



**HAVAALANLARI MİMARİSİNDE ESNEK TASARIM ÜZERİNDEN BİR
KARAR VERME MODELİ: DALAMAN HAVALİMANI**

Yüksek Lisans Tezi

Sena Ash ÖZTURANLI

Eskişehir 2021

**HAVAALANLARI MİMARİSİNDE ESNEK TASARIM ÜZERİNDEN BİR
KARAR VERME MODELİ: DALAMAN HAVALİMANI**

Sena Ash ÖZTURANLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hatice Günseli DEMİRKOL

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ocak 2021

ÖZET

HAVAALANLARI MİMARİSİNDE ESNEK TASARIM ÜZERİNDEN BİR KARAR VERME MODELİ: DALAMAN HAVALİMANI

Sena Aslı ÖZTURANLI

Mimarlık Anabilim Dalı

Bina Bilgisi Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak 2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hatice Günseli DEMİRKOL

Havacılık sektörü, hızla değişen bir ortamda faaliyet göstermekte ve her geçen gün büyümektedir. Havacılık endüstrisinde meydana gelen değişimler ve gelişmeler, havalimanlarında öngörülemeyen değişikliklere neden olmaktadır. Öngörülemeyen bir gelecekte, havalimanlarına değişim ve uyarlanabilme özgürlüğünü tanımak ve ihtiyaç duyulduğunda havalimanlarının minimum çabayla dönüşebilmeleri için en başında mantıklı kararları tasarım sürecine dahil etmek çok önemlidir.

Havalimanlarının planlama ve tasarım aşamasında karşılaştığı en büyük zorluk belirsizliktir. Uzun vadeli tek bir tahmine dayanan geleneksel havalimanı tasarımı ve planlaması, gelecekteki belirsizliklerle başa çıkmakta zorlanmakta ve bir havalimanı ortamının değişen ihtiyaçlarını karşılayabilecek verimliliği sağlayamamaktadır. Havalimanlarında ortaya çıkan belirsizlik sorunlarının üstesinden gelmek ve giderek belirsizleşen ortamların taleplerini karşılayabilmek için planlama ve tasarım aşamalarının en başında, belirsizlikleri karşılayabilecek yeni esnek politikalar geliştirmek gerekir.

Tez çalışmasında, ‘Esneklik kavramı, havalimanı planlama sürecine nasıl dahil edilebilir?’ ve birbiriyle ilişkili olarak ‘Terminal binası yerleşim planında esneklik nasıl sağlanabilir?’ soruları ön planda tutulmuştur. Tezde, çok disiplinli bir çalışma gerektiren havaalanı planlamasının, mimarların sorumlu olduğu fiziksel planlama kısmında esneklik konusu üzerinde durulmuştur ve terminal binalarında çeşitli esnek mekânsal düzenler elde etme konusu için esnek tasarım felsefesine yönelik yeni bir çerçeve geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Analitik hiyerarşi süreci, Esneklik, Havalimanı planlaması, İş süreci modeli, Karar verme, Mekan yerleşim planlaması

ABSTRACT

A DECISION-MAKING MODEL THROUGH FLEXIBLE DESIGN IN AIRPORTS ARCHITECTURE: DALAMAN AIRPORT

Sena Aslı ÖZTURANLI

Department of Architecture
Program in Building Design

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, January 2021

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Hatice Günseli DEMİRKOL

The aviation industry operates in a rapidly changing environment and grows day by day. Changes and developments in the aviation industry cause unpredictable changes in airports. In an unpredictable future, it is essential to give airports the independence to change and adapt, and to include sensible decisions in the design process from the very beginning so that airports can transform with minimum effort when needed.

The biggest challenge that airports face in the planning and design phase is uncertainty. Traditional airport design and planning which based on a single long-term forecast, struggles to cope with future uncertainties and fails to deliver efficiencies to meet the changing needs of an airport environment. In order to overcome the uncertainty problems that arise at airports and to meet the demands of uncertain environments, it is necessary to develop new flexible policies that can meet uncertainties at the very beginning of the planning and design stages.

In the thesis study, "How can the concept of flexibility be included in the airport planning process?" and "How can flexibility in the terminal building layout plan?" questions were prioritized. The thesis focuses on flexibility in the physical planning part where architects are responsible of airport planning, which requires a multidisciplinary study, and a new framework for flexible design philosophy has been developed for the subject of obtaining various flexible spatial layouts in terminal buildings.

Keywords: Analytical hierarchy process, Airport planning, Business process model, Decision analysis, Flexibility, Space layout planning

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda beni yönlendiren, sabrını ve bilgisini esirgemeyen değerli danışmanım Doktor Öğretim Üyesi Hatice Günseli Demirkol hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Her zaman yanımda olan sevgili eşime ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden maddi, manevi desteğini ve sevgisini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Sena Aslı ÖZTURANLI

Eskişehir, 2021

....../.../20....

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
Sena Aslı ÖZTURANLI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	İ
ÖZET.....	İİİ
ABSTRACT.....	İV
TEŞEKKÜR	V
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	3
1.2. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları	4
1.3. Araştırmanın Yöntemi	5
2. HAVALİMANI VE TERMİNAL: GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Havaalanı ve Havalimanı Tanımı.....	8
2.2. Havalimanı Planlaması Tasarım İlke ve Kriterleri	8
2.3. Havalimanı Terminali: Genel Bakış	10
2.3.1. Havaalanı terminali tasarım esasları.....	11
2.3.2. Havaalanı terminal binalarının bileşenleri	13
2.3.3. Terminal bina konseptleri	14
2.3.3.1. Yatay dağılım konseptleri	14
2.3.3.2. Dikey dağılım konseptleri	18
2.3.4. Havalimanı terminallerinde tasarım problemi.....	18
3. HAVALİMANLARINDA ESNEK TASARIM.....	20
3.1. Esnekliğin Tanımlanması ve Mimari Tasarımda Esneklik Kavramı	20
3.2. Bina Tasarımında Esneklik.....	22
3.3. Havalimanı Tasarımında Esneklik.....	24
3.3.1. Esnekliğin havalimanlarına uygulanma nedenleri.....	25
3.3.1.1. Kapasite ve gecikme	25
3.3.1.2. Yeni uçaklar	26
3.3.1.3. Teknoloji.....	27
3.3.2. Mevcut Esnek Tasarım Yaklaşımları	27

3.3.2.1. Tesislerin ortak kullanımı.....	29
3.3.2.2. Esnek tasarım.....	33
3.3.2.3. Esnek stratejik planlama	39
3.3.2.4. Çoklu havaalanı sistemleri	42
3.3.2.5. Uyarlanabilir havaalanı stratejik planlama.....	46
3.3.2.6. Proje risk yönetimi ve tasarım esnekliği	52
3.3.2.7. Bütünleştirilmiş esnek bir tasarım çerçevesi: FlexDFA	58
3.3.2.8. Mevcut kaynaklardaki sınırlamalar	61
3.3.2.9. Mevcut esnek tasarım yaklaşımlarının teze katkısı	61
4. YENİ YAKLAŞIM ÖNERİSİ.....	63
4.1. Yeni Yaklaşım Çerçevesi.....	63
4.1.1. Önerilen tasarım yaklaşımına genel bakış	64
4.1.2. Tasarım çerçevesinin kavramsal elemanları.....	66
4.1.3. Yaklaşım süreci ve akış şeması.....	66
4.2. Havaalanı Planlama Düzeyine Yeni Bir Bakış Açısı	69
4.2.1. Havaalanı planlama süreci ve adımları.....	72
4.2.2. Mevcut durum ve koşullar.....	74
4.2.3. Belirsizlik aralığının belirlenmesi ve talep tahminine genel bakış.....	76
4.2.4. Tesis gereksinimlerinin belirlenmesi	81
4.2.5. Belirleyici faktörler, hedefler ve kısıtlamalar	83
4.2.6. Risklerin değerlendirilmesi.....	84
4.2.7. Seçenekler analizi, aşamalı tasarım ve uygulama	85
4.3. Terminal Tasarımında Mekânsal Planlama.....	88
4.3.1. Tasarım sürecinin tanımlanması ve süreç haritası.....	89
4.3.2. Fiziksel, mekânsal, fonksiyonel olarak katmanların ilişkileri.....	94
4.3.3. Mekânsal komşuluk ve bitişiklik analizi	97
4.3.4. Mekân yerleşim planlaması	101
4.3.5. Graf teorisiyle mekan düzeni gösterimi	104
4.3.6. Oluşturulan grafiklerin kat planına dönüştürülmesi.....	111
4.3.7. Tasarımda belirlenen parametreler.....	114
4.3.8. Tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi ve karar verme analizi .	117
5. YENİ YAKLAŞIMIN DALAMAN HAVAALİMANI ÖRNEĞİ ÜZERİNDE UYGULANMASI.....	125

5.1.	Dalaman Havalimanı ile İlgili Genel Bilgiler	125
5.2.	Vaka Çalışması olarak Seçim Nedenleri.....	136
5.3.	Yolcu Faaliyetleri ve Süreci	137
5.3.1.	Yolcu işlemleri ve faaliyetleri analizi.....	137
5.3.2.	Ayrıntılı yolcu hareketlerinin etkinlik alanına göre sınıflandırılması.	141
5.3.3.	Mekânsal gereklilikler ve ilişkiler (zorunlu mekanlar ve isteğe bağlı mekanlar).....	143
5.3.4.	Terminal faaliyetlerinin süreç modeli	145
5.4.	Mekan Yerleşim Planlama	149
5.4.1.	Mekan bitişiklik analizi.....	149
5.4.2.	Düzlemsel grafik ve çift grafik oluşturma.....	150
5.4.3.	Çift grafiğe ağırlık ekleme	155
5.4.4.	Bilgisayarda hesaplamalı tasarım ile otomatik grafik üretme	158
5.4.5.	Akış şemasına göre kat planları üretme	166
5.5.	Analitik Hiyerarşi Süreci ile Karar Verme ve Değerlendirme Aşaması	180
6.	SONUÇ	186
	KAYNAKÇA.....	193
	ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Esneklik Tanımlamaları	21
Tablo 3.2. N sayıda bireysel salonların toplamı için gerekli alanın yüzdesi olarak n sayıda kapıların paylaştığı bekleme salonu için gereken alan	31
Tablo 3.3. Düzenli aralıklarla değişme eğiliminde olan tesisler	34
Tablo 3.4. Geleneksel havaalanı master planlama ile esnek stratejik planlama arasındaki en önemli farklar	41
Tablo 3.5. Tasarım esnekliği ve risk yönetimi için verilerin alıntısı	55
Tablo 3.6. Mevcut Esnek Tasarım Yaklaşımlarının Kısıtlamaları ve Teze Katkıları	62
Tablo 4.1. Planlama süreci adımları.....	73
Tablo 4.2. Bazı mimar ve kuramcıların tasarım süreci aşamalarıyla ilgili görüşleri	91
Tablo 4.3. Bazı mimar ve kuramcıların tasarım süreci aşamalarında karar verme ile ilgili görüşleri.....	91
Tablo 4.4. Katmanların Bileşenleri	95
Tablo 4.5. 1, 3, 5, 7 ve 9 puanlarıyla eşleştirilmiş ağırlıkları olan ‘Saaty’nin Temel Ölçeği’	124
Tablo 5.1. Türkiye’de Sırasıyla En Fazla Dış Hatlar Yolcuya Sahip Havaalanlarının ve Yolcu Payının (Türkiye’deki yüzdeliği) Tablosu	131
Tablo 5.2. Yolcu faaliyetlerine göre benzer fonksiyonların gruplandırılması	142
Tablo 5.3. Zorunlu ve isteğe bağlı alanların gruplandırılması	144
Tablo 5.4. Grafik düzeninde kullanılan işaretler.....	151
Tablo 5.5. Karşılaştırma Matrisi	181
Tablo 5.6. Normalizasyon Aşaması	182
Tablo 5.7. Normalize edilmiş matris ve ‘Öncelik Vektörü’ hesabı.....	183
Tablo 5.8. Ortalama λ_{maks} değeri hesabı	184
Tablo 5.9. Rastgele Değer İndeksi	184

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Genel araştırma metodolojisi.....	6
Şekil 2.1. Havaalanı Sisteminin Şematik Anlatımı	7
Şekil 2.2. Amsterdam Schiphol Havalimanı Parmak Tipi Terminal	15
Şekil 2.3. Londra Heathrow Havalimanı 4 no’lu Terminali Linear Tipli Terminal	15
Şekil 2.4. Denver Havalimanı Uydu Tipi Terminal	16
Şekil 2.5 Montreal Mirabel Havalimanı Taşıyıcı Tipi Terminal	17
Şekil 2.6. Paris Charles de Gaulle Havalimanı A, B, C, D Terminalleri - Taşıyıcı Tipi Terminal	17
Şekil 3.1. Le Corbusier’in Domino Evi 1914	22
Şekil 3.2. Tesisleri Paylaşan İki Farklı Kullanıcı Tarafından Kapı Konumlarının Örnek Kullanımı için Gerekli Toplam Kapı Sayısındaki Olası Azalmayı gösteren Gantt Grafikleri (de Neufville & Odoni, 2002)	32
Şekil 3.3. Sırasıyla Duffy (1998) ve Brand’a (1994) göre katmanlar ve beklenen ömürleri.....	35
Şekil 3.4. Dublin Havaalanı Diyagramı.....	38
Şekil 3.5. New York metropol bölgesine hizmet veren çoklu havalimanı sistemi.....	42
Şekil 3.6. Çoklu-Havaalanlı Sistemleri Mekansal Konfigürasyonlarının Basit Geçiş Şeması (tek havalimanı sisteminden multi havalimanı sistemine geçiş)	44
Şekil 3.7. Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama Adımları.....	49
Şekil 3.8. Amsterdam Schiphol Havalimanı'na planlanan uzantılar	51
Şekil 3.9 Değişkenliği kavramsal olarak tüketen üç önerinin zamansal şemaları.....	58
Şekil 4.1. Akış şemasının sembolleri.....	67
Şekil 4.2. Havaalanı esnek tasarım yaklaşımına yönelik İş Süreç Modeli	68
Şekil 4.3. Yeni yaklaşımın havaalanı planlama süreci	73
Şekil 4.4. İki boyutlu bir süreç olarak tasarım süreci	90
Şekil 4.5. RIBA tasarım süreci haritası	92
Şekil 4.6. Markus ve Maver tasarım süreci haritası	93

Şekil 4.7. Önerilen tasarım süreci.....	93
Şekil 4.8. Mekansal, fiziksel ve fonksiyonel değişikliklerin katmanlar üzerindeki etkisi.....	95
Şekil 4.9. Mekansal komşuluk ilişkileri	98
Şekil 4.10. Aynı geometrik düzende farklı mekânsal komşuluk ilişkileri.....	98
Şekil 4.11. Mekân İlişkileri	100
Şekil 4.12. Tipik bir terminal yerleşimi için fonksiyonel bitişiklik matrisi	100
Şekil 4.13. Farklı geçiş modeli örnekleri ve kök mekâna göre geçiş modelinin değişimi.....	102
Şekil 4.14. Bir villa planı üzerinden dışbükey mekan, eksenel harita, eksenel erişim grafiği, birincil ve çift grafikleri gösterimi	106
Şekil 4.15. Graf modelleri örnekleri	108
Şekil 4.16. Çift grafiğe ağırlık eklemek	110
Şekil 4.17. Rhinoceros plan görüntüsü	112
Şekil 4.18. Grasshopper’da geometrinin oluşturulması.....	112
Şekil 4.19. Grasshopper ve Rhino ile oluşturulan geometrinin otomatik kat planlarına dönüşmesi	113
Şekil 4.20. Analitik Hiyerarşi Modeli örneği	122
Şekil 4.21. Karşılaştırmalı matris tablosu.....	123
Şekil 5.1. Dalaman Havalimanı Genel Dolaşım Şeması	126
Şekil 5.2. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali Genel Yerleşim Planı	127
Şekil 5.3. Terminal Binası Giden ve Gelen Yolcu Katlarını Gösteren Görünüş Şeması.....	128
Şekil 5.4. Ana bina ve koparılan örtüyü gösteren kesitler ve perspektif görünüşü	129
Şekil 5.5. Ayrı bir katman olarak planlanan servis katmanından tesisat boruları	129
Şekil 5.6. Yıllara Göre İç Hatlar, Dış Hatlar ve Toplam Yolcu Sayısı ve Değişim Grafiği.....	134
Şekil 5.7. Yıllara Göre İç Hatlar, Dış Hatlar ve Toplam Uçak Trafiki ve Değişim Grafiği.....	135
Şekil 5.8. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +0.00 Kotu Planı	137

Şekil 5.9. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +4.50 Kotu Planı	138
Şekil 5.10. Gelen Yolcu İşlemlerinin Yapıldığı Mekanlara Ait Görseller	138
Şekil 5.11. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +9.00 Kotu Planı	139
Şekil 5.12. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +13.50 Kot Planı	139
Şekil 5.13. Giden Yolcu İşlemlerinin Yapıldığı Mekanlara Ait Görseller	140
Şekil 5.14. Dalaman Havalimanı Terminal 1 Temel Giden Yolcu Hareketleri	140
Şekil 5.15. Dalaman Havalimanı Terminal 1 Temel Gelen Yolcu Hareketleri.....	141
Şekil 5.16. Giden Yolcu Katı Bölgeleri ve Gelen Yolcu Katı Bölgeleri.....	141
Şekil 5.17. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali Kalkış Faaliyetlerinde Zorunlu ve İsteğe Bağlı Tesislerin İlişkisi	144
Şekil 5.18. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali Varış Faaliyetlerinde Zorunlu ve İsteğe Bağlı Tesislerin İlişkisi	145
Şekil 5.19. Kalkış hareketinde yolcu faaliyetlerinin iş süreç modeli	146
Şekil 5.20. Varış hareketinde yolcu faaliyetlerinin iş süreç modeli	147
Şekil 5.21. Geçit (akış elemanları) türleri.....	148
Şekil 5.22. yEd programında düzlemsellik durumunu gösteren 'graph analyzer' aracı	152
Şekil 5.23. Kalkış hareketi iş süreç modelinden elde edilen düzlemsel olmayan bitişiklik grafiği.....	152
Şekil 5.24. Kalkış hareketi için oluşturulan bitişiklik grafiği kesişen geçiş bağlantılarının yerleri.....	152
Şekil 5.25. Kalkış hareketi için düzlemsel bitişiklik grafiği.....	153
Şekil 5.26. Varış hareketi iş süreç modelinden elde edilen düzlemsel olmayan bitişiklik grafiği.....	153
Şekil 5.27. Varış hareketi için oluşturulan bitişiklik grafiği kesişen geçiş bağlantılarının yerleri.....	153
Şekil 5.28. Varış hareketi için düzlemsel bitişiklik grafiği	153
Şekil 5.29. Kalkış ve varış hareketi bitişiklik grafiğinden elde edilen olası kat planı çifti (dual)	154
Şekil 5.30. Dış hatlar giden yolcu terminali ve gelen yolcu terminali oluşturmak için akış grafiği giriş modelleri	156

Şekil 5.31. Grasshopper 'Syntactic' eklentisi ile giden yolcu grafik arayüzü gösterimi	158
Şekil 5.32. Grasshopper 'Syntactic' eklentisi ile gelen yolcu grafik arayüzü gösterimi	158
Şekil 5.33. Giden Yolcu Terminaline yönelik grafik teorisi için Grasshopper'da oluşturulan algoritma	159
Şekil 5.34. Gelen Yolcu Terminaline yönelik grafik teorisi için Grasshopper'da oluşturulan algoritma	160
Şekil 5.35. Giden yolcu ve gelen yolcu terminalleri için oluşturulan kabarcık diyagramları	161
Şekil 5.36. Giden yolcu terminaline yönelik mekan düzeni araç setiyle elde edilen bilgiler	162
Şekil 5.37. Gelen yolcu terminaline yönelik mekan düzeni araç setiyle elde edilen bilgiler	163
Şekil 5.38. Geçiş grafiği çizim aracından otomatik olarak çizilen bir dizi giden yolcu terminaline ilişkin geçiş grafiği	164
Şekil 5.39. Geçiş grafiği çizim aracından otomatik olarak çizilen bir dizi gelen yolcu terminaline ilişkin geçiş grafiği	165
Şekil 5.40. Giden Yolcu Terminali için 'Syntactic' eklentisiyle elde edilen geçiş grafiğinin, 'Magnetizing Floor Plan Generator' eklentisinde mekânsal ilişkilere uyarlanması	167
Şekil 5.41. Giden Yolcu Terminaline İlişkin Plan Şemaları	168
Şekil 5.42. Gelen Yolcu Terminali için 'Syntactic' eklentisiyle elde edilen geçiş grafiğinin, 'Magnetizing Floor Plan Generator' eklentisinde mekânsal ilişkilere uyarlanması	169
Şekil 5.43. Gelen Yolcu Terminaline İlişkin Plan Şemaları	170
Şekil 5.44. Dış Hatlar Giden Yolcu Terminaline ilişkin Rhinoceros ve Grasshopper ile oluşturulan temel plan düzeni	171
Şekil 5.45. Giden yolcu faaliyetleri ve süreci aynı olan terminalin farklı tasarımı	172
Şekil 5.46. Check-in kontuarları için belirlenen göreceli düzen	173
Şekil 5.47. Yeni gelişmeler için check-in kontuarındaki göreceli düzen	173
Şekil 5.48. a. Geleneksel check-in kontuarı yerine daha fazla akıllı check-in kioks düzeni b. Geleneksel check-in kontuarı yerine akıllı kiosk yerleştirilerek ek operasyonel esnek alan sağlama	174
Şekil 5.49. Dış Hatlar Gelen Yolcu Terminaline ilişkin Rhinoceros ve Grasshopper ile oluşturulan temel plan düzeni	174

Şekil 5.50. Gelen yolcu faaliyetleri ve süreci aynı olan terminalin farklı tasarımı	175
Şekil 5.51. Gelen yolcu terminali sağlık kontrolü mekanının Grasshopper'da boyutsal gösterimi.....	176
Şekil 5.52. Gelen yolcu terminalinde sağlık kontrolü mekanının kaldırılması ve Grasshopper'da boyutsal gösterimi	176
Şekil 5.53. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali giden yolcu fonksiyonu düzeni ile yeni önerilen genel fonksiyon düzeni karşılaştırılması.....	178
Şekil 5.54. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali gelen yolcu fonksiyonu düzeni ile yeni önerilen genel fonksiyon düzeni karşılaştırılması.....	179
Şekil 5.55. Havalimanı Terminalleri Esnek Tasarımı için AHP'nin Hiyerarşik Yapısı	180
Şekil 5.56. Salty'nin Temel Ölçeği	181
Şekil 5.57. Tüm Öncelikler Matrisi	183

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
APM	: İnsan Taşıma Sistemleri
BPMN	: Business Process Model and Notation (İş Süreci Modeli ve Gösterim)
CI	: Tutarlılık İndeksi
CR	: Tutarlılık Oranı
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DLH	: Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
FAA	: Federal Aviation Administration (Federal Havacılık İdaresi)
G	: Dual Graf
IATA	: International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)
ICAO	: International Civil Aviation Organisation (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı)
ITF	: International Transport Forum (Uluslararası Taşımacılık Forumu)
RI	: Rastgele Tutarlılık İndeksi
RIBA	: Royal Institute of British Architects
LAG	: Liquids, aerosols and gels (Sıvılar, aerosoller ve jeller)

1. GİRİŞ

Havalimanları, sürekli değişim ve gelişim gösteren mimari yapılardandır. Havalimanlarında teknolojik ilerlemeler, yeni uçakların ortaya çıkışı, yeni politikalar, kararlar ve düzenlemelerin gereklilikleri ve değişen yolcu talepleri gibi birçok nedene bağlı olarak değişim ihtiyacı doğmaktadır. Havalimanlarının değişim ve gelişimlere uyum sağlayabilmesi ve verimli bir şekilde yanıt verebilmesi, gelecekleri ve uzun ömürlü olabilmeleri açısından çok önemlidir. Tez çalışmasında, kompleks mimari yapılardan olan havalimanları ve terminal binaları üzerinde araştırmalar yapılarak; değişen ve gelişen durumlara yönelik esneklikle cevap verebilecek ve uzun ömürlü olmalarını sağlayabilecek bir tasarım çerçevesi geliştirme amacıyla yeni bir yaklaşım önerilmektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde, tez çalışmasının amacı, kapsamı ve yöntemine ilişkin açıklamaların bulunduğu giriş bölümü vardır. Bu bölümde çalışma ile ilgili genel bir çerçeve sunulmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, havalimanı ve terminal binalarına ilişkin genel bilgiler verilmektedir. İlk olarak havalimanı ve havaalanı kavramları ile ilgili tanımlamalar yapılmakta ve havalimanı planlaması tasarım ilke ve kriterleri incelenmektedir. Ardından, havalimanı terminallerine yönelik terminal tasarım esasları, terminal bileşenleri ve terminal bina konseptlerinden bahsedilerek; bölüm sonucunda terminal binası tasarım problematiği hakkında çıkarımlarda bulunmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, tez çalışmasının temelini oluşturan esneklik kavramı ile ilgili tanımlamalar yapılarak; mimari tasarımda, bina tasarımında ve havalimanı tasarımında esneklik kavramı konuları üzerinde durulmaktadır. Bu bölümde, tez çalışması konusu olan havalimanlarında esnek tasarım konusu için mevcut yaklaşımlar kronolojik sırayla incelenmektedir. Havalimanlarında esnek tasarım konusu, diğer yapı alanlarına göre daha yeni bir konu olduğu için yaklaşım fikirlerine dair mevcut kaynaklardaki sınırlamalar ortaya konmaktadır. Ayrıca literatür araştırmasının ve mevcut yaklaşımların tez çalışmasında önerilen yaklaşıma katkıları belirtilmektedir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, havalimanı planlaması ve terminal mekânsal yerleşim planlaması konusuna yeni bir bakış açısı kazandırmak amacıyla yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşım, esnek havalimanı planlama çerçevesi ile esnek terminal mekânsal yerleşimini birbirleriyle ilişkili bir yapıda incelemektedir. İlk olarak, yeni yaklaşımın genel çerçevesi ve yaklaşım süreci açıklanmaktadır. Planlama

bölümünde, iş süreç modeliyle oluşturulan esnek havalimanı planlama adımları belirlenmektedir. Bu adımlar için sırasıyla; mevcut durum ve koşulların analizi, belirsizlik aralığının belirlenmesi, tesis gereksinimlerinin belirlenmesi, belirleyici faktörler, hedefler ve kısıtlamaların ortaya konması, risklerin değerlendirilmesi ve seçenekler analizi, aşamalı tasarım ve uygulama aşamaları detaylıca açıklanmaktadır. Yeni yaklaşımın havalimanı planlama için önerileri, genel planlamaya dair bilgiler verse de çoğunlukla mimar ve mühendislerin sorumlu olduğu ‘fiziksel planlama’ kısmı üzerinde durmaktadır. Yaklaşımın terminal tasarımı düzeyinde esnek mekânsal yerleşim ve planlama bölümü, yolcu hareketi ve mekânsal bitişiklik ilişkilerine dayanmaktadır. Terminal yerleşim bölümünde, ilk olarak tasarım süreci tanımlanmakta ve süreç haritası oluşturulmaktadır. Sonrasında sırasıyla fiziksel, mekansal ve fonksiyonel olarak katmanların ilişkileri tanımlanmakta, mekan yerleşim planlamasına dair bilgiler verilmekte, iş süreç modelleri ve bitişiklik ilişkilerinden elde edilen grafların tez çalışmasında kullanılan yöntemleri açıklanmakta ve bu grafiklerin esnek kat planlarına dönüşümüne dair bilgiler verilmektedir. Yeni yaklaşımla birlikte tasarımcıların ön planlama aşamasında esnek yerleşim düzenleri elde etmesi amaçlanmaktadır. Yaklaşımda son olarak, mekânsal düzenlerin esnekliğini değerlendirmek amacıyla önerilen dokuz esnek tasarım parametresi tanımlanmaktadır. Bu parametreler ile belirlenen düzen seçeneklerini değerlendirerek esneklik sağlayacak uygun düzenin seçilmesi aşaması için önerilen karar verme modeli (Analitik Hiyerarşi Süreci) açıklanmaktadır.

Vaka çalışmasını oluşturan beşinci bölümde, yeni yaklaşım için Dalaman Havalimanı analizleri üzerinden yola çıkılarak oluşturulan örnek bir model sunulmaktadır. İlk olarak Dalaman Havalimanı’na ve Dış Hatlar Terminal’ine (Terminal 1) yönelik genel bilgiler incelenmekte (yolcu ve trafik verileri, tasarım özellikleri, esneklik durumu vb.), alan çalışması olarak neden Dalaman Havalimanı’nın seçildiği açıklanmaktadır. Ardından, Dalaman Havalimanı yolcu işlemleri ve faaliyetleri analizi ve ayrıntılı yolcu hareketlerinin etkinlik alanına göre sınıflandırılması yapılarak; mekânsal gereklilikler ve ilişkiler belirlenmektedir. Mekânsal gerekliliklere göre oluşturulan terminal faaliyetlerinin süreç modeli sunularak; mekan yerleşim planlamasına dair sırasıyla mekan bitişiklik analizi, düzlemsel grafik ve çift grafik oluşturma, çift grafiğe ağırlık ekleme ve akış şemasına göre kat planları üretme işlemleri açıklanmaktadır. Son olarak, parametrelerin karşılaştırılması yöntemine dayalı Analitik Hiyerarşi Süreci ile karar verme ve değerlendirme aşaması ortaya konmaktadır.

Çalışmanın son bölümü, tez çalışmasının değerlendirildiği ve sonuçlandırıldığı bölüm olmuştur. Bu bölümde, önerilen yeni yaklaşımın esnek havalimanı planlaması ve esnek terminal yerleşimi için sağladığı faydalar ortaya konmaktadır. Ayrıca yeni yaklaşım ile ilgili gelecek çalışmaların kapsamına dair öngörülerde bulunulmakta ve gelecekte nasıl gelişebileceği yönünde öneriler verilmektedir. Tez çalışmasında, havalimanlarında esnek tasarıma ilişkin kavramsal bir çerçeve oluşturmanın yanında yaklaşımın mimarlık pratiğine ve yeni terminal tasarımlarına uygulanma potansiyeli oluşturması da hedeflenmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Esneklik kavramı, diğer yapı türlerine kıyasla havalimanı tasarımlarında oldukça yeni bir kavramdır. Mevcut araştırmaların kısıtlı olması ve kavramsal düzeyde tartışılması nedeniyle esnekliğin, planlama ve tasarım kararlarına uygulanması konusunda belli bir netlik bulunmamaktadır. Tez çalışmasının temel amacı, havalimanlarında esnek planlamaya dair basitleştirilmiş yeni bir model önermek ve bu model çerçevesinde terminal binalarında mekânsal yerleşime esnekliği dahil ederek uyarlanabilir düzenler geliştirmektir.

Tez çalışmasında ulaşılmak istenen hedefler şunlardır:

- 1) Havaalanı planlamasının, bütüncül ve bilimsel bir süreci içermesini sağlamak,
- 2) Önerilen havaalanı planlama yaklaşımıyla, başlangıçtan itibaren belirsizliği ve belirsizliğin olası sonuç aralıklarını dikkate alarak gelecekteki farklı senaryolara yanıt verebilen en uygun stratejileri belirlemek,
- 3) Tasarım sürecinin ön aşamasında esnek tasarım öğelerini dahil etmeye yardımcı olmak,
- 4) Gelecekteki talebi karşılayacak tesis kapasitesine ve düzenine sahip esnek planların geliştirilmesi için bir yöntem sunmak,
- 5) Muhtemel genişlemeler için esnekliği ve gerekli planlamaları sağlayacak süreci belirlemek,
- 6) Ön tasarım aşamasında, terminallerde mekânsal yerleşim için tasarım çözümünün otomatik üretilebilmesi, tasarımların kolayca değiştirilebilmesi veya uyarlanabilmesini sağlamak
- 7) Mekânsal yerleşimin esnekliğini değerlendirmek ve karar vermeyi sağlamak için bir model geliştirmektir.

1.2. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Havalimanı planlamasına ve terminal yerleşim planlamasına yönelik geliştirilen tasarım çerçevesinin temel kavramı esnekliktir. Önerilen kavramsal çerçeve, havalimanı planlamasında öngörülemeyen değişikliklere esneklikle yanıt verebilmeyi ve terminal tasarım sürecinin ön aşamasında esnek tasarım öğelerini dahil edebilmeyi hedeflemektedir. Tez çalışmasında ilk olarak, havalimanı planlaması, havalimanı terminal tasarımı, terminal binalarındaki tasarım problemleri ve havalimanlarında esneklik konularına ilişkin araştırmalar yapılmakta ve havalimanlarındaki esnek tasarım yaklaşımları üzerine incelemelerde bulunmaktadır. Havalimanlarında esneklik konusuyla ilgili detaylı literatür taramasından sonra IATA Havalimanları Planlama Kılavuzu Esasları dikkate alınarak, mimari planlama sürecini esneklikle entegre eden yeni bir yaklaşım ortaya konmaktadır.

Tez çalışmasında, terminallere yönelik mekânsal yerleşim düzenleri elde etmek için katmanlar teorisinden yola çıkılarak yolcu hareketi temelli mekânsal bitişiklik analizleri incelenmiştir. Mekan yerleşim planlarının, bitişiklik ilişkilerinden oluşan grafiklerden üretilmesi üzerine bir öneride bulunulmuş ve bir dizi planın esneklikle otomatik olarak tasarlanması süreci anlatılmıştır. Ayrıca tasarımcılar için karar vermeyi kolaylaştırmak amacıyla dokuz tasarım parametresi sunulmuş; bu parametreler ile esnekliği ölçmek ve değerlendirebilmek için bir karar modeli önerilmiştir. Ölçme ve değerlendirme aşamasında, verilerin tutarlılığına ve doğruluğuna dair sağlama işlemi yapılmaktadır. Önerilen tasarım çerçevesinin kapsamı, Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali varış ve kalkış hareketlerinden yola çıkılarak oluşturulan esnek mekânsal düzenler elde etme sürecini içermektedir. Dalaman Havalimanı, vaka çalışması için bir örnek oluşturmakta; tasarım çerçevesi genişletilerek gerçek havalimanı tasarımlarında da uygulanması amaçlanmaktadır.

Tasarım çerçevesinin kapsamının, tez çalışması için zaman ve kaynak kısıtlamaları dikkate alınarak Türkiye'deki havalimanlarının kalkış ve varış faaliyetleriyle sınırlı olduğu söylenebilir. Bu çerçeve genişletilerek, havalimanında bagaj ve transit yolcu hareketini de içeren daha kapsamlı bir yaklaşım oluşturulabilir. Tez çalışmasının gerçek havalimanı verilerine erişimi olmadığı için mekânsal düzenlerde boyutsal veriler belli kurallara dayanan tasarım hipotezine dayanmaktadır. Ayrıca karar verme aşamasında kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci, karar vericilerin bilgi ve

birikimine dayanan, havalimanlarının mevcut durumuna göre değişebilen hem nitel hem de nicel bir değerlendirme yöntemidir.

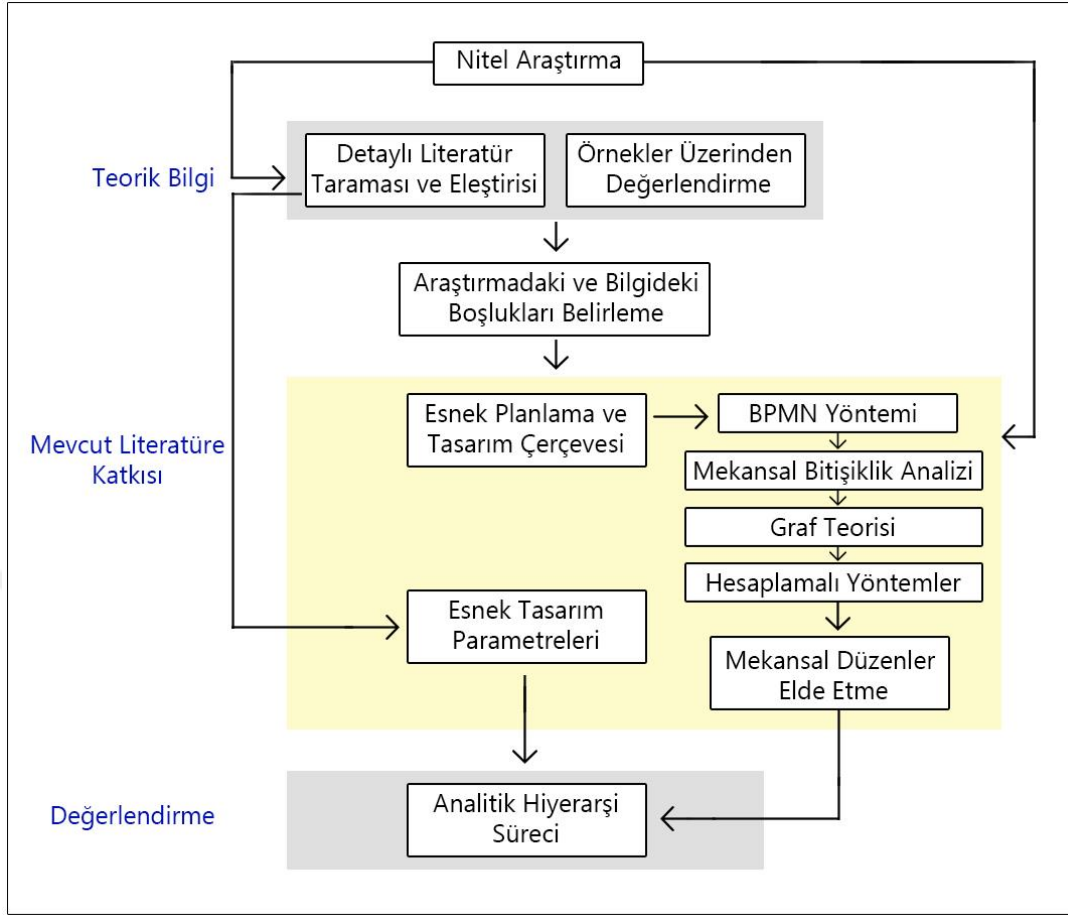
1.3. Araştırmanın Yöntemi

Tez alışması temel araştırma yöntemlerinden nitel araştırma tekniklerine dayanmaktadır. Tez konusu olan havalimanlarında esnek tasarım konusu için literatür araştırması; detaylı literatür incelemesi ve eleştirisi, örnekler üzerinden değerlendirme ve araştırmada veya bilgideki boşlukları belirleme şeklindeyir. Literatür araştırmasında, veri toplama tekniklerinden kaynak taraması ve örnek çalışmaların incelenmesi yöntemi kullanılmıştır.

Bölüm 4’te, tez çalışmasında önerilen esnek havalimanı planlaması ve esnek mekan yerleşim planlaması bir bütün olarak ele alınarak iş süreç modeli oluşturulmuştur. Havalimanı kalkış ve varış terminallerindeki tüm faaliyetlerin detaylı incelemesi sonucunda akış modelleri BPMN yöntemiyle oluşturulmuş; akış modellerindeki ilişkilere göre mekânsal bitişiklik analizleri yapılmıştır. BPMN yöntemi, bitişiklik ilişkilerinin belirlenmesinde rasyonel teknikler önermek için mantıksal kararları formüle etme amacıyla kullanılmaktadır. Mekan düzenleri oluşturmak için bitişiklik analizlerinden elde edilen verilere göre grafik teorileri kullanılmaktadır. Bilgisayar destekli tasarımda, hesaplamalı yöntemler ile grafiklerden kat planı düzenlerini elde etme süreci otomatikleştirilmiştir. Böylece havalimanı terminalleri için ön tasarım aşamasında değişen durum ve senaryolarla başa çıkabilen alternatif düzenler oluşturulmaktadır. Son olarak, geliştirilen düzenlerin esnekliğini değerlendirmek için bir parametre seti önerilmiş ve karar vermeyi sağlamak için Analitik Hiyerarşi Süreci’nden yararlanılmıştır. şekil 1.1’de genel araştırma metodolojisinin bir akış şeması sunulmaktadır.

Tez alışmasında; Süreç yönetim modelleri ve yolcu akış modelleri için BPMN yöntemi, havacılık trafik verileri için Excel Eksenli Grafik gösterimi, düzlemsel grafikleri oluşturmak için yED grafik editörü, mekânsal düzenler için Rhinoceros ve Grasshopper programları ve Analitik Hiyerarşi Süreci’nde ‘Tüm ncelikler Matrisi’ oluşturmak için Matris Calculator kullanılmaktadır.

Tez alışması, esnek mekânsal düzenler elde etme bölümünü vaka çalışması olarak Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali rneği üzerinden analiz etmekte ve ona yönelik uygulamaktadır. Bu çerçevenin, genişletilerek farklı örnekler içinde kullanılabilir olması amaçlanmaktadır.

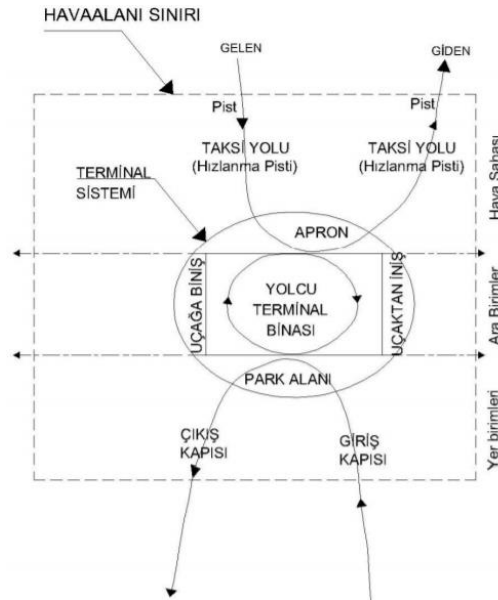


Şekil 1.1 Genel araştırma metodolojisi

2. HAVALİMANI VE TERMİNAL: GENEL BİLGİLER

Havalimanları, bulundukları ülkelerin veya illerin dışarıya açılan kapıları olarak görev yapmaktadır. Kentlerdeki uydu görüntülerine bakıldığında havalimanları diğer yapılara kıyasla oldukça büyük bir ölçeğe sahiptir. Hem büyük ölçekli olması hem de kentlere birer geçiş kapısı görevine sahip olması nedeniyle havalimanları oldukça önemli yapılardır. Edwards (2005), havalimanlarının otelleri, alışveriş birimlerini, konferans alanlarını, otoparkları ve eğlence mekanlarını barındırması nedeniyle kentten bağımsız kentsel bir yapı olduğunu savunur (Edwards, 2005). Kendi içinde birçok tesisi barındıran havalimanları, bölgelerin sosyal ve kültürel gelişimine katkı sağlayan yapılardır.

Ulaşım sektöründe havacılık sektörü, diğer ulaşım türlerine göre daha hızlı gelişmektedir. Aynı zamanda diğer ulaşım türlerine göre daha güvenli, daha hızlı ve daha konforlu olması sebebiyle her geçen gün büyümektedir. Havalimanlarının artan yolcu ve yük talebi, yeni teknolojilerin gelişmesi ve değişen ihtiyaçların ortaya çıkması gibi durumlara cevap verebilmesi, havalimanlarının geleceği açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden havalimanı planlamasının tüm aşamalarında esneklik temel nokta kabul edilmeli; terminal binaları, havayollarının değişen ihtiyaçlarına karşı yanıt verebilen esnek bir tasarım ortaya koymalıdır.



Şekil 2.1 Havaalanı Sisteminin Şematik Anlatımı (Arusoğlu, 2010)

Havalimanları, kara tarafı ve hava tarafı olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Hava tarafı tesisleri; uçuş hareketleri için uçakların iniş ve kalkış yaptıkları pist alanları,

hareketlerini düzenledikleri taksi yolları, yolcuların uçağa binme ve inme eylemlerini yaptıkları apron ve yolcu körüklerinden oluşmaktadır. Kara tarafı tesisleri ise yolcu kabul salonu, bilet satış alanları, bagaj alım yerleri, ticari birimler, bekleme salonları gibi mekanlardan oluşmaktadır (Erden, 2007). Havaalanı sisteminin kara ve hava tarafı genel şematik anlatımı Şekil 2.1’de gösterilmektedir. Tez çalışmasının bu bölümünde; havalimanı planlama ilkeleri, terminal konsepti ve tasarım süreci konuları genel bir bakış açısıyla incelenmiştir.

2.1. Havaalanı ve Havalimanı Tanımı

‘Havaalanı’ ve ‘Havalimanı’ kavramları Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) tarafından hazırlanan Havacılık Terimleri Sözlüğü’nde (2011) iki farklı tanıma sahipti. Havaalanı, ‘bütünü ya da bir bölümü içinde hava araçlarının; iniş, kalkış ve yer hareketlerini gerçekleştirebilmeleri için karada veya suda oluşturulmuş, (bina, tesis ve teçhizatla donatılmış) tanımlanmış saha’ olarak tanımlanırken; havalimanı kavramı, ‘Uluslararası hava trafiği, geliş ve gidişlerine hizmet vermek amacıyla tesis edilmiş olup, gümrük, göçmenlik, halk sağlığı, hayvan ve bitki karantina işlemleri ve benzeri işlemlerin bünyesinde vakit kaybedilmeksizin yürütüldüğü havaalanıdır’ ifadesiyle tanımlanmaktadır (DHMİ, 2011). Fakat DHMİ’nin web sitesinde 24 Şubat 2012 tarihinde yayımlanan bildiride, havalimanı ve havaalanı kavramları arasındaki ayrımın kaldırıldığı açıklanmıştır. Türkiye’de günümüzde bütün hava meydanları ‘havalimanı’ olarak adlandırılmaktadır ([http-1](http://1)).

2.2. Havalimanı Planlaması Tasarım İlke ve Kriterleri

ICAO (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı), havalimanı planlaması için mümkün olan en verimli planın uçak, yolcu, kargo ve taşıt hareketleri için ihtiyaç duyulan kapasiteyi karşılayan, azami düzeyde yolcu-personel konforunu sağlayan ve en düşük sermaye ve maliyet harcamalarını içeren plan olduğunu ifade etmektedir. Havalimanı planlaması, bir bölgenin ihtiyacını karşılamak üzere uygun olan havalimanı tipine karar vererek; içindeki her birimin kendi işlevini en yüksek verimlilikle gerçekleştirebileceği bir iskelet oluşturma hedefi olarak görülebilir. Planlama hedefinde, birim planların hepsinde her zaman en yüksek verimlilik elde edilmese bile önemli olan optimum dengeyi sağlayan yüksek verimliliğe sahip toplu plan oluşturmaktır. Birim planların en verimli toplu planı oluşturmaları ve gelecekteki değişiklikler, düzenlemeler ve yeniliklere uyum

sağlayan esnekliğin olması hedeflenir (International Civil Aviation Organisation, 1987). Esneklik ve genişletilebilirlik, havalimanı planlamasının tüm aşamalarında en önemli nokta olarak görülmelidir.

