGraw-Hill Inc., 1994.
17. WELLS, A.T., *Airport Planning and Management*. Ed. D. TAB Books, 1992.
18. NEUFVILLE, R., *Succesful Siting Of Airports: Sydney Example*, Journal Of Transportation Engineering, Vol. 116, No: 1,37-48, 1990.
19. FAA (Federal Aviation Administration), *Advisory Circular: Airport Master Plan, Chapter7: Airport Site Selection*, U.S. Department Of Transportation, 1985.
20. ADP (Aéroports de Paris), *Etude Prospective d'Implantation d'Un Nouvel Aérodrome en Region Toulousaine, Phase 1: Selection de 3 Sites*, Fransa, 1994.
21. ICAO, *Doc.8168-OPS/611: Procedures for Air Navigation Services*, Volume2,1993.
22. PEAT MARWICK, MITCHELL & CO., *Metro Airport Study, Site Evaluation Final Report*, DRCOG (Denver Regional Concil of Governments), Eylül 1983.

23. PEAT MARWICK MAIN & CO., *Final San Diego Air Carrier Airport Site Selection Study*, San Diego Association of Governments, Haziran 1990.
24. LFA (Leigh Fisher Associates), *New Orleans Air Carrier Airport Site Selection Study*, October 1994.
25. MC KENNA, E. L., *Congressional Agency To Review Chicago Airport Site Selection Report*, Aviation Week & Space Technology, 31, 1992.
26. AYDAY, Can, Hoşcan, Yaşar, *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Yerbilimlerinde Kullanılması ve Uygulanabilirliği*, Bilgisayar Dergisi 9. Türkiye Bilgisayar Kongresi ve Uygulama Gösterileri, İstanbul, 25-29 Mayıs 1992.
27. ESRI (Environmental Systems Research Institute), *PC Understanding GIS*, USA, 1990.
28. UYGUÇGİL, Hakan, *Maden Mühendisliğinde CBS Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, S.7-19, Temmuz 1994.
29. ESTİM (Eskişehir Sanayi ve Ticaret İl Müdürlüğü), *Eskişehir İli Ekonomik Durum Raporu*, ETAM A.Ş., S.1-135, Eskişehir, 1995.
30. ESO (Eskişehir Sanayi Odası), *Eskişehir İlinin Ekonomik Gelişmesi*, İktisadi Araştırmalar Vakfı, S.1-161, İstanbul, 1997.
31. BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP, *B737-400 Operations Manual*, USA, Mart 1993.
32. BAYAR, F. Ayla, *Eskişehir İklim Etüdü*, T.C. Çevre Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1991.
33. DHMİ (Devlet Hava Meydanları İşletmesi), *AIP (Aeronautical Information Publications)*, Cilt 2, Ankara, Ağustos 1997.
34. FAA (Federal Aviation Administration), *High and Low Altitude Europe North Africa and Middle East: Radar Instrument Approach Minimums, Standard Terminal Arrival, Instrument Approach Procedures, Standard Instrument Departures, Airport Diagrams*, Flight Information Publication, Vol. 5, National Imagery and Mapping Agency, USA, Kasım 1996.
35. VACHER, Patrick, *Caractéristiques Générales des Aéronefs*, Tome 3, ENAC, Fransa, 1993.
36. DGAC, STBA, STNA (Service Technique des Bases Aériennes), *Le Guide du Bruit Aéronautique*, 1987.
37. DİE (Devlet İstatistik Enstitüsü), *1990 Türkiye İstatistik Yıllığı*, Ankara, 1992.