Havalimanı planlamasında kullanılabilecek tasarım ilke ve kriterler aşağıda ana hatlarıyla verilmektedir (Arusoğlu, 2010):

- 1) Yer seçimine yönelik kriterler: Havalimanları yapımı uzun süren ve büyük bütçe gerektiren yapılardır. Bu yüzden yapı kullanım süresinin ve verimliliğin mümkün olduğunca uzun sürmesi hedeflenir. Havalimanı arazisinin, zamanla meydana gelen değişim ve gelişimi barındırabilen, yapı kullanım süresinin uzun olmasına olanak tanıyan ve bu süreçte çevresine zarar vermeyen alanlar olması istenir. Ayrıca havalimanlarında pistlerin yerleşme uygunluğu, pist sayısı ve uzunluğu, pist alanlarına yakın topografik engellerin olmaması gibi faktörler arazi seçiminde büyük öneme sahiptir.
- 2) Pist, apron, terminal ilişkilerine yönelik ilke ve kriterler: Havalimanlarında pist, apron ve terminal arasındaki ilişkiler; yolcu kapasitesi, trafik yoğunluğu, uçakların kanat açıklığı ve gövde uzunluğu, uçak ağırlığı ve pist uzunluğu gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, uçakların kanat açıklığı ve gövde uzunluğu (büyüklük), apronların büyüklüğünü ve dolaylı olarak da yolcu binalarının tarzını etkilemektedir (International Civil Aviation Organisation, 1987). Bu yüzden pist, apron ve terminalin birbirleriyle olan uyumları, teknik gereklilikler altında önemle tasarlanmalı ve planlanmalıdır.
- 3) Mekân ilişkileri: Havalimanlarında park, terminal ve apron-pist-taksi alanları arasındaki mekânsal ilişkiler ve bu üç alanın içinde bulunan tesislerin birbirleriyle olan mekânsal ilişkileri, planlama ve tasarım aşaması için çok önemlidir. Birbirleriyle ilişkili veya bağlantılı olmak zorunda olan mekanlar ve belli bir sırayla gerçekleşmek zorunda olan eylemler dikkate alınarak tasarım ve planlama yapılmalıdır.
- 4) Sirkülasyon diyagramları: Havalimanı planlamasında gelen yolcu, giden yolcu ve bagaj sirkülasyonları ayrı ayrı ele alınsa da birbirleriyle olan ilişkileri unutulmamalıdır. Her gidiş veya varış yolcusunun ve bagajının, iç hatlar veya dış hatlar bölümünde belirli işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Havalimanlarında yolcu akış hareketlerinin belirlenmesi ve sirkülasyon diyagramlarının oluşturulması gerekir.

- 5) Havaalanı mekân analizleri: Havalimanı terminallerinde mekânsal analizler; bilet kontrolü, güvenlik, bekleme ve sirkülasyon alanları, bagaj alma-verme, pasaport ve gümrük kontrolü, wc gibi birimlerin ve ilişkilerinin analizlerinden oluşmaktadır. Bu analizler, havalimanının işletilmesine oldukça katkı sağlamaktadır.
- 6) Yolcu karakteristikleri: Yolcuların normal ve panik durumlarındaki hareketleri, yolcu yürüyüş hızları ve yolcu tipleri (iş veya kişisel sebeplerle seyahat) gibi durumların incelenmesi gerekmektedir. Yolcuların hangi tipte veya durumda olduğundan bağımsız olarak, istenilen iki nokta arasında en kısa mesafe ve en hızlı ulaşım sağlanmaya çalışılmalıdır.
- 7) Havaalanı kapasitesi ve rötat durumları ile ilgili kriterler: Havalimanlarının, gerekli kapasiteyi sağlayarak hiçbir gecikme olmadan hizmet vermeleri gerekir. Havalimanlarında rötat durumu, sistemdeki kapasite yetersizliğinden oluşan tıkanıklığın bir sonucudur. Havalimanı gecikmeleri; uçağın park sahasından çıkış izin zamanı ile çıkış zamanı arasındaki süre farkı, uçağın taksi yollarından pist başına gelmesi ve havalanması sırasında gerçekleşen gecikme, bilgisayar tarafından hesaplanan uçuş saati ile gerçek uçuş saati arasında oluşan süre farkı ve inişten park sahasına gidişte geçen sürede meydana gelen gecikme durumlarından oluşmaktadır (Federal Aviation Administration, 1980). Bu gecikme durumlarının hesaplamaları, saatlik, günlük, sezonluk ve yıllık olarak talep ve kapasite doğrultusunda yapılmalı ve gerekli önlemler alınarak rötatlar en aza indirgenmeye çalışılmalıdır.

Havalimanı planlaması, yukarıda bahsedilen planlama ilke ve kriterleri dikkate alınarak oluşturulmalı ve sırasıyla ön planlama esasları hazırlama, planlama hedefleri için tahminler yapma, finansal ayarlamalar ve kontroller yapma ve havalimanı yerleşim bölgesini seçme işlemleri uygulanmalıdır.

2.3. Havalimanı Terminali: Genel Bakış

Havalimanlarının en önemli birimlerinden olan terminaller, yolcu transferlerini yaparken, biletleme, bagaj, güvenlik ve kontrol gibi işlemleri gerçekleştirerek; yolcuların hava ulaşım aracından kara tarafına veya kara tarafından hava ulaşım aracına geçmelerini sağlayan yapılardır. Havalimanı terminalleri, havalimanlarına giriş ve çıkıştaki ilk geçiş noktalarıdır. Terminaller, yolcuları uçuşa hazırlarken yolcuların her ihtiyacını karşılayan

ve bu hizmetleri güvenli ve memnun edici şekilde yapması beklenen binalardır. Havalimanı terminallerinde sadece uçuş hizmetleri verilmemektedir; seyahat öncesi ve sonrası gidebilecekleri kafe, sinema, mağaza gibi tesisleri de bünyesinde bulunur.

Havalimanı terminalleri; yurt içi uçuşların gerçekleştirildiği iç hatlar bölümüne, yurt dışı seferlerinin gerçekleştiği dış hatlar bölümüne ve aktarma uçuşlarının yapıldığı transit bölümüne hizmet verir. Bu bölümler, işleyişleri konusunda aynı sistematığa sahip olsalar da gümrük işlemleri gibi bazı faaliyetler dış hatları iç hatlardan ayırmaktadır. İç hatlar ve dış hatlar kendi içlerinde varış ve kalkış hareketi olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

2.3.1. Havaalanı terminali tasarım esasları

IATA tavsiyesine göre terminaller; fonksiyonel, maksimum işletim verimli ve yolcu konforu sağlayacak şekilde uygun bir maliyetle tasarlanmalı ve sonraki dönemlerde aşamalı olarak genişletilebilmelidir (SGHM, 2009). Terminal binasının ve içinde bulunan tesislerin, gelecekte meydana gelebilecek değişikliklere ve yeniliklere (değişen uçak türleri, trafik tür ve yoğunlukları, yeni teknolojiler vb.) uyum sağlayabilmesi ve esneklikle cevap verebilmesi çok önemlidir. Özenle tasarlanması gereken terminaller, her türlü değişime ve gelişime açık planlanması istenen yapı sistemleridir.

IATA'nın 'Havaalanı Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları' yayınına göre, terminal tasarımında planlama hedeflerine ulaşabilmek için basit planlar oluşturulmalı ve tasarım süreci olabildiğince basitleştirilmelidir. Basitliğe ulaşmanın temel prensiplerinden biri, fonksiyonların birbirinden ayrılması gerektiğidir. Terminal binaları, ofis blokları, otoparklar ve kontrol kuleleri gibi farklı fonksiyonların ayrı tasarlanması gerektiği belirtilir. Fakat havalimanlarında terminal binası, pist ve apron birbirleriyle bağlantılı olarak tasarlanmalı; terminal binaları pistlere yakın konumlandırılmalıdır. Plan düzleminde, giden ve gelen yolcular mümkünse seviye değiştirmemelidir ya da seviye değişikliklerinin minimum düzeyde olması sağlanmalıdır. Uçağa binecek olan yolculara, mümkün olan ilk noktada bagajları için check-in işlemlerini halletme olanağı verilmelidir (SGHM, 2009).

Terminal tasarımındaki en önemli amaç yolcunun rahat bir ortamda bekleme ve diğer eylemlerini gerçekleştirmesidir. Bu nedenle terminallerin, estetik ve memnuniyet verici ortamlara ve yolcuların bütünlük içinde hissedilebildiği mekanlara ihtiyacı vardır.

IATA tavsiyelerine bakılacak olursa bina yapısal unsurları, günlük faaliyetleri kayda değer ölçüde aksatmayacak veya kesintiye uğratmayacak şekilde ve değişen taleplere yanıt verebilmek amacıyla modifikasyon veya genişlemenin kolay olmasına yönelik olmalıdır. Terminallerdeki fonksiyonel unsurlar, gelecekteki genişlemeler için diğer unsurların durumunu etkilemeyecek şekilde düzenlenmelidir. Örneğin, bir birimin genişlemesi başka birimlerin yeniden konumlandırılmasını gerektirmemelidir (SGHM, 2009, s. 40).

Terminal binaları tasarımında en önemli konulardan biri akış planlarıdır. Tasarlanacak olan terminal binası yaya güzergahları kısa, kolay ve belirgin olmalıdır ayrıca diğer yolcu, bagaj ve araç trafiğine ait güzergahlar ile kesişmemelidir. Mümkün olabildiğince yaya güzergahları kot seviyeleri sabit olmalıdır. Güzergahlar, terminal içinde yayaların personel yardımı olmadan yönlerini bulabileceği basitlikte tasarlanmalıdır. Akış güzergahları tek yönlü olmalı, mümkün olan en fazla oranda görüş devamlılığı sunmalıdır. Akışlar olabildiğince az kesintiye uğratılmalıdır. Güzergahlar üzerindeki işaretlerde karmaşık ifadelerden ve çekingenlik özelliklerinden kaçınılmalıdır.

Terminal binaları tasarımındaki her kontrol noktası, yolcular için gecikme ve rahatsızlık verme eğilimindedir. Gecikmeler, yolcuların ne yapmaları gerektiğini anlamaları, gerekli belgeleri hazırlamaları ve dil bariyeri gibi nedenlerden kaynaklanır. Bu gecikmeleri minimum noktaya indirmek için kontrol sayıları mümkün olduğu kadar azaltılmalı ve aynı tipteki kontrol noktaları kaldırılmalıdır. Terminal binalarındaki en önemli kontrol noktalarından biri güvenlidir. Uçağa herhangi bir yasa dışı ulaşımın engellenmesi amacıyla güvenlik kontrol noktası çıkış kapısından olabildiğince uzak yerleştirilmelidir.

Terminallerde güvenli bir ortam sağlayabilmek için yolcular daima görülebilmeli ve izlenebilmelidir. Park alanlarından veya diğer ulaşım sistemleri alanlarından terminal binalarına kısa, doğrudan ve kolay bir şekilde geçiş sağlanmalı bu noktalar iyi ışıklandırılmalıdır. Ayrıca diğer ulaşım araçları için yeterli kadar otopark alanının ayrılması gerekmektedir.

Yolcu terminali tasarımı ve yolculara ilişkin IATA (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği) tavsiyeleri şu şekildedir:

Yolcu Terminali Kompleksi, terminalin birbirleriyle bağlantılı alt sistemlerinin genişletilmesi, mevcut havayolu operasyonlarını olumsuz şekilde etkilemeksizin kolayca ve uygun maliyetli elde edilebilecek şekilde modüler tarzda tasarlanmalıdır (SGHM, 2009, s. 22).

Yolcu Terminali Kompleksi, yolcuların, işaret ve tabela sistemlerine ihtiyaç duymaksızın veya başvurmaksızın bina kompleksi içinde kolayca yönlerini bulabilecekleri şekilde planlanmalıdır. Şeffaf bir bina felsefesi benimsenmelidir. Tasarım, havayollarının değişen ihtiyaçlarını barındırma uygunluğunu ve esnekliğini pekiştirmeli, seyahat mesafelerini azaltacak şekilde kompakt olmalı, minimal seviye değişikliklerine sahip olmalı ve yolcunun kendisini emniyetli ve güvenli hissetmesini sağlamalıdır (SGHM, 2009, s. 22).

2.3.2. Havaalanı terminal binalarının bileşenleri

Terminal binalarında, yolcunun terminal binasına girişinden yolcu uçağına veya kara ulaşım araçlarına çıkışına kadar olan süreçteki faaliyetlerini ve bu işlemlerin arka planında gerçekleşen faaliyetleri kapsayan birçok fonksiyon bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar terminal tasarımının bileşenlerini şekillendirmektedir.

Havalimanı işleyişine bakılacak olursa giden yolcuların, havalimanına kontrollü giriş yaptıktan sonra bilet kontrol gişelerinde biletini ve bagajını vererek biniş kartını teslim alması, güvenlik bölgesinden geçmesi, eğer dış hatlar uçuşu ise pasaport kontrollerinin yapılması ve sonrasında uçağına ulaşması aşamalarından geçtiği söylenebilir. Gelen yolcular ise uçaktan indikten sonra eğer yurtdışı uçuşu ise pasaport kontrol noktasından geçmesi, bagaj teslim alma bölümünden bagajını alması ve terminalden çıkması aşamalarından geçmektedir. Terminal binalarının yolcu işlemlerini de kapsayan başlıca bileşenleri aşağıda açıklanmaktadır.

Check-in Salonu: Terminal binasına girdikten sonra yolcuların yöneldikleri ilk alandır. Terminal girişi ile check-in kontuarları arasında kalan alan, kontuarların kolay bir şekilde görünmesini sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Check-in salonunda; check-in yapma, yolcuların ve bagajlarının kabulü ve havayolu operatörlerine bilgi danışma gibi işlemler gerçekleşmektedir. Check-in salonu boyutları ve düzeni, kontuarlardaki bekleme kuyruğuna ve yolcu trafiğine bağlı olarak değişmektedir (SGHM, 2009).

Bilet Satış Gişeleri: Henüz bilet almayan yolcular için çeşitli havayollarının uçak bileti sattıkları bölümdür. Bilet satış gişelerinde aynı zamanda rezervasyon değişikliği veya fazla kilolu bagaj için ödeme yapma gibi işlemler de yapılmaktadır. Gişeler genellikle yolcu kabul salonu ile aynı alanda yer alır.

Gelen Yolcu Salonu: Uçaktan inen yolcuların pasaport kontrolü veya bagaj teslim alma işlemleri öncesi bulundukları alandır.

Giden Yolcu Salonu: Yolcu kabul işlemleri ve gerekli kontroller yapıldıktan sonra uçağına binmek için çıkış kapısı bilgilerini bekleyen yolcuların beklediği alandır.

Yolcu Karşılama Salonu: Gelen yolcuları karşılayan insanların veya gelen yolcuların kısa süreli bekleme alanlarıdır. Döviz ofisleri, araç kiralama birimleri, bankamatik gibi hizmetler bu salona yakın konumlanır.

Havayolu Operasyonları Alanı: Havayolları personellerinin kullandığı tuvalet, yemek salonları, soyunma odaları gibi alanları kapsamaktadır. Uçuş görevlileri için gerekli hizmetler ve havalimanındaki mağazalar için destek birimleri bu alanda yer alır (Küçükönel, 2000).

Bagaj Teslim Alma Alanı: Gelen yolcuların terminal binalarında bagajlarını teslim aldıkları bölümdür. Bagaj teslim salonunda, valizlerin üzerinde gezdiği konveyör bantları bulunur.

Pasaport Kontrol Alanı: Dış hatlar gelen yolcuların uçaktan indikten sonra bagajlarını teslim almadan önce pasaport kontrolünden geçtikleri alanlardır. Dış hatlar giden yolcuların ise check-in işlemlerini tamamladıktan sonra pasaport kontrol işlemi için bulundukları alandır.

Güvenlik Alanları: Başta havalimanı terminali girişinde olmak üzere birçok noktada bulunan XRay taraması, üst ve bagaj taraması gibi işlemlerin yapıldığı alanlardır.

Yiyecek-İçecek ve Alışveriş Alanları: Terminallerin bazı noktalarında bulunan snack barlar, kafeler, restoranlar, barlar, duty free shoplar ve mağazaları kapsamaktadır.

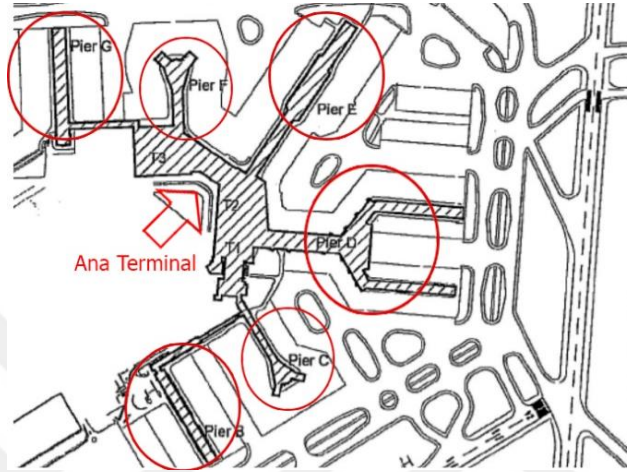
2.3.3. Terminal bina konseptleri

Terminal bina konseptleri, esneklik ve genişletilebilirlik açısından önemli bir konudur. Havalimanı bina konseptleri, yatay dağılım konseptleri ve dikey dağılım konseptleri olmak üzere iki ana başlıktan oluşmaktadır. Yatay dağılım konseptleri; iskele-parmak tipi yolcu terminal binası, linear yolcu terminal binası, uydu tipi terminal binası, taşıyıcı tip terminal binası ve kompakt modül üniteli terminal binası olmak üzere beş bölümden oluşurken; dikey dağılım konseptleri, tek katlı terminal binası ve çift katlı terminal binası olmak üzere iki bölümden oluşur. Çalışmanın bu bölümünde, yatay dağılım konseptleri ve dikey dağılım konseptleri açıklanmaktadır.

2.3.3.1. Yatay dağılım konseptleri

İskele-parmak tipi yolcu terminali: Bir ana merkezi yolcu işlemcisi ve bir dizi iskeleden oluşmaktadır. Gelen ve giden tüm yolcular merkezi işlem alanından geçerek iskelelere yönelir, yani yolcular ana terminal binasından A veya B iskelesine

yönlendirilir. İskeleler birbirine doğrusal olarak yerleşebildiği gibi farklı geometrilere de yerleştirilebilir. Bu terminal tipi, yolcu kontrolleri için en iyi konsept olsa da uzun yürüme mesafeleri oluşturma potansiyeli vardır ve ana terminalin olası genişleme durumunu kısıtlayıcı özelliktedir (SGHM, 2009). İskele-parmak tipi yolcu terminaline örnek olarak Amsterdam Schiphol Terminali gösterilebilir (Şekil 2.2).



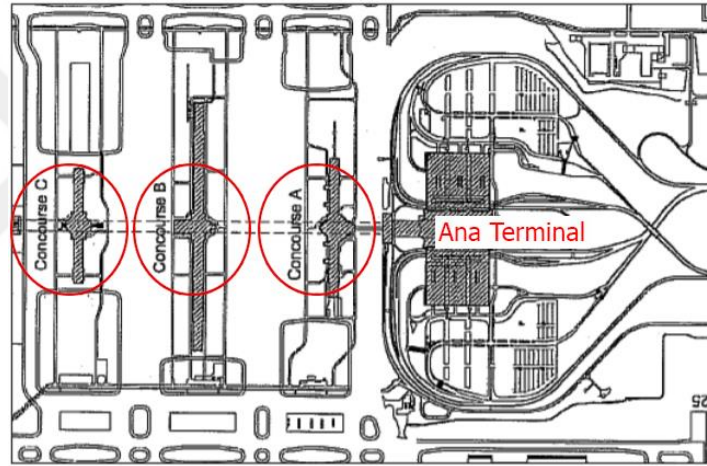
Şekil 2.2 Amsterdam Schiphol Havalimanı Parmak Tipi Terminal (IATA verilerinden düzenlenmiştir) (SGHM, 2009)

Linear Yolcu Terminali: Her iki yönde genişleme kabiliyetine sahip terminal tipidir. Ana binanın hava tarafındaki yolcu gidiş ve gelişi için iskele bulunur ve uçaklar bu bölüme park ederler. Linear sistem yanlara doğru tekrar eden bir yapıdadır ve bu durum, uzun yürüme mesafelerine neden olabilir (SGHM, 2009). Yolcu kabulü tek bir noktadan yapılmayarak, yürüme mesafeleri kısaltılabilir. Linear tipli terminallerde giden ve gelen yolcu akışlarını ayıran iyi bir tasarım oluşturulabilir. Bu terminal tipine örnek olarak Londra Heathrow Havalimanı 4 no'lu Terminal verilebilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Londra Heathrow Havalimanı 4 no'lu Terminali Linear Tipli Terminal (IATA verilerinden düzenlenmiştir) (SGHM, 2009)

Uydu Tipi Yolcu Terminali: Yolcular için merkezi işletim binası ve uçakların etrafında park ettikleri uzak gidiş uydularından oluşur. Terminal binasından uzağa yerleştirilen uydular, yolcuların hareketini kolaylaştırmak amacıyla yer üstü veya yer altı bağlantılarla terminale bağlanmaktadır. Bu bağlantılar, otomatik insan taşıma sistemleri (APM) veya yürüyen bantlarla sağlanır. Uydu tipi terminallerde arazi temini yapılabilir ve genişleme olanağı fazladır. Yolcu hareketleri kolayca kontrol edilebildiği için güvenlik açısından faydalıdır. Kısa yürüyüş mesafelerine olanak tanır. Fakat yolcu sistemleri ve bagaj sistemleri için yüksek sermaye ve bakım giderleri gerekebilir (SGHM, 2009). Uydu tipi terminallere örnek olarak Denver Havalimanı verilebilir. Denver Havalimanı tek ana işletim sistemi binası ve üç adet uydu iskeleden oluşmaktadır. Ana binadan uydulara erişim yer altı sistemleriyle yapılmaktadır (Şekil 2.4.).



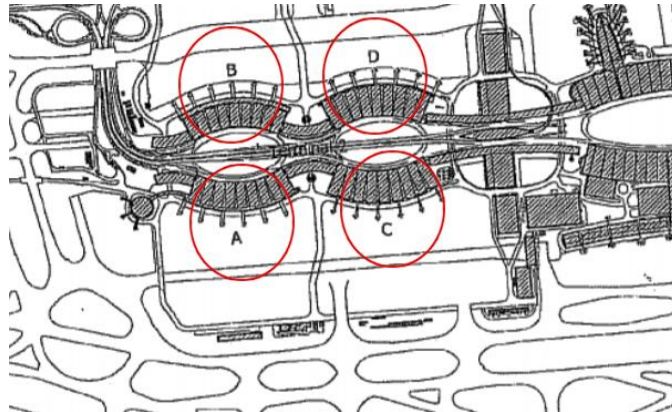
Şekil 2.4 Denver Havalimanı Uydu Tipi Terminal (IATA verilerinden düzenlenmiştir) (SGHM, 2009)

Taşıyıcı Tip Yolcu Terminali: Her iki tarafa genişletilebilen bir ana yolcu işlemcisi oluşur. Ana işlemci ile uzak uçak yerleşimleri arasında direkt bağlantı bulunmamakta; yolcu geçişi apron otobüsleriyle veya mobil salonlarla yapılmaktadır. Küçük ve orta büyüklükteki havalimanları için uygunken; büyük havalimanlarına uygun değildir. Uçak manevra kabiliyeti yüksektir, gidiş ve geliş yolcularını ayırabilir ve yürüme mesafeleri azdır. Düşük maliyet ile genişletilebilme potansiyeli yüksek terminal tipidir. Fakat taşıyıcılar ve otobüsler için bakım ve sermaye giderleri yüksektir. Uçak ve taşıyıcı yönetimi zordur (SGHM, 2009). Taşıyıcı tip yolcu terminali için Montreal Mirabel Havalimanı örnek olarak verilebilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Montreal Mirabel Havalimanı Taşıyıcı Tipi Terminal (IATA verilerinden düzenlenmiştir) (SGHM, 2009)

Kompakt Modül Üniteli Yolcu Terminali: Avrupa’da münferit trafik bölümleri (Schengen veya Schengen dışı) arasında ayırım yapmak için kullanılmış terminal tipidir. Fakat taşımacıların ve havayolu ittifaklarının bu ayırım yerine tek çatı altında toplanma fikri daha fazla rağbet görünce, bu tip terminalin tercih edilme durumu azalmıştır. Muhtemel genişleme talebi, ek modüllerin yapımıyla karşılanır. Yolcuların kara ve hava tarafı geçişleri otoparktan uçaklara mümkün olan en kısa mesafeyi sağlayan bir tesis içinden yapılmaktadır. Çok büyük havalimanlarında kullanımı görülmektedir (SGHM, 2009). Doğru tasarlandığında kısa yürüme mesafeleri sağlamaktadır. Bu terminal tipi yolcular için karmaşık görünebilir bu yüzden kapsamlı bir bilgi hizmeti gerektirir. Kompakt modül üniteli yolcu terminali için örnek olarak Paris Charles de Gaulle (CDG) Havalimanı verilebilir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Paris Charles de Gaulle Havalimanı A, B, C, D Terminalleri - Taşıyıcı Tipi Terminal (IATA verilerinden düzenlenmiştir) (SGHM, 2009)

2.3.3.2. Dikey dağılım konseptleri

Tek Katlı Yolcu Terminali: Yolcu kapasitesi az olan, geliş ve gidişlerin aynı seviyede gerçekleştiği küçük ölçekli terminal tipleridir (Kıyıldı, 2005). Tek katlı yolcu terminallerinin uygulaması basit ve kolaydır. Yolcu kontrolleri için oldukça uygundur ve yolcu akışı kolay bir şekilde kontrol edilebilir. Fakat biniş kapıları kapasitesi sınırlıdır. Genel olarak, giden yolcular terminalin bir tarafını kullanırken; gelen yolcular diğer tarafını kullanırlar. Tek katlı yolcu terminaline Kahramanmaraş Havalimanı ve Çanakkale Havalimanı örnek olarak verilebilir. Kahramanmaraş Havalimanı 400.000 yolcu/yıl kapasiteye, Çanakkale Havalimanı ise 300.000 yolcu/yıl kapasiteye sahip küçük ölçekli havalimanlarıdır (SGHM, 2009).

Çift Katlı Yolcu Terminali: Gelen ve giden yolcu işlemlerinin farklı seviyelerde gerçekleştiği terminal tipleridir. Ölçek olarak tek katlı terminallere göre daha büyük ölçeklidir ve yolcu kapasitesi daha yüksektir bu yüzden uygulaması daha zor yapılardır. Yolcu akışlarının yatay olarak ayrıldığı terminallerde, genellikle üst kademede giden yolcular alt kademe de ise gelen yolcular bulunmaktadır. Yolcu kontrolleri tek katlı terminallere göre daha zordur. Bu terminal tipi çoğunlukla iç hat ve dış hat yolculuklarının beraber yapıldığı havalimanlarında görülür. Çift katlı yolcu terminallerine örnek olarak 10.000.000 yolcu/yıl kapasitesiyle Ankara Esenboğa Havalimanı, 9.000.000 yolcu/yıl kapasitesiyle İzmir Adnan Menderes Havalimanı ve 14.000.000 yolcu/yıl kapasitesiyle Antalya Havalimanı verilebilir.

2.3.4. Havalimanı terminallerinde tasarım problemi

Havalimanı terminalleri tasarımı, diğer yapı tasarımlarından farklı bir planlama gerektirir. Terminal binalarının tasarımı ve planlaması yapılırken; tasarım için bir problem oluşturma potansiyeline sahip, düşünülmesi gereken ve ortadan kaldırılması gereken durumlar vardır. Aşağıda problem oluşturabilecek durumlara yönelik bilgiler verilmiştir:

- 1) Havalimanı sistemleri fonksiyonel veya konsept anlamında değişim ve gelişimlere uğramaktadır. Bu değişim içerisinde terminal binalarının temel hedefi, yolcuların havalimanında ve uçuşta bulunduğu süreç içinde tüm gereksinimlerine yanıt vermektir. Bu gereksinimler, yolcuların bekleme ve dinlenme alanı, yolcu kabul alanları, gidiş ve geliş hareketine yönelik salonlar, bagaj teslim alanı,

güvenlik alanları, kontrol alanları, yeme-içme alanları, ticari alışveriş alanları gibi mekanları gerektirmektedir.

- 2) Terminal binası planlaması ve tasarımı yapılırken yolcu hareketlerini engellemek temel prensiplerden biri olmalıdır.
- 3) Terminal binasına gelen yolcular, kendilerini o mekanın bir parçası olarak rahat hissetmelidir.
- 4) Yolcuların, yaya olarak en kısa mesafede gerekli yerlere ulaşması sağlanmalıdır ve uzun yaya güzergahlarından kaçınılmalıdır.
- 5) Gelen ve giden yolcu sirkülasyonlarını birbirinden ayırarak oluşabilecek karışıklıklar engellenmelidir.
- 6) Havalimanı terminal binaları, ülke veya şehirlere yönelik ilk izlenimlerin verildiği yer oldukları için tasarımları diğer yapı tasarımlarından farklı olarak planlanması gereken binalardır. Terminal tasarımları için gerekli yönetmelikler ve tavsiyeler göz önünde bulundurularak mimari bir bütün ortaya konmaya çalışılmalıdır.
- 7) Havalimanı sistemine ve bulunduğu durumun şartlarına uygun terminal konsepti seçilmelidir.

Bahsedilen tüm maddeler, havalimanı planlaması ve tasarımı için tasarım problemlerine karşı daha tedbirli bir yol izlemeye yöneliktir.

3. HAVALİMANLARINDA ESNEK TASARIM

Esneklik, mimari tasarımda yaygın olarak kullanılan bir kavram olsa da havalimanı ve yolcu terminalleri için esnek tasarım ihtiyacı oldukça geç kabul görmüştür (Edwards, 2005). Havalimanlarında uygulanan geleneksel ve katı planlamalar, giderek belirsizleşen ortamlardan dolayı gelecek zamanlarda havalimanları için kötü sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Tahminlerdeki belirsizlikler ve yeni taleplerin ortaya çıkışı, tasarımcıları gelecekteki belirsizliklere yanıt verebilecek esnek planlama ve tasarıma yönlendirmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde esneklik tanımlanarak; mimaride esneklik kavramının yeri anlatılmıştır. Havalimanlarında esneklik kavramı, diğer yapı türlerine göre yeni bir kavramdır bu yüzden esnekliğin havalimanı tasarımındaki yeri ve uygulama nedenleri incelenmiştir. Havalimanlarında esneklik konusu için daha önce yapılmış çalışma ve araştırmalar detaylı olarak incelenerek mevcut kaynaklardaki sınırlamalar belirlenmiştir. Bu doğrultuda, tez çalışmasının sonraki bölümlerinde yeni bir yaklaşım ortaya konmuştur.

3.1. Esnekliğin Tanımlanması ve Mimari Tasarımda Esneklik Kavramı

Esneklik; tasarım, uygulama, planlama ve kentsel tasarım gibi alanlarda evrensel tasarım kriterlerinden biridir. Sözlük anlamına bakıldığında TDK esnekliği, ‘esnek olma durumu, elastikiyet’ olarak tanımlarken; esnek kavramını ‘değişik yorumlara elverişli ve görüş ve tutumlarında katı olmayan’ şeklinde ifade etmiştir (http-2). Esneklik kavramı, mimari mekanın var olduğu ilk insan yerleşimlerinden itibaren gelen önemli bir mimarlık kavramıdır. Esneklik, kullanıcı gereksinimleri ve mekan arasındaki ilişkiyi, süreç içinde değişen koşullara ve özelliklere uyumu ile sağlamaktadır. Esneklik, değişim ve gelişmelere uyum sağlama ve değişen durumlara etkili bir yanıt oluşturma olarak düşünülebilir.

Mimaride esneklik, Modern Hareket’in ürünü olarak 1950’lerde önem kazanmış; tasarıma ‘zaman’ ve ‘bilinmezlik’ unsurlarını katarak işlevsel mimariye yeni bir soluk getirmiştir (Forty, 2000). 1954’te Alman mimar Walter Gropius, modern yaşamın dinamik özelliklerine uyum sağlayacak ve yaşam akışına göre hizmet edecek arka plan esnekliği için yapıtları anıt olarak yorumlamamak gerektiğini ifade etmiştir. (Forty, 2000, s. 142). Weeks (1964), esnekliği tanımlanmamış belirsiz mimarlık olarak; Collins (1965), esnekliği bir çeşit fonksiyonalizm olarak; Tapan (1972), esnekliği yapı sistemini

değiştirmeden farklı kullanıcı ihtiyaçlarına yanıt verme yeteneği olarak; Atasoy ise (1973) esnekliği minimum çabayla değişen ihtiyaçların karşılanabilmesi olarak tanımlamaktadır. Oxman (1975), esnekliği değişen şartlara uyum olarak tanımlarken değişebilirlik ve genişleme kavramlarını esnekliğin türleri olarak öne sürmektedir. Habraken'e göre esneklik modifikasyon, adaptasyon, kullanım çeşitliliği ve özgürlük kavramlarıyla tanımlanır. Hertzberger (1991) ise esnekliği sağlamanın çok amaçlı kullanıma sahip birimlerle sağlanabileceğini ifade etmektedir (İslamoğlu, 2018). Tablo 3.1'de kronolojik sıraya göre düzenlenmiş farklı esneklik tanımları bulunmaktadır. Bu tablo (Tablo 3.1) incelendiğinde esnekliği tanımlamak için en çok kullanılan kavramın değişim olduğu görülmektedir. Değişim kavramı, kullanıcı, teknoloji, zaman ve işlev gibi unsurlardan kaynaklanmakta; mimari tasarımda esnekliğin, bu değişimlerle ortaya çıkan gereksinimleri karşılaması ve maksimum uyum göstermesi beklenmektedir. Kısacası dinamik hayata yönelik olarak mimarın da dinamik, değişebilir, uyarlanabilir ve gelişebilir olması oldukça önemlidir.

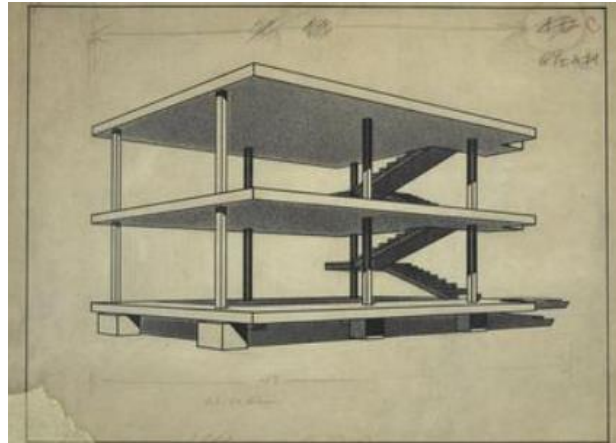
Tablo 3.1. Esneklik Tanımlamaları (İslamoğlu, 2018)

Mimar	Yıl	Esneklik Tanımı
Weeks	1964	Belirsiz mimarlık, bina biçiminin herhangi bir fonksiyon veya kapasiteye bağlanmamasıdır.
Collins	1965	Mimarın belirlediği, bir değil birden fazla konfigürasyon için özelleşmiş kapalı bir devre
Turan	1974	Strüktürel bileşenlerin genel düzenini koruyarak, yeniden düzenleme ve genişleme sağlama kapasitesidir.
Tapan	1972	Yapı sistemini değiştirmeden aynı tasar ünitesinin farklı kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verme yeteneği ve aynı hacimlerin birden fazla fonksiyon için faydalanma imkanıdır.
Atasoy	1973	Değişkenliğin temel alındığı, minimum çaba ile değişen ihtiyaçların karşılanabilmesidir.
Oxman	1975	Değişebilirlik, genişleme, değişen şartlara uyabilmektir.
Yürekli	1983	Yeniden ilk şekline dönebilme yeteneği ile şekil değiştirebilme, sürekli değişme veya değişme ile sürekli uyumdur.
Maccreeanor	1998	Esneklik sonsuz değişim gerekliliği ve belirlenmiş bir şeyin çöküşü anlamına gelmeyen geleneksel düzenlemelerin çöküşüne yol açan bir tasarım fikridir.
Forty	2000	Mimarlara yapılarının gelecekteki kontrollerini sağlayan bir ilüzyondur.
Friedman	2002	Mobilite ve bireysel özgürlüktür.
Schnieder, Till	2007	Yapıda fiziksel değişikliğin sağlanabilmesidir.
Habraken	2008	Farklı mekansal düzenlemeler, adaptasyon, kullanım çeşitliliği ve özgürlük
Hertzberger	2009	Belirli problemlere nötr çözümler bulma sistemidir.
Kronenburg	2011	Geleceğin olası değişiklikleri ile mevcut gereksinimlerin entegre tutumu ve kullanım özgürlüğüdür.

3.2. Bina Tasarımında Esneklik

Günümüzde zamanının doğasını, kullanıcı çeşitliliğini ve kullanım farklılığını yakalayan mekanların esnek tasarım anlayışıyla planlanmaları, özellikle kamusal mekanlar olmak üzere tüm yapı türlerinde oldukça önemlidir. Binaların fiziksel ömürlerinin fonksiyonel ömürlerinden fazla olduğu düşüncesi, değişen ihtiyaç ve kullanıcılara yanıt verebilen esnek mekanlara olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bina tasarımlarında esnek yaklaşımları benimsemek, muhtemel oluşabilecek senaryolara yönelik çözümleri, problem gerçekleşmeden önce tasarım içerisinde çözmüş olma kolaylığı sağlar. Forty'e göre mimari tasarımda esneklik uzun vadeli düşünmeyi sağlayan bir kavramdır (Forty, 2000).

Le Corbusier'in tasarladığı esnek ve fonksiyonel konutlar, yapılarda esnek tasarımın ilk örneklerindendir. Le Corbusier, daha sonra tanımladığı mimarlığın beş ilkesinden ikisi olan 'serbest plan' ve 'serbest cephe' fikirleriyle birbirine bağlı olan unsurları birbirinden ayırtırmak üzerine bir yaklaşım benimsemektedir. Corbusier, 'Domino Evi' olarak adlandırdığı prototip konutunu, 1914 yılında bu ilkeler doğrultusunda tasarlamış; yapının tüm öğelerini birbirinden bağımsız olarak planlamıştır (Şekil 3.1) (Yürekli, 1983). Açık planlı yapıda, bölmeler ve duvarların yerleri ihtiyaca göre değiştirilebilmektedir. Taşıyıcı duvarlar kullanılmadığı için oluşan açık alanlar esnek cephe kurgularına olanak sağlamakta ve Le Corbusier'in esneklik ilkeleriyle örtüşmektedir. Quartiers Modernes Frugès (1925-26), Villa Savoye (1928-1930), Immeubles Villas'a (1925) ve Unité d'Habitation (1946-51), Le Corbusier'in bu yaklaşımla tasarlanmış esnek yapılarından bazılarıdır.



Şekil 3.1. Le Corbusier'in Domino Evi 1914 (<http-3>)

Hollandalı mimar Gerrit Rietveld' in 1924 yılında tasarladığı modernizmin dönüm noktalarından biri olarak görülen Schröder Evi, öne çıkan esnek konut örneklerinden biridir. Schröder Evi'nin zemin katında mutfak, oturma odası ve yemek odası; üst katında ise katlanabilir hareketli bölücülerle açık bir mekana olanak tanıyan düzenleme vardır. İç mekanda taşınabilir ayırıcılarla bölünen yapının odaları esnekliği esas almaktadır.

Mies van der Rohe, zaman içinde fonksiyonel değişikliklerin yapılamadığı yapıların kullanılamama durumuna engel olmak için esnekliği benimsemiş ve “taşıyıcıyla bölünmemiş, serbest mekan” kavramını 1940'lerden sonra uygulamaya başlamıştır. Mies van der Rohe, yapıların hizmet ettikleri amaçların değişmesine paralel olarak mekanlarında değişmesi gerektiğini ve bu durumun binaları tek büyük bir hacim olarak görmekten geçtiğini vurgular. Mies, yapı ile değişen kullanıcı gereksinimleri arasındaki dengeyi esneklik kavramıyla kuran önemli mimarlardandır (Cohen, 1996)

John Weeks, havaalanları, hastaneler ve büyük kurumlar için gelecekteki değişikliklerin tahmin edilmemesinden dolayı bitmemiş çözümleri önermektedir. 1960'lı yıllarda, mimari projelerin gelecekteki olası değişikliklere yanıt verebilmesi için bitirilmeden bırakılması gerektiği veya esnek olduğundan emin olunması gerektiğiyle ilgili söylemler vardı (Acharya, 2013).

Hertzberger ise kullanıcı odaklı ve kullanıcıya seçim şansı veren bir planlama anlayışını benimsemektedir. Hertzberger, tamamlanmamış yapılarda kullanıcılar tarafından doldurulan alanlar fikrini önererek; gerçek tasarımın içi tasarlanabilen bir çerçeve olması gerektiğini savunmaktadır. Hertzberger esnekliğin, herhangi bir değişim gerektirmeden farklı kullanımlara imkan veren form anlamına gelen ‘polyvalence’ terminolojisiyle sağlanacağını belirtir. Hertzberger, yapısal boyutta değerlendirmeler yapılarak; form içinde işlevlere göre alanların özelleştirilmesi veya çok amaçlı kullanılmasıyla esnekliğin sağlanacağını savunmaktadır. Hertzberger'in tasarladığı okul projelerinde, bina ve mekân ölçeğinde esneklik olgusunun ön planda kurgulandığı görülmektedir (Hertzberger, 2009).

Bugüne kadar birçok araştırmacı ve mimar esnekliği farklı şekillerde tanımlamışlar ve çeşitli yaklaşımlarda önermişlerdir. Mimaride esnek tasarımın önemli temsilcilerinin, konut, hastane ve okul gibi birçok yapı türüne dair fikirleri açıklanmıştır. Bütün yapı türlerinde esneklik, binanın ve çevrenin değişen gereksinimlerini karşılama

ve ayarlamalar yapma kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Binalar ilk olarak yapısal bütünlüğünü ve işlevselliğini uzun süre sürdürme isteğindedirler. Bu yüzden binalar, planlama aşamasından itibaren esnek bir yaklaşımla tasarlanmalıdır.

Yapılarda esnek tasarım, gelecekteki belirsizliğin etkisini azaltmaya ve belirsizlikleri yönetmeye yardımcı olur. Esnek tasarımla birlikte bir binanın gelecekteki tüm olası değişikliklerini tasarımın en başında dikkate almak, gelecekteki değişikliklere yanıt verebilmeyi kolaylaştırır. Böylece değişen duruma uyum sağlamak için gereken yüksek yenileme maliyetlerini azaltmaya yardım eder.

3.3. Havalimanı Tasarımında Esneklik

Havalimanları; giderek belirsizleşen ortamlar, trafik hacimlerinin değişkenliği, teknolojik ilerlemeler ve serbest piyasa rejimi gibi birçok unsurdan etkilenmektedir. Havalimanlarının bu değişen ortama yanıt verebilmesi ve gelecekteki talepler ve belirsizliklerle başa çıkabilmesi için esnek tasarım ve planlama anlayışını benimsemesi gerekir. Yapım maliyetleri yüksek ve yapım süreci uzun olan havalimanlarının fonksiyon ve özelliklerini, değişen koşullara göre minimum çaba ve maliyetle uyarlayabilmesi için esnek çözümleri içinde barındırmış olması gerekir. Esneklik kaygısı taşımadan planlanan bazı havalimanları, talebe yönelik kademeli ve sistematik olarak genişlese de genişleme çevresel faktörler ve alan tarafından kısıtlanmaktadır. Gelecekteki talepleri karşılayabilmek, muhtemel genişlemelere olanak vermek ve yeni düzenlemelere uyum sağlayabilmek için havalimanı tasarımında esneklik sağlama amacı ön planda tutulmalıdır.

Havalimanlarının esnek olma amacı taşımayan katı planlama ve tasarım süreçleri, zaman içinde meydana gelen değişikliklere uyum sağlamada başarısız olurlar ve kötü performans gösterirler. Bu başarısızlıktan dolayı daha sonra meydana gelen tasarım değişiklikleri, ciddi düzeyde finansal ve operasyonel zorluklar ortaya çıkarır. Havalimanı planlama sürecinin en başında esnekliği tasarıma dahil etmek için gerekli maliyet, daha sonraki yenileme veya tamamen yeniden inşa etme maliyetlerinin yanında oldukça azdır.

Havalimanı planlaması ve terminal tasarımı aşamasında karşılaşılan en zor durumlardan biri tahminlerdeki belirsizlik konusudur. Katı planlama süreçleri ve esnek olmayan terminal tasarımları, başlangıçta belirledikleri senaryolar üzerinden yolcu ve talep tahminlerini yürütürler. Beklenmeyen senaryolar için ön hazırlık yapılmadığı veya önlemler alınmadığı zaman istenmeyen durumlar ortaya çıkar. Bu yüzden her ne kadar

belirsizliklerin önceden tahmin edilmesi zor olsa da gelecekteki belirsizlikleri karşılayabilecek esnek planlama ve tasarım ile daha uzun ömürlü ve etkin kullanılabilen havalimanları tasarlamak amaçlanmalıdır.

Havalimanlarında esneklik konusu, gündeme geç gelen ama oldukça önemli bir konudur. Bu bölümde, esnekliğin havalimanı tasarımlarına neden entegre edilmesi gerektiği incelenmiş; daha önceki mevcut esnek tasarım yaklaşımları detaylı olarak yorumlanmıştır.

3.3.1. Esnekliğin havalimanlarına uygulanma nedenleri

Havayolu endüstrisindeki değişiklikler, havayolu yolcu ve kargo pazarlarında devam eden büyüme, küresel ekonomide büyüme, teknolojideki gelişmeler ve siyasi ortamlardaki değişimler gibi etkenler havaalanı üzerinde farklı talep ve gereksinimlerin ortaya çıkmasına yol açar. Havalimanlarının, hızla değişen teknolojinin, politik ve ekonomik durumların, havalimanı operasyonlarını etkilediği ve yeniden şekillendirdiği havacılık sektörünün dinamiklerine esnek bir yanıt oluşturması gerekir. Bu bölümde havalimanlarına neden esnekliğin entegre edilmesi gerektiği, ‘kapasite ve gecikme, yeni uçaklar ve teknoloji’ olmak üzere üç başlıkta incelenmiştir.

3.3.1.1. Kapasite ve gecikme

Havalimanlarında kapasite; pist sistemi, kapılar, yolcu terminali işlemleri, uçak park pozisyonları gibi sınırlayıcı unsurların taleplerine bağlıdır. Dünyadaki birçok havalimanı, trafik taleplerinin artmasıyla birlikte kapasite yetersizliği konusunda zorlanmakta ve bundan kaynaklı gecikmeler yaşamaktadır. Bu duruma örnek olarak, yolcu ve bagaj sayısının artmasıyla kapılarda meydana gelen gecikmeler ve günün belli saatlerinde trafik yoğunluğunun artmasıyla güvenlik alanlarında oluşan gecikmeler verilebilir. Kapasite yoğunluğu dışında taşıyıcıların birbirleriyle rekabet etmek için yoğun dönemlerde daha fazla uçuş düzenlemesi gibi durumlar da gecikmelere neden olmaktadır.

Havacılık sektörüne yönelik talebin artması havalimanlarını, genişleme baskısı altına almaktadır. Havalimanlarında genişleme sorunları, hizmetlerin ihtiyaç duyulan zamanda mümkün olan en yüksek ölçüde sağlanması gerekliliğinden dolayı daha da karmaşık bir hal almaktadır. Bu yüzden belli zamanlarda (belli sezonlar, günler veya saatler) trafik ve yolcu yoğunluğu maximum seviyelere ulaşır ve havalimanının sunduğu kapasitede artış sağlanamadığı zaman tıkanmalar yaşanabilir. Havalimanlarındaki aşırı

yoğunluk ve tıkanmalar, ciddi boyutlara ulaşan ekonomik cezalara ve yolcular için gecikmelere neden olur. Bu durumda havaalanları ve diğer otoriteler, sistemin kapasitesini istenen talebi karşılayacak şekilde geliştirmeye yönelik seçenekler bulmak zorundadırlar. Bu durum için çözüm önerilerinden bazıları; kapasite yetersizliklerinde yeni havalimanları inşa etmek, var olan tesisleri genişletmek ve uçuşların bir kısmını başka alanlara aktarmak gibi yaklaşımlardır (SGHM, 2009).

Havalimanlarında mevcut kapasite ve talebin etkin bir şekilde yönetilmesi ve kapasite sınırlamalarının ve potansiyel tıkanıklık sorunlarının ortaya çıkmadan önce belirlenmesi için havayolları, operatörler ve hükümet birimleri tarafından gerekli iş birliği yapılmalı ve esnek çözümler sağlanmalıdır. Bununla birlikte tesislerin nasıl daha verimli kullanılabileceği düşünülmeli ve tıkanıklığı azaltmak için uygun önlemler alınmalıdır.

3.3.1.2. Yeni uçaklar

Havalimanlarında yeni uçak boyutlarının ortaya çıkmasıyla birlikte gerekli standartları yeni havalimanlarına uygulamak, mevcut havalimanlarına uygulamaya göre oldukça kolaydır. Yeni uçakları inşa etmek, gerekli testlerini yapmak ve onaylamak birkaç yıl süren işlemlerdir fakat havalimanlarında pistleri planlamak, tasarlamak ve inşa etmek çok daha uzun sürmektedir. Bu yüzden uçaklar için gerekli düzenlemeleri ve planlamayı, uçaklar hizmete gireceği zaman değil en başında düşünmek gerekir. Havalimanlarında yapılmış olan pistlerin arasındaki mesafeyi arttırmak, pist uzunluğunu arttırmak veya uçakların kanat genişliğine göre baştan düzenlemeler yapmak oldukça maliyetli işlemlerdir (Fife & Mcnerney, 2000).

1958 yılında jet yolcu uçaklarının piyasaya sürülmesiyle havalimanlarında daha uzun pist ihtiyacı ortaya çıkmıştır. 1970 yılında, 60 metre kanat açıklığı olan Boeing 747'nin piyasaya çıkmasıyla havalimanı altyapısında yenileme gereksinimleri doğmuştur (Fife & Mcnerney, 2000). Bu örneklerde görüldüğü üzere havalimanı altyapısı eğer daha önceden farklı senaryolar düşünülerek planlanmadıysa, yeni uçakların ortaya çıkışı havalimanlarına oldukça büyük zorluklar ve maliyetler çıkarmaktadır.

Yeni uçak tipleri, havalimanlarında sadece pist ve apron boyutlarını etkilememektedir. Aynı zamanda terminal binası ve tesislerinde, yeni uçakların taşıdığı yolcu sayısı ile oluşacak yeni taleplere yönelik kapasite durumu ve yeni uçaklar için gerekli servis hizmetlerinin yeterlilik durumu gibi birçok unsuru etkiler. Bu yüzden havalimanı planlama ve tasarım aşamasında, mümkün olduğunca esnek çözümler sunmak

önemlidir. Gelecekteki pist genişlemeleri veya düzenlemeleri için önceden arazi üzerinde boş alanlar oluşturabilir veya terminal binasında yeni uçakla birlikte muhtemel kapasite artışına yönelik çözümler sunulabilir.

3.3.1.3. Teknoloji

Havacılık sektörü, hızlı gelişen yeni teknolojilerden oldukça etkilenmektedir. Teknolojik gelişmeler ve buna bağlı yaşanan değişimler, her geçen gün daha hızlı gerçekleşmektedir. Yeni gelişmelerle birlikte yolcuların seyahat tercihlerindeki değişikliklere ve teknolojiye erişimlerine uyum sağlamak için değişim gerekebilir. Katı planlama ve tasarıma sahip havalimanlarının bu durumla başa çıkma süresi uzun sürmekte veya mümkün olmamaktadır. Havalimanlarında yeni teknolojiler, güvenlik ekipmanlarında, bilet gişelerinde, check-in ve danışma alanlarında olmak üzere birçok noktada kendini göstermektedir.

Yeni teknolojilerden bir tanesi olan robot teknolojisi, Güney Kore Incheon Havalimanı'nda yolculara rehberlik sağlayan check-in robotları olarak kullanılmaktadır. Sabiha Gökçen Havalimanı'nda da 'Aerobot' isimli 5 dil bilen danışma robotu bulunmaktadır. Diğer bir örnek olan yüz tanıma teknolojileri ,oldukça gelişmiş; Kore'de alternatif olarak damar tanıma sistemi kullanılmaya başlanmıştır. Yüz tanıma teknolojisi, güvenlik ve kontrol sıralarındaki kalabalığı azaltarak çıkış kapılarına işlevsel çözümler sunmuştur. İşlem sürelerini kısaltan bu teknoloji, aynı zamanda daha az insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. Teknolojik gelişmeler, havalimanlarında mekânsal gereksinimleri değiştirerek, kullanılmayan mekanların oluşmasına veya farklı mekanlara olan ihtiyacın doğmasına neden olabilir. Bu yüzden havalimanları ve terminaller esneklikle planlanmalı, tasarlanmalı ve gerektiğinde uyarlanabilmelidir.

3.3.2. Mevcut esnek tasarım yaklaşımları

Esneklik, mimaride yaygın olarak kullanılan bir kavram olmasına rağmen havalimanı ve yolcu terminali tasarımlarında son zamanlarda ele alınmaya başlanmıştır. Literatüre bakıldığında, yeni bir yaklaşım olan havalimanı esnekliği konusunda çok az kaynak bulunmaktadır ve az sayıda uygulama çerçevesi ortaya konmuştur. Tüm araştırmacılar esnekliğin, öngörülemeyen değişimlere veya gereksinimlere uyum sağlama amacı konusunda hemfikirdir. Ancak bu konu, havaalanı planlama ve tasarım geliştirme alanında önde gelen araştırmacılar tarafından farklı derinlik ve araştırma

seviyeleri, farklı kavramlar ve tanımlar ve farklı uygulama çerçeveleri ortaya konarak ele alınmıştır. Esnek havaalanı gelişimini tanımlamak ve analiz etmek için mevcut havaalanı esnek tasarım yaklaşımları; tesislerin ortak kullanımı, esnek tasarım, esnek stratejik planlama, çoklu havaalanı sistemleri, uyarlanabilir stratejik planlama, proje risk yönetimi ve tasarım esnekliği ve FlexDFA olarak yedi başlık altında incelenmiştir. Mevcut tasarım yaklaşımları, araştırmacıların çalışmalarından analiz edilmiştir. Bu yaklaşımların çoğu kavramsal ve niteliksel, uygulanması zor bölümler içerir, esnek bir seçenek için bir tanım oluşturmaz ve genellikle havaalanı genişletmeleri bağlamında incelenmiştir.

De Neufville ve çalışma grubu esneklikle ilgili olarak belirledikleri sorunlara çözüm bulabilmek için ‘tesislerin ortak kullanımı, çoklu havaalanı sistemleri ve düşük maliyetli terminaller’ üzerine çalışmalarda bulunmuşlardır. De Neufville ve Odoni, havaalanı esnekliği için bağlantılı binalar, geçici tesisler ve ortak kullanım temaları üzerine araştırmalar yaparken; de Neufville ve Belin ortak kullanımlı ve çok işlevli tesislerin tasarımı için kapsamlı bir çalışma sunmuştur (de Neufville R. , 2008). De Neufville ve Belin’in önerdiği tesislerin ortak kullanımı yaklaşımında bekleme salonlarının paylaşılması, iç ve dış hatlar arasındaki geçiş kapılarının ve terminal kapılarının paylaşılması ve tampon alanların oluşturulması eylemleri önemle vurgulanmaktadır (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002).

Edwards, havaalanı terminal binalarında bir katmanın gereksiz yere diğer katmanlara müdahale etmeden yenilenebilir şekilde (ayrı katmanlar halinde) tasarlanması gerektiğini savunur. Butters, havaalanlarına esnek tasarımı uygulayabilmek için master planlama, bina tasarımı, mekân planlama ve yerleştirme ve bileşenlerden oluşan dört uygulama aşaması tanımlayarak, tasarım sürecinin kendisinde esnekliğe yer verilmesi gerektiğini belirtir (Butters M. , 2010). Edwards ve Butters, gelecekteki değişim ve taleplere yanıt verebilmek için havaalanı terminali tasarımlarında esneklik ve uyarlanabilirliğe izin vermenin önemini ortaya koyarlar.

Burghouwt, dinamik stratejik planlamanın daha ileri bir evrimi olarak önerdiği esnek stratejik planlama yaklaşımı için ‘gerçek seçeneklerin oluşturulması, uzun vadeli ve kısa vadeli stratejik düşünme, acil durum planlaması, geriye dönük işlem ve esnek organizasyonlar’ gibi önemli unsurlar belirleyerek ortamdaki değişikliklere cevap verebilmeyi amaçlamıştır (Burghouwt , 2007). Burghouwt, çalışmasında havaalanı master planının stratejik seviyesine odaklanmış; geleneksel havaalanı master planlama ile esnek stratejik planlama arasındaki farklılıkları ortaya koymuştur.

Kwakel ve araştırma grubu, havaalanlarına esnek tasarımı dahil ederek havacılık sektöründeki değişiklikler ve teknolojik belirsizliklerle baş edilebileceğini öne sürmüştür. Havaalanı Stratejik Planlamaya tamamlayıcı olan üç uyarlanabilir yaklaşım öne sürerek, Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama yaklaşımı fikirlerini ortaya koymuşlardır. Magalhães ve araştırma grubu, farklı esneklik düzeylerini analiz ederek havaalanında esneklik ihtiyacını yönlendiren dış faktörleri (talep, ekonomik döngüler, teknolojik gelişmeler, düzenleme, finansal kaynaklar / yatırım, arazi kullanım kısıtlamaları, çevre sorunları ve jeopolitik istikrar) tanımlamışlardır (Magalhães, Reis, & Rosário, 2013).

Gil & Tether, risk yönetimi ve esnekliğin havaalanı projelerinde nasıl etkileşime girdiğini araştırarak, tasarım esnekliği ve risk yönetiminin yakından bağlantılı olduğunu savunmuşlardır. Sarah Shuchi, FlexDATA isimli bütünleşik bir tasarım çerçevesi ortaya koymuş ve esnek mekânsal yerleşime yönelik bir çalışma yapmıştır. Mevcut olan araştırma ve çalışmalar, havaalanı terminalleri için esnek tasarım yaklaşımını destekleyen bir çerçeve oluşturmak üzerinedir ve bu çalışmaların, çeşitli tasarım ortamlarında uyarlanabilir ve esnek çözüm örnekleri incelenir. Bu bölümde kronolojik sıraya göre mevcut esnek tasarım yaklaşımları incelenmiştir.

3.3.2.1. Tesislerin ortak kullanımı

Havaalanı tesislerinin ortak kullanımı, literatür taramasında belirtilen birinci tasarım esnekliğidir. De Neufville ve Belin'in üzerinde çalıştığı bir yaklaşım olan 'tesislerin ortak kullanımı ve hem iç hatlara hem de dış hatlara hizmet veren kanatlı kapıların kullanımı', 1990'ların havaalanlarında giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Reiss '1980'ler felsefesinin yerini, bugünün gerçeklerine daha uygun yeni bir yaklaşım olan tesislerin ortak kullanımı felsefesinin aldığını' belirterek, havaalanı terminallerinin mevcut alanından en fazla verimin elde edilmeye çalışıldığını ifade etmiştir (Reiss, 1995). Tesislerin ortak kullanımı, gün içindeki yolcu yoğunluğu değişimleri nedeniyle terminal yerleşiminde operasyonel esneklik sağlarken; potansiyel olarak da terminal binasına verimlilik sağlamaktadır. Örneğin; FAA Havaalanı Terminal Tesisleri Kılavuzu'nda belirtilen bilgilere göre bir salon birden fazla uçak kapısına hizmet ettiğinde, tahmini olarak toplam salon alanı her uçak için maksimum 5 kapıya kadar %5 azaltılabilir. Aynı zamanda yolculara çeşitli işlevlerde hizmet veren ortak tesisler, tesislerin kullanım oranını arttırarak; herhangi bir trafik seviyesi için gerekli miktarı azaltabilirler.

Havaalanı yolcu binalarının tasarımında ekonomik açıdan verimlilik, havaalanı yöneticileri ve tasarımcıları için önemli bir etkidir. Ortak kullanımlı tesisler, sermaye harcamalarını dikkate değer ölçüde azaltarak ekonomik performansın artmasını sağlar. Havacılık endüstrisinde meydana gelen ekonomik ve yapısal değişiklikler, yurtiçi ve yurtdışı hava hareketleri arasındaki net ayrımın kaybolması ve çok işlevli tesislerin kullanımıyla ilgili mevcut analitik araçlardaki gelişmeler gibi faktörler, ortak kullanımlı tesislerle maliyetin azaltılmasında etkili olan faktörlerdir. Çok işlevli tesislerle ilgili ekonomik verimliliği değerlendirmek için kullanılan araçlar, havaalanlarında daha fazla tesis inşa etmek zorunda kalmadan trafik seviyelerindeki önemli değişikliklere kolayca yanıt verebilen ortak tesislerin, esneklik sağlamaları nedeniyle büyük bir değere sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin, Bangkok Uluslararası Havaalanı için yeniden tasarlanan terminalde proje yönetim ekibi, kapı sayısını yaklaşık %20 oranında, yolcu bekleme salonlarına ayrılan alanı ise %35 oranında azaltarak ortak kullanımlı tesislere dayanan bir tasarımla toplam maliyette tasarruf yapmayı sağlamıştır. Kenya Mombasa’da ise tesislerin ortak kullanımı, havaalanı terminal yapılarının toplam proje maliyetini 1/3 oranında azaltmıştır (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002).

Ortak kullanım tesisleri; uçak kapılarının önünde bekleme salonları, yurt içi ve yurt dışı havayolu hareketleri arasındaki döner kapılar ve havaalanlarındaki kapılar olmak üzere üç gruba ayrılır. Paullin, kapıların önündeki bekleme salonlarının ortak kullanımıyla ilgili yaptığı çalışmalarda, yolcuların kapılara kademeli olarak ulaşmaları ve uçakların ortalama terminalleri 10-15 dakika arayla terk etmeleri nedenleriyle ‘x’ sayıdaki kapılar için gereken toplam alanın, bir kapı için gereken alanın ‘x’ sayısı katından az olduğunu belirtmiştir (Paullin, 1966). Steuart’ın yurt içi ve yurt dışı havayolu hareketleri arasındaki kapıların paylaşımı ilgili çalışmasında, bir kullanıcının hem planlı yükleri (G) hem de gecikmeler gibi olaylar nedeniyle planlanmamış ekstra yükleri (G*) için ihtiyaç duyduğu kapı sayısını tahmin etmeyle ilgili kuyruk teorisini kullanmıştır. Bu gerekli kapı sayısı tahminiyle ilgili işlem ‘Gerekli Toplam Kapı Sayısı= $G + G * = G + (G) 0.5$ ’ olarak ifade edilir (Steuart, 1974).

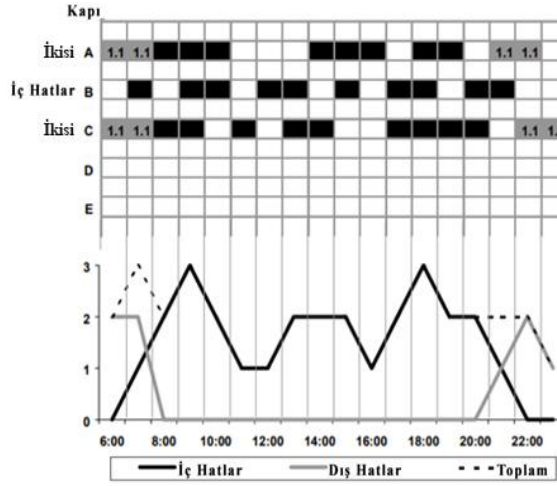
Farklı zamanlardaki trafik yoğunluğu ve trafik seviye veya türündeki belirsizlikler ortak alan kullanımını teşvik eden durumlardır. Bir uçuş trafiğinin yoğunluğu maximum olduğunda kullanılan tesis, başka uçuş hareketleri için normal yoğunluk seviyesindeyken kullanılabilir. Bu ortak kullanım, belli bir trafiği karşılayan tesislerin boyutunu ve sayısını azaltarak üretkenliği artırır. Trafikteki belirsizlikler nedeniyle, planlanan ve beklenenden

daha farklı bir durumun ortaya çıkmasına yönelik ortak kullanılabilir 'tampon alanlar', kullanıcı yoğunluğu fazla olan tesisler arasına yerleştirilmelidir (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002). Ayrıca yurtiçi ve yurtdışı uçuşları arasında ortak kullanılan tesislerden yararlanmak için (kullanıma bağlı olarak sınır kontrollerinden akışa izin veren-vermeyen yani açılıp kapanabilen bir kapı sistemiyle koridorların tasarlanması örneği gibi) operasyonel esnekliğin geliştirilmesi gerekir. Tasarımcılar, birkaç kapı için kullanılabilen ortak salonlar tasarlarlarken; kapıları, uygun kullanıcılara bağlayan koridorlar inşa etmeli ve kullanıcıların ayrılması gereken durumlarda koridorların güvenli bir şekilde açılıp kapanmasını sağlayan kapı sistemi kullanmalıdır.

Tablo 3.2. *N sayıda bireysel salonların toplamı için gerekli alanın yüzdesi olarak n sayıda kapıların paylaştığı bekleme salonu için gereken alan (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002)*

		Kalkışlar Arası Süre (dk)					
Uçuşların Salon Paylaşım Sayısı		0	3	6	9	12	15
	2	100	94	87	81	75	70
	3	100	87	75	64	56	49
	4	100	81	63	51	42	37
	5	100	76	54	41	34	
	6	100	72	48	34		
	7	100	67	42			
	8	100	63	37			

Ortak kullanım tesisleri için 'yoğun, saatlik değişim', 'günlük (veya daha uzun) değişim', 'belirsizlik, günlük değişim' ve 'belirsizlik, uzun vadeli değişim' olarak dört ana durum dikkate alınmıştır. Yoğun, saatlik değişim durumunda kapı bekleme alanları, check-in kontuarları, bagaj taşıma alanları gibi tesisler paylaşılmalıdır. Bir elektronik tablo simülasyonu ile her bir uçuş için gelen veya giden trafik hesaplanarak, uçağın büyüklüğü, yük faktörü, yolcuların uçağa binme ve inişe başlama zamanları tanımlanabilir. Yukarıda de Neufville tarafından hazırlanan tabloda (Tablo 3.2), alanların ortak kullanımıyla sağlanan alan tasarrufunun e-tablo ile hesaplanma sonuçlarına bir örnek gösterilmektedir. Ayrıca bir salonda, 6'dan fazla kapı birleştirilmesinin ek bir avantaj sağlamadığı ve genellikle yaklaşık 4 kapının bir salonu paylaştığı tasarımların tercih edildiği görülmektedir. Günlük (veya daha uzun) değişim durumlarında kapıların kullanılması ve paylaşılması için günün saatine ve kullanım türüne göre elektronik tablo programıyla kapı gereksinimlerinin bir tablosu oluşturularak kolaylaştırılabilir ve havayolu hareket programlarını planlamak için kullanılan Gantt şemasıyla (Şekil 3.2.) kolayca anlaşılabilir hale getirilebilir (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002).



Şekil 3.2. Tesisleri Paylaşan İki Farklı Kullanıcı Tarafından Kapı Konumlarının Örnek Kullanımı için Gerekli Toplam Kapı Sayısındaki Olası Azalmayı gösteren Gantt Grafikleri (de Neufville & Odoni, 2002)

‘Belirsizlik, günlük değişim’ durumlarında meydana gelen gecikmelerden (hava şartları, mekanik gecikmeler vb.) dolayı ek kapılara ve ek tesislere olan talep artmaktadır (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002). Gelecekteki gecikmelerin olasılık dağılım tahminleri oluşturularak, kapı sayısı azaltılıp daha küçük ölçekli havayolları arasında paylaşılan kapılar tasarlanabilir veya büyük tesisler arasında tampon tesisler oluşturulabilir. ‘Belirsizlik, Uzun Vadeli Değişim’ durumunda, trafiğin yıllar içinde değişmesinden kaynaklanan gelecekteki durumun tahmin edilenden farklı olmasıyla karşılaşılan tasarım sorunları oluşabilir. Örneğin tasarımcıların, her bir kullanıcı sınıfı için hazırlanacak tesislerin boyutlarıyla ilgili karar vermeleri gerekir. Bu yüzden tasarımcılar havaalanı trafiğinin yılda %6 büyüdüğünü ve yeni tesislerin 15 yılda bir yapıldığını düşünerek iki kat daha büyük tesisler planlayabilirler. Bu belirsizlik durumu esnek tasarımı ve tesislerin ortak kullanımını teşvik eder.

De Neufville ve Belin’in üzerinde durduğu başka bir konu ise ‘Gerçek seçenek oluşturma’ ile ilgilidir. Tasarımda ‘gerçek seçenek’ kavramı, bazı eylemleri başlatan somut bir olgudur. Esnek alan tasarımı, bir alan için gelecekte farklı kullanımlara hizmet etmeyi sağlayan bir seçenektir. Seçenekler analizi ise gerçek seçeneklerle uygulandığında, bir tasarımın esneklik değerini hesaplamak ve bu durumda ne getiri sağlayabileceğine karar vermek için veriler sağlar. Ayrıca gelecekteki yatırımlar ve maliyetler için risk bağlamında bir öngörü sağlar. De Neufville ve Belin, havaalanı planlaması için en iyi yaklaşımın, seçenek analizi kullanmak ve sonrasında gerçek seçeneklerin değerini değerlendirmek için karar analizi kullanmak olduğunu savunur.

Ortak tesislerin kullanımına yapılacak olan yatırım düzeyiyle bu yatırımların gelecekteki senaryosunda beklenen değerin karşılaştırılmasını sağlayarak önemli bulgular elde edilir (Faulkner, 1996). Trafik belirsizliklerine karşı uygun alan miktarını belirlemek için yapılan karar analizi, normal değişkenlik ve olağan değişkenlik senaryolarını ele alır. Ortak tesislerin sayısı hesap tabloları, formüller ve parametrik hesaplamalarla belirlenebilirken; salonların boyutunu ve günün farklı zaman dilimlerinde kullanıcılar arasındaki paylaşım olanaklarını hesaplamak için Spreadsheets kullanılabilir (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002).

Ortak tesislerin kullanımı ile ilgili olumsuz olarak nitelendirilebilecek özelliklerden biri; kalkış ve gidişten gelen trafiğin birbiriyle etkileşime girme riskinin olmasıdır. Fakat bu durumu önlemek için de Neufville ve Belin'in bir önerisi vardır: Genelde uçuşlar arasındaki zaman farkları saatler üzerinden ilerleyecek şekilde ayarlanır ve trafiklerin birbirini etkilemesi önlenir. Örneğin, New York'ta yurtdışı uçuşlar genellikle öğleden sonra başlayıp akşam yoğunlaşırken, yurtiçi uçuşlar 09.00-17.00 arasında yoğundur (de Neufville, Belin, & Associate M. ASCE, 2002).

3.3.2.2. Esnek tasarım

Brian Edwards (2005) 'Modern Havalimanı Terminali' adlı kitabında, esnek tasarımı havaalanı terminali için inceleyen ilk yazardır. Edwards, havaalanlarının büyüme gibi durumlarda, hizmet ettikleri şehirler gibi davrandığını varsaymıştır. Havaalanları yavaş yavaş ve sistematik olarak genişlemesine rağmen alan ve çevresel faktörlerle sınırlanabilirler. Bu gibi durumlarda, büyüme sınırına ulaşan havaalanları genişlemeyi bırakırlar ve büyüme, yeni bir havalimanı tarafından karşılanır. Birlikte ele alındığında, havaalanları (Londra iyi bir örnektir) büyüyen, olgunlaşan ve daha sonra dengelenen yeni şehirler gibi davranırlar ve ulaşımın bir aracı olarak başlayan havaalanları, kendi kendine yetebilen ekonomik ve sosyal faaliyet merkezleri olarak son bulurlar (Edwards, 2005).

Havaalanı altyapısı genellikle 20 ile 50 yıl arası kullanım ömrü için tasarlanmıştır. Terminal binaları için alan standartları mevcut olmasına rağmen, terminal içindeki alanın kullanımı ve dağılımı yaklaşık 10-15 yıl sabit kalırken; yapı ve dış duvarlar 50 yıl boyunca hayatta kalabilir. Edwards, terminal binaları içindeki değişkenleri (Tablo 3.3); her 3-5 yılda bir değişenler, her 10-15 yılda bir değişenler ve her 30-50 yılda bir değişenler olarak üç gruba ayırmaktadır. Yeni bir havayolunun terminalde faaliyet göstermesi, yeni nesil uçakların talepleri (terminal, apron alanları ve taksi yolu arasında

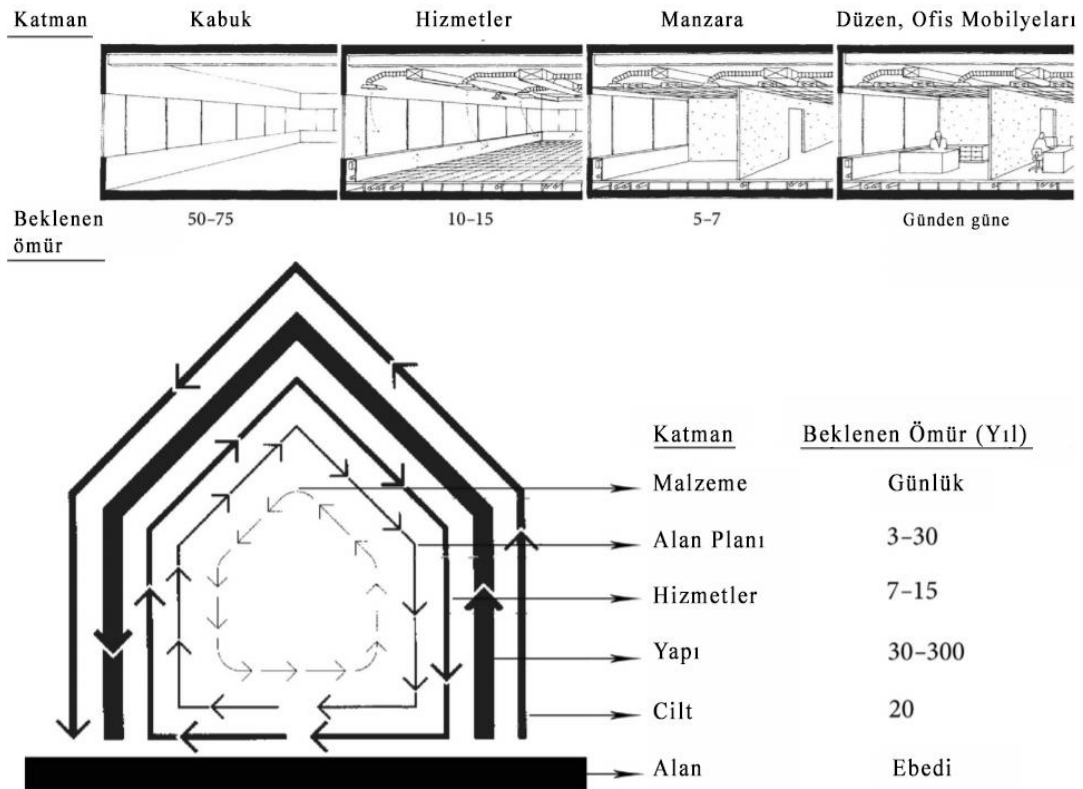
değişecek olan hava yolu ilişkisi), güvenlikteki değişiklikler, bagaj taşıma politikası veya biletleme taleplerinin değişmesi gibi durumlara uyum sağlama çabası, terminal iç yerleşiminde çok sık ve fazla değişikliğe neden olabilir. Uçak modelleri, iskeleler ve terminaller değişse bile havaalanı içinde diğerlerine oranla kararlı ve tek temel eleman pistlerdir. Pistler uzatılabilir, genişletilebilir ve güçlendirilebilir özellikte olsalar bile temel hizalamaları ve varoluşları değişmez, fakat diğer bölümler gelişme ve yeniliklere uyum sağlamalıdır. Yeni uçak tipleri, yeni boyutlar ve yeni hava aracı modelleri piyasaya sürüldükçe; kararlı davranan pistlerin aksine terminaller, her yöne büyüebilmeli veya adapte olabilmelidir. Örneğin; yolcu sayısının artmasıyla birlikte daha fazla kapasiteye sahip daha büyük uçaklarda, daha büyük dönme daireleri ve daha fazla servis gereksinimi vardır; ayrıca bu durum kalkış salonuna fazladan baskı uygular, böylece bagaj taşıma sistemlerinin genişletilmesi gerekir (Edwards, 2005).

Tablo 3.3. Düzenli aralıklarla değişme eğiliminde olan tesisler (Edwards, 2005)

Her 3-5 yılda bir değişenler	Her 10-15 yılda bir değişenler	Her 30-50 yılda bir değişenler
Bilet Gişeleri Check-in Masaları Güvenlik Sistemleri İşaretler ve Reklamlar Mağazalar, Barlar ve Restoranlar	Bagaj Taşıma Sistemleri Bina Hizmetleri (ısıtma, havalandırma ve aydınlatma) Tuvaletler ve Mutfaklar	Bina Yapısı Bina Kabuğu Merdivenler, Asansörler ve Yürüyen Merdivenler

Mimarlar, kaliteli bina tasarlamının yanı sıra beklenen değişiklikler için yapının temel mimari unsurlarından ödün vermeksizin gerekli önlemleri almalıdırlar. Bu baskı altında mimarlar, terminallerin mimari tasarımı için uzun vadeli unsurlar (bina yapısı, gün ışığı vb.) ve kısa süreli değişiklikler (duvarların yeniden konumlandırılması, bilet sayaçları, dükkanlar, barlar ve tabelalar gibi değişiklikler) arasında ayırım yapma eğilimindedir (Edwards, 2005). Tasarımın birincil faktörleri ile ikincil faktörleri arasında daha net bir ayırımın yapılması, terminalin ana karakterinden ödün vermeden geleceğe adapte olmasını sağlar, böylece terminal yolcuların beklediği örgütsel değişime açıklığını ve yönlendirme kolaylığını daha iyi sağlayabilecektir.

Terminal binalarının çoğunda mimari ile iç tasarım arasında oldukça farklı bir anlayışın hâkim olduğu görülmektedir. Terminallerdeki ticari baskı ve rekabet, sıklıkla iç revizyonlara neden olurken; bina kabuğunda, yapısında ve hizmetlerinde değişiklikler daha az ve yavaş meydana gelmektedir. Havaalanlarının farklı bölümleri farklı oranlarda değişime uğradığı için Edwards, binanın bir dizi katman olarak görülmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Bu katman teorisi ilk olarak Duffy'nin (1989) dört bina katmanını (Kabuk, Hizmetler, Manzara ve Düzen) tanımladığı 'katmanları oluşturma' konseptine dayanmaktadır. Daha sonra Stuart Brand'ın (1994) 'Binalar Nasıl Öğreniyor?' adlı kitabında binayı her katmanın ömrüne bağlı olarak altı katmana (malzeme (mobilya ve ev aletleri), alan planı (kat planı), hizmetler (kablo tesisatı, HVAC, akustik), cilt (zarf), yapı (bina çerçevesi), yer (kentsel konum)) ayırmasıyla, teori biraz daha genişletilerek revize edilmiştir. Brand'ın önerdiği bu bina ayrıştırma modeli, bir binanın farklı hizmet ömürlerine sahip bileşenlerden oluşması ve farklı oranlarda değiştirme olanağına sahip olması ilkelerine dayanmaktadır. Brand'ın 'Six S' adını verdiği katman konseptinin beklenen hizmet ömrü Şekil 3.3'te gösterilmekte ve aşağıda açıklanmaktadır (Brand, 1994)



Şekil 3.3. Sırasıyla Duffy (1998) ve Brand'a (1994) göre katmanlar ve beklenen ömürleri (Durmisevic, 2010)

1. Alan ebedidir; binanın oturduğu zemin olarak tanımlanır.
2. Yapı, binanın temel ve yük taşıyıcı bileşenleridir ve binanın türüne bağlı olarak ömrünün 30 ila 300 yıl sürmesi beklenir.
3. Binanın cildi, bakım, değişen teknoloji ve stil nedeniyle ömrü 20 yıla kadar sürebilen kaplama ve çatı sistemidir.
4. Hizmetler; ısıtma, havalandırma, klima ve asansörler veya yürüyen merdivenler gibi hareketli parçalardan oluşmaktadır. Hizmetlerin ömrü 7 ila 15 yıl arasındadır.
5. Mekân planı, ticari binalarda her 3 yılda bir ve konutlarda 30 yıla kadar değişiklik yapılmasını gerektirecektir.
6. Ekipman günlük olarak aylık bazda değişime karşılık gelir.

Katmanlar kendine özgü ve farklı zaman çizelgelerine sahip olduğundan; her bir katman yenilendiğinde terminal bütünü bozulma eğilimindedir. Bu yüzden terminallerin ilk mimarisi kurgulanırken; katmanlar iyi bir tasarımla yönetilmelidir ve katmanlar arasında ayırma (yapıyı 'kabuktan', iç alanı 'hizmetten' ayırma gibi) izin verilmelidir. Çünkü bina yapısı (50 veya 60 yıllık bir ömre sahip) ve kabuk (20 yıllık ömür) arasında bilerek oluşturulan ayırım (katmanların ayrılması), değişimi kolaylaştırarak tüm yapıyı bozmadan her katmanın yenilenmesine izin verir. Yani havalimanı terminalinin tasarımı ve zaman içinde kullanımı sadece tesis planlamasıyla ilgili değil, ayrı katmanların gereksiz bir bozulma olmadan yenilenebileceği şekilde tasarlanmalıdır. Böylece Edwards'ın önerdiği gibi katmanları ayrı değerlendirmek hem süreci anlamaya yardımcı olur hem de havaalanı terminallerinin analizinde önemli bir rol oynayar. Edwards kavramsal olarak katmanları; teknolojik değişim (altyapı, bina yapısı, kabuk, hizmetler) ve yönetim değişimi (perakende satış alanları, iç mekân, mobilya) olarak ikiye ayırmıştır. Yapı teknolojisinde meydana gelen değişimler (enerji kullanımı, yeni malzemeler vb.) dış katmanlarda değişiklik yapmayı, yönetim politikasında meydana gelen değişimler ise iç katmanlarda değişiklik yapmayı gerektirir (Edwards, 2005). Kısacası bir terminal tasarlanırken; terminal teknolojisinin, havaalanı yönetiminin ve zaman planlamasının değişimi göz önünde bulundurulmalıdır. Matthew Butters (2010), havaalanlarında esnek tasarımı uygulayabilmek amacıyla dört uygulama aşaması önerir (Butters, 2010):

- **Master planlama;** havalimanlarında esnekliği uygulamanın ilk adımıdır. Geleceğe yönelik bir zaman dilimini kapsayan planlamalar yaparken, esneklik ve koruma konuları ele alınmalıdır. Esnek olmayan Master Planlar, değişen gereksinimlere uyum sağlayamadıkları için verimsiz veya kısıtlı havalimanları ile sonuçlanır. Esnek Master

Planlar zaman çizelgeleriyle öngörülebilir değişikliklerin taleplerini karşılayarak, öngörülemeyen etkilerin sonuçlarını mantıklı bir şekilde azaltacaktır.

- **Bina tasarımı**; işlevsellik, verimlilik, sürdürülebilirlik ve uyarlanabilirlik kavramlarıyla tasarım açısından büyük bir öneme sahiptir. Binanın şekli, havaalanlarında esneklik ve uyarlanabilirlik sağlarken diğer yandan tek kısıtlayıcı unsur olabilir. Heathrow Terminal 5, “maksimum engelsiz zemin alanı sağlayan basit ve zarif bir tasarım” örneği olarak adlandırılır ve terminal binası çelik yapısal destekleriyle sade bir kutu şeklindedir. Bu durum geniş ve sınırlanmamış döşeme plakasının, gelecekteki değişiklikleri yerine getirmek için gereken bölümlere ayrılmasını sağlar.

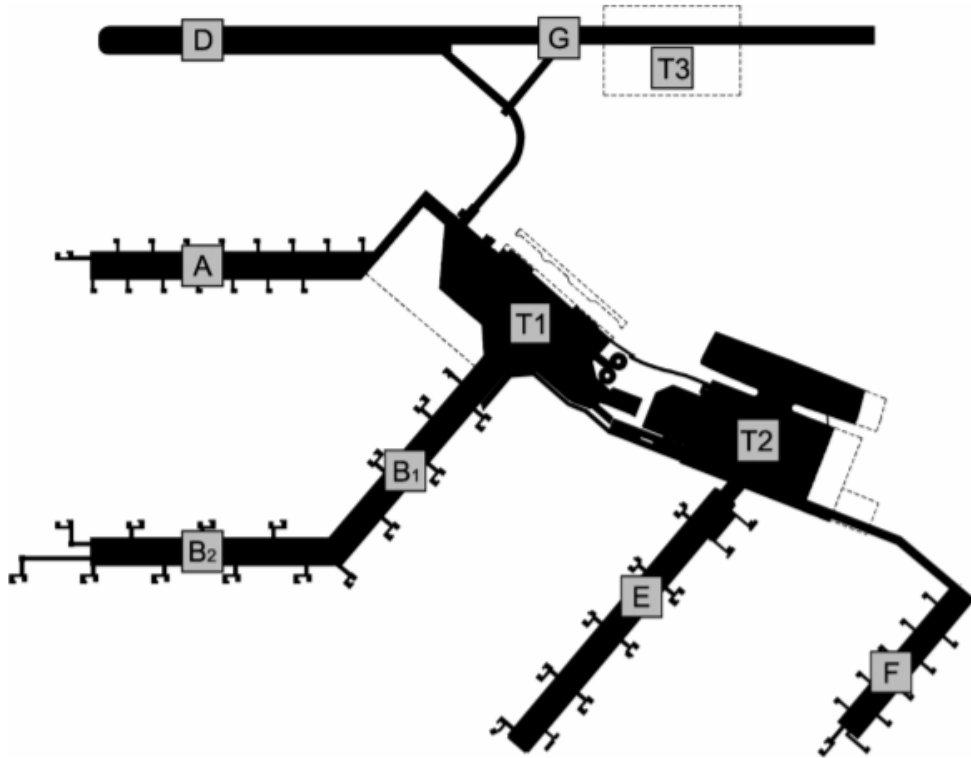
- **Mekân planlama ve yerleştirme**; binaların içindeki kullanılabilir alanı ve iç mekanları içermektedir. Havalimanı içerisinde iyi tasarlanmış düzenler, esneklik sağlarken yolcu deneyimini de arttırarak kalma sürelerini yönetmeye yardımcı olur.

- **Bileşenler**; esnek tasarım için projenin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bileşenler, klima sisteminden IT yapısına kadar birçok önemli bölüm içermektedir. Bileşen stratejisi; seçim, standardizasyon, teslimat, kurulum ve maliyete bağlı olarak düşünülmelidir. Bileşenler; yapım ve bakım sırasına dayanarak, diğer bileşenlerin sökülmesine gerek kalmadan, erişilebilir ve müdahale edilebilir olarak tasarlanmalıdır. Örneğin, dış hatlardaki büyüme sonucu gerekli olan fakat iç hatların ihtiyaç duymadığı bir uzantı gerektiğinde, terminalin diğer parçalarından bağımsız olarak sadece bir bölümünü genişletmenin mümkün olması gerekir. Bu özellik havaalanı işletmesine büyük kolaylık sağlar. Fakat bazı büyük yapılarda, sökme ve montaj işlemleri için standart ürünlere uygulanan zorlu testlerden geçmeyen ve siparişle yapılan birçok eleman bulunmaktadır. Bu zorlu durumda ise, tasarımcılar öğeleri birbirinden bağımsız hale getirmeli veya birbirine çok yakın yerleştirmemelidir.

Butters (2010), tasarım sürecinin master plandan başlayarak sırasıyla, bina tasarım ve formuna, mekanlarına ve son olarak bileşenlerine göre en uygun hale getirilmesi gerektiğini ve tasarım sürecinin kendisinde esnekliğe yer verilmesi gerektiğini belirtir. Ayrıca, havaalanlarının değişen çevreye uyum sağlaması için, inşa edildiklerinde en az çabayla dönüştürülebilir olması gerektiğini savunur.

Pascall+Watson’ın Dublin Havaalanı için hazırladığı master plan, yılda yaklaşık 25 milyon yolcudan 52 milyon yolcuya kadar büyüme durumunun yol haritasını sunmaktadır. Tasarımcılar, maliyetleri azaltmak ve devam eden bakımı kolaylaştırmak için standardizasyon fırsatlarını tanımlamıştır. Giriş holünün üstünde toroidal

geometrisiyle oluşturulan çift eğriliğe sahip bir çatı oluşturulmuş; bu matematiksel çözümle, çatı yapısının ve bina kaplama bileşenlerinin standartlaştırılmasına izin verilmiştir. Kapasite artışında birbirinden bağımsız veya birlikte gelişebilecek bileşenlere sahip olan havaalanında, genişlemeler için Terminal 1 ve 2 planlanmıştır. Dublin Havaalanı master planı, farklı trafik büyüme seçeneklerine cevap vermek için üç alanda yeni iskeleler sunmaktadır (Şekil 3.4.). Merkezi Apron İskeleleri A ve B; Premium ve düşük maliyetli taşıyıcıların büyümesini dengelerken, Kuzey Apron İskelesi G; düşük maliyetli taşıyıcılarda daha yüksek seviyelerde büyüme sağlar. Güney Apron İskelesi F ise; premium taşıyıcılarda daha yüksek seviyelerde büyümeyi destekler. Ayrıca Dublin Havaalanı Terminal 2 için ayrılan alan; üç tarafından mevcut binalarla, dördüncü tarafından ise Terminal 1'e hizmet veren ana ulaşım yoluyla sınırlandırılmıştır, bu yüzden yenilikçi bir tasarım çözümü sunulmuş; yeni terminal, yolun kuzey tarafındaki giriş holünü ve güney tarafındaki uluslararası gidiş salonlarını sağlayarak, mevcut Terminal 1 yolunu iki taraflı sarmıştır. Gelecekteki büyüme, tasarım ve planlama aşamasında göz önünde bulundurularak, ihtiyaç dahilinde binanın yatay olarak genişleyebilmesi planlanmıştır.



Şekil 3.4.3 Dublin Havaalanı Diyagramı (Butters, 2010)

3.3.2.3. Esnek stratejik planlama

Teorik kökleri 1950'lerin sonlarına kadar uzanan Esnek Stratejik Planlama, 1990'lı yıllarda stratejik yönetim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Burghouwt ve Huys (2003) tarafından ilk olarak esnek bir planlama olarak sunulan bu yaklaşım, daha sonra Burghouwt (2007) tarafından esnek stratejik planlama olarak geliştirilmiştir. Bu planlama yaklaşımı; havaalanı ana planının stratejik seviyesine odaklanmaktadır ve proaktif bir planlama türüdür. Ortamdaki değişiklikleri belirleyerek öngörü sağlayan bu planlamanın en önemli öğeleri; gerçek seçeneklerin oluşturulması, çok yönlü sağlamlık ve geriye dönük işlem, beklenmedik durum planlaması, çeşitlendirme ve esnek organizasyonlardır. Bu yaklaşım esnek tasarım ve dinamik stratejik planlama kavramının daha ileri bir boyutu olarak düşünülebilir (Magalhães, Reis, & Macário, 2016). Burghouwt (2007), havaalanı planlaması için Esnek Stratejik Planlama süreciyle ilgili en kapsamlı tanımlamayı ve çalışmayı sunmaktadır. Ayrıca 'Avrupa'da Havayolu Ağı Geliştirilmesi ve Havaalanı Planlamasına Etkileri' adlı kitabında son yıllardaki havacılık sektöründeki düzenlemelerden, Avrupa havacılığı serbestleşmesinden ve yeni ağ stratejilerinden bahsederek önemli çıkarımlarda bulunmuştur.

İkinci Dünya Savaşından beri hükümet, ulusal taşıyıcı ve ulusal havaalanı üçleminden oluşan Avrupa havacılığında ülkeler, iki ülke arasındaki hava hizmetlerini anlaşmalarla karşılıklı olarak sağlamış; kendi ulusal havayoluna sahip her Avrupa ülkesi, başka havayollarının girişini en aza indirerek rekabet ortamını sınırlamıştı (Burghouwt , 2007). 1987 yılında Avrupa Konseyi, tek bir Avrupa havacılık pazarının oluşturulması için serbestleştirme önlemlerinin ilk paketini kabul etmiş; sonrasında sırasıyla 1990 ve 1993 yıllarında ikinci ve üçüncü bir paketi uygulayarak, AB havacılık piyasasındaki kısıtlamaları azaltmış ve seçim fırsatlarını genişletmiştir (Button, Haynes, & Stough, 1998). Özellikle Avrupa havacılık pazarının serbestleşmesiyle birlikte hava hizmetlerinin ikili düzenlemeleri ve IATA tarife düzenlemeleri, havayollarının yeni ağ stratejileri geliştirmesini sağlamıştır (Burghouwt , 2007). Toplama ve dağıtım ağların benimsenmesi, küresel stratejik ittifakların oluşturulması ve düşük maliyetli konsept yeni stratejilerin en önemlileridir. Bu serbestleşme ve değişim durumu havaalanı planlamacılarını da büyük ölçüde etkilemiştir.

Havayolu ağı davranışındaki değişkenlik ve belirsizlik, havaalanı trafiğini tahmin etmeyi çok daha zorlaştırmıştır. Gelecekteki belirsizliklerle daha iyi başa çıkabilmek için, havaalanı işletmecilerinin bir dizi olası senaryoyu tahmin etmeleri gerekmektedir. Ayrıca

havaalanı ortamları; talep ve arz arasındaki uyumsuzluklar, yüksek birim maliyetler veya kayıplar açısından önemli risklerle karşı karşıya kalmaktadır (Burghouwt , 2007). Oluşturulan rekabet ortamında ayakta kalabilmeyi sağlamak; değişikliklere ve belirsizliklere esnek bir şekilde cevap vermekle ve güvenilir tahminler yapabilmekle ilgilidir. Bu yüzden belirsizlikle esnek bir şekilde başa çıkamayan havaalanları, uyumsuzluklar açısından önemli sorunlarla karşı karşıyadır.

Burghouwt, geleneksel master planlamanın tek bir tahminle belirlenen en uygun durumu bulma süreci çerçevesine eleştirel gözle bakmaktadır. Yani gelişmeyi tek bir tahmine dayandırma fikri yerine birden çok senaryoyu inceleyip, gerçek seçenekleri geliştirerek esnek yaklaşımı benimseme fikrini savunmaktadır (de Neufville R. , 2008). Geleneksel rasyonel kapsamlı ana planlama; trafikle ilgili ayrıntılı tahminleri ve gelecekle ilgili belirli bir beklentiye cevap olan ana planı kapsarken; alternatif gelecekleri dikkate almayan, esnek olmayan, karar verme sürecinde diğer önemli paydaşların (örneğin havayollarının, halkın) rolünü ve tercihlerini göz ardı eden durumları da bulunmaktadır. Havaalanı master planlama, planlarla ilgili karar verme süreci yerine planların gelişimine odaklanmaktadır. Trafik hacimlerindeki artan değişimle birlikte, rasyonel-kapsamlı master planlamayı temel alan hava trafik tahminlerinin neredeyse hepsinin yanlış olduğu gözlemlenmiştir. Tek bir trafik tahminine ve tek bir geleceğe dayanan master planlama, gelecekteki muhtemel plan tahmininden çok farklı olabilir. Fakat Esnek Planlama, geleneksel master planlamanın aksine, esnek, ön hazırlıklı ve etkileşimli bir yapıya sahiptir; farklı senaryolar altında çoklu trafik tahminleri oluşturur. Belirsizlik ve riski kaçınılmaz bir gerçeklik olarak kabul eder. Yeni nesil havaalanı planlaması aşamalı bir şekilde sırasıyla; gelecekteki trafik durumuna uygun yanıt vermeyi sağlayan en uygun başlangıcı seçer ve durumu tekrar değerlendirmek ve bir sonraki gelişim aşamasına karar vermek için yeni bilgiler kullanır. Gelecekteki gelişmeleri beklemeden, havaalanının zayıf ve güçlü yönlerini değerlendirerek yeni fırsatları kullanmayı amaçlar. İskeleler, tesisler ve terminaller, trafik büyüme veya küçülme durumlarına yanıt verebilecek şekilde düzenlenir. Esnek planlama; finansal, teknik veya mekânsal olarak öngörülemeyen ve daha az elverişli durumlara karşı koruma sağlar (Burghouwt , 2007).

Esnek stratejik planlama yaklaşımı, de Neufville ve Odoni'nin dinamik stratejik planlama yaklaşımına da dayanmaktadır. De Neufville ve Odoni, dinamik stratejik planlamayı “hem ana planlama hem de stratejik planlamanın en iyi unsurlarının

birlikteliği” olarak tanımlamaktadır. De Neufville ve Odoni, dinamik stratejik planın geliştirilmesi için aşağıdaki unsurları ana hatlarıyla belirtir (de Neufville & Odoni, 2002):

- Mevcut koşulların dökümü;
- Başlıca bileşenler için (örneğin, uluslararası, yerel, transfer) olası senaryolar dahil olmak üzere gelecekteki trafik tahmin aralığının geliştirilmesi;
- Birkaç olası seviye ve trafik türüne uygun tesis gereksinimlerinin belirlenmesi;
- Karşılaştırmalı analiz amacıyla çeşitli alternatiflerin geliştirilmesi; ve
- Olası gelecekteki koşullara esnek tepkiler sağlayan en kabul edilebilir ilk gelişmenin seçimi (de Neufville & Odoni, 2002).