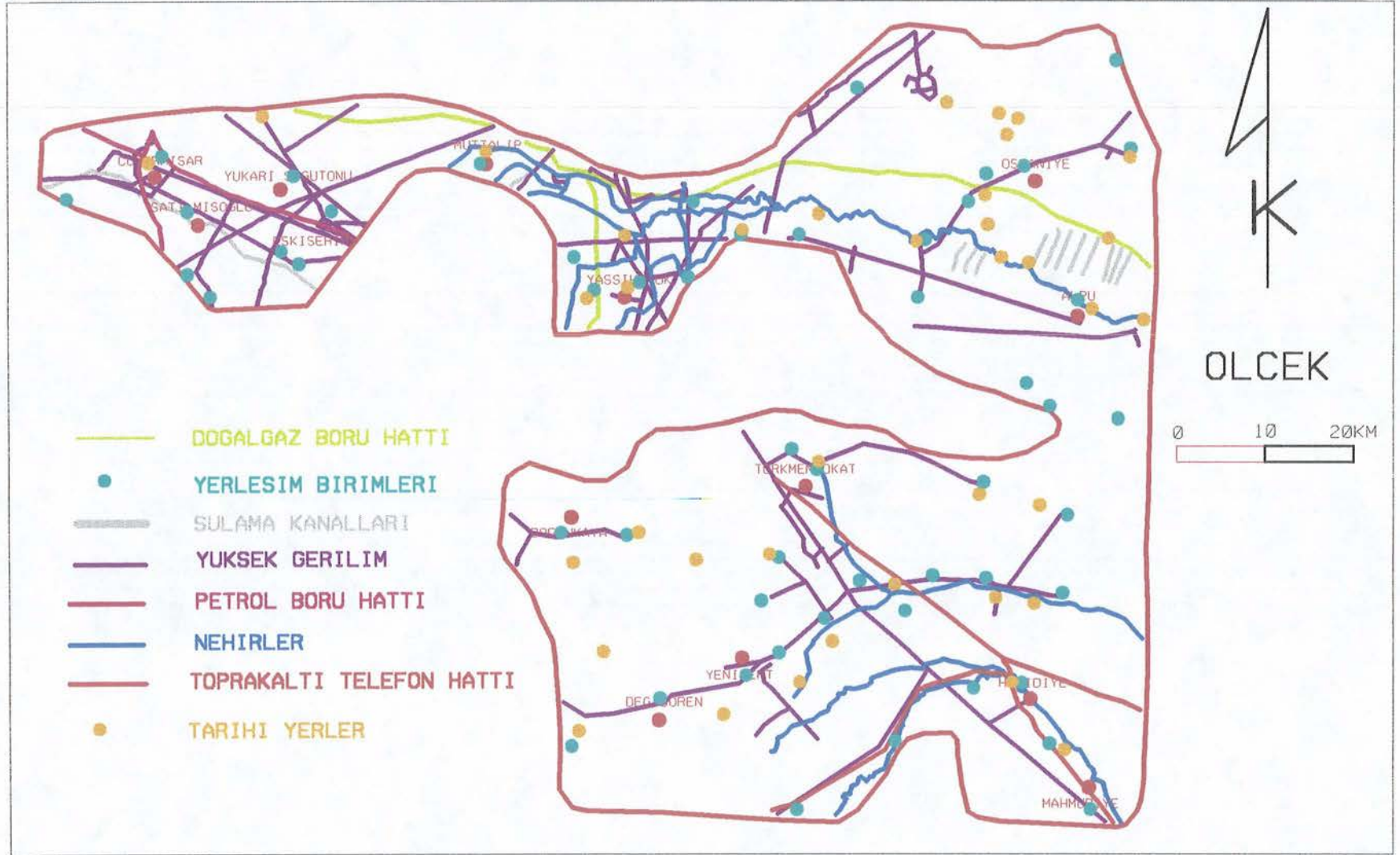
EK1. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BOLGELERDEKI ES YUKSELTİ EGRİLERİ



EK2. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BOLGELERDEKI YOLLAR



EK3. HAVAALANI KURMAYA UYGUN BOLGELER ILE ILGILI DIGER BILGILER



EK4. HAVAAALANI KURMAYA UYGUN BOLGELERIN UYDU GORUNTUSU