Kullanıcılar tarafından yönlendirilen esnek stratejik planlama yöntemlerinin (örneğin, gerçek seçenek teorisi) benimsenmesi, uzun vadeli belirsizlik ile başa çıkan havaalanı planlamasında ileriye dönük önemli bir adımdır. Tek bir seçeneğe bağlı kalmadan, koşullar değiştikçe zamanla ayarlanabilen planlara ve yöneticinin isteğine bağlı olarak bir şey yapma durumuna izin vermektedir. Burghouwt, geleneksel havalimanı master planlama ile esnek stratejik planlama arasındaki en önemli farklılıkları içeren bir tablo (Tablo 3.4) sunmaktadır (Burghouwt , 2007).

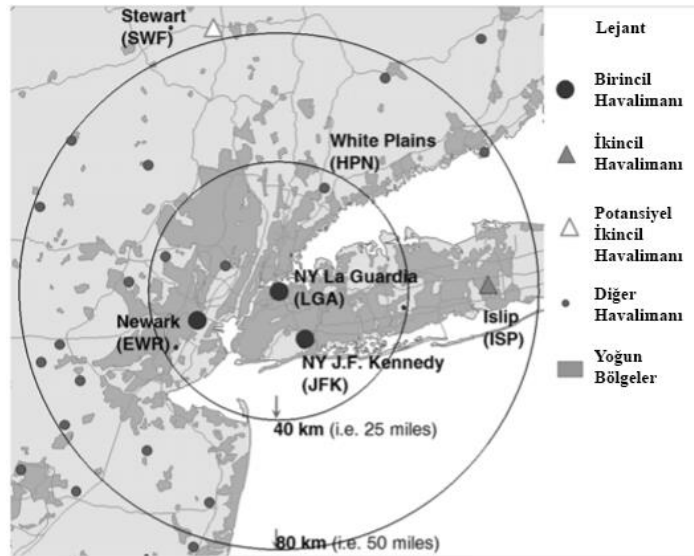
Tablo 3.4. Geleneksel havaalanı master planlama ile esnek stratejik planlama arasındaki en önemli farklar (Burghouwt , 2007)

Geleneksel Havaalanı Master Planlama	Esnek Stratejik Planlama
• Pasif, reaktif, uyarlanabilir • İlk ve son olarak değişiklik beklentisi/ düzenleme • Arza dayalı • Geleceğin tahminleri olarak tahminler • Plan ve projelerin tek gelecekteki sağlamlığı • Uzun vadeli ve kısa vadeli taahhütler • Tercih edilen analitik araçlar: tahmin ve net bugünkü değer analizi • Tercih edilen alternatif, belirli bir gelecek için en uygun çözümdür • Kapalı olarak göz ardı edilen risk veya riskten kaçınma • Yukarıdan aşağıya / içten dışa	• Yeniden uyarlanabilir, proaktif • Sürekli değişim / değişiklik düzeltmeleri • Talebe dayalı • Geçmişe ait; gelecekte ne olabileceğine dair yönergeler olarak senaryolar • Plan ve projelerin çoklu gelecekteki sağlamlığı • Kısa vadeli taahhütler, uzun vadeli stratejik düşünme • Tercih edilen araçlar: senaryo planlama, karar analizi ve gerçek seçenekler analizi, koşullu yol haritaları, tarama, deneme • Tercih edilen alternatif, gelecekteki olası senaryolar arasında en iyi alternatiftir • Risk kültürünü düşünün; fırsat olarak risk • Yukarıdan aşağıya / aşağıdan yukarıya, içten dışa / dıştan içeri

Eleştirel olarak; Burghouwt, çalışmalarında tam olarak Esnek Stratejik Planlamanın nasıl çalışması gerektiğini ve pratikte nasıl uygulanabileceğini belirtmemiştir. Burghouwt'un Esnek Stratejik Planlama Teorisi önerileri kayda değer olsa da havaalanı planlamasının asıl sorununa çözüm getirmemiştir ve bu önerilerin Avrupa'daki düzenleme değişikliklerine dayanan politik bir çerçeveden bakılarak formüle edildiği görülmektedir. Fakat havaalanı planlaması sürecinde esnekliğin geliştirilmesini sağlayacak önemli fikirler önererek eksikliklerin giderilmesine yardımcı olmuştur.

3.3.2.4. Çoklu havaalanı sistemleri

Hava taşımacılığına olan talebin artması ve yolcu trafiğinin büyümesi, havaalanlarında kapasite yetersizliğine ve gecikmelere neden olmaktadır. Richard de Neufville diğer iki meslektaşısı olan Bonnefoy ve Hansman ile havaalanlarının gelecekteki talebi karşılayabilmelerini sağlamak ve kapasite kısıtlamalarına çözüm bulmak için Çoklu-Havalimanı Sistemleri'nin geliştirilmesini kilit bir mekanizma olarak görmüşlerdir. Çoklu-Havalimanı Sistemi, metropol bir bölgedeki trafiğe hizmet veren iki veya daha fazla havaalanından oluşan küme olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemle, gelecekteki talep karşılanırken kapasite sınırlarını aşan esnek bir seçenek oluşturulur. Dört havaalanından oluşan (Kennedy, Newark, LaGuardia Havaalanları ve ikincil olarak Islip Havaalanı) New York Çoklu-Havaalanı Sistemi, New York metropolüne hizmet veren sistemin bir örneği olarak gösterilebilir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. New York metropol bölgesine hizmet veren çoklu havalimanı sistemi (De Neufville, 2000)

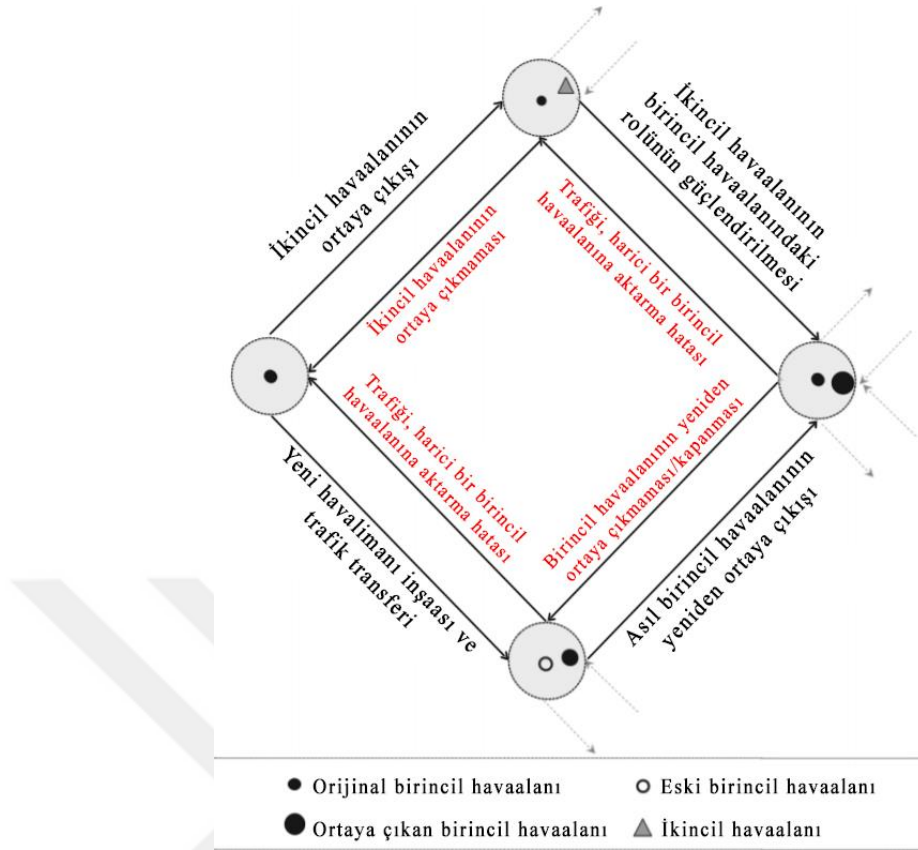
Çoklu-Havaalanı Sistemleri; Avrupa'da 25, Kuzey Amerika da 18, Asya-Pasifik'te 8, Latin Amerika'da 5 ve Orta Doğu'da 3 tane bulunmaktadır. Genellikle bir birincil ve bir ikincil havalimanından oluşan çoklu havalimanı sistemi kullanılsa da çok sayıda birincil ve ikincil havaalanından oluşan sistemler de mevcuttur. Fakat çoklu-havaalanı sistemlerinin uzun vadeli ve çok paydaşlı olması, planlama ve geliştirme açısından birçok zorluk oluşturmaktadır. (Bonnefoy, de Neufville, & Hansman, 2010).

Çoklu-havalimanı sistemlerinin geliştirilmesi; teknik (örneğin hava taşıtı gereklilikleri ve hava limanı altyapısı uygunluğu), politik ve düzenleyici (örneğin bir havaalanının belirli işletmecilere kullanımını yasaklayan politikalar) ve sosyal (örneğin, hava alanlarının etrafındaki nüfusun dağılımı, yerel halkın hava alanlarının gelişmesine karşı tutumu) kavramlar gibi birçok faktörü içermektedir (Bonnefoy, de Neufville, & Hansman, 2010). Bu yüzden Bonnefoy; sistemi yöneten temel mekanizmaları ve sistemi etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla sistematik bir analiz yapmaktadır. Böylece sistemin daha iyi nasıl tasarlanacağı, işletileceği ve yönetileceği hakkında bilgiler elde ederek üç aşamalı bir mühendislik sistemleri yaklaşımı geliştirmiştir. Bu üç aşamalı süreç aşağıda anlatılmaktadır:

- İlk aşama, ICAO (ICAO 2008) ve FAA (FAA 2007) 'dan gelen verilerden oluşan dünya çapında bir havaalanı yolcu trafiği veri tabanı kullanarak çoklu havaalanı sistemlerinin tanımlanmasını içermektedir. Analiz için 2005 yılında 500.000'den fazla yolcusu bulunan tüm havaalanları göz önünde bulundurulmuştur. Birbirine yakın bölgeler tanımlanarak; çoklu havalimanı sistemindeki toplam yolcu trafiğinin %20'sinden fazlasına hizmet verenler birincil havaalanları, %1 ile %20 arasında yolcuya hizmet verenler ise ikincil havaalanları olarak sınıflandırılmıştır (Bonnefoy, de Neufville, & Hansman, 2010).

- İkinci aşamada, bu sistemleri yöneten dinamikler çoklu durum çalışması ile analiz edilmiştir. Farklı bölgelerdeki Çoklu-Havaalanı Sistemlerinin gelişimleri arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

- Son aşamada ise; Çoklu-Havaalanı Sistemlerinin başarılı bir şekilde geliştirilmesine yönelik öneriler sunulması için analiz sonuçları değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6. Çoklu-Havaalanlı Sistemleri Mekansal Konfigürasyonlarının Basit Geçiş Şeması (tek havalimanı sisteminden multi havalimanı sistemine geçiş) (Bonnefoy, de Neufville, & Hansman, 2010)

Bonnefoy ve arkadaşları (2010), çoklu-havaalanı sistemlerinin oluşumunu, mevcut bir havalimanının kullanılmasıyla ikincil bir havalimanının ortaya çıkışı veya yeni bir havalimanının inşası durumlarına dayandırmışlardır. Tek bir havaalanının, ikincil havaalanlarının ortaya çıkmasıyla çoklu-havaalanı sistemi oluşturabileceğini ve bazı durumlarda ikincil havaalanının büyüyerek birincil havaalanı olabileceğini gösteren bir grafik (Şekil 3.6.) oluşturmuşlardır (Bonnefoy, de Neufville, & Hansman, 2010). Diğer yandan, yeni bir havaalanı inşası, kısmen veya tamamen trafik aktarımını gerçekleştirilebilir hatta ilk havaalanını kapatabilir özelliğindedir.

Çoklu-havalimanı sistemlerinin gelişimini; mevcut havaalanı altyapısının mevcudiyeti, az kullanılan havaalanlarına düşük maliyetli taşıyıcıların girişi ve yasal / politik faktörler etkilemektedir. Metropol bölgelerde ikincil havaalanlarının ortaya çıkışı kullanılmayan havaalanlarının olduğunu gösterir. Bazı durumlarda ise düşük maliyetli bir hava taşıyıcısının girişinin ikincil bir havalimanının ortaya çıkmasına neden olduğu görülmektedir. Örneğin, ABD’de 13 havalimanının ortaya çıkmasından düşük maliyetli bir hava taşıyıcısı olan Southwest Airlines sorumludur. Avrupa’da da Ryanair, Wizzair

gibi düşük maliyetli taşıyıcıların gelişmesi, pazar dinamiğini değiştirerek, yeni pazar fırsatlarının açılmasını sağlamıştır (Bonnetfoy, de Neufville, & Hansman, 2010). Yasal ve politik faktörler ise, yeni bir havaalanı inşası durumunda birincil havalimanından yeni yapılan havalimanına trafiğin kısmen veya tamamen aktarılmasında önemli bir yere sahiptir. Genellikle yeni havaalanı mevcut havaalanına göre şehir merkezinden daha uzağa yerleştirildiği için mevcut havaalanını kapatmamak, yeni havalimanının havayolları tarafından daha az tercih edilmesine neden olur. Bu yüzden bir bölgeye hizmet veren havaalanları içindeki trafik dağılımını sağlamak için yasal çözümler kullanılmıştır fakat bu durum çoklu-havaalanı sistemleri gelişimini sınırlandırabilir.

Bonnetfoy ve diğerlerinin yaptığı dünya genelindeki 59 havaalanı sisteminin performans analizi, ülkelerin farklı koşullarından dolayı Çoklu-Havaalanı Sistemlerinin gelişimi hususunda bölgeler arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. ABD ve Avrupa'da mevcut birincil havalimanlarının kapasitesinin artırılmasındaki kısıtlamalar nedeniyle gelecekteki talebin karşılanmasını sağlayacak havalimanlarının (az kullanılan) korunması çok önemlidir. Bu kısıtlamalar, arazi kullanımı sorunlarından (havaalanlarını fiziksel olarak genişletmemekten kaynaklanan) ve çevresel etkiler nedeniyle halk tarafından karşı koyma durumlarından kaynaklanmaktadır. Asya'nın bazı bölgelerinde var olan az kullanılmış havaalanı alt altyapısının zayıf olması ve büyük belirsizlikle birlikte talep yoğunluğunun yüksek olması nedenleriyle Çoklu-Havaalanı Sistemlerini geliştirmek için gerçek bir seçenek tabanlı yaklaşım (esnek ve aşamalı geliştirme yaklaşımı) uygulamak gerekir. Bu aşamalı ve esnek yaklaşım, gelecekteki talep için arazi alanı ayırma ve mevcut havaalanlarının faaliyetini sürdürme gibi eylemlerden oluşmaktadır (Bonnetfoy, de Neufville, & Hansman, 2010).

Çoklu-havaalanı sistemlerinin yolcuların metropol bölgesine hizmet veren farklı havaalanlarındaki uçuşlar arasında bağlantı kurma durumunun sınırlı olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. Çoklu-havaalanı sistemlerinin önemli avantajları ise (Bonnetfoy, de Neufville, & Hansman, 2010);

- Bölgesel hava taşımacılığı sistemine ek kapasite sağlarken, birincil havaalanlarındaki tıkanıklığı gidermek,
- Mekansal olarak ayrıştırma işlemleri yaparak ve aksaklıkların etkilerini azaltarak operasyonel sağlamlık sağlamak,
- Havaalanına ulaşım mesafesini ve seyahat süresini azaltan metropol bölgesi sakinleri için yeni seyahat alternatifleri sunmak,

- Doğrudan, dolaylı ve teşvik edilmiş bölgesel ekonomik etkiler oluşturmak (örneğin; istihdamlar, çevre şehirler için vergilerden elde edilen gelir kaynakları vb.)
- Tek havalimanı sistemlerinde bazen ortaya çıkabilecek tekелci konumların etkilerini azaltmaktır.

3.3.2.5. Uyarlanabilir havaalanı stratejik planlama

Havaalanı Stratejik Planlama; gelecekle ilgili belirli varsayımları esas alan ve gerçek gelecek kabul edilenden farklı olduğu zaman statik davranan Havaalanı Master Planlamaya dayanmaktadır. Havacılık endüstrisinin devlet himayesinden piyasaya geçişi, havaalanlarındaki değişiklikler ve bunun sonucunda meydana gelen belirsizlikler nedeniyle Havaalanı Stratejik Planlama, birçok havaalanının gelecekteki gelişimini planlama da başarısız olmuştur. Bu durumda değişen koşullara uyum sağlayabilen esnek, uyarlanabilir bir yaklaşım geliştirmek gerekmektedir. Kwakkel, Walker ve Marchau ‘Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama (2010)’ adlı çalışmalarında, Havaalanı Stratejik Planlamaya tamamlayıcı olan üç uyarlanabilir yaklaşım incelemişler ve bu yaklaşımların ana fikirlerini Amsterdam Schiphol Havalimanı'na dayanan bir örnekte göstermişlerdir.

Havacılık endüstrisinin devlet himayesinden çıkıp özelleşmesiyle birlikte ortaya çıkan belirsizlikler (havacılık talebi, teknolojik gelişmeler, demografik gelişmeler vb.) Havaalanı Stratejik Planlama ve Havaalanı Master Planlama için önemli bir sorundur. Bu soruna neden olan belirsizlik konusunu ele almanın en temel adımı; yolcu sayısı, mal yığını veya hava taşımacılığı hareketi sayısından oluşan hava havacılık talep tahmini oluşturmaktır. Böylece havaalanındaki mevcut koşullarla tahminler karşılaştırılıp, yeni veya genişletilmiş tesislere ihtiyaç olup olmadığına dair bir değerlendirme yapılarak gerekli önlemler alınabilir (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010). Bu yüzden Havaalanı Master Planlama; çok az belirsizliğin ele alınması ve çoklu varsayımlar yerine sadece tek bir gelecek talebini göz önünde bulundurması nedeniyle uzun vadeli havaalanı planlaması için yetersiz kalmakta ve belirsizliği giderebilecek bir yaklaşım göstermemektedir.

Uyarlanabilir politikalarla ilgili ilk fikirler 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. John Dewey 1927 yılında, zaman içinde deneyime yanıt olarak sürekli öğrenmeyi ve uyarlamayı teşvik etmek amacıyla politikaların deneyler olarak ele alınmasını önermiştir (Dewey, 1927). Ulaştırma sektöründe, kamu politikalarının “en iyi ve belirli bir tahmini geleceği kapsayacak şekilde tasarlanmasındansa, bir dizi geleceğe

uzun vadede uyarlanabilir olması” ve politikaların “zaman içindeki değişikliklere cevap vermesi ve öğrenmeye açık bir hazırlık yapılması” önerilmektedir. (Walker, Rahman, & Cave, 2001) Uyarlanabilir politika çalışmaları, karşılaşılan belirsizliklerin tanınmasıyla başlayarak, gelecek tahmininde bulunmak yerine belirsizliklerin çözümünden önce uygulamaların başlamasını ve yeni değişikliklerle birlikte uyarlanabilmesine izin veren bir yaklaşımı esas alır. Kısacası adaptasyon, belirsizliklere rağmen politikaları başlangıçta uyarlanmaya açık hale getirerek uzun vadeli politikaların uygulanmasına devam etmeyi ve esnek bir şekilde değişebilmeyi sağlar. Kwakkel, Walker ve Marchau ‘Uyarlanabilir Stratejik Planlama’ için Dinamik Stratejik Planlama, Uyarlanabilir Politika Oluşturma ve Esnek Stratejik Planlama olarak üç alternatifi incelemişlerdir.

Dinamik Stratejik Planlama; yapılan tüm tahminlerin yanlış olduğunu kabul ederek aşamalı olarak koşullara göre ayarlanabilen, gerçek seçeneklerle (arazi kullanımı için ayrılan bölge vb.) esneklik sağlayan bir yaklaşımdır. Dinamik Stratejik Planlama; teknik sistemin birden fazla performansını gösteren ‘Modelleme’, belirli sonuç seviyelerini elde etmek için farklı uygun maliyetli araçlara genel bir bakış sağlayan ‘Optimizasyon’, temel sistem parametreleri için değer aralığını ve bu parametreler için olası olasılık dağılımını gösteren ‘Olasılık Tahmini’, bu üç faaliyetten elde edilen sonuçları birleştirerek seçenekler kümesi için oluşturulan ‘Karar Analizi’, bu analizin sonucunun parametre değerlerindeki değişikliklerle ilgili olarak sağlam olmasını sağlayan ‘Duyarlılık Analizi’, faaliyet planının esnekliğini artıran uygun maliyetli gerçek seçeneklerin belirlenmesini sağlayan ‘Gerçek Seçeneklerin Değerlendirilmesi’ ve bu altı faaliyetin olası davranışlarını analiz etmeyi amaçlayan ve sonuçlarını dikkate alan ‘Kapalı Müzakere Analizi’ olarak yedi kategoriye sahiptir. Uyarlanabilir Politika Oluşturma; temel politikanın tasarlanıp analiz edildiği ve açıklarının tanımlandığı ‘düşünme aşaması’ ve bunların uygulanıp gerektiğinde önlemler aldığı ‘uygulama aşaması’ olarak iki aşamadan oluşmaktadır. (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010) Esnek Stratejik Planlama ise; gelecekteki değişimler ve tahmin edilemeyen durumlar için daha esnek ve proaktif bir planlama yaklaşımı önermektedir. Fakat Esnek Stratejik Planlamanın pratikte nasıl uygulanabileceği konusunda tartışmalar devam etmektedir.

Kwakkel, Walker ve Marchau farklı unsurlar üzerinden bu üç yaklaşımı karşılaştırmışlardır. Üç unsur da belirsizlik konusunda planın daha güçlü olmasını sağlamak için talep tahminin yanında gerçek seçenekler, senaryolar ve riskten korunma gibi teknikler kullanmaktadır (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010):

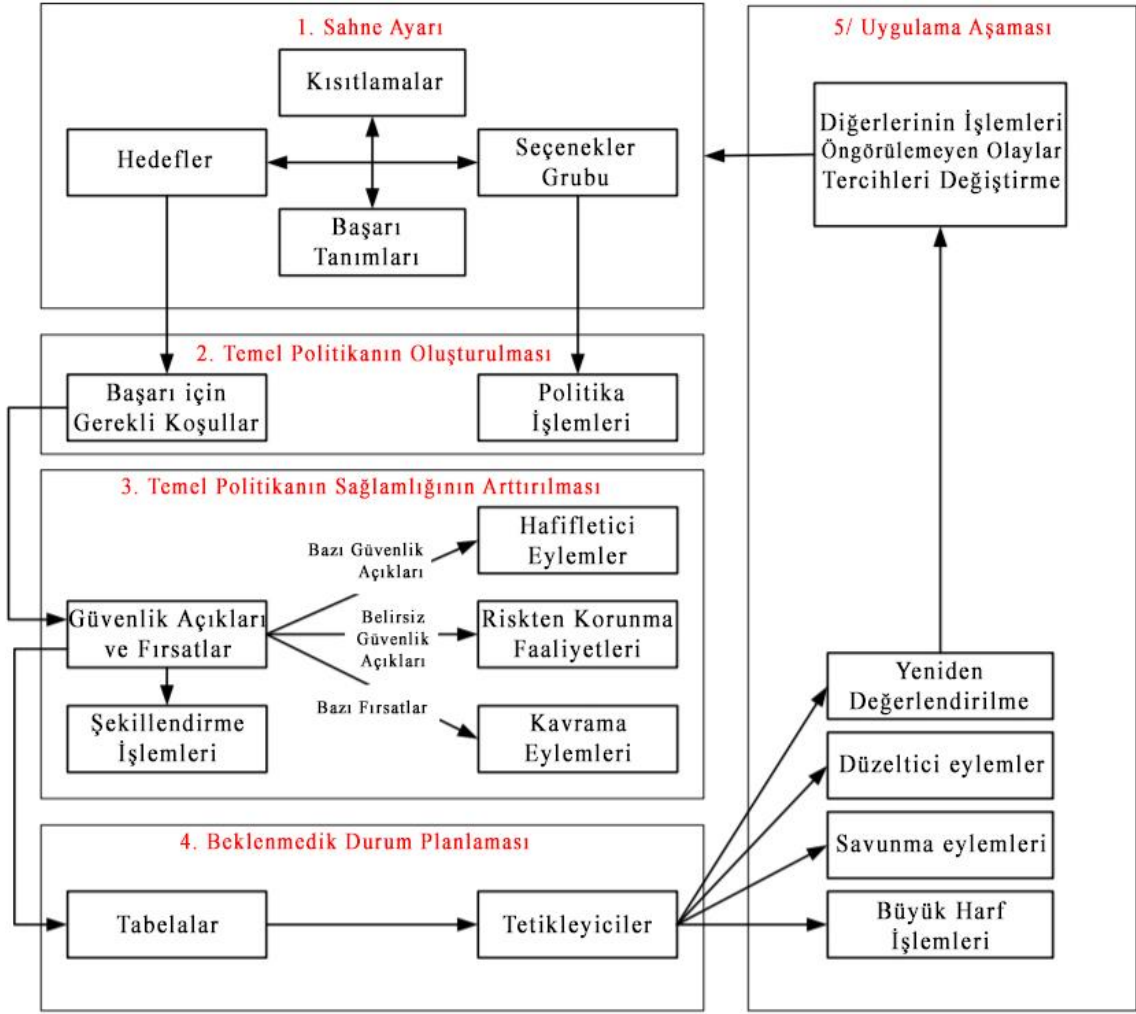
- Esnek Stratejik Planlama senaryo sağlamlığı ile, Dinamik Stratejik Planlama yalnızca gelişimin ilk aşamasını oluşturup gelecekte farklı eylemler hazırlayarak aşamalı bir gelişme ile, Uyarlanabilir Politika Oluşturma ise riskten koruma ve azaltma eylemleri ile farklı gelecekleri farklı yöntemlerle göz önünde bulundururlar.

- Esnek Stratejik Planlama, planlama süreci için net bir açıklama yapmazken, Dinamik Stratejik Planlama belirlediği yedi faaliyet kategorisiyle planlama yapar fakat birbirleriyle ilişkileri ve planlama sürecini nasıl oluşturdukları konusunda belirsizlikleri bulunmaktadır. Uyarlanabilir Politika Oluşturma ise düşünme aşaması ve uygulama aşamasını ayıran net bir planlama sürecine ve çerçeveye sahiptir.

- Dinamik Stratejik Planlama gerçek seçeneklerle oluşturulmuş bir plandaki esnekliğe odaklanırken, Uyarlanabilir Politika Oluşturma çeşitli belirsizlikleri göz önünde bulundurarak başarısızlık ve riskten korunma için bir plan oluşturmaya odaklanır. Esnek Stratejik Planlama ise proaktif planlama ve acil durum planlaması, belirsizlik tedavisi için mevcut fikirler ve kavramlar, sağlamlık tartışması, riskten korunma, gelirlerin çeşitlendirilmesi gibi konular üzerinde durmaktadır.

- Uyarlanabilir Politika Oluşturma da planın esnekliği bir izleme sisteminin kurulması ve cevapların önceden belirlenmesi yoluyla ele alınmakta, Esnek Stratejik Planlama da planın esnekliği gerçek seçenekler ve beklenmedik durum planlaması ile ele alınmakta, Dinamik Stratejik Planlama da ise planın esnekliği gerçek seçeneklerle ele alınmaktadır.

Bu üç unsurun fikirlerinin birleştirilmesi sonucu Kwakkel, Walker ve Marchau tarafından, Havaalanı Stratejik Planlamaya sentezlenmiş yeni bir yaklaşım olan Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama geliştirilmiştir. Beş adımdan oluşan bir şema oluşturulmuş (Şekil 3.7.) ve bu şemadaki adımlar ayrı ayrı ifade edilmiştir. Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama Adımları için oluşturulan şemanın 1. ve 2. Adımları Uyarlanabilir Politika Oluşturma'daki adımlara benzemektedir. Birinci adım hedeflerin, kısıtlamaların ve mevcut politika seçeneklerinin tanımlanmasını içeren aşama belirleme adımını ifade etmektedir. Yani bir havaalanının mevcut koşulları analiz edilir ve 'terminali genişletmek, yeni bir terminal inşa etmek, yeni bir pist eklemek veya mevcut bir pisti uzatmak' gibi seçenekler tanımlanır. İkinci aşamada ise gelecek vaat eden bir politikanın belirlenmesini ve temel politikanın başarılı olabilmesi için gerekli koşulların tanımlanmasını içeren temel bir politika kurulur (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010).



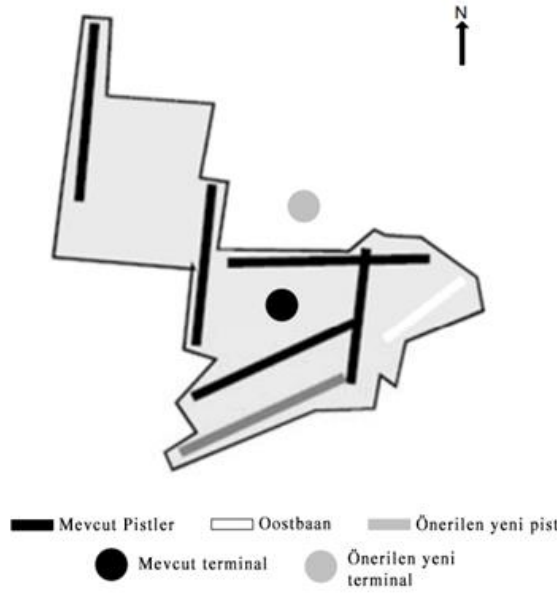
Şekil 3.7. Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama Adımları (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010)

Sürecin üçüncü adımı, temel politikanın güvenlik açıklarını, fırsatlarını ve beklentilere göre gerçekleştirilecek eylemleri önceden belirlemeye dayanır ve temel politikanın sağlamlığını arttırır. Çoğu havaalanının güvenlik açığı, talebin tahmin edilenden düşük olması nedeniyle kapasite artışı için gerekmeyen yatırımların yapılmasıyla ilgilidir; fırsatı ise beklenenden hızlı bir gelişme durumuna cevap verebilmesiyle ilgilidir. Temel politikanın beklenen etkilerinin öngörülmesi durumunda önceden alınabilecek (politikanın olumsuz etkilerini azaltan) Hafifletici Faaliyetler, (politikanın olumsuz etki riskini azaltan) Riskten Korunma Faaliyetleri, (mevcut bazı fırsatları değerlendirmek için gerçekleştirilen) Kavrama Eylemleri ve (politikanın başarısız veya başarılı olmasına neden olabilecek bir dış koşul için yapılan) Eylemlerin Şekillendirilmesi şeklinde dört farklı eylem türü vardır. Gerçek seçenekler bu dört eylem türü için de kullanılabilir. Yani bir havaalanı terminal kapasitesini artırmayı planlandığı zaman talep yetersiz kaldığında, gerçek bir seçenek olarak terminalin tasarımı (örneğin

modüler bir şekilde) yetersiz talebe karşı korunma önlemidir (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010).

Dördüncü adım da politika, Acil Durum Planlaması ile genişletilmiş olur. Acil Durum Planının ilk unsuru olan yön tabelaları; güvenlik açıkları ve fırsatlar kümesinin belirlenmesiyle başlar ve politikanın başarılı olup olmadığını belirlemek için izlenmesi gereken bilgileri tanımlar. Bir politikanın sistemi doğru yön ve hızla ilerletmesini sağlamak için hangi eylemlerin gerçekleştirilmesi gerektiğini belirten yön tabelası değişkenleri (tetikleyiciler) vardır. Bir tabela tarafından tetiklenebilen eylemler; Savunma Eylemleri (politika faydalarının korunması vb.), Düzeltici Eylemler (bazı değişkenlere karşı politikaya uygulanan uyarlamalar), Kapitalizasyon Eylemleri (politikanın performansını artıracak eylemler) ve Yeniden Değerlendirme (politika başarısı için önemli olan durumlar ortadan kalktığında yeniden başlatılması gereken süreç) olarak dört başlıktan oluşur. Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlamanın beşinci adımı ise planın uygulanması adımıdır. (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010).

Kwakkel, Walker ve Marchau, Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlamayı uyguladığı Schiphol Havaalanı örneğinde, artan yolcu ve uçuş sayısının yanı sıra gürültü, emisyon gibi olumsuz dış etkilerinde arttığını, ayrıca iklim değişikliğinden kaynaklanan rüzgâr koşullarının bozulmasına bağlı olarak Schiphol'un kapasitesinde azaltılma olabileceğini öngörmüştür. Schiphol Grup, ana hedeflerinin yer açmak ve bölgedeki havacılığın olumsuz etkilerini en aza indirmek olduğunu belirterek; mevcut kapasiteyi daha verimli kullanma veya kapasite arttırma seçeneklerini düşünmüştür. Bunlar dışında yeni pist ekleme, yeni bir terminal ekleme, mevcut pist sistemini daha verimli kullanarak kapasiteyi arttırma, mevcut pist sistemini gürültü etkilerini en aza indirecek şekilde kullanma, operasyonları yeni bir havaalanına taşıma ve gürültü yalıtımına yatırım yapma gibi bazılarının hemen uygulanıp, bazılarının ise uyarlanabilir bir yaklaşım (planları ve tasarımları hazırlamak gibi) ile uygulanabileceği birçok politika seçenekleri sunmuştur. Fakat maliyet, mekânsal kısıtlamalar, kamuoyu onayı ve erişilebilirlik gibi birçok sınırı bulunmaktadır. Schiphol Havaalanı için birinci adımda amaçlar, kısıtlamalar ve mevcut politika seçenekleri belirlenmiştir (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010).



Şekil 3.8. Amsterdam Schiphol Havalimanı'na planlanan uzantılar (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010)

Schiphol Havaalanı için belirlenen politika seçeneklerinden biri, yeni pisti mevcut pistlerden biri olan Kaagbaan'a paralel yerleştirmek ve böylece güneybatıdan gelen bir fırtına da Schiphol'un rüzgârlı koşullar altında kapasitesini artırmaktır (Şekil 3.8). Mevcut durumda rüzgârlı koşullar için kullanılan Oostbaan, büyük yolcu uçakları için yetersiz kalmakta ve Amsterdam'ın merkezinde ciddi düzeyde gürültü kirliliği yaratmaktadır. Bu yüzden Schiphol, Oostbaan'ı yeni paralel Kaagbaan ile değiştirmeyi tercih ederek daha az gürültü sıkıntısını ve daha büyük uçak kullanımını hedeflemiştir. Başka bir seçenek olan mevcut terminalin (Şekil 3.8'deki siyah daire) genişletilmesi için alan sınırlıdır, bu yüzden kapasite arttırılmak istenirse farklı bir alanda yeni bir terminal tasarlanmalıdır (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010). Politikanın ikinci adımı olan başarı koşulları; Schiphol'un pazar payını koruması, gürültü şikayetlerinin sayısının azaltılması, karadaki erişilebilirliğin bozulmaması ve kapasite açısından rekabet gücünün azalmamasıdır.

Schiphol Havaalanı için üçüncü adımda belirlenen güvenlik açıklarından bazıları karadaki erişilebilirliğin azaltılması ve paydaşlardan gelen direnç iken; fırsatların bazıları ise havaalanı şehirlerinin evrimleşmesi ve kendi kendine merkezlemedir. Bu fırsatlar ve güvenlik açıkları bazen tahmin edilemeyen durumlara dönüşebilir, bu yüzden önlemler alınmalı veya planlamalar yapılmalıdır. Dördüncü adım olan Acil Durum Planlamasında izleme sistemi kurularak, her bir güvenlik açığı ve fırsat için oluşturulacak yön tabelasının bir tetikleyici olay olması durumunda nasıl hareket edeceği gösterilir (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010). Yani talep, tahmin edilenden üç kat hızla artarsa bu fırsat büyük harfli

işlem yapmayı tetikler fakat diğer yönden talep yarıya düşerse politikaya bir tehdit oluşturacağı için yatırımlar ertelenebilir, iptal edilebilir veya politika yeniden değerlendirilir. Beşinci adım olan uygulama aşamasında temel politika için hazırlanan plan uygulanmaktadır. Talep doğrultusunda veya kapasite artışında yeni pistin veya terminalin inşa edilmesi, mevcut tesislerin başka yerlere taşınması gibi gelişmeler tetiklenir. Gürültü yalıtımıyla ilgili çalışmalar genişletilebilir, çevre dostu olmayan uçaklar için önlemler alınabilir veya markalaşma adına daha fazla yatırım yapılabilir.

Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama'nın, Uyarlanabilir Politika Oluşturma'dan farkı açıkça fırsatları göz önünde bulundurması ve aynı zamanda proaktif eylemler içermesi, Esnek Stratejik Planlama'dan farkı birçok fikrin tutarlı bir adım adım yaklaşıma entegre edildiği sistemik bir çerçeve sunması, Dinamik Stratejik Planlama'dan farkı ise gerçek seçeneklere ek olarak belirsizliği ele almanın birçok yolunu içermesidir (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010). Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama, birçok farklı belirsizliği ve birçok farklı olası geleceği dikkate alan, planın farklı gelecekte sağlam olması gerektiğini savunan ve ortaya çıkan planın esnek olması gerektiğini açıklayan bir yaklaşımdır. Fakat genel anlamda eleştiriler geleceğe yönelik kesin olmayan durumlar için (Örn: araziyi kullanıp kullanmayacaklarını bilmeden arazi satın almak) çok maliyetli olmasına yöneliktir. Diğer yönden gelecekte oluşabilecek (Örn: havaalanı kapasite sınırlarına ulaştığında yeni terminal yapılması) maliyetler çok daha fazla olabilir. Ayrıca hükümet kararları, yasalar ve düzenlenmeler ile ilgili gelecekteki değişiklikler mevcut kararları geçersiz kılabilir. Kısacası Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama, politikanın tüm belirsizliklerin çözülmesinden önce başlamasını ve zamanla yeni durumların uyarlanabileceğini savunmaktadır.

3.3.2.6. Proje risk yönetimi ve tasarım esnekliği

Proje Risk Yönetimi, bir projenin durumunu inceleyerek, oluşabilecek risklerin belirlenmesini ve gerekli tedbirlerin alınmasını, kuruluşların kayıplarının en aza indirilmesini ve fırsatların verimli bir şekilde değerlendirilmesini içeren işlemler sürecidir. Risk yönetimi, riskleri belirleyerek analiz eder ve bu risklerin değiştirilme veya önlenme durumlarını değerlendirerek süreci nasıl yöneteceğine karar verir. Büyük ölçekli yapılarda proje risk yönetimi birçok değişkene bağlıdır ve tasarım esnekliğini projeye entegre etmek zor bir süreç gerektirir. Havaalanı terminalleri de büyük ölçekli ve sermaye maliyeti yüksek yapılardır, bu yüzden kullanıcıların zamanla değişen taleplerini

havaalanlarına adapte edebilmek ve risk yönetimini başarılı uygulayabilmek için süreç esnekliğine ihtiyaç duyulur. Proje ekipleri, yapım aşamasında olan veya tamamlanan unsurların adapte olma risklerini değerlendirdikten sonra eğer değişiklikler gelecekteki faaliyetlere fayda sağlıyorsa veya adaptasyon maliyetleri ile gecikme risklerini karşılıyorsa değişimi kabul eder. Gil ve Tether (2010), 'proje risk yönetimi' ile kullanıcı memnuniyeti sağlarken verimlilik elde etme ve tasarım esnekliğiyle birbirini tamamlama yaklaşımı üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapılan bu çalışmada, risk yönetimi ve tasarım esnekliğinin büyük projelerde nasıl etkileşime girdiği, Londra'nın Heathrow Havaalanı Terminal 5 genişletme projesi üzerinden incelenmiştir.

Büyük projeler de bütçe ve zaman aşırımlarıyla ilgili olarak risk yönetimi önemli bir konudur. Büyük projeler de riskler; 'ön uç stratejisi', 'öngörülemeyen olayların kaçınılmazlığı' ve 'müşterilerin beklentilerini yönetme ihtiyacı' olmak üzere üç faktörden etkilenir. Geliştiricilerin tasarım gereksinimlerini etkileyebilecek çeşitli senaryolar üzerinden düşünerek, başlangıçta zaman ve çaba harcamalarını teşvik eden 'ön uç stratejisi'; senaryo planlama, mantık yürütme, proje paydaşları ve kullanıcılarla görüşme gibi eylemleri gerçekleştirerek oluşabilecek stratejik sürprizleri ve değişiklikleri en aza indirmeyi amaçlar. Diğer bir faktör de projeyi etkileyen öngörülemeyen olaylardan kaynaklı risklerdir ve bu riskleri azaltmak için proje ekipleri test odaklı yineleme, 3D modelleme ve hızlı prototipleme yoluyla yeniden planlama yapmaya veya farklı çözümler bulmaya odaklanır. Son faktör olan müşteri davranışları ise, proje süreci ve bütçesine bazı sorunlar çıkarabilir, bu yüzden proje yöneticileri kararlarının ağırlıklı olduğu bir ittifak kurulmalıdır (Gil & Tether, 2010).

Bilim adamları esneklik sağlamak ve belirsizlik durumunda risk yönetimine yer açmak için modüler mimarilerin kullanılmasını önerirler. (Thomke, 1997) Tasarım modülerliği, geliştiricilerin ürün platformlarını yaşam döngüleri boyunca kullanmalarına ve ileri teknolojileri dahil etmelerine olanak tanır. İntegral mimariler, bileşenler arasında birleştirilmiş arayüzler oluştururken; modüler mimariler, Herbert Simon'un deyimiyle 'neredeyse parçalanabilir sistemler' oluşturur. Çok fonksiyonlu olabilen modüller, önceden belirlenen kurallara ve birleşme düzenlemelerine uyarak, karmaşık sistemleri işlevsel bileşenlere ayıran ve bileşenler arasındaki arayüzleri birbirinden ayırarak standart hale getiren yapılardır. Böylece tasarım esnekliğiyle bir modül diğerlerine çok az etkiyle veya hiç etki etmeden değiştirilebilir; zaman ve maliyet tasarrufu sağlanmış olur (Gil & Tether, 2010).

2001'de planlama onayı alan Londra Heathrow Havaalanı Terminal 5'in şematik tasarımı ve inşaatına Eylül 2002'de başlanmış fakat iki yıl gecikmeli açılacağı ve bazı maliyet problemlerine neden olabileceği öngörülmüştür. Bundan kaynaklanan başarısızlıklardan (maliyet, zaman vb.) kaçınmak isteyen BAA, Sir John Egan'ın başkanlık ettiği Rethinking Construction adlı bir endüstri-hükümet raporundan etkilenecek, tasarım erteleme gibi farklı fikirleri projeye uygulamaya karar vermiştir. Aynı zamanda ön uç stratejisi, risk kayıtları ve prototipleme dahil olmak üzere en iyi risk yönetimine yatırım yapmıştır (Gil & Tether, 2010). Gil ve Tether, tasarım esnekliği ve risk yönetiminin etkileşimini araştırmak için Terminal 5 binasının belirledikleri alanlarına (ana salondaki perakende ve giriş alanları; kontrol kulesindeki hava trafik kontrol odası gibi); tasarım gereksinimlerindeki belirsizlik, tasarım mimarisinde esneklik, tasarım duraklamasının ertelenmesi ve en iyi risk yönetimi örnekleri konuları üzerinden analizler yapmışlardır (Tablo 3.5). Bu analizler tasarım esnekliği ve risk yönetimi verilerinin bulunduğu Tablo 3.5'te gösterilmektedir.

Terminal 5 proje yönetimi, terminalin tasarlanması ve tamamlanması için geçen süre boyunca müşteriler ile iş birliğine dayalı bir yaklaşım uygulamayı düşünerek, müşteri odaklı bir tutum sergilemiş ve müşterilerini, tasarım sürecinin başlarında dahil etmiştir. Bu iş birliği, gelecekteki olası senaryoları oluşturma ve tasarım alternatiflerinin olumlu ve olumsuz yönlerini anlama gibi birçok konu da bilgi akışına olanak sağlamıştır. Proje ekibi 3D prototipleme kullanarak belirsizliği ortadan kaldırmak ve karşılaşılan tasarım problemlerini çözmeyi kolaylaştırmak için görselleştirmeler sunan bir teknoloji olan Tek Model Ortamını oluşturmuştur (Terwiesch & Lock, 2004). Terminal 5 ekibi, müşteri odaklı geç talep değişikliklerinin sayısını azaltmak ve ortak tasarımın beklenen risklerini daha genel olarak yönetmek için tasarım erteleme stratejisini benimsemiştir ve çeşitli tasarım öğelerini son anda dondurup şematik tasarımı aşamalı olarak düzeltmeyi amaçlamıştır. Ayrıca bütün alt proje kurullarını denetleyen, ayda bir toplanan ve önemli müşteri direktörlerinin de içinde bulunduğu bir yönetim yapısı oluşturularak; bu yönetime hesap verme yetkisi verilmiştir. Böylece alt proje ekipleri; öngörülebilir riskleri, olasılıkları, sonuçları ve etkileri tanımlayan risk kayıtları üretmeye başlamıştır. Sonuç olarak geliştirici, tasarım akışkanlığı risklerini azaltmak için esnek bir mimariye yatırım yapmış, ikinci olarak sınırlı esnekliğe sahip bir mimariyle ilerleme risklerini dengelemek için risk yönetimini kullanmış, son olarak ise sert bir mimari uygulamanın risklerini dengeleyebilmek için büyük oranda risk yönetimine güvenmiştir (Gil & Tether, 2010).

Tablo 3.5. *Tasarım esnekliği ve risk yönetimi için verilerin alıntısı (Gil & Tether, 2010)*

Fonksiyonel Eleman	Tasarım gereksinimlerinde belirsizlik	Tasarım mimarisinde esneklik	Tasarım donmasının ertelenmesi	Risk yönetimi için en iyi uygulama örnekleri
Hava Tarafı Perakende Satış Alanı	Yüksek Perakende Satış Müdürü: İlk sorumlu olduğum anlar- daha önce sorumlu bir şekilde karar vermemem gereken tarihler	Sınırlı esneklik ve yerleşik az sayıda ödenek içeren entegre mimari.	-2002, perakende satış alanlarına karşı dolaşımı dondurmak -2004, dükkanlar için perakende satış blok alanlarını dondurmak -2005, 150 perakende biriminin alt bölümünü dondurmak	Acil durum planlaması: BAA perakende direktörü: ‘Değişimi sağlamak için risk alabileceğim bir bütçem var’ demiştir.
Check-İn Alanı	Yüksek BA proje direktörü: Self-servis check-in işlemlerinin büyüyeceğini biliyorduk, ancak ne kadar olduğunu söyleyemedik	Sınırlı esneklik, gevşek bağlanmış elemanlar (check-in masaları) ve sıkıca bağlanmış elemanlar (bagaj bırakma) içeren hibrit mimari	- 04.03.2004, bagaj bırakmalı 54 masa, 65 self servis kiosk 04.07.2004, bagaj bırakmalı 50 masa, 100 self servis kiosk - 2006, düzeni %80 self servis check-in olarak değiştirildi	Tasarım değişikliğinin reddi: BA tasarımcı: [2/2005] BAA inat ederek “artık değişiklik yok” demiştir.
Uçak Park Yerleri	Yüksek BA proje direktörü: Uçak alım politikamız her yıl değişiyor	Sınırlı esneklik, Birkaç yerleşik ödenek içeren entegre mimari. Örneğin 4 çift kullanımlık stand	~2002, donma filosuna dayalı düzeni ve canlılığı planla -2003/04, büyük değişiklik talebinden sonra yeniden standların düzenine çalış -2006, BA yeni uçak filosu incelemesini başlat	Tasarımın erken dondurulması: Havaalanı tasarım başkanı: tahmin güncellemelerini sık sık alıyoruz, ancak şuan üzerine çizgi çizdik ve “bu tahmini temel alarak tasarımı geliştireceğiz” dedi.
Hava Trafik Görsel Kontrol Odası	Yüksek NATS proje direktörü: İşlerin değişeceğine kesinlikle ikna olduk	Esnek tasarım, yerleşik bazı ek ödenekler ile çoğunlukla modüler	-05 Şubat, ana yapı tasarımının donması (kule) -06 Ocak, kontrolörlerin iş istasyonları için düzen tasarımının dondurulması	Güçlü ön uç stratejileri: NATS proje direktörü: ‘Birinci günde yazılanların hala %90’ının geçerli olduğunu söyleyebiliriz’ dedi.

Heathrow Terminal 5 projesinde Hava Trafik Kontrol Kulesinin geliştirilmesi, havaalanları gibi büyük ölçekli yapılara esnekliğin dahil edilerek, belirsiz gerekliliklerle ilerleme riskinin nasıl azaltılacağı konusuna iyi bir örnektir. Teslim tarihinin yetiştirilememesi riskine rağmen kulenin inşası ilerledikçe değişken kabin tasarımı benimsenmiştir, böylece kontrolörler yeni teknolojiler hakkında bilgi edinerek ve yeni tamamlanan başka kuleleri ziyaret ederek kabin düzeninin 22 çeşidini denemişlerdir (Gil & Tether, 2010).

Kule inşasında esnek bir mimari geliştirilmiş ve kule kabine gevşekçe bağlanmıştır. Gelecekte hizmetlerin düşük bir maliyetle herhangi bir kata dağıtımını sağlamak için kabinin delikli taban plakasının altına eş merkezli ‘tablalar’ eklenmiştir. Merkezi iş istasyonları, kontrolörlerin yükseklik sınırına ulaşma riskini ertelemeyi sağlayan modüller, kendiliğinden duran bir çelik podyumun üzerine oturmak için tasarlanmıştır (Gil & Tether, 2010). Kule, uzun vadeli bir yapı olduğu için gelecekteki olasılıklar ve yenilikler düşünülerek; beklenmedik isteklerin yerine getirilmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Örn: kablo kanallarının bir kısmını boş bırakmak).

Terminal binasındaki perakende alanı için proje yürütücüleri ve hak sahipleri arasında anlaşma sağlanmış; bu alanın tasarımını aşamalı olarak ilerletmeye karar verilmiştir. Perakende alanı için zemin plakası binanın kabuğundan (yüzey ve çatı) fiziksel olarak ayrılmıştır fakat hava tarafı perakende alanındaki yeme-içme ve wc birimlerinin konumu, egzoz ve sıhhi tesisat tesislerine ve taban plakası girişlerine bağlı kalmıştır; bu durum da tasarım esnekliğinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Gelecekteki talep ve değişimlere cevaben ekleme veya taşıma işlemleri gerektiğinde fazla maliyet oluşturabileceği öngörülebilir bir durumdur. Başka bir konu ise gelir elde etmek amacıyla ana salon içindeki servis kulelerine büyük ekranlar asılmak istenmesidir. Fakat tasarımın izin verdiği yüklerden daha ağır olan ekranlar, bütçe olarak da maliyetli bir sonuç ortaya çıkarmıştır. Bu yüzden belirli şartları (Örneğin; maximum ağırlık seviyesi gibi) sağlayan ekranlar takılarak ve marka sahibiyle maliyetlerin paylaşılması kararlaştırılarak bir çözüme ulaşılmıştır (Gil & Tether, 2010).

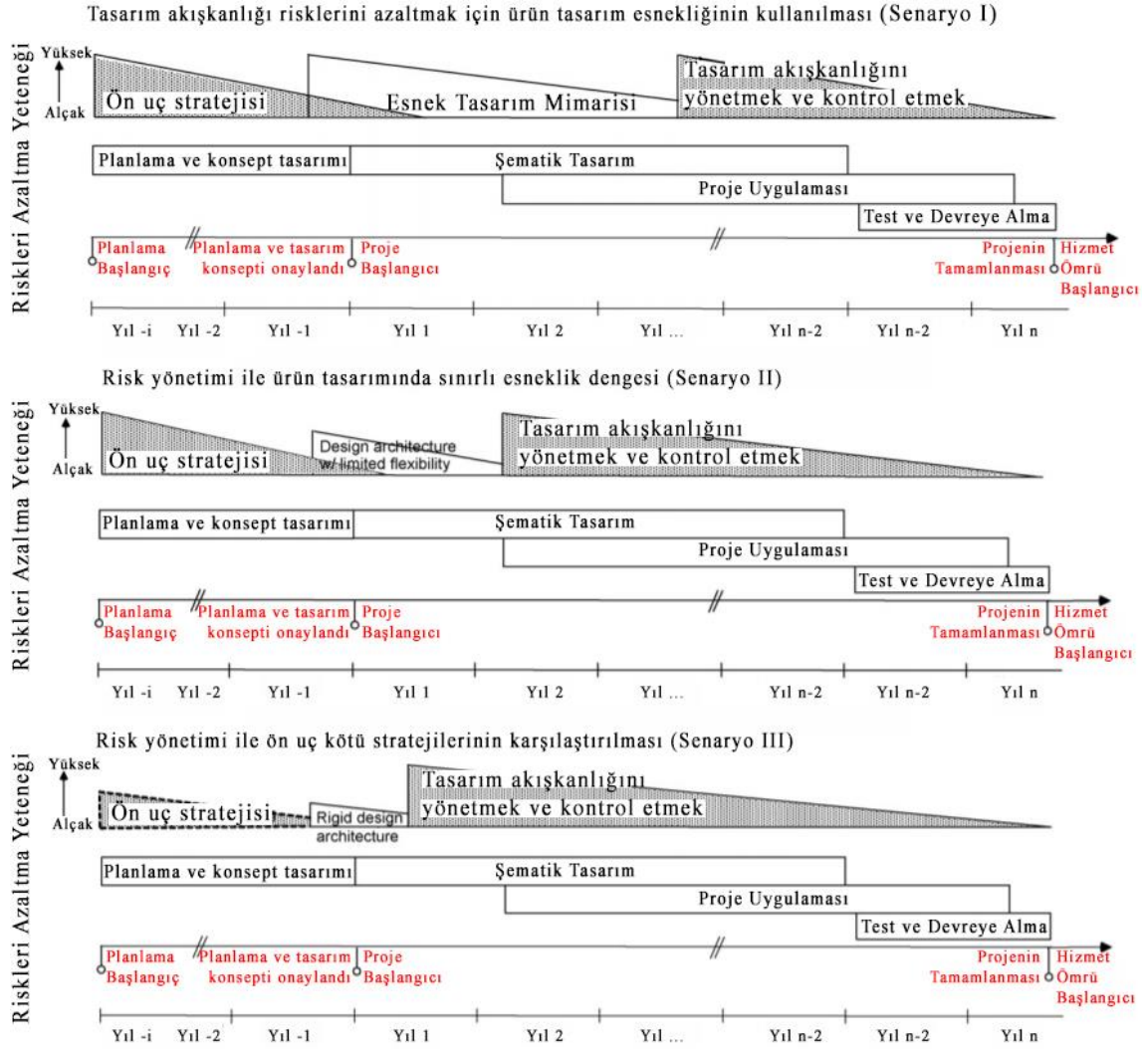
Heathrow Havaalanı içerisinde büyük bir pazar payına sahip olan British Airways, gelecek 20-30 yıl için öngörü ve stratejik planları Terminal 5 proje ekibiyle paylaşarak; tasarım konsepti ve planlama uygulamalarında rol sahibi olmuştur. Örneğin British Airways, 2004 yılında check-in noktalarının yarısının self servis kioskları olacağı varsayımıyla giriş alanı için yapılan tasarımı dondurmayı kabul etmiş, 2006 yılında ise

yolcularının yarısının havaalanına gelmeden önce biletlerini kendilerinin getireceğini varsayarak %80 oranında self servis check-in sistemine geçmeye çalışmıştır. Ayrıca geliştiriciler, kullanılan uçakların büyüklüğüne bağlı olan standların büyüklüğü ve sayısı için British Airways'den uçak filosunu yenileme planları hakkında bilgiler almıştır. Fakat uçak üreticileriyle anlaşmalarını olumsuz etkilemek istemeyen British Airways, stratejik düşünceyi paylaşma konusunda çok yardımcı olmamıştır. Bu yüzden park yerlerinin tasarımı uçak düzenlemelerindeki değişiklikler için yeteri kadar esneklik sağlayamamıştır. British Airways 2006 yılında yeni uçak filosuyla ilgili incelemelerini açıklasa da terminal ekibi, kesinti riskinin çok yüksek olmasından dolayı 2008'den önce uçak park yerlerini yapılandırma talebini kabul etmemiştir (Gil & Tether, 2010).

Gil ve Tether, deneysel olarak gözlemledikleri değişkenliği kavramsal olarak tüketen üç öneriyi zamansal şemalarda göstermişlerdir (Şekil 3.9). İlk senaryo da tasarım değişkenliği risklerini azaltmak için ürün tasarım esnekliğinin kullanılması vardır. Bu senaryo geç değişiklik taleplerini ele alır ve geliştirici ile müşteri arasında iş birliğini önemli kılar. Böylece değişken olması gereken veya durdurulması gereken tasarım öğeleri tanımlanır ve tasarım için modülerlik kullanılmış olur. İkinci senaryo da esneklik düzeyi sınırlı olan bir mimariyi dengelemek için risk yönetimine daha fazla önem vermek gerekir. Geliştirici ve müşteri, öngörülebilecek geleceklerin tasarımı nasıl etkileyebileceğini anlama konusunda iş birliği yapsa da bu senaryo esnek bir mimari elde etme ve maliyeti uygun tutma durumuyla ilgilidir. Üçüncü senaryo da ise geleneksel risk yönetimi uygulamaları vardır. Geliştirici ve müşteri, çıkarlar ve yanlış anlaşılmalardan dolayı yeterince iş birliği yapamaz ve bunun sonucunda meydana gelen ortak uzun vadeli bir vizyon oluşturmama durumu, proje yönetimini tasarım esnekliğine yatırım yapmak yerine risk yönetimi uygulamalarına yatırım yapmaya yönelir.

Esnek bir proje geliştirme maliyetleri düşünüldüğünde katı bir projeye göre daha maliyetli olduğu öngörülür. Mesela esnek bir otomobil platformu geliştirmenin sermaye maliyetinin katı bir platform geliştirme maliyetinden %30 daha yüksek olabileceği tahmin edilmektedir (Suh, de Weck, & Chang, 2007). Fakat modüler mimarilerin maliyetleri ve katı mimarilerin daha sonra değişen şartlara uyum sağlama maliyetleri karşılaştırılarak dikkatli bir şekilde karar verilmelidir.

Eleştirel olarak, niteliksel olan risk değerlendirmeleri öznel bu yüzden tutarlı bir risk belirleme yöntemi sağlamak için nicel önlemler alınmalıdır. Olası olmayan riskleri değerlendirmek ve yönetmek çok fazla zaman harcamaya neden olabilir.



Şekil 3.9. Değişkenliği kavramsal olarak tüketen üç önerinin zamansal şemaları (Gil & Tether, 2010)

3.3.2.7. Bütünleştirilmiş esnek bir tasarım çerçevesi: FlexDFA

Sarah Shuchi tarafından önerilen 'FlexDFA esnek tasarım çerçevesi', havaalanlarının kalkış salonların da esnek bir yerleşim stratejisi geliştirmek amacıyla önerilen bir yaklaşımdır. Shuchi, havaalanlarında zaman ile kaynak kısıtlamalarını dikkate alarak mekânsal yerleşim ve yolcu aktiviteleri arasında ilişki kuran; havaalanı terminallerine esnekliği dahil eden bir tasarım yaklaşımı geliştirmiştir. Araştırma için yolcu faaliyetlerine göre mekânsal düzenler elde edilmiştir ve önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini gösteren bir çerçeve geliştirilmiştir, böylece değişen taleplere uygun çeşitli düzenler elde edilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca Shuchi, havaalanlarında esnekliği uygulayabilmek için birçok tasarım parametresi önermiştir. Bu tasarım çerçevesindeki en önemli unsurlardan biri önceki çalışmaların aksine terminal tasarım

sürecindeki mekânsal esnekliği dikkate alması ve esnekliği tasarım sürecine dahil etmesidir.

Bütünleştirilmiş Esnek Bir Tasarım Çerçevesi olan FlexDFA, havaalanı faaliyetlerinden yola çıkılarak çeşitli koşullar altında düzen geliştirmede yeni bir yaklaşımdır. Bütünleştirilmiş Esnek Tasarım çerçevesi, mimari tasarım süreci ve mekân yerleşimi teorisi arasındaki ilişkilerin incelenmesini önermektedir. Havalimanı için Esnek Tasarım Çerçevesi (FlexDFA); ‘sürecin sistemik neslini araştırma, terminal alanlarının ilişki gereksinimlerini elde etmek için programları tasarım sürecinde birleştirme, başlangıç düzeni üretimini geliştirme ve elde edilen esneklik seviyesini değerlendirmek için geliştirilen düzeni bir dizi parametre ile karşılaştırma’ olarak dört aşamadan oluşmaktadır. Sarah Shuchi’nin doktora tezi çalışmasında önerdiği yaklaşım, havaalanı kalkış terminali için otomatik bir düzen oluşturmak üzere geliştirmiş bir algoritmayı kapsamaktadır. Algoritma AoT (Airport of Future) ekibi tarafından ‘Eclipse’ programıyla geliştirilen bir plug-in aracılığıyla oluşturulmuştur. Bu plug-in sayesinde mekânsal ilişkilerden elde edilen grafikler, kat planlarına otomatik olarak dönüştürülmektedir. Ayrıca Shuchi çalışmasında, havalimanlarında esnekliği değerlendirebilecek tasarım parametrelerinin bir listesini önermektedir. Bu tasarım parametreleri (Shuchi, 2015):

- Genişleme kolaylığı
- Seviye değişimi
- Terminal yapılandırması
- Modülerite
- Hareketli / katlanabilir bölümler
- Bina katmanları
- Dolaşım alanı
- Tesisler arası bağlantı
- Geometrik basitlik
- İşlevsel olarak nötr alan
- Çok fonksiyonlu / ortak kullanım tesisleri
- Maliyet kazancı
- Mobilya / ekipman düzenleme
- Servis çekirdeğinin konumu
- Estetik’tir.

Shuchi'nin çalışmasında terminal binalarında yolcu işleme alanları ayrıntılı tanımlanmış ve bunların nasıl tasarım sürecine dahil edilebileceğine dair öneriler verilmiştir. İlk olarak 'zamana bağlı katmanlar teorisinden' yola çıkılarak terminal binalarındaki katmanlar tanımlanmıştır. Daha sonra, yolcu faaliyetlerinin akışını ve sırasını gösteren bir model olan iş süreci modeli oluşturulmuştur. Havaalanı kalkış salonlarında gerçekleşen yolcu faaliyetleri yedi alanda gruplandırılmıştır ve bu alanları temsil eden grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler, 'Java Eclipse' programında bir dizi mantıksal kurallar kullanılarak, işlem modelleri ve kullanıcı dostu bir arayüze sahip "Flowgraph" eklentisiyle yerleşim planlarına dönüştürülmüştür (Shuchi, 2015). Son olarak bu yaklaşım çerçevesinde esneklik bakımından performans göstergeleri sayılabilecek toplam on beş tane tasarım parametresi önerilmiş ve bu parametreler düzen oluşturmada göreceli önem, teknolojik uyumluluk ve yolcu akışına duyarlılık kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Shuchi, parametreleri değerlendirmek için nitel bir teknik kullanmış ve 'yüksek önem dereceli, orta önem dereceli ve düşük önem dereceli' olarak üç alaka düzeyinde parametreleri değerlendirmiştir. Alaka ölçeği, araştırma kaynaklarına dayanan verilerden oluşturulmuştur. Bu parametrelerin, seçim kriterini belirleyen özelliklere ne kadar uyumlu olduğuna göre ölçme işlemi gerçekleşir.

Shuchi tarafından önerilen bu yaklaşımın avantajlarından biri, ön planlama aşamasında yolcu faaliyetlerinin doğrudan kullanımını gösteren yeni bir konsept oluşturmaya yaramasıdır. Diğer yandan; çeşitli belirsizliklerde esnek bir plan oluşturmak için çeşitli tasarım alanlarında kullanılabilir genel bir tasarım kılavuzu sunmaktadır. Bu çerçevenin uygulanabilirliği denenmemiş olsada literatüre katkısı yadsınamayacak düzeydedir.

Tez çalışmasında, Sarah Shuchi'nin de kullandığı yolcu faaliyetlerinden mekânsal bitişiklik analizi oluşturma ve graf yöntemleri ile grafikler üretme konuları, 4.3 bölümünde ayrıntılı işlenmiş ve tez kapsamında önerilen yeni yaklaşımın bir parçasını oluşturmuştur.

Eleştirel olarak, FlexDFA yaklaşımı için önerilen parametrelerin değerlendirme aşaması nitel ve yüzeysel kalmaktadır. Havalimanı terminalleri için önerilen parametreler ile esnekliği değerlendirebilecek düzeyde bir araç sunulmamış ve karar verme aşamasına dair bir fikir geliştirilmemiştir.

3.3.2.8. Mevcut kaynaklardaki sınırlamalar

Yapılan çalışmalara bakıldığında, genel olarak karar seviyeleri ile esnekliğin uygulanması arasında doğrudan bir ilişki yoktur. Esnekliğin, planlama kararlarına uygulanması konusunda kararlara ilişkin bir netlik bulunmamaktadır. Sadece Matthew Butters, Magalhães ve araştırma grubu esnekliğin, farklı karar seviyelerine uygulanmasının farklı sonuçlar ortaya çıkardığını savunmaktadır. Araştırmalarda, havaalanlarında kullanılan esnek seçeneklerin örnekleri veriliyor olsa da esnek seçenek kavramı için bir tanım bulunmamaktadır. Ayrıca esnekliğin olumlu yönlerini ölçmek ve değerlendirmek için de Neufville'in (2008) havalimanları üzerine 'Net Bugünkü Değer' kavramıyla yaptığı çalışma dışında hiçbir araç geliştirilmemiştir. Yapılan araştırmalar, şu ana kadar esnekliğin kavramsal düzeyde tartışıldığını göstermektedir.

3.3.2.9. Mevcut esnek tasarım yaklaşımlarının teze katkısı

Literatür araştırması yapıldığında esnek havalimanı tasarımı ve planlamasına dair birçok yaklaşım incelenmiş ve tez çalışmasında bu yaklaşımların kısıtlamaları ve olumlu etkileri dikkate alınarak yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Literatür araştırmasında tesislerin ortak kullanımı, esnek havalimanı tasarımı için temel bir yaklaşım olarak sınırlı bir çerçeve sunduğu için esnek tasarım parametresi olarak değerlendirilmiştir. Esnek Tasarım yaklaşımında Edwards'ın önerdiği katmanlar teorisi, belirsizlik aralığının belirlenmesiyle birlikte tez çalışmasında önerilen esnek yaklaşımın ilk adımlarını oluşturmaktadır. Esnek Stratejik Planlama'da önerilen gerçek seçenek önerisi, tez çalışmasında seçenekler analizinden sonra önerilen bir esnek seçenek türüdür. Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama da diğer birçok yaklaşım türünde olduğu gibi çoklu senaryoları dikkate alma anlayışı hakimdir. Tez çalışmasında da geleneksel havalimanı planlamasının aksine tek bir senaryoyu değil çoklu senaryoları dikkate alan bir yaklaşım benimsenmiştir. Proje Risk yönetimi ve tasarım esnekliği ise tez çalışmasında önerilen aşamalı yaklaşımın riskten korunma ve azaltma eylemlerini içeren en önemli temel adımlarından biridir. FlexDFA'da kullanılan bitişiklik analizlerinden mekânsal planlar elde etme fikri geliştirilerek ortaya konmuştur. Tez çalışmasında, literatürden çeşitli fikirler sağlanarak ve yeni fikirler ortaya konarak detaylı ve yeni bir esnek havalimanı tasarımı ve planlaması yaklaşımı geliştirilmiştir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 3.6) literatüre dair sınırlamaları ve katkıları içeren bir çizelge ortaya konmaktadır.

Tablo 3.6. Mevcut Esnek Tasarım Yaklaşımlarının Kısıtlamaları ve Teze Katkıları

Mevcut Yaklaşımlar	Ana Fikirler	Kısıtlamalar	Tez Çalışmasına Sağladığı Fikirler
Tesislerin Ortak Kullanımı (de Neufville ve Belin, 2002)	Yolcu yoğunluğu değişimlerine operasyonel esneklik sağlamak için tesislerin ortak kullanımı önerisi ve hem iç hatlara hem de dış hatlara hizmet veren kanatlı kapıların kullanımı önerisi	Kalkış ve varış hareketinden gelen trafiğin, birbiriyle etkileşime girmeye riskinin olması	Çok Amaçlı Kullanım, dokuz esnek tasarım parametresinden biri olarak önerilmiştir.
Esnek Tasarım (Edwards, 2005 – Butters, 2010)	Bir binanın farklı hizmet ömürlerine sahip bileşenlerden oluşması nedeniyle yapıların bir dizi katman olarak görülmesi gerektiği önerisi	Detaylı bir tasarım çerçevesi ve yönteminin sunulmaması	Tez de katman teorisi ve fiziksel, mekânsal, fonksiyonel olarak katmanların ilişkileri önemlidir.
Esnek Stratejik Planlama (Burghouwt, 2007)	Havalimanı planlamasını, tek bir tahmine dayandırma fikri yerine birden çok gelecek senaryosunu inceleyip, gerçek seçenekleri geliştiren esnek yaklaşımı benimseme önerisi	Planlamanın nasıl yapılması gerektiğini ve pratikte nasıl uygulanabileceğini belirtmemesi ve önerilerin politik bir çerçeveden bakılarak formüle edilmesi	Belirsizliği ve riski kaçınılmaz bir gerçeklik olarak kabul etmesi, önerilen planlamanın temelidir.
Çoklu Havaalanı Sistemleri (Bonney ve diğ. 2010)	Çoklu Havalimanı Sistemleri ile bölgesel hava taşımacılığı sistemine ek kapasite sağlarken tıkanıklığı giderme önerisi	Yolcuların metropol bölgesine hizmet veren farklı havaalanlarındaki uçuşlar arasında bağlantı kurma durumunun sınırlı olması	-
Uyarlanabilir Havaalanı Stratejik Planlama (Kwakkel ve diğ. ,2010)	Birçok olası geleceği dikkate alarak, havalimanı planının farklı gelecek senaryolarında sağlam olması gerektiği fikri savunulur. Politikanın tüm belirsizliklerin çözümünden önce başlatılması önerisi	Geleceğe yönelik kesin olmayan durumlar için çok maliyetli olması. Yasalar ve düzenlemeler ile ilgili gelecekteki değişikliklerin, mevcut kararları geçersiz kılabilmesi durumu	Çeşitli senaryoları dikkate alması, birçok yaklaşım gibi tez çalışmasında önerilen yaklaşımın da kapsamındadır.
Proje Risk Yönetimi (Gil ve Tether, 2010)	Bir projede oluşabilecek risklerin belirlenmesi, gerekli tedbirlerin alınması, kayıpların en aza indirilmesi ve fırsatların verimli bir şekilde değerlendirilmesi önerisi	Olası olmayan riskleri değerlendirmek ve yönetmek çok fazla zaman harcamaya neden olması	Risk Yönetimi, önerilen esnek havalimanı planlamasının da önemli bir adım olarak önerilir.
FlexDFA Shuchi,2015)	Kalkış terminalleri için yolcu hareketlerinden yola çıkılarak, bilgisayar yardımıyla esnek mekânsal düzenler elde etme önerisi	Değerlendirme aşamasının yüzeysel ve nitel olması. Ölçme, değerlendirme ve karar verme aşamalarının zayıf olması	Yolcu hareketlerinden mekânsal düzen geliştirme fikri kullanılır.

4. YENİ YAKLAŞIM ÖNERİSİ

Havaalanları, zamanla meydana gelen değişiklikleri karşılamak için sık sık yenilenme veya dönüşüm geçirme eylemlerinde bulunurlar. Havalimanlarının esnek çalışma koşullarına olanak sağlayacak şekilde planlanması, tasarlanması ve inşa edilmesi büyük bir öneme sahiptir. Yeni bir konu olmasından kaynaklanan mevcut araştırmalardaki kısıtlamalar, net açıklamaların olmayışı ve uygulama zorluğu gibi unsurlar dikkate alınarak havaalanlarında esnek tasarım konusu için tez çalışması kapsamında yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Bu çalışmada, havaalanı ve esneklik kavramları üzerine kapsamlı bir inceleme yapılarak, havaalanı tasarımı alanındaki esnekliğin önemi vurgulanmıştır. Yeni yaklaşım, literatürden çıkarılan bir dizi hipotezin incelenmesi ve geliştirilmesiyle birlikte yeni önerilerde bulunmaktadır.

4.1. Yeni Yaklaşım Çerçevesi

Havacılık endüstrisinin sürekli büyümesi, talep ve beklentilerdeki değişiklikler ve teknolojiye gelişmeler nedeniyle havaalanı tasarımlarının, gelecekteki değişikliklere uyum sağlayabilecek esneklikle planlanması ve inşa edilmesi gerekmektedir. Esnek tasarımın amacı, bu değişen durumlara ve operasyonlara yanıt vermektir. Esnek tasarım felsefesi ihtiyacı; havayolu şirketleri, havaalanı yetkilileri, uçak tasarımları ve müşteri taleplerinin birbiriyle etkileşiminden doğmaktadır. Günümüzde, uzun vadeli tahminlere, sabit standartlara ve belirli müşterilere yönelik düzenlemelere odaklanan ‘Geleneksel Havaalanı Planlaması’ yerine, daha esnek çözümlerle gelecekteki gereksinimlere uyulanabilecek ‘Esnek Havaalanı Planlaması’ ihtiyacı artmaktadır. Bu durum, havaalanları için esnek tasarım felsefesine yönelik yaklaşımlar geliştirmenin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Literatüre bakıldığında, havaalanları için esnek tasarım kavramı diğer alanlara göre yeni bir kavramdır; bu yüzden tanım konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Esnek tasarımla ilgili bugüne kadar yapılan çalışmalar, 3. Bölümde ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu çalışmaların eksik kalan yönleri, sınırları, kısıtlamaları ve fayda sağlayabilecek özellikleri vurgulanmıştır. Yapılan çalışmaların kavramsal düzeyde araştırılması ve değerlendirmek için bir aracın bulunmaması, uygulanabilirlik açısından soru işaretleri bırakmaktadır. Ayrıca esneklik konusunda genellikle içten dışa bir felsefe benimsenerek önce terminal yapılarına, daha sonra tüm havaalanına odaklanıldığı görülmektedir. Bu tez çalışmasıyla önerilen yeni yaklaşımda, ‘veri elde etme’,

‘uygulama’, ‘değerlendirme’ ve ‘öneri’ aşamalarıyla, önceki araştırmalardaki eksik yönlerin olmadığı bir çerçeve sunulmak istenmiştir. Bu yaklaşımın adımları, aşağıdaki başlıklarda ayrıntılı olarak incelenerek; genel yaklaşıma dair fikirler ve öneriler kapsamlı bir şekilde sunulmuştur.

4.1.1. Önerilen tasarım yaklaşımına genel bakış

Havacılık endüstrisinde meydana gelen değişimlerle birlikte havaalanları, fiziksel, sosyal ve ekonomik açıdan öngörülemeyen yeniliklere ve değişikliklere maruz kalmaktadır. Mimari boyutta bu değişiklikler ve yenilikler; havaalanlarının tasarım parametreleri, fonksiyonel kullanım alanları, mekân büyüklükleri ve kullanıcı beklentileriyle ilişkili düzenlemeleri gibi alanlarında meydana gelmektedir. Havaalanlarının bu değişikliklere uyum sağlaması, havaalanı sürdürülebilirliği ve performansı açısından giderek daha önemli bir hale gelmiştir. Geleceğe yönelik uyum sağlama amacı için ‘havaalanı yerleşimi, yolcu istatistikleri, uçak tipleri, kullanıcı türleri, risk yönetimi, maliyet, terminal yapıları mekânsal gereklilikleri’ gibi birçok faktörü göz önünde bulundurmak gerekir. Tez çalışmasıyla önerilen yeni esnek tasarım yaklaşımında ‘havaalanı tasarımı ve mekân yerleşim planlaması’ için yukarıda bahsedilen birçok faktör dikkate alınarak önemli noktalara değinilmiş, bu noktaların esneklikle geleceğe nasıl adapte edilebileceği konuları üzerinde durulmuştur. Yeni yaklaşımla ilgili en önemli noktalar, genel bir bakış açısıyla kısaca aşağıda anlatılmakta, sonraki başlıklarda detaylıca açıklanmaktadır:

- Yeni yaklaşım, havaalanı tasarımı ve planlamasına ilk olarak belirsizlik sorununu ele almayı başlamayı önerir ve belirsizliklerin ortaya çıkabileceği alanların belirlenmesiyle ilgili çalışmalar yapar. Belirsizliklerle başa çıkmaya çalışmak, uzun vadeli mühendislik sistemlerinin tasarımcıları için çok büyük zorluklar oluşturmaktadır. Zamanla değişen fonksiyonel gereksinimler, yeni teknolojik gelişmeler, yeni uçak modelleri ve yeni düzenlemeler gibi öngörülemeyen durumlardan dolayı geleceği tam olarak tahmin etmek mümkün değildir. Ayrıca her zaman planlanandan daha farklı bir durumun ortaya çıkma olasılığı vardır. Bu yüzden önerilen havaalanı planlama yaklaşımı, başlangıçtan itibaren belirsizliği ve belirsizliğin olası sonuç aralıklarını dikkate alarak gelecekteki farklı senaryolara yanıt vermeyi hedefleyen en uygun stratejileri belirlemeye çalışmaktadır.

- İkinci olarak, planlama ve tasarım sürecinde projeyi etkileyen ve öngörülemeyen olaylardan kaynaklı riskleri azaltmak için tasarımın ve uygulamanın aşamalı olarak ilerlemesi yaklaşımı, risklerin değerlendirilip koşullara göre ayarlanmasını sağlayacak farklı fikirlerin (tasarım erteleme gibi) projeye uygulamasına olanak tanımaktadır. Ayrıca mimarların belirsiz durumlarla başa çıkabilmesi için alan düzenlemelerinde değişiklik yapmalarına olanak tanıyan bir süreç amaçlanmaktadır.

- Üçüncü olarak, planlama kararları; terminaller ve tesislerin havacılık sektörü değişimlerine adapte olmasını sağlayacak şekilde düzenlenir. Planlamaya yönelik olarak, tüm varsayımları reddetmek veya tek bir gelecek talebini kabul etmek yerine çoklu varsayımlar yapılarak; havaalanlarının, havacılık talebi, teknolojik gelişmeler, sosyal yapıdaki gelişmeler vb. belirsizlik durumlarına cevap verebilmesi veya zamanla uyarlanabilmesi sağlanmış olur. Ayrıca havaalanlarındaki mevcut durum ve yapılan tahminler karşılaştırılarak; tesislerle ilgili herhangi bir ihtiyacın olup olmadığına dair ve oluşabilecek risklere dair değerlendirmeler yapılarak gerekli düzenlemeler sağlanabilir.

- Havaalanlarındaki taleplerin değişmesi gibi durumlarda meydana gelen değişimin hızı ve büyüklüğü, mimari, kabuk, yapı ve iç tasarım gibi alanlar arasında farklılık göstermektedir. Edwards'ın söylediği gibi ticari baskı ve rekabet ortamı, terminal iç yerleşiminde mimari yapıya göre daha sık değişikliklere neden olur, bu yüzden havaalanlarının farklı bölümlerinin farklı oranlarda değişime uğradığını söylemek mümkündür (Edwards, 2005). Dördüncü olarak, Edwards'ın önerdiği havaalanı yapılarının bir dizi katman olarak görülme düşüncesi, havaalanı terminallerinin hem analizinde hem de tasarım sürecinde önemli bir görev üstlenebilir. Bu katmanların etkileşimleri fiziksel, fonksiyonel ve mekânsal olarak belirlenerek birimler arasındaki ara yüzler; ilişkiler, bağlantılar veya bağımsızlıklar açısından değerlendirilebilir. Ayrıca her biri farklı bir zaman ölçeğinde olan bu katmanlar arasında bir miktar kopmaya izin vermek, bütünün bozulmadan yenilenmesine olanak sağlar.

- En önemli noktalardan biri olan ve gereksinimlere göre ayrı alanlar düzenleme süreci olarak görülen Mekân Yerleşim Planlaması (Space Layout Planning), birçok yazar tarafından farklı tanımlanan ve karmaşık sorunlardan biri haline gelen bir konudur. Mekân yerleşimi planlamasında, yolcu faaliyetlerinin kat planlarına dönüştürülmesi birkaç aşama ile oluşturulmaktadır. Mekân yerleşimi planlama aşamaları sonucunda, terminal yapıları için çok çeşitli olası çözümlerden iyi çözümler üretilebilir ve bazı

tasarım kısıtlamalarının önüne geçilmesi sağlanabilir. Ayrıca, mekânsal yerleşim ve ilişkileri açısından iyi tasarlanmış düzenler, havaalanlarına esneklik sağlamaktadır.

- Diğer önemli bir nokta ise, karar verme aşamasının, belirlenen parametreler değerlendirildikten sonra mevcut koşullar için uygun seçenekleri bulmak amacıyla kullanılmasıdır. Yaklaşımın genelinde olmak üzere özellikle karar verme aşamasında, projede oluşabilecek kısıtlamaların, fırsatların, risklerin ve maliyetlerin göz önünde bulundurulması durumu önemli bir konudur. Önerilen yaklaşımın genel teması ve içinde bulundurduğu birçok fikri bu bölümde ayrıntılı açıklanmaktadır.

4.1.2. Tasarım çerçevesinin kavramsal elemanları

Tez çalışmasında, havaalanı planlaması ve terminal yerleşimi için esneklik sağlama hedefiyle geliştirilen yeni yaklaşım birçok kavramsal elemanı temel alarak bu çerçevede geliştirilmiştir. En temel kavram olan esneklik, tüm kavramların entegre edilmesiyle bütüncül bir hale getirilmeye çalışılmıştır. Havaalanı planlaması için ‘İş ve Akış Süreci’, ‘Belirsizlik Aralığı’, ‘Kısıtlamalar ve Hedefler’, ‘Riskler’, ‘Seçenekler Analizi’ ve ‘Aşamalı Tasarım’ gibi kavramlar önemli olmuştur. Terminal tasarımı ise, ‘Süreç Haritası’, ‘Yolcu ilişkileri’, ‘Katmanlar’, ‘Mekan Yerleşim Planlaması’, ‘Graf Teorisi’, ‘Mekansal Komşuluk ve Bitişiklik Analizi’, ‘Otomatik Kat Planı’, ‘Tasarım Parametreleri’ önemli kavramlardır. Tüm sürecin sonunda çok önemli olan ‘Karar Verme Modeli’ kavramıyla istenilen hedefe ulaşılmaktadır.

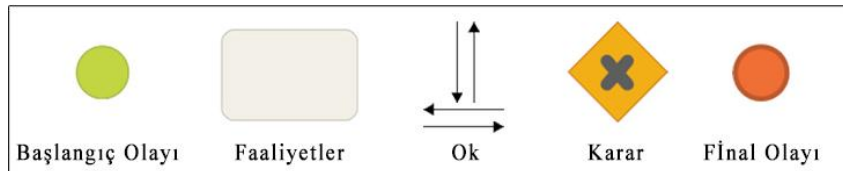
4.1.3. Yaklaşım süreci ve akış şeması

Süreç, başlangıç ve bitiş noktaları arasında açıkça tanımlanmış girdi ve çıktılardan oluşan belirli faaliyetler sırasını tanımlamaktadır. Akış Şemaları; süreçte sıralı bir dizi görev, olay, karar, paralel etkinlik, veri belgesi ve her türlü şeyin akışını gösteren görsel bir temsildir. Akış şemalarında en yaygın kullanılan biçimler; iş süreçleri ve veri akışlarıdır (Günay, Sebetci, & Sebetci, 2018). Tez çalışmasında önerilen yeni yaklaşım için akış şemalarından, her türlü farklı faaliyet ve süreci modellemek için kullanılabilecek kapsamlı bir şekiller kümesi sunan ‘İş Süreci Modeli’ kullanılmıştır. İş süreci, bir dizi faaliyetin mantıksal düzenini ve bağımlılıklarını tanımlamaktadır, böylece iş süreci modeli oluşturularak bu sürecin anlaşılması ve analiz edilebilmesi sağlanabilir.

İş süreçlerinin modellemesi için; İş Süreçleri Modeli ve Notasyon (BPMN), İş Süreçleri Tanımlama Metamodeli (BPDm), İş Motivasyon Modeli ve Bütünleşik

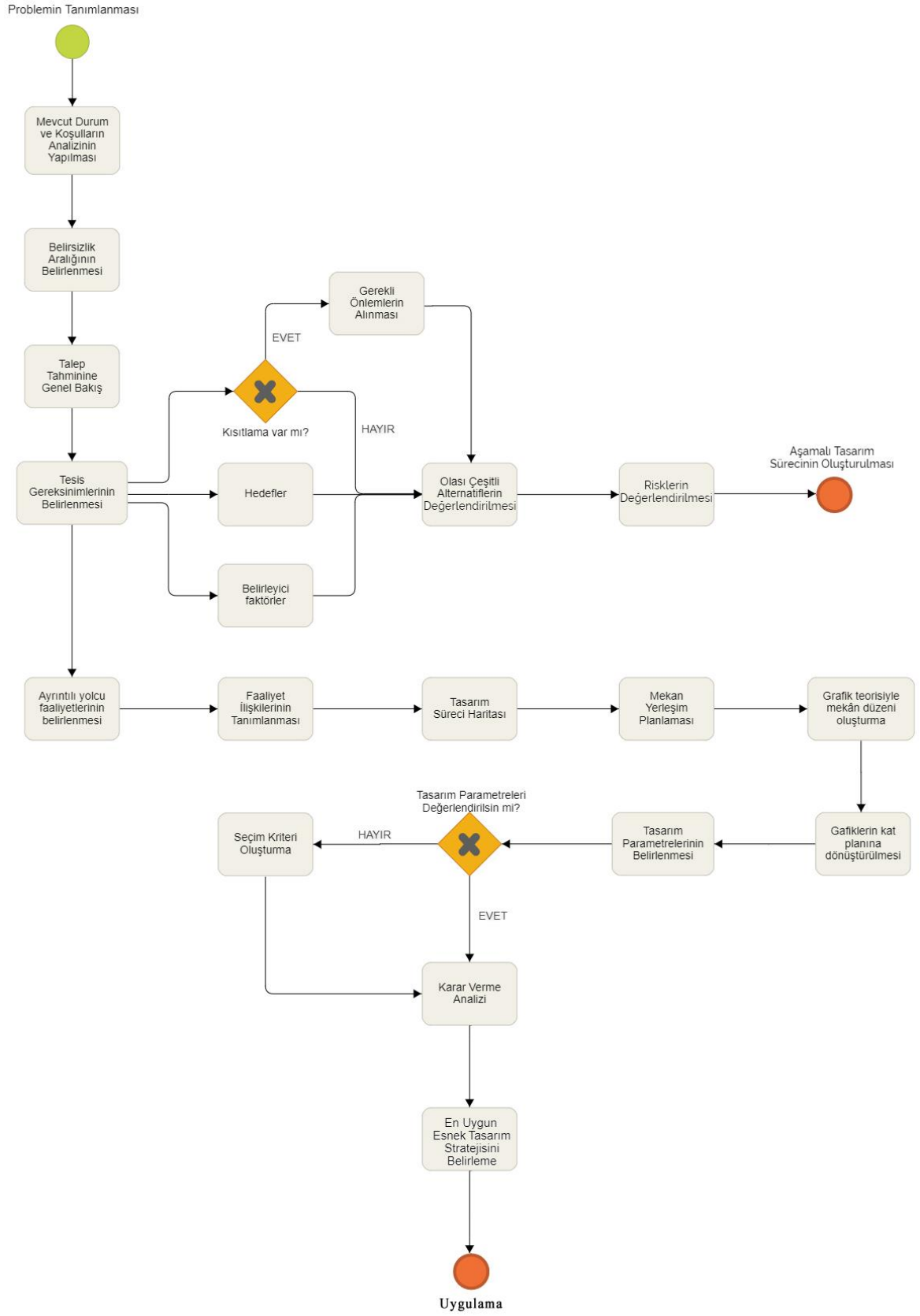
Tanımlama gibi çeşitli yapılandırılmış yöntemler bulunmaktadır (http-4). Bu tez kapsamındaki yeni yaklaşım süreci için oluşturulan iş akış şemasının modeli için BPMN (İş Süreçleri Modeli ve Notasyon) yöntemi kullanılmıştır. İş akış şemasında, belirlenen adımlar sırasıyla kutucukların içerisine yerleştirilmiş ve adımlar arası ilişkiler yön oklarıyla gösterilmiştir. Süreç, ‘havaalanı için problemin tanımlanması’ ile başlayarak; sırasıyla görevler, kararlar ve etkinlikler gibi farklı adımları takip eder ve son aşamada amaca ulaşılmaya çalışılır. Her adımda, karar verilmesi gereken adımlar veya hazırlık yapmayı gerektiren durumlar olup olmadığı düşünülerek bir sonraki aşamaya geçilmiştir. Karar verme aşamalarında oklar, ‘Evet’ ve ‘Hayır’ olarak ayrılarak farklı aşamalara geçişi göstermektedir. Havaalanında esnek tasarım ve planlama için önerilen yeni yaklaşımın iş süreci şeması ve adımları aşağıdaki şekilde (Şekil 4.2) ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Bu yaklaşımda kullanılan akış şeması sembolleri ise Şekil 4.1’de gösterilmekte ve bu semboller, aşağıdaki paragraflarda kısaca anlatılmaktadır.

- Başlangıç Olayı: Grafikselsel olarak ince çizgiyle çevirili ve yeşil dolguolu olan çember, bir süreci tetikler ve bir eylemin başlangıcını belirtir.
- Faaliyetler: Grafikselsel olarak yuvarlak köşeli dikdörtgenle gösterilerek genel işlem akışını gösterir.
- Karar: Grafikselsel olarak elmas şeklindeki akış şemasıdır ve genellikle ‘Evet / Hayır’ veya ‘Doğru / Yanlış’ seçenekleri için karar verilmesi gereken aşamayı temsil eder.
- Ok: Bir sembolden gelerek diğer sembole giden ok işareti, kontrolün o okun işaret ettiği sembole geçtiğini gösteren bir kontrol akış simgesidir.
- Final Olayı: Grafikselsel gösterimi, kırmızı dolguolu kalın çizgili bir çemberdir ve bir işlemin sonunu belirtir.



Şekil 4.1. Akış şemasının sembolleri

Esnek havaalanı tasarımı için önerilen yaklaşımın iş süreci modeli, BPMN yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Havaalanı esnek tasarım yaklaşımına yönelik İş Süreci Modeli

Süreç modeli aşamaları sırasıyla aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır:

1. Mevcut durum ve koşulların analizi;
2. Gelecekteki belirsizlik aralığının belirlenmesi;
3. Talep tahminine yönelik çalışmaların yapılması;
4. Tesis gereksinimlerinin bulunulan zamanda (şimdi) ve zamanla kademeli olarak nasıl geliştirileceklerinin belirlenmesi;
5. Tasarımdaki hedefler ve kısıtlamaların tanımlanması (gerekli ise önlemlerin alınması);
6. Risklerin değerlendirilmesi
7. Seçenekler Analizi, aşamalı tasarım ve uygulama;
8. Yolcu faaliyetleri ve ilişkilerine göre mekân yerleşim planlaması oluşturma ve grafik sunumuyla oluşturulan mekân düzenini kat planına dönüştürme;
9. Tasarım parametreleri belirleme ve değerlendirme;
10. Karar Verme Analizine göre uygun esnek tasarım stratejisini uygulama.

Süreç modeli (Şekil 4.2), önerilen esnek yaklaşımın havaalanı planlaması ve mekân yerleşimi sürecine dair adımları birlikte gösterilmiştir. Bu şema, iki farklı amacın aynı başlangıç noktasıyla başlayarak iki farklı sonucunu gösteren süreçlerine aittir. Bu bölümde, yaklaşım süreci için kullanılan sistem tanımlanmış ve genel sürece dair bilgi vermesi amacıyla akış şeması kullanılarak yaklaşım sürecinin adımları gösterilmiştir fakat adımların detaylı bir şekilde incelenmesi ve gerekli bilgilerin verilmesi sonraki ilgili bölümlerde yapılmıştır.

4.2. Havaalanı Planlama Düzeyine Yeni Bir Bakış Açısı

Havaalanı planlaması, ‘idare/yönetim planlaması, ekonomik planlama, fiziksel planlama, çevresel planlama ve finansal planlama’ öğelerini içeren, teknik açıdan büyük mühendislik ve tasarım çözümleri gerektiren, politik kararları, kural ve düzenlemeleri dikkate alan çok disiplinli ve karmaşık bir yapıdır (ICAO, 1987, s. 5-6). Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından belirlenen kılavuz da bir havaalanı planlamasından, havacılık hareketleri (uçak, yolcu, kargo ve taşıt) için ihtiyaç duyulan kapasiteyi en verimli şekilde sağlaması ve bu süreçte sermaye ve harcama maliyetlerinin düşük olması istenmektedir. Bu temel yaklaşım dışında havaalanı planlaması için ‘esneklik’ veya ‘genişletilebilirlik’ kavramları büyük önem taşımaktadır. Esnekliğin, planlamanın tüm aşamalarında temel nokta olarak kabul edilmesi vurgulanmış; bazı

koşullardan dolayı genişlemenin mümkün olmadığı durumlara rağmen esneklikten vazgeçilmeyerek, havaalanlarının doğal bir esneklikle planlanması önerilmiştir (ICAO, 1987, s. 2-3). Ayrıca değişimin bu kadar hızlı olduğu bir endüstride havaalanı planlamasının, sosyo-ekonomik koşullara, havayolu şirket yapılanmasındaki değişimlere, politikadaki ve yönetimindeki değişikliklere yanıt verebilecek şekilde hazırlanması için esnekliğin havaalanına adapte edilmesi gerekmektedir. Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı tarafından hazırlanan kılavuz da Havaalanı Planlamasının yön gösterdiği alanlar aşağıdaki maddelerde verilmektedir (ICAO, 1987, s. 4-5);

- 1) Havaalanındaki tesislerin geliştirilmesi;
- 2) Havaalanı çevresindeki arazi kullanımının geliştirilmesi;
- 3) Havaalanı inşası ve işletiminin oluşturacağı çevresel faktörlerin belirlenmesi;
- 4) Havaalanının ulaşım ihtiyacının karşılanması olduğu belirtilmiştir.

Tez çalışması kapsamında önerilen yeni yaklaşımın, havaalanı planlamasında yukarıdaki maddeleri sağlarken, değişen koşulların planlamaya yansıtılması için düzenli ayarlamaların yapılmasını ve esneklikle birlikte istenen vadede etkili bir vizyonun üretilmesini sağlaması gerekmektedir. Bu çalışma da çok disiplinli bir çalışma gerektiren havaalanı planlamasının, mimar ve mühendislerin sorumlu olduğu fiziksel planlama kısmından ‘terminal yapıları’ ögesi üzerine çalışılmakta, fakat yaklaşımın genel havaalanı planlaması ve tasarımına dair önerileri de verilmektedir.

Brian Edwards’ın ‘The Modern Airport Terminal’ kitabında, havaalanı planlamasının fiziksel kısmı unsurları aşağıdakilerden oluşmaktadır (Edwards, 2005, s. 53-54):

- Pistler ve taksi yolları
- Servis ve hangar apronu
- Terminaller
- Yollar ve otoparklar
- Havaalanı tren istasyonları ve hafif raylı sistemler
- Hava trafik kontrol kulesi
- Oteller, konferans, alışveriş vb. tesisleri ve yük depoları.

Fiziksel Planlama kısmına giren ‘havaalanı yerleşim planlaması’, mekânsal olarak düşünülmesi, değerlendirilmesi ve organize edilmesi gereken ve kesin kuralların olmadığı bir dizi faktör tarafından belirlenmektedir. Havaalanı yerleşim planlaması yapılırken bu faktörlerle birlikte göz önünde bulundurulması gereken en önemli unsurlardan biri

esnekliktir. Esnek bir yerleşim planlama amacı, gelecekte oluşabilecek kısıtlama veya problemlerin kaldırılmasına olanak sağlayarak, uzun vadede etkin bir kullanım sağlar. Mekânsal açıdan düşünülmesi, değerlendirilmesi ve organize edilmesi gereken bu faktörler (Edwards, 2005, s. 51-52):

- Pistlerin sayısı ve yönü;
- Taksi yolu sayısı;
- Apronların büyüklüğü, şekli ve organizasyonu;
- Mevcut arazi alanı ve harici arazi kullanımları;
- Topografya ve arazi koşulları;
- Hava trafiği önündeki engeller;
- Terminal binaları ve otoparkların sayısı ve dağılımı;
- Havaalanı yol ağının boyutu ve düzeni;
- Toplu taşıma bağlantıları için stratejiden oluşmaktadır.

Havaalanlarındaki pist alanları, depolar, terminal binaları gibi öğeler arasında hava tarafı ve kara tarafı işlevlerini entegre etmek ve havaalanına işlevsellik sağlamak için bazı kurallar bulunmaktadır. Kural dizileri, her öğe (pistler, terminaller, trafik kontrol kulesi, depolar vb.) için birbirinden farklıdır ve yerleşim düzenlemeleri ve planlamaları bu dizilere göre yapılmaktadır. Terminal binaları için önerilen düzenlemeler şunlardır (Edwards, 2005, s. 55):

- Yürüme mesafelerini en aza indirmek;
- Yolcuların havayolları arası aktarmalarını kolaylaştırmak;
- Havayolu şirketi fonksiyonlarını ayırmak ama kolay ara bağlantı sağlamak;
- Pazarlama ve kiralama fırsatlarını en üst düzeye çıkarmak;
- Tesislerin ortak havayolu kullanımını teşvik etmek;
- Terminal binalarını doğrudan toplu taşıma araçlarına bağlamak;
- Terminal binalarını otellere ve kısa süreli otoparklara bağlamak.

Bu tez çalışmasındaki yeni yaklaşım önerisinde, yukarıdaki maddelere ek olarak aşağıdaki düzenlemeler de önerilmektedir;

- Yolcu binalarını pistlere mümkün olduğunca yakın yerleştirmek;
- Gelecekteki esnekliği veya genişliği sağlamak için mekânsal önlemler almak;
- Yolcular ve bagaj sistemleri arasında en uygun ve kolay yöntemleri seçmek;
- Basit, kolay ve belirgin akış güzergahlarını kullanmak.

Önerilen esnek havaalanı planlaması, gelecekteki beklentilere cevap vererek, havaalanı gelişme ve genişlemelerine yön veren bir süreç sunmaya odaklıdır. Havaalanı kara tarafı, hava tarafı ve ulaşım bağlantıları için alternatif seçeneklerin arasından belirli kriterlere göre seçim yapılabilmesi, tüm faaliyetlerin esneklik ilke ve hedefleriyle beraber değerlendirilip planlanması, planın farklı kişiler tarafından adaptasyonunu kolaylaştıracak şekilde ortaya konması ve karşılaşılan risklere yönelik aşamalı tasarımın uygulanması yeni yaklaşımın havaalanı planlaması bağlamında içerdiği bazı önemli konulardır. Bu yaklaşımla birlikte havaalanı planlamasının, bütüncül ve bilimsel bir süreci içermesi hedeflenmektedir.

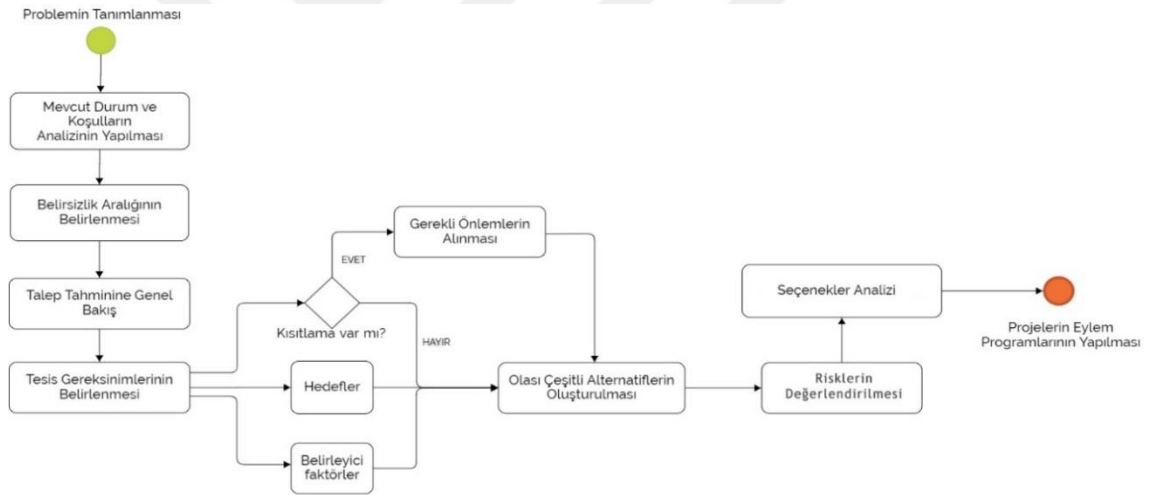
4.2.1. Havaalanı planlama süreci ve adımları

Geleneksel havaalanı planlama süreci; havacılıkla ilgili uzun süreli tahmin hazırlama, işletim sistemleri için kavramlar geliştirme, tahmin gereksinimlerini karşılayacak gelişimleri belirleme ve genel tasarı olarak havaalanı ana planını hazırlama aşamalarından oluşmaktadır (ICAO, 1987, s. 23). Tezde önerilen yeni esnek planlama yaklaşımı ise uzun süreli tahminler hazırlamanın her zaman güvenilir bir yol olmadığını ve belli bir senaryoya bağlı olarak hareket etmenin oldukça riskli olduğunu düşünerek; belirsizlik aralığının ve belirsizliklerin ortaya çıkabileceği alanların belirlenmesiyle birlikte gelecekteki varsayımların tamamen yanıltıcı olması durumundan kurtaracak olan esnek bir süreci önermektedir. Esnek planlama yaklaşımında, tasarımcılar en olası tek bir tahmin ya da senaryoya bağlı planlama yapmak yerine, belirsiz geleceğin getireceği durumlara uyum sağlama esnekliğini korumaya çalışır.

Planlama süreci, çalışma programının hazırlanması ve planlamanın yapılacağı zaman sınırının veya planlama ufuklarının belirlenmesi ile başlamaktadır. İlk olarak mevcut durum ve koşulların analizinin yapılmasıyla performans değerlendirmesi kapsamında havalimanı için olumlu-olumsuz yönlerin veya muhtemel sorunların ortaya konması sağlanmaktadır. Veri elde etme kısmından sonraki aşama, havaalanı planlamasının en önemli sorunlarından biri olan havaalanı faaliyetlerinin gelecekteki durumlarına yönelik belirsizlik halinin belirlenmesidir. Belirsizlik aralığının tanımlanması, havaalanı planlama ve mekân yerleşimi için tahminlere yönelik belirli düzeyde cevap oluşturarak planlama sürecinde sağlıklı karar verme açısından hayati bir önem taşımaktadır. Bu taleplere göre strateji belirlenerek, ön planlama ile uygun tesis gereksinimleri belirlenmektedir. Daha sonra mevcut ve olası kısıtlamalar incelenerek

gerekli önlemlerin alınması sağlanmaktadır. Belirsizliklerin tanımlanması ve taleplere yönelik bilgi sağlanmasıyla gelecekteki olası ve çeşitli alternatifler değerlendirilmektedir. Gelişmeyi tek bir tahmine dayandırma fikri yerine birden çok senaryoyu inceleyip, aşamalı bir gelişme fikri benimsenmekte ve risk değerlendirme analizleriyle bir tasarımın durumuna yönelik karar vermek için veriler sağlanmaktadır. Son olarak doğru bir operasyonel süreç oluşturulup projenin eylem programlarının planlanması yapılmaktadır.

Önerilen yaklaşımın süreç modelini gösteren şema (Şekil 4.3.) ve planlama süreci adımlarını gösteren tablo (Tablo 4.1) aşağıda verilmiştir. Planlama sürecinin her aşamasında faaliyetlerin ve alınan kararların sebepleri açıklanarak iş süreç grafiğinde özel kavramlarla ifade edilmelidir. Birbirini izleyen aşamaların uygunluğu kontrol edilerek, birbirleriyle olan bağlantıları dikkate alınmalıdır. Uzun ve detaylı sürece sahip havaalanı planlaması sırasında uygulanan politikaların anlaşılması dikkat edilmelidir.



Şekil 4.3. Yeni yaklaşımın havaalanı planlama süreci

Tablo 4.1. Planlama süreci adımları

Adım 1	Çalışma programının hazırlanması
Adım 2	Mevcut durum ve koşulların analizi
Adım 3	Belirsizlik aralığının tanımlanması
Adım 4	Tesis gereksinimlerinin belirlenmesi
Adım 5	Tasarımdaki belirleyici faktörlerin, hedeflerin ve kısıtlamaların tanımlanması
Adım 6	Olası çeşitli alternatiflerin oluşturulması
Adım 7	Risklerin Değerlendirilmesi
Adım 8	Seçenekler Analizi
Adım 9	Proje eylem programlarının yapılması

4.2.2. Mevcut durum ve koşullar

Planlama sürecinin ilk aşamasında, mevcut durum ve koşulların analizi yapılarak; havaalanı için olumlu veya olumsuz yönler ortaya konulmakta ve toplanan bilgiler doğrultusunda bu durumlar değerlendirilmektedir. Mevcut bir havaalanı projesi için, genellikle havaalanının genişletilip genişletilmemesi gerektiğinin veya yeni bir tesise ihtiyacı olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla havaalanı planlamaları yapılmaktadır. Yeni bir havaalanı projesinde ise havaalanının baştan sona gelişimini içeren daha detaylı ve uzun bir süreci tanımlamak amacıyla havaalanı planlamaları yapılmaktadır. Bu yüzden mevcut durum analizinin kapsamlı bir politikasının oluşturulması çok önemlidir. Havaalanı planlaması için elde edilmesi gereken bilgilerin sayısı oldukça fazladır fakat DLH tarafından ‘Hava meydanları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında’ fiziksel planlama (mimari gereklilikleri) açısından incelenmesi gereken durumların kategorileri aşağıdaki maddeler olarak sıralanmıştır (DLH, 2007):

1. Yer seçimi veya değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler (Var olan havaalanı arazisinin veya yeni bir havaalanı için kullanılacak arazinin değerlendirilmesi)
2. Pist ve taksi yollarının fiziksel özellikleri ile ilgili veriler (Pist uzunluğu, genişliği ve sayısının belirlenmesi vb.)
3. Apronlarla ilgili veriler (Apronlara olan ihtiyacın belirlenmesi ve apron yerleşimi, büyüklüğü gibi konular)
4. Kapasite durumu analizi
5. Havaalanı üstyapı tesisleri planlamasına ve tasarımına ilişkin veriler ve izlenecek yollar

Havaalanı yer seçimi için; havacılık faaliyetleri, çevrenin gelişimi, atmosfer koşulları, kara ulaşımına erişim, var olan veya yeni havaalanı için alan genişlemesinin müsaitlik durumu, topografya, çevre ve diğer havaalanlarının varlığı hakkında bilgiler edinilerek gerekli analizler yapılmalıdır. Çevre gelişimi verileriyle ilgili olarak kullanılacak arazi kullanımına ait planlara ulaşmak, hava koşullarıyla ilgili veri toplamak, havaalanına ulaşım güzergahlarını belirlemek ve hizmet (su, elektrik, gaz vb.) yerlerini belirlemek, havaalanı yerleşiminde doğru kararlar vermek ve gerekli düzenlemeleri yapmak için gerekmektedir (ICAO, 1987, s. 80-81).

Pist ve taksi yollarının ve uçak kullanımını içeren tesislerin planlanması için uçak hakkındaki genel bilgiler çok önemlidir. Uçak kanat açıklığı ve gövde uzunluğuna göre, park apronlarının büyüklüğü ve buna bağlı olarak da yolcu binalarının tasarımı

etkilenmektedir. Pist uzunluğu ihtiyacına dair bilgiler için yolculuk mesafesinin bilinmesi, uçak tipleri hareket ağırlıklarının hesaplanması ve havaalanı çevre koşullarının (sıcaklık, yüzey rüzgârı, pist eğimi, pist yüzeyinin durumu) analiz edilmesi gerekir (ICAO, 1987).

Havaalanlarında apronlara olan ihtiyaç (gerek olup olmadığı), trafik türüne ve büyüklüğüne göre belirlenmektedir (DLH, 2007). Apron yerleşim yeri, etkin bir çözüm sunabilmek amacıyla terminaller ile bağlantılı olarak planlanmalıdır (terminal yapılarıyla ilişkili oldukları için). Apron yerleşimi planlanırken, pistler ve uçak park yerleri arasında asgari taksi mesafesinin hesaplanmasına, uçuşların zamanında yapılıp yapılmadığının belirlenmesine ve gelecekteki genişlemeler ve teknoloji yenilikleri için yeterli alan ayırmak amacıyla gerekli önlemlerin alınmasına dikkat edilmelidir. Bir apron planlanırken, mevcut zamanda ve gelecekte ihtiyaç duyulacak uçak park yeri sayısı ve uçak tipleri, uçak boyutları ve dönüş kabiliyetleri, terminalin şekli, gelişmeler için ayrılan çevre arazilerle birlikte uçak park düzenleri, uçakların diğer cisimlerle (uçaklar, binalar vb.) arasında bulunması gereken mesafe, uçaklar için alan hizmeti ihtiyaçları ve uçağın park yerine yerleştirilmesi ile ilgili bilgiler dikkate alınarak önemle analiz edilmelidir (DLH, 2007, s. 59). Terminal apronundaki uçak park yeri sayısı, apron büyüklüğünü ve terminal düzenini belirlemede etkilidir, bu yüzden düzenli ve zamana bağlı bir gelişme programı hazırlanmalıdır.

Yolcu binası, tesisleri ve pistleri için yolcu kapasitesi verileri çok önemlidir. Kapasite artışı durumlarında yeni bir pist gerekip gerekmediğini belirlemek için gerekli analizler yapıldıktan sonra ek pistler oluşturulabilir. Havaalanı planlaması için kapasite hesaplama dair Federal Havacılık İdaresi (FAA) tarafından bir saatte gerçekleştirilebilecek maksimum işletim sayısı ile oluşturulan bir yöntem sunulmaktadır. Pist kullanımı ve uçak tipi gibi unsurlardaki farklılıklardan dolayı, havaalanı kapasitelerinin gün içinde değişiklik göstermesi ve buna bağlı olarak birden fazla hesaplama yapılması gerekebilir.

Havaalanı üstyapı grubu, havaalanı terminal binası yapıları ve yan tesislerden oluşmaktadır. Bu tez çalışmasında, havaalanı üst yapı grubundan terminal binaları öncelikli olarak incelenmiştir. Üstyapı tesislerinin planlamasına dair yapılan bazı öneriler hem literatüre hem de yeni fikirlere dayandırılarak oluşturulmuştur. Bu öneriler şunlardır:

1. Havaalanlarında üstyapı tesislerinin planlanmasına arazi seçim araştırma çalışmalarıyla başlanarak; arazinin topoğrafik yapısı, hâkim rüzgâr durumu,

meteorolojik veriler, zemin durumu, kentle olan bağlantı ve çevresel etkiler ile ilgili mevcut durumlara bakılmalıdır. Bu çalışmalar, mevcut altyapısı bulunan havaalanlarından (önceden yapılmasından dolayı) ziyade arazi üzerine sıfırdan yapılacak havaalanları için geçerlidir. Mevcut havaalanları için bazı çalışmalar yeniden yapılabilir veya gereklilik halinde daha önce yapılmamış çalışmaların yapılması gerekebilir. Yer seçimi çalışmalarından sonra altyapı çalışmalarıyla pist ve apron büyüklükleri, konumları ve şekilleri kesinleştirilir, böylece üstyapı proje çalışmalarına (üstyapı genel yerleşim planı ve mimari avan proje) başlanmış olur (DLH, 2007, s. 213).

2. Terminal binasının büyüklüğü; yolcu kapasitesi, hizmet kategorisi ve mevcut uçuşların yapılmasına ait analiz verileriyle belirlenmektedir. Terminal binaları için kapalı alan hesaplamaları, yıllık yolcu kapasite verilerine göre mekanlar, ofisler, asansörler için tek tek ve farklı yöntemlerle hesaplamalar yapılarak oluşturulmalıdır (DLH, 2007, s. 214-218)
3. Terminal yapıları için mevcut durum analizlerinde, kara tarafı ve hava tarafı ilişkileri irdelenmeli ve terminal tasarımının ilk etüt safhası için çözümlenmelidir.
4. Havaalanı terminallerinin yolcuları en kolay ve kısa mesafelerle transfer etmesi amacıyla yönelik düzenlemeler için gerekli önlemler alınmalıdır.

Önerilen yeni yaklaşım çerçevesinde yukarıda bahsedilen gerekli analizler dışında, havalimanı mekânlarının kullanım ilişkilerine yönelik gözlemler yapılması ve zaman içinde ihtiyaçlardan kaynaklanan oluşabilecek sorunların tespit edilmesi gerekmektedir. Havaalanı mevcut durum değerlendirmesiyle hazırlanan sorunlar listesi planlama ekibiyle ortaya konarak gerekli çözümlere odaklanılmalıdır. Ayrıca havaalanı planlamasının en önemli çevresel sorunlarından biri olan gürültünün azaltılması konusu için incelemeler yapılarak, çevredeki araziler en uygun şekilde planlanmalıdır.

4.2.3. Belirsizlik aralığının belirlenmesi ve talep tahminine genel bakış

Belirsizlik, olayların gerçekleşme olasılığının bilinmediği durum veya belirsiz olma durumu olarak tanımlanabilir. Havacılık endüstrisinin hızlı değişen bir ortamda faaliyet göstermesinden dolayı havacılık sektöründeki geleceğin tam olarak tahmin edilemezliğine yönelik belirsizlik durumu, giderek daha da artmaktadır. Havacılık sektöründeki belirsizliklere; havacılık talebi, uçak operasyonları, havacılık teknolojisi ve hava trafik yönetimi gibi faktörlerin belirsiz ve değişken olma durumları neden

olmaktadır. Salgınlar ve terör saldırıları gibi olaylardan dolayı talep durumundaki değişimler, uçak tipleri ve bunların gün ve yıl boyunca dağılımları konusundaki belirsizlik ve teknolojinin günden güne gelişmesiyle kullanılan sistemlerin değişimi gibi durumlar havacılık endüstrisindeki belirsizliklerin örneklerini oluşturmaktadır. Uluslararası Taşımacılık Forumu (ITF) tarafından düzenlenen bir raporda, gelecekteki havaalanı faaliyet hacmi ve karışımındaki belirsizliklerin sebepleri Geitebruegge ve Kincaid tarafından aşağıdaki maddeler olarak belirlenmiştir (Geitebruegge & Kincaid, 2016, s. 51-52):

- 1) Ekonomi: Hava trafiği üzerinde etkileri olabilecek genel ekonomideki olaylar (durgunluk ve demografik değişiklikler gibi);
- 2) Pazar: Havaalanı Pazar alanında havacılık hizmetleri talebini etkileyen olaylar (bölgede yeni bir havalimanının ortaya çıkması, yeni bir taşıyıcının girişi gibi);
- 3) Düzenleme ve Politikalar: Havayollarının veya havaalanlarının faaliyetlerini düzenleyen yönetmelik ve kurallardaki değişiklikler (gürültüyle ilgili yeni çevre düzenlemeleri gibi);
- 4) Teknoloji: Havaalanı hizmetlerinin talebini etkileyebilecek yenilikler (yeni uçak modelleri gibi);
- 5) Sosyal / kültürel: Toplumun hava yolculuğunun kullanımına ve değerine yönelik tutumundaki değişiklikler;
- 6) Önemli Olaylar: Önemli etkileri olan öngörülemeyen veya az görülen olaylar (savaşlar, terörist saldırılar gibi).

Planlama da öngörülemeyen taleplerin meydana gelmesine neden olan belirsizlik durumları ise ‘Seyahat Talebi Modelleri ile Belirsizliğin Yayılması’ adlı kaynakta altı gruba ayrılmıştır. Bunlar (Zhao & Kockelman, 2001, s. 403-417):

- 1) İnsan davranışlarında meydana gelen değişkenlik;
- 2) Dış dünyanın genelleştirilmesiyle birlikte gereken önemin verilmediği özel koşullar;
- 3) Teknolojideki ilerlemeler ve yenilikler;
- 4) Mevcut bilgiler üzerinden geleceğin tahmin edilmesi;
- 5) İçsel belirsizliklere sahip araştırma yöntemlerinin kullanılması;
- 6) Araştırmacıların inceleme ve kıyaslama farklılıkları.

Havaalanları öngörülemeyen değişikliklere tabidir, bu yüzden havaalanı planlaması yukarıda bahsedilen maddelerinde etkisiyle her zaman belirsizlik durumları içermektedir. Havaalanı planlama yöntemlerinin katı oluşu, birçok havaalanında, yanlış tahminlere ve esnek olmayan ana planlamaya neden olmaktadır. Uluslararası Hava Taşımacılığı organları tarafından basılan belgelerin, tahminlere ve ana planlamaya oldukça bağımlı olduğu görülmektedir. Eleştirel olarak bakıldığında; ICAO tahmin kitabı (1987), “gelecekteki olması muhtemel gelişmelerin öngörülmesi” gerekliliğini belirtirken, belirsizlik sorunlarını tahmin etmek ve çözmek için oldukça az öneri sunmaktadır. Federal Havacılık Kurulu (FAA) ise planlama için “en olası” senaryoya odaklanmak gerektiğini belirterek, tek tahminle geleceğe dair esnek olmayan planlama süreci ve tasarımların hazırlanmasına yol açmaktadır. Havacılık sektöründeki belirsizliklere yönelik olarak ‘Geleneksel Master Planlama’ ile sadece talep belirsizlikleri dikkate alınarak oluşturulan tek bir talep tahmini, hava trafiği seviyelerindeki beklenmedik değişimlerle birlikte havaalanı maliyetlerinde ve hizmet seviyelerinde istenmeyen sonuçlar meydana getirebilir. Tez çalışmasında önerilen yeni yaklaşım ise, belirsizlik konusuna sadece talep belirsizliği olarak değil filo karışımı ve havacılık teknolojileri gibi diğer konulardaki belirsizlikleri de dahil ederek tek bir tahmin yerine çoklu tahminler üretmeye odaklanır.

Havacılık sektöründe tahmin, geleceğin varsayılandan farklı olması durumlarında büyük kayıplara yol açabilir, bu yüzden çok önemli ve hassas bir konudur. Tahmin yapılacak konu için, eldeki tüm verilere, istatistiklere, risklere, fırsatlara ve sorunlara farklı açılardan bakılarak detaylı ve hassas bir çalışma yapılmasına özen gösterilmelidir. Günümüzdeki tahmin yapma yöntemleri, toplanan bilgilere, zamana ve tahmin sebebine bağlı olarak değişmektedir. Hava trafik tahmininde, zamana bağlı olarak uzun döneme ve kısa döneme göre kesin pik trafik akışının değişmesinden dolayı daha sağlıklı sonuçlar vermesi amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır (ICAO, 1987, s. 36-41). Havaalanı yolcu ve yük ölçülebilen tahminlerinde ise genellikle niceliksel teknikler, zaman serileri, nedensellik ilişkileri ve simülasyon teknikleri kullanılmaktadır (Beyazlı, Türk, Turan, Aydemir, & Aydemir, 2014, s. 88). Havaalanının gelecekteki yolcu, kargo ve uçak faaliyetleri için bu tekniklerle elde edilen tahminleri, gelecekteki tesis, ticari ve finansman gereksinimlerinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır.

Günümüzde hava trafik tahmininde belirsizliğin etkileri hakkında bilgi sağlamak için kullanılabilecek metodolojiler, planlama sürecine yardımcı olacak verileri

sağlayabilirler ve gelecekteki belirsizliğin daha iyi anlaşılmasına olanak tanıyabilirler. Bu yöntemler; risk faktörlerinin tanımlanmasına ve etkilerinin araştırılmasına olanak tanıyan ‘Delphi Yöntemleri’, çok sayıda ayrı senaryo geliştirilebilen ve birlikte meydana gelen farklı olay gruplarının etkisini değerlendirebilen ‘Senaryo analizi’, geniş bir yelpazede olası trafik sonuçları üretmek ve bu tür sonuçların olasılıklarını tahmin etmek için olasılık istatistiklerini kullanan ‘Monte Carlo’ yöntemlerinden oluşmaktadır. Geleceğe dair tahminleri bugün değerlendirmek olanaksız olsa da geleceğe dair bilgiye ve birtakım değerlere gereksinim duyulduğu için tahminler yapılmaktadır. Belirsizlik için kullanılacak yöntemlerin, havaalanı karar vericilerine aşağıdaki konularda yardımcı olmaları gerekmektedir (Geitebruegge & Kincaid, 2016, s. 56-58):

- Belirsizliklerin olasılığını belirlemek ve karakterize etmek
- Belirsizliğin risk ve fırsat etkilerini belirlemek
- Risklerin etkisini azaltmak veya önlemek ve fırsatların gerçekleşmesini sağlayacak stratejiler geliştirmek.

Belirsizlik için gerekli veriler toplanarak bilgiye dönüştürüldükten sonra tahminlere yönelik alternatiflerin oluşturulması ve bu alternatiflerin çeşitli yöntemlerle seçilmesi gerçekleşir. Seçim aşamasında, bilgilere dair güvenilir veriler elde edilmiş olsa bile geleceğin bazı risk ve belirsizlikler içerdiği gerçeği unutulmamalıdır. Bu durumda, ulaşılmak istenen hedefler doğrultusunda alternatifler ortaya konulmalı ve çok yönlü düşünülmelidir. Geleceğe yönelik tahminler için karar verme süreci oldukça zordur fakat elde edilen verilere göre çoklu tahminler ve değerlendirmeler yapılmalıdır.

Tez çalışmasında önerilen yeni yaklaşım, geleceğin belirsizlik sorunu için planlama ve tasarım aşamalarının en başında esnek yöntemler olmak üzere yeni politikaların geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Havalimanının karşılaştığı belirsizliklerin türü, aralığı ve alanları göz önünde bulundurularak bilgilendirici bir tahmin yöntemi kullanılması gerektiği önerilmektedir. Yaklaşım çerçevesi, ilk olarak hedefleri iyi tanımlayarak havalimanının karşı karşıya kaldığı belirsizlikler için veri toplamaya çalışır. Belirsizlik analiziyle, olaylar, değişkenler ve sonuçlar arasındaki ilişkilerin nasıl modelleneceğine ve bunların bağlantı yollarına odaklanılmaktadır. Belirsizliği azaltmak için olasılıklara karşı alternatif stratejilerin geliştirildiği ve bu stratejilerin güçlü ve zayıf yönlerini analiz ederek, ‘bütünleşik değerlendirme yöntemleri’ doğrultusunda en uygun stratejilerin karar verildiği ‘Strateji Geliştirme’ yönteminin kullanılması önerilmektedir. Bütünleşik değerlendirme yöntemiyle, bilgiler kademeli bir

şekilde irdelenerek, her kademe de meydana gelebilecek belirsizliklerin tanımlanması ve yeni stratejilerin belirlenmesi gerçekleştirilir. Ayrıca belirsizliklerden doğan tehditlerle başa çıkabilmek ve fırsatlardan fayda elde edebilmek için belirsizlik kategorileri doğru belirlenmelidir. Belirsizliğin olumsuz olarak düşünüldüğü durumlarda belirsizlikle başa çıkma isteği ve belirsizliklerin olumlu olarak düşünüldüğü durumlarda belirsizlik durumunu savunma isteği yaklaşımlarına öneri geliştirmek için belirsizlik alanları tanımlanmalıdır.

Chapman ve Ward ‘Proje Risk Yönetimi-Süreçler’ adlı kitabında, belirsizliğin beş alanını açıklamaktadır (Chapman & Ward, 2003):

- 1) Öngörülerden kaynaklanan belirsizlikler ve değişkenlikler;
- 2) Öngörülerde temel alınan öğelerden kaynaklanan belirsizlikler;
- 3) Tasarımdan kaynaklanan belirsizlikler;
- 4) Amaç ve önceliklerdeki belirsizlikler;
- 5) Proje taraflarının temel ilişkilerinden kaynaklanan belirsizlikler.

Havaalanı terminal yapılarındaki belirsizliklere etkili bir cevabın verilmesini sağlamak için esnek planlama süreci dışında mekânsal (mobilya, plan ve servisler) ve yapısal düzenlerin de esneklikle geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Mimarların mekânsal olarak esnekliğe sahip bir havaalanı terminali düzeni geliştirmesi, gelecekte belirsiz durumlarla karşılaşıldığında, gerekli düzenleme değişikliklerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Havaalanı terminali tasarımlarında geleneksel olarak fonksiyonel gereksinimlerin plana yerleştirilmesinin dışında farklı kombinasyonlarda düzenlenmelere izin verecek şekilde alanların tasarlanmasıyla mekânsal düzende esneklik elde edilmeye çalışılmalıdır. Yolcu kapasitesi, yolcu akışı ve yolcu faaliyetlerinin ilişkileri ve zaman düzenlemeleri gibi veriler, terminalin mekânsal yerleşiminde oldukça etkilidir.

Mekansal olarak belirsizliklerin ortaya çıkabileceği alanların belirlenmesi ve başlangıçtan itibaren olası sonuç aralıklarının dikkate alınması çok önemlidir. Havaalanı terminallerinin öngörülemeyen senaryolarla başa çıkabilmesi için alanlara dair incelemelerin yapılması gerekmektedir. Mobilya düzenlemesi, ve kuyruk alanları gibi alanlar, günlük veya haftalık değişikliğe maruz kalırken; bilet sayaçları, check-in masaları, güvenlik sistemi ve hizmetler de birkaç yılda bir değişiklik meydana gelir. Yolcu kapasitesi, teknoloji ve yapıdaki değişiklikler ise 5-20 yıl arasında meydana gelmektedir. Belirsizlik altında bu alanlar, öngörülemeyen senaryolarla başa çıkmak için tanımlanmalıdır. Örneğin, self check-in kiosklarının kullanımı veya yüz-yüze işlem

sağlanan check-in masaları, check-in düzenini önemli ölçüde değiştirmekte ve bu işlemlerle birlikte trafik hacmi, yolcu akışındaki değişiklikler gibi durumlar da sürekli değişimlere neden olmaktadır. Hareketli bölme duvarlar, değişen yolcu talebi gereksinimlerine cevap vermeye yardımcı olurken mobilya düzenlerinin değişebilir olması sıra dışı durumlara adapte olmayı sağlamaktadır.

4.2.4. Tesis gereksinimlerinin belirlenmesi

Havaalanı tesis gereksinimleri, havaalanına yönelik talebe göre belirlenmektedir. Havaalanı tesisleri; havaalanı pist ve taksi yolu, apron, havacılık tesisleri, terminal, hangar, destek tesisleri gibi birçok birimden oluşmaktadır. Tesis gereksinimleri, FAA havaalanı tasarım standartları, kullanıcı hizmetleri ve talepleri ve havaalanı tahmin verileri analizlerinden ortaya çıkmaktadır. Tesis gereksinimleri analizi, gelecekteki tesis ihtiyacını etkileyebilecek trendlerin incelenmesiyle başlar. Tesis gereksinimlerinin belirlenmesiyle, tesislere dair inşa etme, genişletilme, terk edilme, potansiyelini veya verimini yükseltme veya herhangi bir şekilde değişiklik yapma durumları için neyin gerekli olduğu belirlenmektedir. Tesis geliştirme veya düzenleme ihtiyacı The Louis Berger Group tarafından belirlenen aşağıdaki nedenlerden dolayı yapılmaktadır (Rhode Island Airport Corporation & The Louis Berger Group, 2007, s. 1-2):

- Tesisin mevcut veya öngörülen talebini karşılamak,
- Zamanla değişen düzenlemeleri ve FAA tasarım standartları ölçütlerini karşılamak,
- Bakımlı tesisler sağlamak,
- Operasyonel verimliliği arttırmak.

Boyutsal (örneğin, gerekli taksi yollarının genişliği ve uzunluğu), açıklık (örneğin pistler ve diğer tesisler arasında gerekli açıklıklar) ve operasyonel olmak üzere üç gruba ayrılan havaalanı tasarım standartları, havaalanı tesislerini uygun şekilde boyutlandırmak için kullanılmaktadır. Havaalanı pist ve taksi yolu sistemi gereklilikleri ise, FAA standartlarını karşılamak ve güvenli bir hava sahası sağlamak üzerine kuruludur. Ayrıca pist düzenlemeleri, bir havaalanında gerçekleştirilebilecek uçak faaliyetlerinin seviyesini etkilemektedir, bu yüzden pistlerin sayısı ve boyutları havaalanı kapasitesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Havaalanı kapasitesine yönelik olarak FAA, havaalanlarının operasyonel gecikme zamanlarını tespit edebilmek için, ‘Yıllık Hizmet Hacminin’ havaalanı tahmini kapasitesinin yaklaşık %60’ına yaklaştığında

havaalanının kapasitesini artırmak amacıyla planlar yapmayı önermektedir. Havaalanı pist ve taksi yolu gereksinimleriyle ilgili rüzgâr kapsamı, pist / taksi yolu genişliği ve ayırma standartları, pist/taksi yolu kaplama koşulları, pist güvenlik alanları ve pist koruma bölgeleri gibi unsurlarda dikkate alınmalıdır (Rhode Island Airport Corporation & The Louis Berger Group, 2007, s. 2-4).

Havaalanı terminal tesisleri gereksinimleri; standartlar, koşullar, kullanıcı ihtiyaçları ve taleplere göre belirlenmektedir. Havacılık tahminlerinden elde edilen veriler, terminal tesisleri için gereksinimlerin belirlenerek boyutlandırılmasında kritik bir öneme sahiptir. Terminal binalarının boyutlarının tahmini için benzer işlevlere, yolcu faaliyet seviyelerine ve yolcu demografik özelliklerine sahip diğer terminal tesislerinin kıyaslanması ve talep ve kapasiteye göre oranların hesaplanması gibi yöntemler kullanılmaktadır (Kıyıldı, 2005, s. 68). Terminal tesislerinin gereksinimleri belirlenirken, işlevsel ilişkilere, fonksiyonel alanlara ve terminal bileşenlerine odaklanılarak, çeşitli değişkenlerin ve durumların girdileri dikkate alınmalıdır. Terminal tesisleri, bilet alanları, bagaj alanları, operasyonel tesisler, güvenlik tarama alanı, gümrük tesisleri, tuvaletler, destek alanları, bina servisleri ve yolcu salonlarından oluşmaktadır.

Terminal tesis gereksinimlerinin belirlenmesinde; yaşlanan nüfusun tesis tasarımında özel barınak talepleri, self servis veya mobil teknolojilere uyum sağlayamayan yolcular gibi farklı yolcu demografileri etkili olmaktadır. Ayrıca havaalanları son zamanlarda dinamik merkezler haline gelerek çeşitli etkinliklerle (masaj, spa, sauna ve fitness tesisleri, canlı müzik veya müzeler) birlikte yerel turizm için bir fırsat haline gelmiştir. Bu yüzden terminal tesisleri gereksinimleri belirlenirken; havacılık sektöründeki trendlerin takip edilmesine, bazı özel durumların düşünülmesine ve yeniliklerin tesislere dahil edilmesine özen gösterilmelidir.

Havaalanı terminal binalarının tesis gereksinimleri belirlendikten sonra değişen mekânsal ihtiyaçlar dikkate alınarak zamanla uyarlanabilen tesisler tasarlamak çok önemlidir. Havacılık endüstrisindeki potansiyel değişikliklerden dolayı terminallerin değişime ayak uydurması amacıyla terminal yapıları fonksiyonel bileşenlerinin hareketli olmasını veya terminal yapılarının teknoloji tabanlı yeniliklerle yönlendirilen yeni yolcu akışlarına uyarlanması sağlamak, tasarıma esneklik getirmektedir. Kolonsuz alanlar veya prefabrik, modüler yapı elemanlarının kullanımı fonksiyonlar değiştikçe yeniden yapılandırma fırsatı vererek tesisleri daha esnek ve uyarlanabilir hale getiren seçeneklerden bazılarıdır.

4.2.5. Belirleyici faktörler, hedefler ve kısıtlamalar

Havaalanı planlama ve tasarımı sürecinde, havaalanı mevcut durumunun analiz edilmesi, belirsizliklerin özellikleri, etkileri ve aralıklarının tanımlanması ve tesis gereksinimlerinin belirlenmesi aşamalarından sonra sürece dair belirleyici faktörlerin, hedeflerin ve kısıtlamaların tanımlanması ve mevcut seçeneklerin oluşturulması aşamaları gelmektedir. Esnek havaalanı tasarımı yaklaşımında, planlama ve tasarım düzeyinde elde edilmek istenen hedefler belirlenir; karşılaşılabilecek kısıtlamalar tespit edilerek önlenmesi veya ona göre hareket edilmesi sağlanır. Ayrıca mevcut durum, olası senaryolar, belirsizlik etkileri, hedefler ve kısıtlamalar gibi birçok etken dışında değişen durumlar altında esneklik sağlamak için belirleyici faktörler tanımlanır. Esnek havaalanları, tasarım ve planlama düzeyinde gelecekteki durum ve koşullara uyum sağlamayı ve istenen vadede etkin ve verimli olabilmeyi hedeflemektedir. Tez kapsamında önerilen esnek havaalanı planlamasının hedefleri aşağıda verilmektedir:

- 1) Havaalanının, mevcut zamandaki ve gelecekteki ulaşım ihtiyaçlarını karşılayacak gelişimi sağlaması ve değişen operasyonlara yanıt vermesi;
- 2) Havaalanı tesislerinin, gelecekteki talebe ve değişime kolayca uyumlanabilir olmasını sağlayacak esnek tasarım olanaklarının olması;
- 3) Havaalanı terminal yapıları ve yan tesislerin yerleşimi sürecinde çevreyi koruması ve ekolojiye zarar verecek durumların önlenmesi;
- 4) Hükümet ve paydaşlarla etkili ve sistematik bir şekilde çalışmak için ortak bir birimin kurulmasını sağlaması;
- 5) Öngörülen gelişimin, zaman ayarlamalarının, gereksinimlerinin ve maliyet hesaplamalarının doğru analiz edilmesi;
- 6) Farklı yolcu tiplerine göre ayarlanabilecek düzenleme ve yapılandırmaya sahip esnek bir planlamanın sunulması;
- 7) Gerekliğinde genişleme kolaylığı için kısıtlamalara yönelik önlemlerin alınması;
- 8) Gelecekteki talebi karşılayarak optimum havaalanı kapasitesini sağlayacak bir düzenin olduğu havaalanı planının geliştirilmesidir.

Yukarıda bahsedilen hedefler, esnek havaalanı tasarımı ve planlaması için genel veriler ve hedeflerdir. Havaalanlarının hedefleri, durumlar, koşullar ve beklenen performans gibi birçok faktöre bağlı olarak farklılık gösterebilir. Örneğin, mevcut havaalanı planlamalarının ana hedeflerinden bazıları; yer açmak, mevcut kapasiteyi daha

verimli kullanmak, havacılığın olumsuz etkilerini en aza indirmek, mevcut pist sistemi kapasitesini arttırmak, gürültü etkilerini en aza indirmek gibi birçok açıdan sıralanabilir. Bu hedeflere yönelik; yeni pist eklemek, yeni bir terminal eklemek, operasyonları başka bir havaalanına aktarmak veya gürültü yalıtımına yatırım yapmak gibi birçok seçenek sunulurak çözüm bulmaya odaklanılabilir. Fakat bu durumda, maliyet, mekânsal kısıtlamalar, tahmin kısıtlamaları, erişilebilirlik, çevresel etkiler, paydaşlar ve halkın onayı gibi birçok sınırlama ve kısıtlama ortaya çıkmaktadır (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010, s. 259). Bu yüzden bu kısıtlamaların belirlenerek, gerekli önlemlerin alınması veya en uygun düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Havaalanı terminal tasarımı ve mekânsal yerleşimi için, farklı yolcu tiplerine göre ayarlanabilen esnek planların yapılması ve gelecekteki talebi karşılayacak tesis kapasitesine ve düzenine sahip planların geliştirilmesi gibi durumlar hedeflenmektedir. Her havaalanı, birbirinden farklı durumlara, yolcu tiplerine, hizmet seviyesine ve operasyonlara sahip olduğu için terminal binalarına yönelik hedefleri ve kısıtlamaları farklılık göstermektedir. Bu hedefler dahilinde hareket edilerek, karşılaşılan kısıtlama ve sınırların önem seviyesine göre tespitinden sonra başa çıkmaya yönelik mekânsal çözümler üretilmelidir. Ayrıca terminal yapılarının değişen durumlara esneklikle cevap verebilmesi için belirleyici faktörler tanımlanmıştır. Esnek mekânsal yerleşimin performansını etkileyen, farklı amaçlara ve kapasiteye göre değişiklik gösteren faktörler, ‘geometrik düzen, plan basitliği ve açıklığı, ortak kullanım’ gibi unsurlardan oluşur.

4.2.6. Risklerin değerlendirilmesi

Belirsizlik yönetimi süreci sonucunda, havaalanı tasarımına dair hedefler ve kısıtlamalar belirlendikten sonra risk değerlendirme aşaması uygulanır. Belirsizlik altında önceden hazırlanan eylemler; fazla yatırım maliyetleri, geri dönüşümsüz işlemler, zaman kaybı, gecikme riski veya beklenen performansın sağlanamaması durumları gibi risklerle karşılaşabilirler. Bu durumları önlemek için projede oluşabilecek risklerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması çok önemlidir. Projelerde karşılaşılan risklerin değerlendirilmesi, belirlenen risklerin ortaya çıkma olasılıkları ve projeye etki miktarları düşünülerek riskler için önem seviyesi sıralaması yapılarak gerçekleştirilir. Her adımda ve düzenli aralıklarla mevcut durum değerlendirilerek ve oluşması muhtemel risk faktörlerinin zamana göre gelişimi incelenerek değerlendirme çalışması yapılır. Risklere yönelik alınması gereken tedbirlerin aciliyet (acil, çok riskli, normal, risk yok vb.)

durumlarına göre de riskler kategorize edilerek, risklerin önem seviyesi tanımlanmalıdır (http-5). Risklerin değerlendirilmesi için; güvenilir ve yeterli sayısal verinin olmadığı durumlarda nitel risk analizi ve matematiksel ve mantıksal metodlar ile risklerin sayısal hale getirildiği nicel risk analizi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılır (http-6).

Risk yanıtlama planları; oluşabilecek risklerden uzak durmak amacıyla projede değişiklik yapma eylemlerini içeren ‘Kaçınma’, riskin başka yere devredildiği veya sorumluluğunun başkası tarafından yüklenildiği ‘Transfer Etme’, karşılaşılabilecek risklerin etkisini veya gerçekleşme olasılıklarını azaltmak için tedbirler alınarak riske cevap verme planının oluşturulduğu ‘Azaltma’ ve göz ardı edilebilecek risklerin kabul edildiği ‘Kabullenme’ olmak üzere dört gruba ayrılır (http-5).

Tez çalışmasında önerilen yeni yaklaşım, risk değerlendirmesine başlamadan önce tüm ilgililerle bilgilendirme toplantıları yapılarak, proje sürecine dair herkesin çalışmaya dahil edilmesini önerir. Aynı zamanda, proje ekipleri proje sürecinde herhangi bir değişikliğin tehdit ve fırsatlarının iyi tanımlanması için tetikte olmalı ve belirsizliğe dair yeni bir bilgiye ulaşıldığında yeni yanıtlar ve seçenekler üretebilmelidir. Bunun için kuvvetli bir iletişim ve ortak bir çalışma gurubu kurmak gereklidir. Ayrıca öngörülemeyen risklerin kademeli olarak problem veya fırsat olarak tanımlanması ve sürekli değerlendirme ortamının olması, belirsizlik ortamında hızlı karar alınması açısından çok önemlidir.

Yeni yaklaşım, oluşabilecek risklere cevap verebilmek için ‘Kaçınma’ ve ‘Azaltma’ eylemlerini kullanmayı önerir. Aşamalı bir tasarım anlayışıyla, oluşabilecek risklerden uzak durma, risklerin etkisini azaltma veya risklerin meydana gelme olasılıklarını azaltmak için önlemler alma eylemleri kullanılarak, herhangi bir değişiklik durumunda karşılaşılabilecek tehditlere yönelik yanıt vermeye çalışılır. Gelecekte meydana gelecek değişiklikler için uyarlanma maliyetleri ve gecikme riskleri iyi analiz edilmeli ve başlangıçtan itibaren ona göre esnek tasarım çözümleri geliştirilmelidir.

4.2.7. Seçenekler analizi, aşamalı tasarım ve uygulama

Planlama sürecinde, mevcut politika seçeneklerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi aşaması önemlidir. Politika seçenekleri; terminali veya tesisleri genişletmek, yeni bir terminal inşa etmek, yeni bir pist eklemek, mevcut pisti uzatmak, terminal veya pisti daha verimli kullanmak, terminal düzenini değiştirmek ve gürültü yalıtımı yapmak gibi eylemlerden oluşmaktadır (Kwakkel, Walker, & Marchau, 2010, s.

259). Esnek bir havaalanı tasarımı amacıyla oluşturulan seçeneklerin de esnek olması gerekir. Esnek seçenekler, Magalhães ve arkadaşları tarafından ‘stratejik seviye’ (bir sezondan uzun süren eylemlerle ilgili), ‘taktik seviye’ (sezon süresince olan eylemlerle ilgili) ve ‘operasyonel seviye’ (haftalık veya günlük sürede olan eylemlerle ilgili) olmak üzere üç seviye de incelemiştir. Stratejik seviyedeki esnek seçenekler, genişlemeye olanak tanıyan arazi kullanımı ve modüler terminallerin kullanımı gibi seçeneklerden oluşurken; taktik seviyedeki esnek seçenekler, terminal düzeninde veya işlevlerinde değişim kolaylığı, terminal içindeki alanların tasarımı ve bölme duvar kullanımı gibi seçeneklerden oluşur. Operasyonel seviyedeki esnek seçenekler ise, iç ve dış hatlar arasındaki döner kapıların ve hareketli sistemlerin kullanımı gibi seçeneklerden oluşmaktadır (Magalhães, Reis, & Rosário, 2013, s. 10). Bunlar dışında, De Neufville ve Belin’in (2002) önerdiği tesislerin ortak kullanımı yaklaşımı ve Bonnefoy ve arkadaşlarının önerdiği çoklu-havaalanı sistemleri (2010) yaklaşımı, esnek seçeneklere örnek olarak verilebilir.

Havaalanı planlama ve tasarımı için tüm olası seçenekler listelendikten sonra bu seçeneklerin olumlu veya olumsuz yönleri, fırsatları, riskleri vb. durumlarına yönelik analizleri yapılmalıdır. Belirsizliklerle başa çıkmaya yönelik olarak De Neufville ve Belin tarafından gerçek seçenekler analizi önerilmektedir (Magalhães, Reis, & Rosário, 2013, s. 6). Bu yazarlar, esnekliğin değerini değerlendirmek için gerçek seçenek analizinin gerekli olduğunu savunurlar. Gelecekteki genişlemeler için veya ihtiyaç halinde kullanım için arazi ayırma işlemi, gerçek seçenek oluşturmanın örneklerinden biridir. Gerçek seçenek yaklaşımıyla, havaalanında oluşan talep artışı doğrultusunda terminallere yeni modüller eklenerek genişleme sağlanabilir veya politikada planlanan fakat henüz inşa edilmeyen pist, kapasite artışı durumunda inşa edilebilir. Aynı yaklaşımla, arazi için planlanan işlemler (tesislerin ve hizmetlerin başka yere taşınması gibi), herhangi bir tetikleyici gelişme olduğunda başlatılırlar.

Seçeneklere yönelik karar aşamasında, bilgilere dair güvenilir veriler elde edilmiş olsa da geleceğin bazı risk ve belirsizlikler içerdiği gerçeği unutulmamalıdır. Belirsizlik durumunda karar verme aşaması, olası durumları tahmin edebilecek bilgilere sahip olamama, olası sonuç ve etkilerini bilememe, çevredeki neden-sonuç ilişkilerinden haberdar olamama gibi birçok süreçle karşılaşmaktadır (Yaşlıgoğlu, 2008, s. 12-13). Belirsiz altında karar verme durumları için teorisyenler tarafından; olasılık dağılımının hiç bilinmediği durumlarda tüm olasılıkların eşit kabul edilip getirilerinin hesaplanıp en

yüksek değere sahip seçeneğin kabul edildiği ‘Laplace Ölçütü’, her bir alternatifin olabilecek en kötü sonucunun tahmin edilerek bu tahminler arasından en düşük zarara neden olacak alternatifin seçildiği ‘Kötümserlik Ölçütü’, her bir alternatifin olabilecek en iyi sonucunun tahmin edilerek bu tahminler arasından en büyük kazancı ve en düşük maliyeti sağlayacak alternatifin seçildiği ‘İyimserlik Ölçütü’ ve her bir alternatif için en iyi ve en kötü sonuçların değerlendirilerek bu sonuçlara kendi iyimserlik seviyesi ile ağırlıklar verilip en yüksek ağırlığa sahip sonucun tercih edildiği ‘Hurwicz Karar Ölçütü’ olmak üzere bazı yöntemler geliştirilmiştir (GÜRAVŞAR GÖKÇE, 2014, s. 86).

Geleceğe yönelik seçeneklere ilişkin karar alma sürecinde salt teknik yöntemlere dayanmak yeterli olmadığı için stratejik önlemler ve politikalar geliştirmek gerekmektedir. Tez çalışmasında önerilen yaklaşım, seçenekler için karar verme sürecini, birden fazla düzeyde gerçekleştirerek; ulusal yetkililer, havaalanı sahipleri, tasarımcılar ve yöneticilerin birlikte adım adım ve durumlara bağlı olarak şekillenen bir süreç içerisinde uygulama aşamasına eklemeler yapmasına olanak sağlamaktadır. Yeni yaklaşım çerçevesinde, gerçek seçenekler oluşturmak ve ona göre değerlendirmeler yapmak çok önemlidir. Gerçek seçenek yaklaşımıyla, oluşabilecek riskler değerlendirilerek; korunma eylemleri gerçekleştirilebilir ve gerekli önlemler alınabilir. Örneğin, havaalanının gelişmesi durumunda, yeni bir terminalin inşa edilmesi uzun bir süreci gerektirir. Bu süreçte, yeni terminal yatırımını gereksiz kılan değişiklikler meydana gelebilir. Böyle durumlar için, yatırımların ve uygulamaların aşamalı olarak gelişim göstermesi sağlanmalıdır. Böylece yeni terminal için ilk aşamada arazi edinildikten sonra hala gerekli olursa terminal binasının temel çalışmalarına ve daha sonraki aşamada hala gerekliyse inşaatına başlanmalıdır. Bu örnekte, gerçek seçenekler oluşturularak, kademeli bir yatırım benimsenmiş ve gereksiz yatırım riskleri azaltılmaya çalışılmıştır. Önerilen yeni yaklaşım, belirsizliği, araştırma, tahmin, politika, karar verme ve uygulama aşamalarında kademeli bir sistem içerisinde araştırmakta ve yine aşamalı bir bütünlük içerisinde, bu sorunun giderilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır.

Önerilen yaklaşım Edwards’ın savunduğu teoriden yola çıkarak, bina tasarım sürecinde ilk olarak daha az değişime uğrayan bölümlerin tasarlanmasını, proje süreci ilerledikçe öngörülemeyen değişimlere göre şekillenmesi gereken alanların tasarlanmasını önermektedir.

4.3. Terminal Tasarımında Mekânsal Planlama

Havaalanı terminal binası planlaması, yolcular ile bagajlarının hava ve yer ulaşım sistemleri arasında en rahat, en uygun ve en düşük maliyetli ulaşımını sağlayarak; değişen trafiğe yanıt verebilecek ve ihtiyaç halinde esneklikle yanıt veren çözümler bulabilecek tasarımları üretmeyi amaçlar. Havaalanı terminal binası planlamasındaki en önemli hedeflerden biri bütün hizmetler için maliyeti optimumda tutarak verimi maksimumda sağlayacak çözümler bulmak ve muhtemel genişlemeler için esnekliği ve gerekli planlamaları sağlayacak önlemler almaktır. Planlama hedeflerine ulaşmanın temel taşı basitlikten geçer; basitlik, kolay ve belirgin akış güzergahlarıyla sağlanır. Basit olmayan karmaşık güzergahlar, sabit ve genişlemeye izin vermeyen planlara neden olabilir. Havaalanı Planlama Kılavuzu'nda basitliğe ulaşmanın temel faktörü, fonksiyonların birbirinden ayırt edilmesi olarak ileri sürülmüştür. (ICAO, 1987, s. 148-150).

Havaalanlarında terminal binaları diğer tesislerden ayırt edilmelidir. Yani parklar, kontrol kuleleri ve diğer işlem blokları gibi tesisler, terminal binalarıyla bir arada planlanmamalıdır çünkü bu durum gelecekteki olası ek yapıların ve esnekliğin önüne engel olarak çıkabilir. Bunun dışında terminal binalarındaki katmanlar da birbirinden ayırt edilmelidir. Terminal binalarındaki altyapı, yapı ve dış duvarlar, iç mekanlar (terminal içindeki alanın kullanımı) ve hizmetler farklı değişim sürelerine sahiptir. Terminal iç tasarımında, yönetim, teknoloji, rekabet, ticari baskı ve tasarım standartlarındaki değişim gibi nedenlerden dolayı diğer alanlara göre daha sık değişimler meydana gelmektedir. Bu yüzden terminal bölümleri, ayrı katmanlar olarak tasarlanmalı ve bu katmanlar arasında bir miktar kopmaya izin verilmelidir. Bu sayede, katmanlar daha bağımsız ve esnek tasarlanabilir ve herhangi bir katmandaki değişiklikten diğer katmanların etkilenmesi önlenir.

Terminal tasarımı planlama esaslarında, gelişim planlarının sadece kavramsal çalışmalar ve çizimlerle sınırlı tutulması gerektiği önerilmektedir. Çünkü çizimler, detaylı planlama aşamasında, son tasarım ve inşaat aşamasında birçok değişikliğe uğrayarak farklı sonuçlar ortaya çıkarır.

Havaalanı terminal binası mekânsal planlamada dikkat edilmesi ve uyulması gereken birçok faktör vardır. Bu faktörler; yolcuların ulaşım araçlarına (özel veya toplu) geçişlerini kolaylaştırmak, pist sisteminin barındırabileceği uçak tipleri ve kategorisine göre terminal konsepti planlarını belirlemek, kontrol ve işlemler için gerekli alanları

sağlamak, terminal binalarını olabildiğince pistlere yakın yerleştirmek, genişletilebilirlik ve esneklik prensiplerini dikkate almak gibi birçok veriden oluşur. Bu faktörler önemle dikkate alınarak planlama hedeflerine ulaşmaya çalışılmalıdır.

Butters (2010), havaalanı için esnek planlama stratejileri oluştururken, bazı önemli hususların olduğunu ve aşağıdakilerin tümü veya birçoğunun sağlanması gerektiğini öne sürmüştür (Butters, 2010):

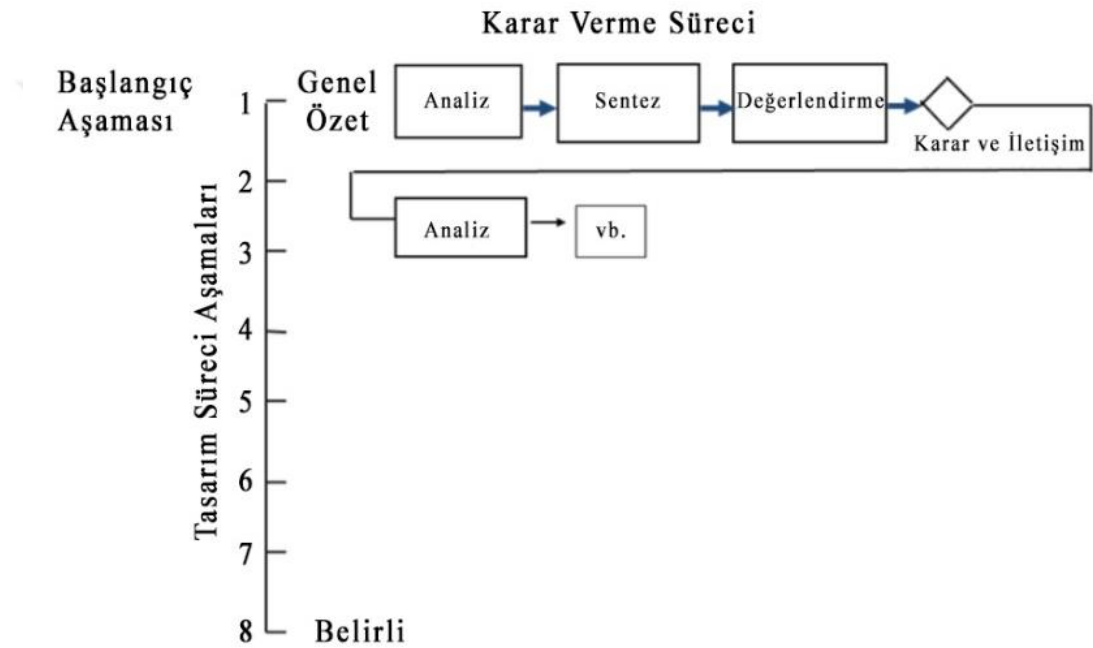
1. Gelecekte operasyonel bir işlevin genişlemesine izin verebilecek tampon alanları dahil etmek;
2. Alan kullanımını ve ekipman düzenini optimize etmek;
3. Ek bitişik tesisler ile operasyonel olmayan işlevleri operasyonel olanlara dönüştürmek; (örneğin güvenlik tarama alanına dönüştürülen perakende alanı)
4. Daha geniş operasyon alanları oluşturmak için uzak konumları belirlemek ve çekirdek dışı fonksiyonları yeniden konumlandırmak;
5. Daha fazla alan inşa etmek;
6. Hareket etmesi veya taşınması pahalı olan dolaşım çekirdeği gibi sabit noktalardan kaçınmak;
7. Bir havalimanı terminalinin yerleşimi, verimli yolcu işlemenin sağlanmasında önemli bir role sahiptir.

Havaalanı terminal mekânsal planlaması için esnek ve optimum çözümler elde etmenin yolu, süreci ve mekanları entegre ederek maksimum esnekliği sağlamaya yönelik hedefler geliştirmektir. Havaalanı terminal binaları için esnek mekânsal düzenler geliştirme konusuna yönelik fikirler ve öneriler sonraki bölümlerde detaylıca işlenmektedir.

4.3.1. Tasarım sürecinin tanımlanması ve süreç haritası

Bu bölümde tasarım sürecinin tanımı yapılarak, terminal yerleşimi tasarım süreci aşamaları incelenmektedir ve bir sürecin görsel olarak anlaşılmasını sağlayan ‘süreç haritası’ oluşturulmaktadır. Tasarımcıların hemen hemen her projede kullandıkları ‘tasarım süreci’ kavramı, projelerin tasarım aşamasından tamamlama aşamasına kadar tahmin edilebilir ve mantıklı bir sırada ortaya çıkan tanımlanabilir faaliyetlerinin dizileri olarak görülebilir. Süreç tablosu ise, bir süreçteki girdilerin sonuç ve çıktılara çevrilmesini görsel olarak sunmaya yarar. Geleneksel olarak tasarım süreci, proje tasarım aşamasından (konsept çizimler) inşaat aşamasına kadar bir dizi aşamayı takip etmektedir.

‘Tasarım süreci’, İngiliz Kraliyet Mimarlık Enstitüsü tarafından, sürecin sıralı aşamalarını içeren ‘birinci boyut’ ve karar verme sürecini içeren ‘ikinci boyuttan’ oluşan ‘iki boyutlu bir süreç’ olarak tanımlanmıştır (Royal Institute of British Architects, 1973). Aşağıdaki şekilde bu süreci gösteren (Şekil 4.4) ‘birinci boyut’, dikey bir zaman çizgisinde problemi tanımlama ve programı projenin uygulama aşamasına indirme aşamalarından oluşurken; ‘ikinci boyut’, yatay bir çizgide tasarım sürecinin her düzeyinde (analiz, sentez, değerlendirme ve karar verme) meydana gelen ve tekrarlanan işlemlerle karar verme sürecinden oluşmaktadır.



Şekil 4.4. İki boyutlu bir süreç olarak tasarım süreci (Royal Institute of British Architects., 1973)

Birçok teorisyen, tasarım sürecinin doğasına odaklanmış ve başarılı bir mimari sonuç elde etmek için tasarımlarında bazı ardışık aşamalar koyarak tasarım sürecini incelemişlerdir. Mimarların tasarım süreci aşamalarına ilişkin görüşleri birbirinden farklı olduğu için ortaya çıkan modeller farklılaşmaktadır. Aşağıdaki tablo da (Tablo 4.2) bazı mimar ve kuramcılarının tasarım süreci aşamalarıyla ilgili görüşleri bulunmaktadır. Örneğin, Asimow (1962) tasarım süreci aşamalarını, ‘Temel İhtiyaçlar, Fizibilite Etüdü, Ön Tasarım, Detaylı Tasarım, Üretim Planlaması, Dağıtım Planlaması, Tüketim Planlaması ve Proje Teslimi’ olarak gruplandırmıştır.

Tablo 4.2. Bazı mimar ve kuramcıların tasarım süreci aşamalarıyla ilgili görüşleri (Wardah & Khalil, 2013)

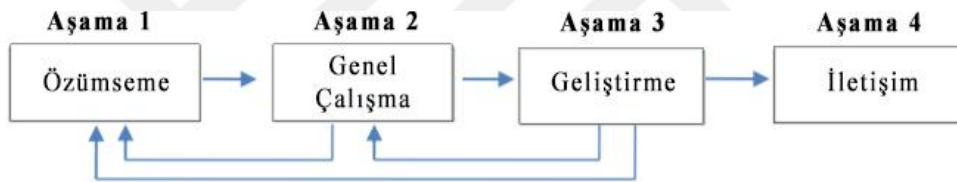
	Asimow 1962	Riba 1967	Benett 1973	(C-B-C) 1979	Laseau 1982
Tasarım Öncesi Aşama	1 Birincil İhtiyaçlar 2 Fizibilite çalışması	Bilgilendirme 1 Başlangıç 2 Fizibilite çalışması	1 Bilgi toplama	Tasarım konsepti 1 Tasarım konsepti planlama 2 Tasarım konsepti uygulama	1 Program
Ön tasarım	3 Ön tasarım	Çizim planları 3 Taslak önerisi 4 Şema tasarımı	2 Genel Alternatif Çözümler 3 Çözüm seçimi	Ön tasarım 3 Tasarım çizimi 4 Tasarımlı çizim üretimi	2 Şematik tasarım 3 Ön tasarım
Tasarım Geliştirme	4 Detaylı tasarım 5 Üretim planlaması	Çalışma çizimleri 5 Detaylı tasarım 6 Üretim bilgisi 7 Hakediş-Metraj 8 İhale eylemi	4 Detaylı tasarım 5 Tasarımı sunmak	Çalışma çizimleri 5 Üretim çizimi 6 Üretim çizim planlaması 7 Bina üretim planlaması	5 Tasarım geliştirme 6 Sözleşme belgesi
Yapı Tasarımı	6 Dağıtım planlaması 7 Tüketim planlaması 8 Üretim planlaması	Site işletimi 9 Proje planlama 10 Yerde çalışma 11 Tamamlanma 12 Geri bildirim	6 İnşaat 7 Değerlendirme	8 Bina üretim işlemleri	7 İnşaat
Referanslar	RIBA's Hand Book 1973	G. Broadbennett 1973	Design In Architecture – Al-Wareh, M 1979	Architecture for Quality – Laseau 1982	Graphic Thinking for Architects & Designers

Tablo 4.3. Bazı mimar ve kuramcıların tasarım süreci aşamalarında karar verme ile ilgili görüşleri (Wardah & Khalil, 2013)

	Archer 1969	Jone 1970	Rittel 1972	RIBA 1973	Laseau 1982
Analitik Aşama	1 Bilgilendirme 2 Programlama 3 Veri toplama 4 Analiz	1 Diverjanlar (problemin girilmesi, toplama ve analiz bilgileri)	1 Sorunun girişi 2 Toplama ve analiz bilgileri	1 Asimilasyon 2 Genel çalışma	1 Sorun tanımı 2 Bilgi toplama
Sentez- Yaratıcı Aşama	5 Sentez 6 Geliştirme	2 Dönüşüm (geliştirme çözümleri)	3 Geliştirme çözümleri	3 Geliştirme	3 Alternatif geliştirme
Değerlendirme -Uygulama Aşaması	7 İletişim 8 Çözüm	3 Yakınsama Değerlendirmesi-iletişim	4 Çözüm seçimi 5 İletişim ve uygulama	4 İletişim	4 Alternatif değerlendirme 5 Çözüm seçimi 6 İletişim
Referanslar	Archer – 1969 'Structure of the design process'	Jones – 1970 'Design Methods: seeds of human futures'	Rittel – 1972 'On the state of the art in design methods'	RIBA's Hand book 1973	Laseau – 1982 'Graphic Thinking for Architects & Designers'

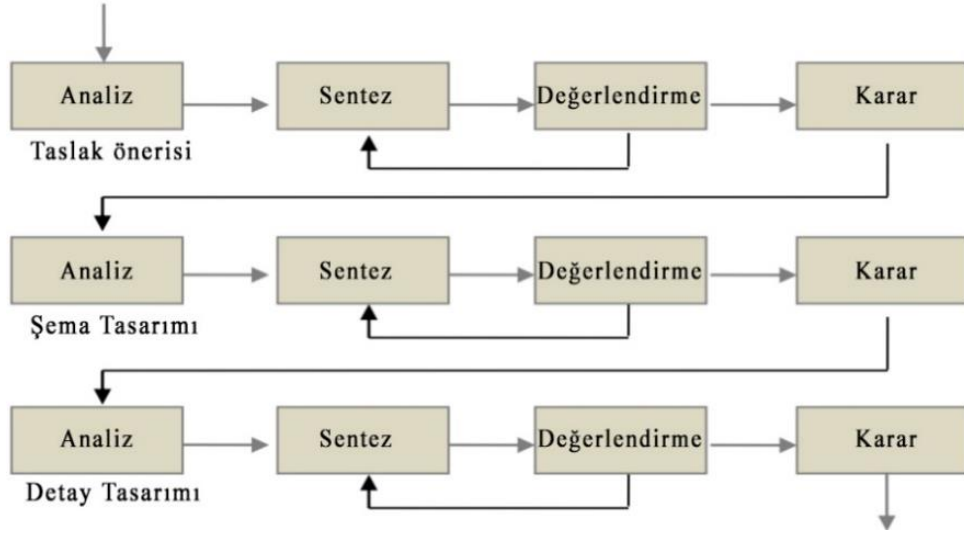
Diğer tablo da (Tablo 4.3) ise, bazı mimar ve kuramcılarının tasarım süreci aşamalarında karar verme ile ilgili görüşleri bulunmaktadır. RIBA Mimari Uygulama ve Yönetim El Kitabında (1965) tasarım sürecinin aşamaları dört kategoriye ayrılmıştır. RIBA tarafından yaygın olarak kabul edilen tasarım süreci haritasında (Şekil 4.5), belirlenen aşamaların mutlaka ardışık olması gerekmediği ve aşamalar arasında öngörülemeyen geçişlerin olabileceği belirtilir. Dört aşama şunlardır (Royal Institute of British Architects, 1973);

1. Asimilasyon: tasarım problemiyle ilgili genel bilgilerin toplandığı ilk aşamadır;
2. Genel Çalışma: toplanan bilgilerle sorunlar araştırılır ve olası çözüme yol açar;
3. Geliştirme aşaması: geçici çözümlerden birinin veya daha fazlasının geliştirilmesi üzerinde durur ve daha çok malzemelerin ve bina sistemlerinin teknik yönlerine odaklanır;
4. İletişim: tasarım ekipleri arasında olası çözümleri paylaşan son aşamadır.



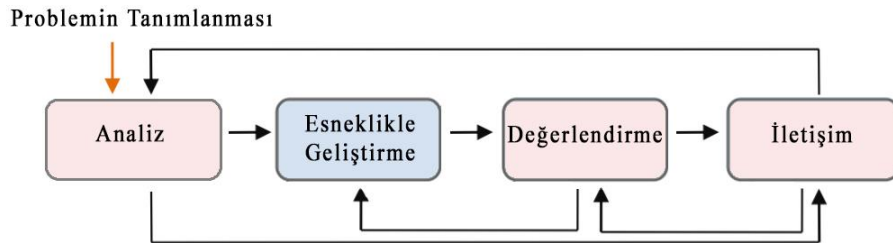
Şekil 4.5. RIBA tasarım süreci haritası (Markus, 1969)

Marcus ve Mayer, mimari tasarım sürecinin haritalarını (Şekil 4.6) ayrıntılı olarak detaylandırarak; tasarım yönteminin hem 'karar dizisi' hem de 'tasarım süreci' gerektirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca tasarımların, sürecin detay seviyelerinde (sırasıyla taslak önerisi, şema tasarımı ve detay tasarımı) analiz, sentez, değerlendirme ve karar verme aşamalarından geçmeleri gerektiğini önerirler (Maver, 1970). Bu model, bir tasarım sürecinin tasarım, analiz, sentez ve değerlendirme / karar nesnelerinde meydana gelen ve döngülerle ileri geri giden yinelemeli bir karar verme sürecinin yatay bir formülasyonudur. Bir işlemten diğerine dönüş döngülerine izin vermek için bir tasarım süreç haritasının analizi, sentezi, değerlendirilmesi ve kararı gerekmektedir. Analiz, mevcut bilgilerin bulunmasını, ilişkilerin keşfedilmesini ve sorunun tanımlanmasını sağlarken; sentez, sorunlara yanıt oluşturur; değerlendirme ise, önerilen çözümün analiz aşamasında elde edilen hedeflere karşı eleştirel olarak değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu tasarım süreci haritaları, mevcut araştırmada önemli bir etki sağlamış; değişen ortama daha uyumlu bir süreç haritası oluşturulmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.6. Markus ve Maver tasarım süreci haritası

Geleneksel tasarım metodolojileri sıralı bir şekilde genellikle ilk olarak analiz, ardından sentez ve sonra değerlendirme tasarım süreçlerinden geçme eğilimi gösterirken, yeni tasarım metodolojileri, herhangi bir aşamaya farklı düşünme biçimlerinin katılmasını sağlamaktadır. Havaalanlarının esneklikle aşamalı bir şekilde tasarlanabilmesi amacıyla bu tez çalışmasında önerilen yeni tasarım süreci haritası (Şekil 4.7), her bir fonksiyondan önceki tüm fonksiyonlara (tasarımcıların analiz aşamasından proje tamamlanma aşamasına kadar) bir dönüş döngüsü içeren daha genel bir süreç sunmaktadır. Ayrıca tasarımcılara yönelik esnek çalışmaya ve esnek çözümler üretmeye yardımcı olmak için tasarım sürecinin ön tasarım aşamasında bir aşama eklemeyi önermektedir, böylece tasarım süreci yeniden tanımlanır. Tasarım süreci haritasına, yeni bir “esneklikle geliştirme” teriminin eklenmesiyle, belirli bir havalimanına ilişkin sürecin ve çözümlerin esneklikle yönetilmesi önerilmektedir. Analiz, esneklikle geliştirme ve değerlendirme aşamaları arasında geri dönüş döngüleri bulunurken, ayrıca analiz ve iletişim arasında doğrudan bir bağlantı sağlanmaktadır.



Şekil 4.7. Önerilen tasarım süreci

Yeni tasarım süreci; ‘Veri toplama, tasarım konsepti planlama, alternatif çözümler, genel taslak önerisi, çözüm seçimi, detaylı tasarım, üretim planlaması, inşaat ve geri bildirim’ olmak üzere dokuz aşamadan oluşmaktadır. Veri toplama ve tasarım konsepti planlama aşamaları, ‘Tasarım Öncesi Aşama’ grubuna ait olup gerekli bilgilerin toplanması ve tasarım fikri için bir planlama yapılmasından oluşur. Alternatif çözümler, genel taslak önerisi, çözüm seçimi aşamaları ‘Ön Tasarım’ grubuna dahildir ve bu aşamalarda tasarım problemi için çözümler üretilip en uygun olanı seçilerek taslak bir öneri verilir. ‘Tasarım geliştirme’ grubunun detaylı tasarım ve üretim planlaması aşamalarında tasarımın ve çizimlerin detaylandırılması ve üretim planlaması yapılır. Son olarak ‘Yapı Tasarımı’ grubunu oluşturan inşaat ve geri bildirim aşamalarında ise bina yapım işlemleri tamamlanır; geri bildirim sağlanır.

4.3.2. Fiziksel, mekânsal, fonksiyonel olarak katmanların ilişkileri

Bina katmanları kavramı, ilk olarak Duffy’nin (1989) dört bina katmanını tanımladığı katman teorisiyle ortaya çıkmış (Kabuk, Hizmetler, Manzara ve Düzen), sonrasında bu teori Stuart Brand (1994) tarafından farklı ömürlere sahip altı katman (alan planı, malzeme, kabuk, hizmetler, arazi, yapı) olarak geliştirilmiştir. Edwards (2005), havaalanları için ayrı katman teorisinin, diğer alanlarda bozulma olmadan yenilenebilme açısından esneklik sağlamada önemli olduğunu vurgulamıştır. Terminal binalarında katmanların ayrı tanımlanması, gelecekteki değişim ve taleplere yanıt verebilmeyi veya uyarlayabilmeyi sağlamada yardımcı olmaktadır.

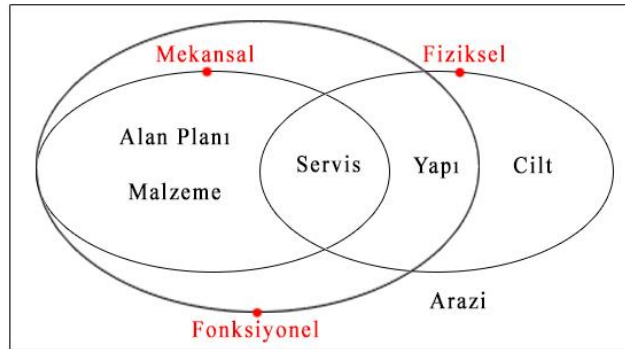
Tez kapsamında önerilen yeni yaklaşım, tasarım sürecinde bir takım esnekliğe izin veren ve bazı riskleri kabul eden Butters’ın (2010) önerdiği yaklaşımı benimseyerek, ilk olarak zamanla az değişen unsurların (bodrum, yapı, vb.) tasarlanıp; projenin ilerleyişinde güvenlik ve teknoloji de öngörülemeyen gelişmelere göre değişmesi muhtemel alanların tasarlanması sürecini savunur. Büyük projeler için ideal olan bu yaklaşım, ‘İlerici Sağlamlık’ olarak adlandırılır ve tasarım ekibinin proje boyunca gerekli değişiklikleri yapmasına olanak tanır (Butters, 2010). Örneğin; beş yıllık inşaat programı olan büyük ve maliyetli bir projede her şeyi başlangıçta tasarlamak ve gereken tüm çizimleri hazırlamak için ortalama bir yıl gerekir. Bu durum, hem uzun bir süre gerektirdiği için gecikmeye hem de bazı varsayımların düşünmeden tasarlandığı esnek olmayan bir planlamaya neden olur. Bunlara ek olarak, gelecekteki güncel gereklilikleri karşılayabilmesi için büyük bir maliyete ihtiyaç duyar. Bu yüzden farklı değişim

sürelerine veya ömürlere sahip unsurlar, ayrı katmanlar olarak planlanmalı ve aşamalı tasarım süreciyle tasarlanmalıdır. Aşağıdaki tablo da (Tablo 4.4), havaalanı terminalleri için altı ayrı katmanın bileşenleri genel olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Katmanların Bileşenleri

KATMANLAR				
Yapı (Strüktür)	Duvarlar	Kolonlar	Döşemeler	Sütunlar
	Kirişler	Çatılar	Temeller	Kemerler
Cilt (Kabuk)	Zemin Döşeme Sistemi		Üst Sınıf Duvar Sistemi	
	Çatı Sistemi		Pencereler, Kapılar, Işıklıklar vb.	
Malzeme	Mobilyalar	Sistemler	Eşyalar	
Arazi	Arazi Alanı			
Servis (Hizmetler)	Havalandırma	Isıtma	Sıhhi Tesisat	Soğutma
	Aydınlatma	Akustik	Bilgi ve İletişim Teknolojisi	
Alan Planı (Kat Planı)	Terminal Girişi	Check-in	Yolcu Salonları	Güvenlik
	Terminal Çıkışı	Karantina	Biniş alanı	İniş alanı
	Havayolu Tesisleri	Yeme-İçme	Gümrük ve göçmenlik	WC
	Sıvıların, aerosollerin ve jellerin taranması vb. birçok alan			

Mekânsal, fiziksel ve fonksiyonel alanlardaki değişikliklerin, Brand'ın önerdiği altı katman (alan planı, malzeme, cilt, hizmetler, arazi, yapı) üzerindeki etkileri, Şekil 4.8'de gösterilmektedir. Mekânsal yerleşimdeki değişimler, alan planı, malzeme ve servis katmanları üzerinde etkilere neden olurken; fiziksel yapıdaki değişimler, servis, yapı ve cilt katmanları üzerinde; fonksiyonel yapıdaki değişimler ise, malzeme, servis, alan planı ve bazı durumlarda yapı katmanları üzerinde etkili olmaktadır.



Şekil 4.8. Mekansal, fiziksel ve fonksiyonel değişikliklerin katmanlar üzerindeki etkisi

Slaughter (2001), fiziksel, mekânsal ve fonksiyonel olarak üç kategoriye ayrılan bina sistemlerinin (katmanlarının), etkileşime girerek; ortaya çıkan değişikliklere yanıt verebilme esnekliğini etkileyeceğini savunmaktadır (Slaughter, 2001, s. 211). Markus (1980) ise, sistemler arasındaki etkileşim düzeyinin, tasarım sürecini, tasarım bileşenlerinin örgütlenme modelini, binanın zaman içindeki değişimlere yanıt verebilme düzeyini ve tasarım esnekliğini etkilediğini savunur (Markus & Morris, 1980). Bu yönde terminal binalarındaki etkileşimler, yolcu hareketleri ve faaliyetlerinden yola çıkılarak; fiziksel, mekânsal ve fonksiyonel olarak sınıflandırılıp, sistemlerin ve birimlerin birbirleriyle olan ilişkileri, bağlantılar ve bağımsızlıklar açısından değerlendirilebilir.

Bina sistemlerindeki fiziksel etkileşimler; bileşenler arasındaki bağlantı, bitişiklik ve dayanma gibi durumlarla oluşmaktadır. Çatının yapıya mekanik olarak bağlanması fiziksel etkileşimin örneklerinden biridir. Servis sistemlerinde değişim, bakım ve onarım esnekliğini korumak için ısıtma, soğutma ve havalandırma vb. ekipmanların yapı bileşeni olan yükseltilmiş döşeme içine yerleştirilmesi yerine kabuk içinde yatay/düşey kanallarla sergilenmesi fiziksel etkileşimin diğer bir örneğidir. Başlangıçta sergileme yaklaşımı daha maliyetli olsa da bakım, onarım ve değişim kolaylığı sağlaması ve esneklik kazandırması açısından oldukça değerlidir. Renzo Piano'nun tasarladığı Osaka'daki Kansai Havalimanı Terminali ve Bodrum Havaalanı Terminali bu yaklaşımın örneklerindendir (Utkutuğ, 1999, s. 30).

Fonksiyonel etkileşimler, benzer faaliyetleri veya fonksiyonları barındıran alanları, bağlantılı veya bağımsız olarak gruplandırarak tek bir alanda hangi çeşitli faaliyetlerin gerçekleştirilebileceğine ışık tutmaya yardımcı olur. Örneğin check-in faaliyetlerine dair etkileşimler, check-in kuyruğu ve check-in kontuarları olarak; güvenlik taramasına dair etkileşimler ise, güvenlik hazırlığı, güvenlik kuyruğu ve güvenlik denetimi sayaçları olarak tek bir grupta toplanabilir. Böylece alanlar, etkileşim ilişkilerine göre kategorize edilerek, mekânsal yerleşim planlamasında esneklik sağlamak amacıyla değerlendirilebilir.

Mekânsal etkileşimler, yolcu ve bagaj akış güzergahında zorunlu veya isteğe bağlı alanların bağımlılık veya bağımsızlıklarına göre ilişkileri, mekânsal yerleşim düzeni açısından önemlidir. Havaalanında yolcu faaliyetleri; giden yolcu, gelen yolcu ve aktarma yolcusu için farklı akışlardan oluşmaktadır. Gidiş faaliyetlerinin dört ana alanı check-in, güvenlik, gümrük ve göçmenlik ve biniş alanından oluşurken; gelen faaliyetleri, iniş alanı, kontrol, bagaj teslimi ve gümrük alanlarından oluşur (Simarmata, Keke, & Akbar,

2018, s. 905). Bu alanlar arasında, isteğe bağlı faaliyetlerin (wc, alışveriş, yeme-içme vb.) gerçekleştiği tesisler bulunmaktadır. Örneğin, yolcular terminale vardıklarında karar verme aşamasından sonra isteğe bağlı tesislere gidebilirler veya check-in alanına ilerleyebilirler. Fakat güvenlik alanından gümrük ve göçmenlik alanına ilerleme gerekliliği örneğindeki gibi bazı alanlar arasında karar noktası yoktur. Bu durumda, bazı tesislerin mekânsal olarak yakın veya bitişik olarak gruplandırılması gerekmektedir. Vaka çalışması bölümünde havaalanı yolcu faaliyetlerine göre zorunlu alanlar ve isteğe bağlı alanlar gruplandırılmıştır.

Tez kapsamındaki yaklaşım, mekân yerleşimini belirlemek amacıyla yolcu faaliyetlerini ve yolcu akışını baz almaktadır. Yolcu faaliyetlerinden ve etkileşimlerinden yola çıkılarak mekânsal ilişkilerin tanımlanması yapılır. Mekânları faaliyet ilişkilerine göre gruplandırma, etkileşim içinde olan ve ortak bir alanda gerçekleştirilen faaliyetlerin tek bir alan olarak kabul edilmesiyle yapılmıştır. Terminal yapılarında birçok faaliyet tek bir alanda etkinlik gösterebilir, bu yüzden benzer veya aynı amaçla yapılan faaliyetlerin alanları gruplandırılır.

4.3.3. Mekânsal komşuluk ve bitişiklik analizi

Mimari tasarım; mekanların boyutlarını, biçimsel özelliklerini, birbirleriyle olan ilişkilerini ve kurgularını tanımlamaktadır. Mekânsal kurgu; boşluk, mekân ve sınır kavramlarının ilişki düzenleriyle ilgilidir. Boşluk, mekanlar arasında bağlantı kurarken; sınır, mekanları fiziksel olarak tanımlamaktadır. Mekânsal komşuluk kavramı, mekânların birbirine bağlanmasıyla oluşan, uzaklığın geometrik yakınlıktan ziyade topolojik olarak geçilen bağlantı sayısı ile ilgili olduğu kurgusal ilişkiyi içermektedir. Bu durumda ilişkili yakınlık, ilişkisiz sınırdışlığa göre daha anlamlıdır (Erman, 2017, s. 166). White'a göre mekân komşuluk analizi, mekanlar arasındaki bağlantılara ve iş akışı ilişkilerine yönelik fikir sağlamaktadır (Augustin & Coleman, 2011).

Mekansal komşuluk kavramı, Şekil 4.9'da Hillier'in basitçe gösterdiği bir örnekle açıklanmaya çalışılmıştır. Şekil 4.9.a'da dikdörtgen 'a' ve 'b' olarak bölünerek, aralarındaki geçirgenlik tek bir kapıyla sağlanırken; Şekil 4.9.b'de hem 'a' hem de 'b' mekanlarından 'c' mekanına; Şekil 4.9.c'de ise sadece 'a' mekanından 'c' mekanına geçirgenlik bulunmaktadır. Şekil 4.9.b ve Şekil 4.9.c'de görüldüğü üzere 'a' ve 'b' mekanlarına 'c' mekanının eklenmesi, mekânsal ilişkileri değiştirmiştir. Şekil 4.9.d'deki grafikte (Şekil 4.9.b'yi anlatan grafik) 'a' ve 'b' mekanlarından 'c' mekanına geçiş

dan ‘B’ ye gidebilmek için yedi tane geçişi geçmek gerekmektedir. İki şekilde de mekanlar geometrik olarak aynı uzaklıkta (sınırdas) olsalar da topolojik uzaklıkları değişmektedir. Şekil 4.10.i’de iki mekan topolojik olarak Şekil 4.10.ii’deki mekanlara göre daha yakın varsayıldığı için mekânsal komşuluk kavramı, geometrik yakınlık yerine mekânsal geçişlerin oluşturduğu ilişkilerin yakınlığı olarak görülebilir (Erman, 2017, s. 167)

Komşuluk analiziyle mekanlar arasındaki ilişkileri, bitişiklik analiziyle ise mekanlar ve kenarları arasındaki bağlantı/bitişiklik ilişkilerini analiz etmek mümkündür. Mekansal bitişiklik analizi, bir bütün oluşturacak ortak özelliklere sahip alan olan bitişik alanların analizini sağlamaktadır. Mekansal bitişiklik analizleri için ilişkiler matrisi, kabarcık grafiği ve zoning diyagram olmak üzere üç gösterim grafiği kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında, havaalanı yolcu faaliyetleri ve ilişkilerinden yola çıkılarak, mekânsal bitişiklik analizi kullanılmıştır. Mekansal kurguda, dolaşım geometrisinin seçimi, fonksiyonların yerleşimi, bağlantılı veya bitişik olması gereken alanlar, mekân büyüklükleri ve tesislerin ortak kullanım düzeyleri, üzerinde düşünülmesi gereken önemli konulardır. Yolcu faaliyetleri ve iş süreci modeli, fonksiyonel alanların yaklaşık konumunu ve alanların işlevsel olarak yakınlığını ve bitişikliğini ifade etmek için kullanılır. Örneğin, check-in faaliyetlerine ilişkin alanlar yakın mesafede bulunmalıdır. Aynı zamanda fazla kilolu veya ek bagaj ücretinin ödenmesi de check-in işleminde gerçekleştirilebilir fakat bitişik olma gerekliliği olmadığından ayrı konumlandırılabilir. Kısacası, havaalanı terminal binası yerleşimi için mekânsal bitişiklik analizi, başlangıç düzeni elde etmede yarar sağlamaktadır.

Mekansal bitişiklik analizi için öncelikle mekanlar ve fonksiyonlar arasındaki ilişkilere bakmak gerekir. Havaalanı terminallerinde bulunan mekanlar arasındaki ilişkiler, Der Flughafen ve çalışma ekibi tarafından Şekil 4.11’de belirtilmektedir. Mekanlar birbirleriyle olan ilişki düzeyleri, ‘1. Derecede ilişkili’, ‘2. Derecede ilişkili’ ve ‘ilişkisi yok’ olmak üzere üç kategoride ilişkilendirilmiştir. Mekansal ilişkilere yönelik genel bir cetvel sunsa da (Şekil 4.11) bazı havaalanlarında, bölgelere, ihtiyaçlara ve özel durumlara göre bu mekânsal ilişkiler değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, salgın hastalık durumlarında karantina bölgeleri, savaş veya terör saldırılarının olduğu yerlerdeki güvenlik alanlarının artırılmış önlemlere yönelik mekanları, diğer havaalanlarına göre farklılık gösterebilmektedir.

		TERMINAL																						
		Lobi	Uçağa Erişim - Körükler	Uçağa Erişim - Taşıyıcılar	Bilet Gişeleri	Gelen Bagaj Alanları	Giden Bagaj Alanları	Bagaj Alımı	Satış Yerleri	Gümrük Denetimi	Pasaport	Güvenlik Denetimi	Uçuş	Mürettebat holü	Catering	Uçak Bakımı	Uçak Depoları ve Aletleri	Yer Ekipmanı Bakımı	Kargo	Havayolu Büroları	Havaalanı Yönetimi	WC	Gözleme Alanları	
TERMINAL	Lobi																							
	Uçağa Erişim - Körükler																							
	Uçağa Erişim - Taşıyıcılar																							
	Bilet Gişeleri																							
	Gelen Bagaj Alanları																							
	Giden Bagaj Alanları																							
	Bagaj Alımı																							
	Satış Yerleri																							
	Gümrük Denetimi																							
	Pasaport																							
	Güvenlik Denetimi																							
	Uçuş																							
	Mürettebat holü																							
	Catering																							
	Uçak Bakımı																							
	Uçak Depoları ve Aletleri																							
	Yer Ekipmanı Bakımı																							
	Kargo																							
	Havayolu Büroları																							
	Havaalanı Yönetimi																							
WC																								
Gözleme Alanları																								

	1. Derecede ilişkili
	2. Derecede ilişkili
	İlişki Yok

Şekil 4.11. Mekân İlişkileri (Der Flughafen, Edward G., Blankenship,1980) (Arusoğlu, 2010, s. 12)

GİDİŞ (DEPARTURES)	KALDIRIM KENARI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
-----------------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

LEJANT
☒ ZORUNLU
☑ BEĞENİLEN
☐ ZORUNLU DEĞİL

Şekil 4.12. Tipik bir terminal yerleşimi için fonksiyonel bitişiklik matrisi (IATA, 1989)

IATA (1989), tipik bir terminal yerleşimi için ‘zorunlu’, ‘beğenilen/istenilen’ ve ‘zorunlu olmayan’ olarak sınıflandırılan bir fonksiyon matrisi önermektedir. Şekil 4.12’de gösterilen bu matriste, iki kamu tesisinin birlikte konumlandırılması gereken bazı kısımlarının olduğu görülmektedir. Yukarıdaki şekilden (Şekil 4.12) yola çıkılarak, gidiş hareketi için bagaj sistemi ve bagaj düzenleme alanı bağlantısının ‘zorunlu’ olduğu, check-in kontuarı ve havayolu ofislerinin ‘istenilen/beğenilen’ yakınlık düzeyinde olduğu sonucuna varılabilir. IATA tarafından oluşturulan matris, havaalanları için tipik bir örnek olsa da her havaalanının aynı olmadığı unutulmamalı ve yolcu faaliyetleri göz önünde bulundurulmalıdır. Tez çalışmasında, IATA tarafından önerilen bu fonksiyon matrisi dikkate alınmış, fakat Dalaman Havaalanı örneği için kendi yolcu hareketleri, durumları ve parametreleri analiz edilerek ona yönelik bir mekânsal düzen geliştirilmiştir.

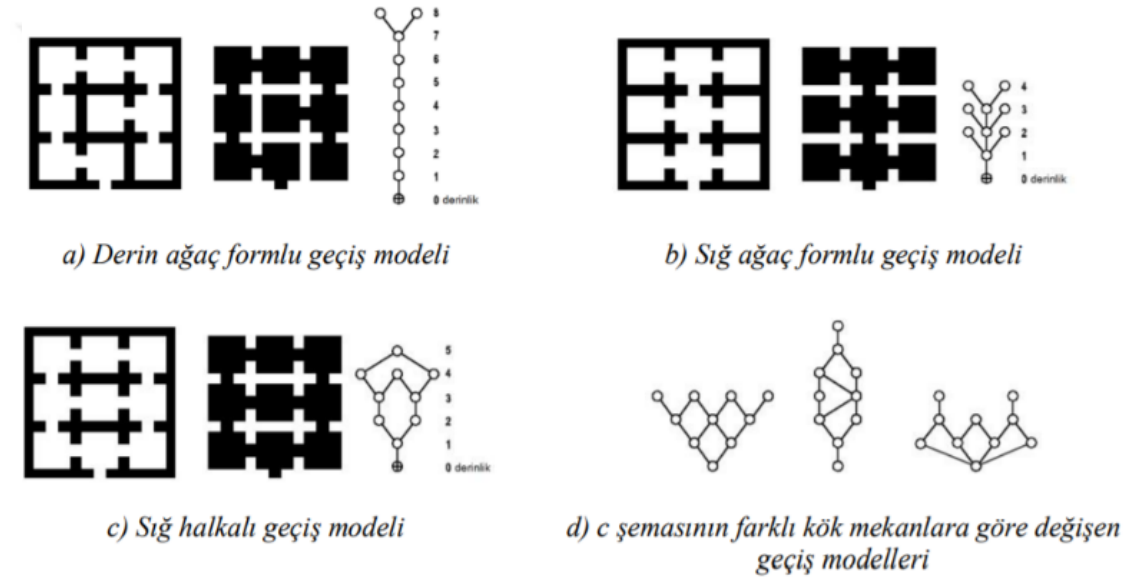
4.3.4. Mekân yerleşim planlaması

Mekân yerleşim planlaması, mimari tasarım problemlerinin en önemli ve karmaşık kısımlarından biridir ve birçok araştırmacı tarafından incelenen bir konu olmuştur (Jo & Gero, 1998). Mekanları, tasarım gereksinimlerine göre düzenleme süreci, gereksinimlerin çoğuna yanıt verebilecek bir bina tasarlamak amacıyla ve tüm durumların ve ilişkilerin incelenmesiyle oluşturulan bir bina tasarımının temel faaliyetidir (http-7). Gereksinimler, bina formunun belirlenmesinde ve mekân düzeninin oluşturulmasında büyük öneme sahiptir. Kısacası kullanıcının ihtiyacına veya gereksinimlere göre mekanların düzenlenme süreci, mekân yerleşim planlaması olarak kabul edilmektedir. Mekân yerleşim planlaması, mekân öğelerinin topolojik ilişkilerini düzenleme sürecini içeren ‘topolojik’ ve mekân elemanlarının boyutlandırılmasıyla planın geometrik özelliklerinin üretilmesini içeren ‘geometrik’ düzenlemelerden oluşmaktadır. Topolojik mekân planlaması, genellikle düğümlerin mekanları, aradaki yaylarında kabarcık diyagramı gibi grafiklerin arasındaki topolojik ilişkileri temsil ettiği bir ilişki grafiği ile sonuçlanır. Genellikle topolojik problemin gramerler kullanılarak çözüldüğü, geometrik probleminse matematiksel programlama veya optimizasyon teknikleri kullanılarak çözüldüğü uygulamalar bulunmaktadır (Jo & Gero, 1998).

Jo ve Gero (1998), mekân yerleşim planlaması için birbirleriyle yakından ilişkili olan mekân öğelerinin yakın yerleştirilmesi gerektiğini belirtir. Kalay (2004) ise belirli bir faaliyet (veya etkinlik) grubunun mekanları arasında istenen bitişiklik veya yakınlıklar

için birbirine yakın olması gereken mekanların arasındaki mesafeleri en aza indiren düzenin oluşturulması veya bulunması gerektiğini savunmaktadır.

Mekân yerleşim planlamasında, alanlar arası ilişkiler matrisinin kurulması (üçgen matrisler), bölümler arasındaki ilişki varlığının ve değerinin tanınmasını sağlamaktadır. Bu ilişkilerin bir taraflı olduğu ve karşı taraftan cevabın olmadığı durumları tanımlayan kare matrisler bulunmaktadır. Üçgen matrisler komşuluk matrisleri olarak kare matrisler ise frekans matrisleri olarak nitelik gösterirler. Bu matrislerin içerdiği ilişkiler, komşuluk, sirkülasyon frekansı durumlarına göre grafların oluşturulması mekân yerleşim planlamasının önemli adımlarından biridir.



Şekil 4.13. Farklı geçiş modeli örnekleri ve kök mekâna göre geçiş modelinin değişimi (Hillier,2007) (Erman, 2017)

Mimari plan düzenlemeleri için yapılan mekânsal ilişki örüntüleri analizinde temel yöntem geçiş (graf) diyagramlarının modellenmesidir. Mekân düzeninde her birim, daire şeklinde bir hücre olarak kodlanmış; hücrelerin birbirleriyle olan ilişkileri ise geçişleri göstermek üzere çizgilerle ifade edilmiştir. Bu analizde ne mekanların büyüklüğü önemlidir ne de ilişki çizgilerinin uzunluğu, yönü veya şekli anlam taşır. Kısacası, kök olarak adlandırılan bir mekâna göre dolaşımın başlangıç yerinden itibaren diğer mekanların ilişkilerini gösterir. Bu analiz yöntemiyle mekanların derinlik durumu kök mekâna göre belirlenen hücreye ulaşmak için geçilen hücre sayısı ile belirlenerek basit bir şekilde ayırt edilebilir. Örneğin, belirlenen kök mekâna göre derinlik değeri ‘1’ olan mekana doğrudan geçiş olduğu, derinlik değeri ‘2’ olan mekana geçmek için aradaki

diğer bir mekanın geçilmesi gerektiği söylenebilir. Geçiş modeli, mekân hiyerarşisinin fazla olduğu yerlerde derinlik artarak derin ağaç modeli oluştururken, ilişkilerin çeşitlenmesiyle dallanmış ve sığ ağaç modeli oluşturmaktadır. Hillier (1996) tarafından oluşturulan yukarıdaki şekilde (Şekil 4.13) geometrik formu aynı fakat mekânsal geçişleri farklı olan şemaların ‘a’ derin ağaç, ‘b’ sığ ağaç, ‘c’ sığ halkalı ağaç olmak üzere modelleri gösterilmektedir. Mekansal ilişkiler değiştikçe, geçiş formu ve derinliği de değişmektedir (Erman, 2017, s. 168-169). En temel haliyle gösterilen bu model, terminal yerleşim planlaması için baz alınarak en uygun grafik modelleri seçilmiş ve entegrasyonu sağlanmıştır.

Mekân yerleşimi problemleri aşırı kısıtlanmıştır ve aşırı kısıtlanan problemlerin tek ve en iyi çözümü olmadığı için çok fazla olası çözümü bulunmaktadır (Balachandran & Gero, 1987). Bu kısıtlamalar; uzunluk, genişlik ve yüzey vb. yönündeki tek bir mekânda dikkate alınan kısıtlamalardan oluşan 'boyutsal kısıtlamalar' ve odalar arasındaki bitişiklik, yakınlık, ayrıklık ve binanın çevresine bitişiklik gibi birkaç alan üzerinde dikkate alınan kısıtlamalar olan 'topolojik kısıtlamalar' olarak ikiye ayrılır (http-7). Literatüre bakıldığında, mekân yerleşim problemlerinin, belirli koşullar ve kısıtlamalar altında sınırlı çözümlere sahip olduğu ve asıl sorunun, tasarım problemlerinin az sayıda iyi tanımlanmış veya yapılandırılmış olduğu görülmektedir.

Yapay zeka alanında bir araştırma bölümü olan otomatik mekan planlama sistemleri, mekânsal yerleşim problemlerinin çözümü için birçok bilgisayar programı geliştirmiştir. Otomatik mekân planlama sistemleri, çok çeşitli olası çözümlerden iyi çözümler sağlamaya ve tasarımcıların sorun tanımını sürekli düzeltmek için tasarım kısıtlamalarını değiştirmesine olanak tanıyabilir (Arvin & House, 2002). Otomatik mekân yerleşimi planlamasıyla, bir alan içerisinde birçok olası mekân üretilir. Kalay (2004), hesaplamalı tasarım sentez yöntemlerini; analogilerden esinlenen sezgisel yöntemler, mekân, yapı ve formların üretici kurallarla ifade edilerek kullanıcı ve çevreye yanıt olarak DNA benzeri genetik bir temsili öneren evrimsel yöntemler ve belirli bir oda dizisi için olası tüm kat planları düzenlemelerinden en uygun olanı seçmeye çalışan yöntemsel yöntemler olarak üç gruba ayırmaktadır. Jo & Gero (1998), mekânsal yerleşim planlamasında tasarım problemlerini çözmek için evrimsel tasarım yöntemini kullanırken; Arvin & House (2002), geometri kullanımı yerine grafik tasarım hedeflerinde düzenlemelerle fiziksel tabanlı mekân planlama programı kullanmıştır (Shuchi, 2015, s. 56).

Bu tez çalışması, kat planı tasarım problemlerinin çözümü için yöntemleri araştırarak bilgisayarlı mekân planlamasını ele almaktadır. Bilgisayar destekli mekân yerleşim planlama, kavramsal tasarım sürecini otomatikleştirmek için bir araçtır. Bilgisayar destekli mekân yerleşim planlama çözümlerinin kalitesi, otomatik tasarım yöntemlerinin hızı ve manuel tasarım yöntemlerinin esnekliği birleştirilerek artırılmaktadır. Yaklaşımda, geometri yerine daha çok grafik tasarım hedefleri üzerinde çalışılarak bir mekân planı oluşturulur. Oluşturulan planın, değişen hedef ve koşullara uyum sağlaması en önemli amaçlardan biridir. Bitişiklik ve yakınlık gibi topolojik hedeflerin modellenmesi ve alan, oran ve hizalama gibi geometrik hedeflerin modellenmesi üzerine çalışılarak; bir tasarım çözümünün otomatik üretilebilmesi ve tasarımların kolayca değiştirilebilmesi veya uyarlanabilmesi hedeflenmektedir.

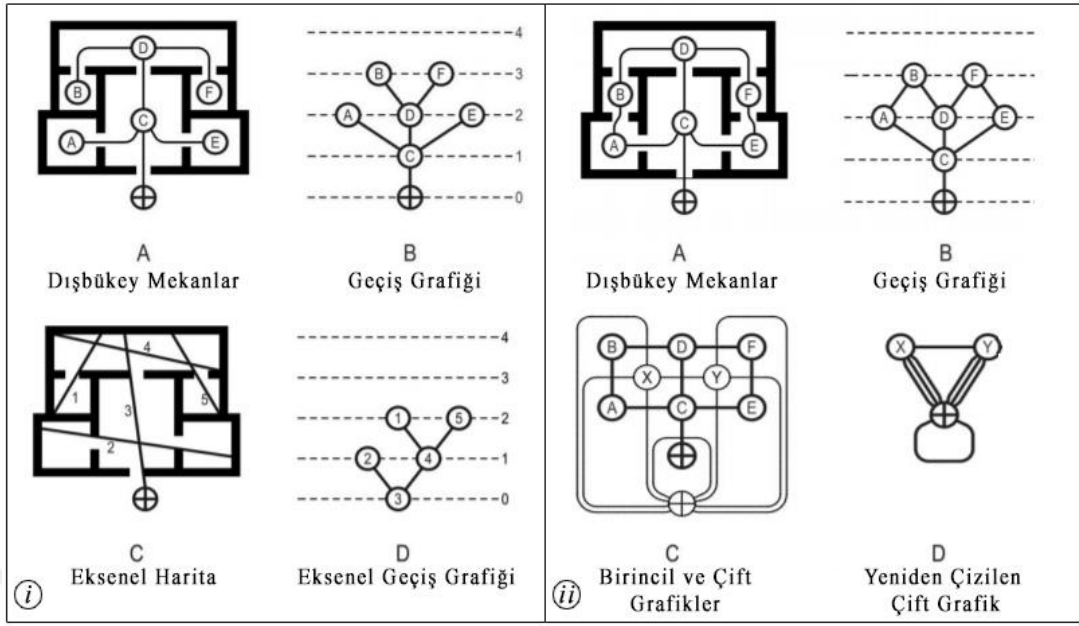
4.3.5. Graf teorisiyle mekan düzeni gösterimi

Grafik teorisinin kökenleri, 13. Yüzyılda Königsberg kentindeki Kneiphof adasının etrafında akan ve yedi köprü ile birbirine bağlanan Pregel nehrinin topolojik bulmacasına kadar uzanmaktadır. Bu bulmaca, ortak başlangıç ve bitiş noktasına sahip ve her köprüden sadece bir kez geçilerek oluşturulacak bir yol belirleme üzerinedir (Hopkinsand & Wilson, 2004, s. 200). Euler (1776), böyle bir yol güzergahının imkansız olduğunu belirterek, ortamları soyut ilişkiye dayandıran genel bir teorem geliştirmiştir (Euler, 1776). Bu teorem grafik teorisinin temellerini atarak topolojik açıdan küme elemanlarının arasındaki ikili ilişkileri gösterir. Mimari düzeyde topolojik ilişkiler, bitişik (ortak duvarları olan) veya erişilebilir (ortak giriş veya kapıları olan) mekanları tanımlamaktadır.

19. yüzyıldan itibaren grafik teorisi, düğüm ve kenarların diyagramı olarak modern bir temsil haline gelmiştir (Hopkinsand & Wilson, 2004, s. 200). Graf gösterimi, faaliyet alanlarını temsil eden düğümler ve bu düğümler arası bitişiklik gerekliliklerini temsil eden bir dizi kenardan oluşur (Ruch, 1978, s. 152). Basitçe graflar geometrik veya konumsal veri vermeden, düğümler arasındaki ilişkiyi ve bağları gösteren çizgi kümesidir. Düğüm ve kenarlarla oluşturulan mekânsal ilişkiler sisteminde, bir düğüm çok sayıda kenar bağlantısına sahip olurken bir kenar iki düğümden fazlasını bağlayamamaktadır. Grafik teorisinin çevre alanındaki ilk uygulama örnekleri erişilebilirlik ve arazi kullanımı, ulaşım ağları, tesis planlaması ve bina düzenleri üzerinedir (Dawes & Ostwald, 2013, s. 3).

Mekan yerleşimi matematiği kullanılarak oluşturulan ve analizden önce gelen üç soyutlama biçimi; dışbükey mekanlar, eksenel çizgiler ve görünürlük grafikleridir. Grafik teorisinin, kentsel ve mimari alanlarda ayrıntılı incelenmesine öncülük eden Hillier ve Hanson'ın (1984), mekânsal analize yönelik tanımladığı ilk yaklaşımlardan biri dışbükey mekan analizidir (Bill & Julienne , 1984). Bu analizde, düğümler odaları, kenarlar ise kapıları temsil etmektedir. Dışbükey mekan analiz grafikleri, erişim kabiliyetini yani odalar arasındaki geçme durumuyla tanımlanan konfigürasyon ilişkilerini gösterir. İkinci yaklaşım olan eksenel çizgi analizi ise mekânsal özellikleri takip eden en az ve en uzun düz çizgiyi çekerek hem hareket yollarını hem de görüş çizgilerini temsil eder. Eksenel çizgi analizinin eksenel haritası, her dışbükey boşluktan geçen eksenel çizgilerin en az sayıda kümesidir (Turner, Penn, & Hillier, 2005, s. 432). Eksenel harita, çizgi sayısını ve herhangi bir çizgi çifti arasındaki açısal değişimi en aza indirerek çizilir. Haritadan grafik oluşturulurken çizgiler grafik düğümleri haline gelir ve çizgilerin kesişimleri ise kenarlar haline gelmektedir. Hillier ve Hanson'un çalışmasını takiben, birçok araştırmacı eksenel çizgi yöntemine iyileştirmeler sunmuştur (Turner, Penn, & Hillier, 2005).

Artık bina planının düğümleri arasındaki topolojik mesafe (düğümlerin birbirine olan adım uzaklığı gibi) hesaplanabilir ve ilgili özellikleri yorumlanabilir haldedir. Derinlik hesaplamalarında, toplam derinlik en kısa ağırlıklı adım mesafesiyle hesaplanırken, ortalama derinlik, bir düğümün diğerlerine göre ortalama ağırlıklı derinliği olarak hesaplanmaktadır. Diğer önemli bir terim olan entegrasyon, düğümlerin diğer düğümlere göre erişilebilirliğini gösterir. Bağlantı değeri ve entegrasyon değeri birlikte planın anlaşılabilirlik ölçüsünü sağlamaktadır. Eksenel çizgi haritasıyla elde edilen verilerin, akış ve hareketlere göre planın mekânsal konfigürasyonunu temsil ettiği düşünülebilir. Son yaklaşım olan görünürlük grafiği ise, alanı genelleştirmek için oluşturularak, planın üzerine uygulanmış düzenli bir ızgarada her bir kare arasındaki görünürlük ilişkilerini tanımlamaktadır. Bu analizle birlikte alanın görünür ve hareket edilebilir özellikleri ortaya koyulmaktadır. Bu analizde çok sayıda hesaplama yapılması gerekir (Dawes & Ostwald, 2013, s. 3-4). Dışbükey mekan yaklaşımı iyi tanımlanmış alanlara sahip mimari iç mekanlar için, eksenel çizgi analizi uzun dar yolların hakim olduğu ortamlar için (kentsel bölgelerde sokaklar), görünürlük grafiği ise binalar gibi iyi tanımlanmış ortamlar için en uygun olan yöntemlerdir.



Şekil 4.14. Bir villa planı üzerinden dışbükey mekan, eksenel harita, eksenel erişim grafiği, birincil ve çift grafikleri gösterimi (Dawes & Ostwald, 2013)

Yukarıdaki şekil (Şekil 4.14), mekânsal analize yönelik graf teorisinin düğüm ve kenarlarına ilişkin diyagramlarını göstermektedir. Şekil 4.14.i'de, 'A' dışbükey mekanları tanımlayan bir villanın planını, 'B' planın temsil edildiği geçiş grafiğini, 'C' planın eksenel çizgi haritasını, 'D' ise eksenel geçiş grafiği göstermektedir. Şekil 4.14.i 'A'daki dışbükey gösterimde, C mekanından A, D, E'ye; D mekanından ise B ve F mekanlarına geçildiği görülmektedir. Bu mekanlar arasındaki ilişkiler, 'B' grafiğinde (Şekil 4.14.i) düğümler odaları kenarlar kapı geçişlerini temsil edecek şekilde oluşturulmuştur. Yani F düğümü, D düğümünden bir adım uzaktayken B veya C düğümüne iki adım uzaktadır. Şekil 4.14 'C'deki eksenel harita, bir ağı tamamlama hareketiyle en az ve en uzun düz hattı çekerek oluşturulmuş ve hareket yollarını temsil etmiştir. Şekil 4.14.i 'D', eksenel haritaya göre oluşturulan ve çizginin ulaştığı mekanları temsil eden eksenel bir erişim grafiğidir. Şekil 4.14.ii'deki 'A' şeması ve 'B' grafiği Şekil 30.i'deki 'A' şeması ve 'B' grafiğiyle aynı kurallarla oluşturulmuş; erişim alanları farklı olduğu için farklı şekillerde şema ve grafik ortaya çıkmıştır. Şekil 4.14.ii 'C'de, eksenel haritada mevcut olan düğümler dışında, oluşan grafik bölgelerine bir düğüm yerleştirilerek ve bu yeni düğümleri birincil (orijinal) haritadaki her bir kenarı geçen kenarlarla birleştirilerek haritanın duali (çift grafik) oluşturulmuştur. Şekil 4.14.ii'deki 'D' grafiği ise, grafik bölgelerine ait düğümlerle (X,Y) oluşturulan çift grafiğidir ve düğümler arasındaki bağ sayılarını gösterir.

Graf teorisinin, mimari planların temsilinde ve mekân düzeni planlamasında kullanımının önemi birçok araştırmacı tarafından tartışılmıştır. Yukarıdaki paragrafta da bahsedildiği gibi en basit haliyle mimari plan için düğümler odaları, bağlantı çizgileri ise odalar arasındaki geçişleri temsil etmektedir. Mimari plan grafikleri düzlemsel, yönlendirilmemiş, basit, bağlantılı ve ağaç şekilli gibi özelliklere sahiptir. Araştırmacılar tarafından bu özelliklere sahip birçok grafik modeli geliştirilmiş ve bu modeller genel hatlarıyla aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır. Şekil 4.15'te ise graflara ait örnekler verilmektedir.

İzomorfik graf: Kenar ve düğüm sayıları ve düğüm dereceleri aynı olan graflardır. Satır ve sütunlardaki yer değişikliğiyle farklı görünseler de düğümler arasındaki ilişkiyi gösteren matrisler aynıdır.

Düzlemsel ve düzlemsel olmayan graflar: Düzlemde hiçbir kenarın birbirini kesmeden çizildiği graflar düzlemsel graflardır. Hiçbir kenar birbirini kesmeyecek şekilde uç noktalarda kesişirler. Düzlem grafiklerinin yüzleri üç kenarla sınırlanmıştır ve ' $v-e+f=2$ ' şeklinde bir algoritmaya sahiptir. Bu algoritma da ' v ' köşe sayısını, ' e ' kenar sayısını ve ' f ' yüz sayısını temsil etmektedir (Nassar, 2010). Mimari konfigürasyonlarda graflar için en önemli özelliklerden biri düzlemselliktir. Bir düzlem içinde kesişen kenarlar olmadan çizilemeyen grafiklere düzlemsel olmayan graflar denmektedir (Shuchi, 2015).

Çift (Dual) Graflar: Grafik teorisinde bir düzlem grafiğinin G çift grafiği, G 'nin her bir yüzü (bölgesi) için bir düğüme sahip ve bu yüzlerin komşuluklarının da hatlarla gösterildiği yeni bir graf olarak yani önceki grafin duali olarak oluşturulmaktadır. Dual grafik, G 'deki her bir kenar için iki komşu bölgeyi birleştiren bir kenara sahiptir ve kenarın iki tarafında aynı bölge olduğunda kendi kendine döngü içindedir.

Bitişiklik Grafı: Basitçe her alan bir nokta (düğüm) olarak ve bu alanların aralarındaki bitişiklik ilişkileri ise köşeleri birleştiren kenarlar olarak temsil edilirler. Tüm dış mekan tek bir düğümlerle gösterilerek tüm iç mekan düğümleri bu dış mekan düğümlerine bağlanır. Bu grafa sadece köşe noktalarına bağlanan mekanlar bitişik olarak kabul edilmemektedir. Mimari planda mekanlar arasındaki ilişkiler için bitişiklik grafikleri veya matrisleri kullanılmaktadır (Mahalingam, 2003, s. 273). Bitişiklik grafları diğer graflara entegre edilerek daha kapsamlı olarak kullanılabilir.

Ağırlıklı Graf: Graflar kenarlarına ağırlıklar (değerler) alabilirler ve grafin üzerindeki bu ağırlıklar birbirinden farklı değerler olarak ağırlıklı grafları oluştururlar.

Yani kenarlara verilen ağırlıkların değerleri aynı olursa bu graflar ağırlıklı graf olarak adlandırılmazlar. Bu graflar iki düğüm arasındaki en kısa yolu, en kısa zamanı ve en az maliyetli yolu belirleme işlemlerinde kullanılırlar. Bir grafin toplam ağırlığı tüm kenarların değerleri toplamıdır Şehirler arası yol mesafelerinin kenarlara değer olarak verildiği yol haritasını temsil eden graflar veya iş akış modellerindeki iş bitirme sürelerine göre oluşturulan graflar örnek olarak gösterilebilir. (Mahalingam, 2003, s. 273).

Graf Modelleri	Örnekler
İzomorfik Graf	
Düzlemsel ve Düzlemsel Olmayan Graf	
Çift (Dual) Graf	
Bitişiklik Grafi	
Ağırlıklı Graf	

Şekil 4.15. Graf modelleri örnekleri

Graf teorisinin mimari tasarım alanında ilk uygulamasını Levin (1964) kullanmaktadır (Levin, 1964). Daha sonra birçok graf teorisinin kat planına dönüştürülmesi için farklı yöntemler geliştirmeye çalışmışlardır. Tez çalışması kapsamındaki yaklaşım, havaalanı terminallerinde esnek mekânsal düzenlemeler elde etmek için grafik teorisini kullanır. Mekan düzeni elde etmek için çift (dual) grafik gösterim tekniği ve ağırlık ekleme yöntemi benimsenmiştir. Önerilen yaklaşımda

mimarın tanımladığı hedefler, fiziksel tabanlı bir mekân planlama sisteminde, fiziksel nesneler ve kuvvetler olarak modellenir. Mekanlar ve duvarlar nokta şeklindeki kütleler (düğüm) olarak modellenirken; bu noktaları birleştiren kenarlar, mekanlar arasındaki bitişiklikler olarak modellenmektedir. Mimari programda tanımlanan hedefler, bu kütlelere uygulanan güçler olarak çevrilmekte; daha sonra tasarım hedeflerini yeniden tanımlamak yerine grafik modeli, değişikliğe göre hedefleri değiştirip eklemektedir. Kütle-kenar grafik modeli bu değişikliklere uyum sağlamada etkili bir modeldir. Yapı elemanlarının gerçek davranışından ziyade tasarım aşamasında mimarların, tasarım öğelerini görüntülemesi ve ilişki şekillerini modellemesi sağlanmış olur.

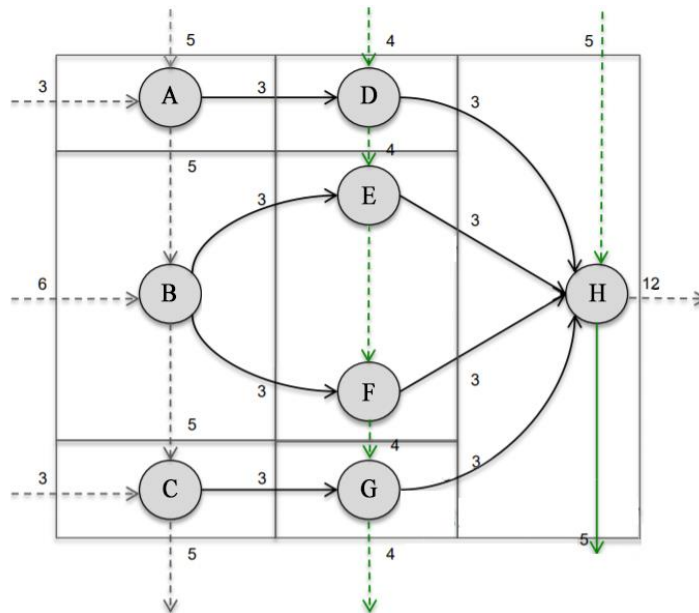
Kat planı elde etmek üzere oluşturulan ilk grafiklerde, düğümler odaların köşelerini temsil ederken kenarlar duvarları temsil etmektedir. Odaların bitişikliğini ve boyut aralığını belirlemek için çift (dual) grafikler kullanılmaktadır. Dual grafik, her mekana (oda) yerleştirilen düğümler ve bu mekan düğümlerini birleştiren kenarlarla oluşturulur. Ayrıca bir binanın dış duvarlarına, onları temsil eden düğümler ve kenarlar atanır. Oda boyutları ise, bitişik odaların duvarlarını temsil eden kenarlarına ağırlık eklenmesiyle elde edilmektedir. Mekan bitişiklik grafiğindeki kenarlar yönlendirilebilir ve ağırlıklandırılabilir özelliktedir ayrıca kenarların ağırlıklandırılması, duvarların uzunluklarını göstermektedir. Kısacası, tasarım gereksinimlerini karşılamak üzere uygulanabilir bir kat planına yönelik çift grafiği oluşturma amacı vardır.

Tez kapsamındaki yaklaşımda, bitişiklik matrisinden düzlemsel grafik oluşturma ve grafiği ağırlıklandırma adımı çok önemlidir. Bitişiklik grafiğinde (geçiş grafiği) her tepe noktası düğümü temsil eder ve her kenar bitişikliği temsil eden iki köşeyi birleştirir. Daha sonra çift grafik yöntemiyle kat planının dual grafiği oluşturulur. Bu işlemlerden sonra düğümlerin duvarları temsil ettiği ve kenarların duvarların uzunluğunu gösterdiği boyutlandırılmış bir alt grafik üretilir. Yani çift grafiğe göreli ağırlıklar ekleme işlemlerini içermektedir. Düğümleri birleştiren kenarlara ağırlığı temsil eden sayısal değerler verilmektedir. Son adım, bitişiklik matrisinden elde edilen bu grafiklerin boyutlandırılmış bir plana dönüştürülmesidir. Her mekan için çeşitli boyutlar verilerek elde edilen tüm kombinasyonlar çok sayıda alternatif üretmektedir. Havaalanları için esnek kat planı düzenleri elde etmede aynı grafiklerin esneklik sağlayan farklı bir dizi planda eşlenebileceği söylenebilir.

Kısacası, bitişiklik grafiğinde terminallerdeki yolcu faaliyetleri için alanları düğümler, mekanlar arasındaki ilişkileri ise kenarlar temsil etmektedir. Çift grafiği içinde

düğüm, kenar ve bölgeler bulunmaktadır. Bölgeler, her aktivite grubunu kapsayacak bir dikdörtgen yerleştirilerek oluşturulur ve bu bölgelerin bitişik kenarları, bağlantılı alanların paylaşabileceği alanlar olarak değerlendirilir. Çift grafikte gösterilen dikdörtgenler, gerekli bitişiklik durumlarına göre aktivite alanlarının nasıl yerleştirilmesi gerektiği sorusunun bir temsidir.

Çift grafikte, bağlantılara uygun ağırlıkları eklemek için elektrik devresi yöntemi olan ‘Kirchhoff’un Geçerli Yasası’ kullanılmaktadır. ‘Bir elektrik devresindeki düğümlerden herhangi birine akan akımlar o düğümden çıkan toplam akıma eşittir’ tezi bu yasanın temelidir. Bu kuralla geliştirilen grafik, yolcu faaliyeti verilerinin kat planı düzenine yönelik nasıl kullanılacağını göstermektedir. Örneğin çift grafikte bazı düğümler birer bağlantıya sahipken bazı düğümler birden çok bağlantıya sahip olabilir. Bu düğümlerde işlenen yolcu sayıları, iki komşu düğüm arasındaki kenarın ağırlığını oluşturmakta ve bu ağırlıklar mekânsal boyutları belirlemede etkili olmaktadır. Mekanların boyutlarını belirleyen çift grafikte, kesikli yatay çizgilerle yolcu faaliyetlerinin çıktısı gösterilmektedir ve elektrik devresi teorisindeki gibi herhangi bir kesikli bağlantının ağırlığı, düğümlerden giden kesikli bağlantıların toplamına eşittir. Kısacası uygulama aşamasında dikey mesafeler ‘IATA havaalanı standartları’ kılavuzundan elde edilen verilerle diğer boyutlar ise düzen teknikleri kullanılarak belirlenebilir.



Şekil 4.16. Çift grafiğe ağırlık eklemek (Shuchi, 2015)

Şekil 4.16’da A ve C’ye verilen ağırlıklar düğümlerden aynı ağırlıkta çıkarken; B’de çıkan ağırlıklar E ve F olarak bölünmekte ve toplam akan ve giden ağırlıkların eşit olduğu görülmektedir. Buradaki nispi ağırlıklar, havaalanları için uygulama aşamasında yolcu aktivite analizinden elde edilir. Örneğin bu grafiğin (Şekil 4.16) yolcu terminaline ait bir bölümü olduğu düşünülürse toplam 12 yolcunun ilk üç düğümde farklı alanlara dağıldığı görülür. Düğümler arasındaki noktalı çizgiler faaliyetlerin bitişikliğini temsil etmektedir. Kısacası bu model, bağlantıların göreceli ağırlıklarını ve faaliyetlerin bitişiklik ilişkilerini göstermektedir.

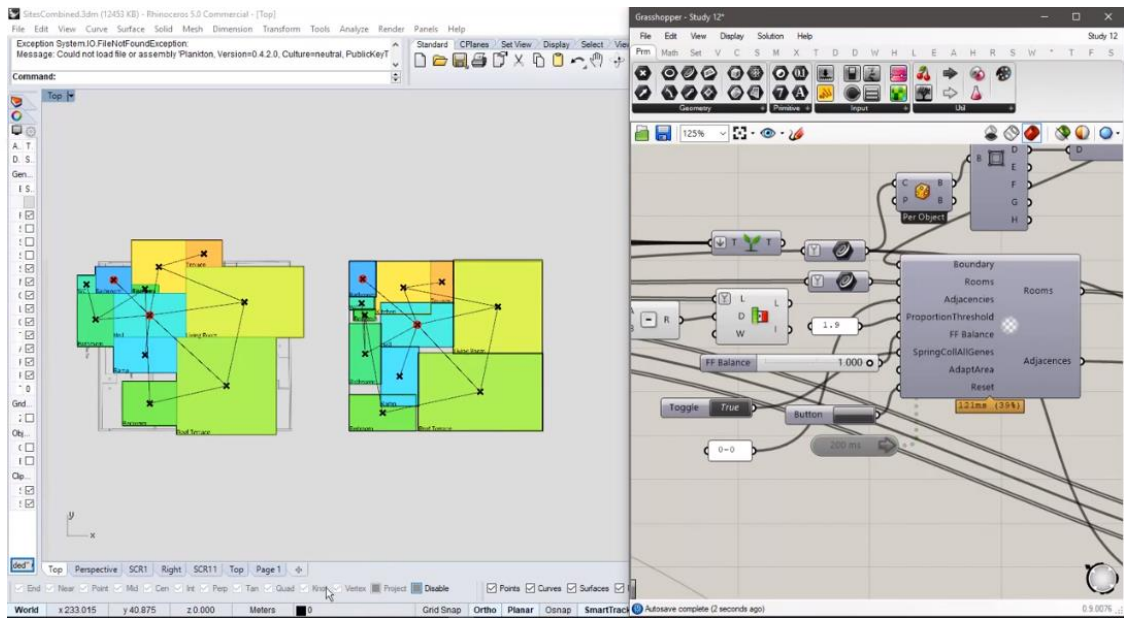
Çift grafiği oluşturmak ve düğümlerdeki ağırlık akışlarını hesaplamak için ağırlık eklenmiş bir Akış Grafiği oluşturulur. Mekanları temsil eden düğümler düzenlenerek adlandırma yapılır ve herhangi bir düğüme gelen ve giden bağlantılar, akış ve bitişiklik durumlarını ifade ederken kullanılır. Düğüm adları, düğüm ve bağlantı ağırlıkları, gelen akış ve giden akış özellikleri dikkatlice düzenlenmelidir. Bu akış verilerine göre yolcu işleme kapasitesi belirlenir. Çift grafiği ağırlıklandırma işlemi bilgisayar programında kod yazılarak otomatik hale getirilebilir. Hesaplamalarla oluşturulan ağırlıklandırılmış akış grafiği, otomatik kat planı oluşturmak için bir altyapı oluşturmuş olur.

Tez çalışmasında, grafik teorisi ve mekânsal konfigürasyonların analizi için hem tasarımcı tarafından manuel olarak oluşturulan grafikler hem de bilgisayarda matematiksel-hesaplamalı yöntemler ve teknikler kullanılarak oluşturulan grafikler anlatılarak; tasarımcılara hem manuel olarak hem de otomatik olarak grafik oluşturma işlem süreci açıklanmaktadır. Manuel ve otomatikleştirilmiş olarak grafik ve mekânsal düzenler elde etme süreci, Dalaman Havalimanı örneği üzerinden detaylıca incelenmiştir.

4.3.6. Oluşturulan grafiklerin kat planına dönüştürülmesi

Grafiklerin kat planlarına dönüştürülmesi, birçok yöntem kullanılarak yapılabilmektedir. Sarah Shuchi’nin çalışmasında yaptığı gibi grafikler, bir bilgisayar algoritması yardımıyla otomatik olarak kat planlarına dönüştürülebilir veya grafikleri kat planına dönüştürmek için parametrik mimari programlardan (Rhino-Grasshopper, Revit-Dynamo gibi) yararlanılabilir. Bu çalışma kapsamında kullanılacak bilgisayar algoritması, ‘Rhinoceros’ modelleme yazılımının ‘Grasshopper’ eklentisiyle kurulmaktadır. Grasshopper, parametrik bir modelleme aracı olarak geometrik ilişkilerin bir temsilidir. Tasarım süreci için önemli bir adım olan kat planları, yolcu akışına göre düzenlenen grafiklere ağırlık eklendikten sonra oluşturulan model ve geometrik

Grasshopper'daki ilgili bileşen değerine verilmiştir. Rhinoceros'taki üç boyutlu model Grasshopper'daki algoritmik modellemeye ilişkilidir. Bu yüzden genel model üzerindeki herhangi bir sayısal değişiklik, algoritma sayesinde tüm modele yayılarak gerekli düzenlemeleri otomatik olarak yapmaktadır. Böylelikle ön tasarım aşamasında tasarımcılar gerekli değişiklikleri yaparak çeşitli olası düzenler oluşturabilir. Yukarıda Rhinoceros ve Grasshopper'a ait örnekler gösterilmektedir (Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Grasshopper ve Rhino ile oluşturulan geometrinin otomatik kat planlarına dönüşmesi (http-10)

Yolcu faaliyet alanları ilişkileri üzerinden oluşturulan parametrik model, farklı tasarım gereksinimleri için alternatif düzenler oluşturmada etkilidir. Tasarımda, değişimle eş zamanlı olarak değişiklik yapabilmek için algoritma ve bilgisayar programı yardımıyla parametrelerle değişen göreceli düzenler geliştirilebilir. Bu şekilde tasarımın erken aşamalarında çeşitli düzen alternatifleri oluşturularak; belirsizlik durumlarına uyum sağlamak amacıyla esnek tasarıma yönelik bir yanıt sağlanabilir. Oluşturulan düzenler detaylı planlar olmasa da geometrik ve ilişkiler açısından bilgi veren ve kolayca değiştirilebilen alternatifler ortaya koymaktadır. Kısacası çeşitli kat planları oluşturularak tasarımın erken aşamalarında esneklikle bilinçli karar almayı kolaylaştırmak amaçlanmaktadır.

4.3.7. Tasarımda belirlenen parametreler

Yerleşim planı için çeşitli düzenler elde edildikten sonra, esnekliğin sağlanabilmesi amacıyla en uygun düzen seçilmelidir. Esnek bir mekânsal yerleşimi değerlendirmek için standart ve belirli bir tasarım parametre sistemi bulunmamaktadır. Bu tez kapsamında, literatür taraması sonucunda bazı tasarım parametreleri belirlenmiş, tanımlanmış ve bu parametrelerin tasarımları değerlendirmek için kullanılması amaçlanmıştır. Esneklik sağlamak için durum ve ihtiyaçlara yönelik olarak seçilen tasarım parametreleri birbirleri arasında farklı önem derecelerine sahip olabilir. Bu tez çalışmasında parametrelerin önemini değerlendirmek için seçim kriteri oluşturmak veya karar verme analizi yapmak önerilmektedir.

Tasarım hedeflerine başarılı bir şekilde ulaşmak için belirsizlik altında mevcut seçenekleri dikkatlice kontrol etmek gerekir. Tez kapsamında belirlenen tasarım parametreleri, esneklik sağlayacak en uygun düzen seçiminde rol oynamaktadır. Tüm parametrelerin tek bir düzende bulunması neredeyse imkansız olsa da tüm alternatifler incelendikten sonra en temel terminal koşullarını karşılayan en esnek tasarıma sahip düzen seçilmelidir. Tahmin edilenden farklı koşulların ortaya çıkması durumunda mekânsal gereksinimler bilindiği için düzeni uygun bir hale dönüştürmek amacıyla esnek tasarım öğeleri kullanılır. Tasarım parametreleri kesin bir çözüm sağlamayabilir fakat düzenleri esneklik açısından değerlendirmek amacıyla bir araç sunmaktadır.

Tez kapsamında belirlenen dokuz parametre aşağıda kısaca açıklanmaktadır:

Modülerlik: Esnek tasarımın temel unsurlarından olan modülerlik, uzun vadeli uyarlanabilirlik açısından yolcu hacmine bağlı boyutsal değişimlerde önemli bir yere sahiptir. Modül kavramı, birbirini tamamlayan ve farklı görevlere sahip birimler olarak adlandırılırken; modülerlik kavramı Mahoney (1996) tarafından ‘bileşenlerin arayüz tanımlarını standardize ederek, bilinçli bir şekilde yüksek derecede bağımsızlık veya serbest bağlantı oluşturan tasarım şekli’ olarak tanımlanmaktadır (Sanchez & Mahoney, 1996, s. 65). Modüler tasarımda, değişen mekânsal ihtiyaçlara göre modüllerin değiştirilmesi, çıkarılması veya eklenmesi dönüşebilme açısından büyük kolaylık sağlarken esnek tasarımı da beraberinde getirmektedir. Terminal binaları için uçak operasyonlarını ve herhangi bir tesis hizmetini aksatmadan yolcu kapasite değişimine kolayca adapte edebilecek tasarım yaklaşımı modüler tasarımı gerektirmektedir.

Hareketlilik: Esnek tasarıma sahip yapılarda en çok kullanılan elemanlardan biri hareketli veya katlanabilir bölmelerdir. Alan yeni gereksinimler için hareketli bölmelerle

hızlı ve kolay bir şekilde günlük veya uzun vadeli olarak düzenlenebilir. Katlanabilir veya hareketli bölmeler, herhangi bir yapısal elemanla etkileşime girmeleri gerekmeden fonksiyonel gereksinimlere göre alan sağlama ve akustik ayrılmayı sağlama amacıyla kullanılmaktadır. Fonksiyonel ihtiyaca göre kullanım kolaylığı sağlama durumu, esneklik sağlamada oldukça önemli bir yere sahiptir bu yüzden bu parametre, değerlendirme aşamasında yüksek derecede önemli kabul edilebilir. Havaalanlarında kullanılan hareketli bölmeler, genellikle gelen ve giden yolcuları ayırmak için tasarıma dahil edilirler. Terminal yapılarında hareketli sistemler, diğer bir parametre olan açık plan düzeniyle birlikte kullanıldıklarında daha iyi çalışmaktadır. Ayrıca teknolojik yeniliklere göre değişen gereksinimlere uyum sağlama aşamasında hareketli bölümler kullanılarak mekanlar organize edilebilirler.

Nötr Alanlar: Havaalanı terminali planlama ve tasarım aşamasında, tasarımcılar gelecekteki değişiklikler için işlev açısından nötr olan alanlar tasarlarlar. Nötr alanlar, belirli bir fonksiyona ait işlev göstermek yerine farklı durum ve ihtiyaçlara yönelik olarak çeşitli fonksiyonlar için kullanılabilirler. Bazı durumlarda ise ek olarak nötr alanlar tasarlamak yerine mekanların çoğu, hiyerarşik düzen kaldırılarak, zaman içinde değişebilen ve ihtiyaca göre kullanılabilen alanlar olarak tasarlanırlar. Nötr alanlar, teknolojiye ilerlemelere adapte olmak için geçici alan sağlamak, belirsizlik nedeniyle öngörülemeyen olaylardan kaynaklı gerekli alanlara dönüşmek ve yolcu hacmindeki artan değişimlerde ihtiyaç duyulan alanı karşılamak amacıyla kullanılabilirler. Havaalanı terminalleri için öngörülemeyen veya ani yolcu hacmi değişimlerine yanıt verebilecek nötr alanlar tasarlamak, esneklik açısından önemli bir kolaylık sağlar. Terminal binaları için nötr alanlar, ana salona veya sirkülasyona bağlı mekanlarla tasarlanabilir.

Büyüme Kolaylığı: Esnek tasarımın en temel ve en yüksek dereceli öğelerinden biri büyüme kolaylığıdır. Havaalanı terminallerinde yatay ve dikey olarak büyüme gerçekleşebilir fakat bu çalışmada büyüme kolaylığı parametresi, yatay büyüme olan 'genişleme' kavramı üzerinden değerlendirilmektedir. Bir havaalanı tasarım sürecinin erken aşamasında, genişleme imkanının olup olmadığı ve gerektiğinde herhangi bir genişleme olasılığı tanımlanmalıdır. Gelecekteki genişleme ihtiyacı durumunda, terminal düzeni genişleme sağlayarak mevcut duruma uyarlanabilirse esnek bir tasarımın hedeflerine ulaşılır. Terminallerde büyüme ihtiyacı teknik ve teknolojik değişimler, güvenlik sistemindeki değişimler ve yolcu-trafik hacmindeki değişimler gibi birçok nedene bağlıdır. Bu nedenlerin hepsi büyüme veya genişleme kolaylığı sağlayacak esnek

bir tasarımla büyük ölçüde önlenebilir. Kısacası büyüme kolaylığı, bir havaalanı terminalinde esnekliği değerlendirmek için en önemli seçim kriterlerinden biridir.

Geometrik Basitlik: Bir bina tasarım sürecinde kolay yönlendirme sağlayan, verimli yolcu hareketini kolaylaştıran ve esneklik elde etmede önemli olan bir parametredir. Tasarımcılar havaalanı terminali tasarımlarında işlevsellik ve kullanım kolaylığı için basit bir geometrik düzen tercih ederler. Basit geometrilili düzen için genellikle genişletilebilir dikdörtgen planlar tasarlanarak iç mekandaki taşıyıcı duvarların daha az kullanılması sağlanır böylece mekânsal değişikliklere (yer değişimi vb.) ve yeniden düzenlemeye olanak tanınır. Bunlara ek olarak basit düzenler, terminallerin teknolojik gelişmelere daha kolay adapte olmasına yardımcı olur.

Çok Amaçlı Kullanım: Literatüre bakıldığında havaalanı terminal tasarımında esneklik sağlamak için birçok araştırmacı çok amaçlı kullanımı (ortak kullanılan tesisler) önerir. Çok amaçlı tesisler, gün içinde yolcu hacmindeki değişimler ve farklı fonksiyonlara duyulan ihtiyaç nedeniyle terminal düzeninde ve performansında esneklik sağlamada önemli bir yere sahiptir. Çok amaçlı kullanım yani ortak tesisler, farklı zamanlarda meydana gelen farklı alanlardaki ihtiyaca yanıt verme potansiyeliyle terminallerde kullanılan toplam alanı azaltma eğilimindedir. Ortak tesislerin kullanımı, havaalanı terminallerinde kullanım esnekliği sağlarken aynı zamanda alan tasarrufu sağlamada maliyet açısından verimli bir seçenektir. Bazı havaalanlarında, gerektiğinde kullanıma açılan bir koridor sistemiyle iç ve dış hatlar gibi farklı trafik türlerine hizmet veren ortak tesisler bulunmaktadır.

Eklenebilme Çıkarılabilme: Havaalanı terminallerinde gereksinim dahilinde hem yatay hem düşey düzlemde bir parçayı ekleyerek veya çıkararak bir alanı genişletme veya küçültme işlemiyle kullanım esnekliği sağlanabilir. Tasarım sürecinin ön aşamasında, eklentiyle genişletme durumu tanımlanarak kullanım olasılığı artırılmış olur. Eklenebilme ve çıkarılabilme modülerliğin kapsadığı bir parametre olarak görülse de belirli bir standardizasyon gerektirmeden sadece belirli fonksiyonlar için tasarım aşamasında planlanabilir. Yapıya uygulanan eklenti işlemiyle mevcut halinin bozulmamasına ve gerekli tasarım standartlarının uygulanmasına özen gösterilmelidir. Eklenebilme ve çıkarılabilme parametresi, gereksinim dahilinde plan konfigürasyonlarındaki açıklıkların değerlendirilerek verimliliğe ve yeni bir terminal için gereken masrafların en aza indirilmesine olanak sağlar.

Açık Plan Düzeni: Terminal yerleşiminde açık plan düzeni, duvar ve kolonların en az düzeyde kullanılarak açık ve esnek alanların oluşturulmasına olanak tanır. Le Corbusier, esnekliğe yönelik yaklaşımlar için açık plan düzeni felsefesiyle taşıyıcı duvarların kullanılmaması ve açık mekanların oluşturulması üzerinde durmaktadır. Açık plan düzeni diğer bir parametre olan hareketli sistemler ile (bölücüler) birlikte çalıştığında açık tek bir mekanın gereksinimlere veya isteğe bağlı düzenlenmesine olanak tanır. Açık plan sayesinde, kullanıcılar veya yöneticiler de tasarıma dahil edilerek hem esnek hem de interaktif bir ortam sağlanır. Terminal binalarında da açık düzenler, teknoloji, yolcu hacmi, kullanıcı talebi gibi değişikliklere uyarlanabilme açısından oldukça önemlidir. Kısacası teknolojinin ilerlemesiyle birlikte mekanların esnek kullanımını sağlayacak strüktürel bir alt yapı sağlanmış olur.

Mobilya: Havaalanı terminalinde mobilya ve ekipman seçimi ve yerleşimi, kullanım esnekliğini ve dolaşımı oldukça etkilemektedir. Mobilya düzenlemesi, teknolojiye ve hizmetlere göre tasarlandığında (örn: self-servis check-in düzenlemeleri gibi) tesislere uygun esneklik kazandırılabilir. Mobilya seçiminde yenilikçi teknolojilerden faydalanmak yolcu işlem sürecini hızlandırarak daha kolay hale getirmektedir. Yolcu hacmindeki değişimlere göre uyarlanabilen düzenler geliştirmek önemlidir hatta bu durum için modüler mobilya düzenleri kullanılabilir. Terminal tasarımında mobilya düzeni, işlevsellik ve esneklik açısından zaman ve gelişen teknolojiye uyarlanabilir şekilde planlanmalıdır.

Yukarıda bahsedilen parametreler (Modülerlik, Hareketlilik, Nötr Alanlar, Büyüme Kolaylığı, Geometrik Basitlik, Çok Amaçlı Kullanım, Eklenebilme Çıkarılabilme, Açık Plan Düzeni ve Mobilya), esneklik açısından farklı durum ve koşullara göre değişebilirler ve kendi aralarında hiyerarşik olarak farklı önem derecelerine sahiptir. Havaalanı terminalleri düzeni için esneklik sağlama değerlendirmesinde farklı koşullarda değişebilse de ‘büyüme kolaylığı’, ‘nötr alanlar’, ‘hareketlilik’ ve ‘modülerlik’ yüksek dereceli önemli, ‘açık plan düzeni’, ‘çok amaçlı kullanım’ ve ‘geometrik basitlik’ orta dereceli önemli, ‘eklenebilme ve çıkarılabilme’ ve ‘mobilya’ ise daha az dereceli önemli olarak dikkate alınmıştır.

4.3.8. Tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi ve karar verme analizi

Havaalanı terminalleri için geliştirilen çeşitli başlangıç düzenlerini değerlendirmek için bir dizi esnek tasarım parametresi önerilmiş ve bu parametrelerin

esnek tasarım oluşturmada etkileri kısaca anlatılmıştır. Tez çalışmasındaki yaklaşım, tasarımcılara tasarım sürecinde havaalanı terminali için belirlenen düzen seçeneklerini değerlendirerek esneklik sağlayacak uygun düzenin seçilmesi için bir karar modeli oluşturmayı önermektedir. Havacılık endüstrisi ve havaalanı terminalindeki belirsizlik durumu, seçim yapmayı oldukça zorlaştırırsa da mevcut seçenekler esnek tasarım parametreleri kullanılarak değerlendirilirse en uygun düzen seçimini belirlemek kolaylaşacaktır. Bu değerlendirmeye olası tüm seçenekler detaylı bir şekilde incelenerek ve esnek tasarım parametreleri kullanılarak; en verimli hizmeti ve esnekliği sağlayacak düzen seçilmeye çalışılır. Oluşturulan düzenlerin esnekliğini değerlendirmek için parametrelere yönelik çok kriterli karar verme modeli (ÇKKV) kullanılır. Önerilen yaklaşımda yinelemeli tasarım sürecini yönlendirme aracı olarak kullanılan karar yöntemi, her havaalanı terminali için mevcut durum ve tasarım problemine göre değişebilen bir yapıdadır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar vermeye yardımcı olacak araçların gerekli olduğu düşüncesiyle geliştirilmiştir. Çok kriterli karar verme modeli (ÇKKV), karar vericilerin birden fazla alternatif arasından yaptığı seçim işlemi olarak tanımlanabilir. ÇKKV yöntemleriyle, alternatif ve kriterlerin çok sayıda olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol edebilmek ve sonuca mümkün olduğunca kolay ulaşabilmek amaçlanır (Ballı, 2005). Karar verme durumlarında, problemin tanımlanması ve ortaya konması en önemli aşama olarak değerlendirilebilir. Problemin tanımlanmasıyla birlikte alternatifler, önemli kriterler, bilginin nitelik veya niceliği gibi konularda karar verilmesi gerekir. Ardından duruma en uygun çok kriterli karar verme yöntemi seçilir (Karakaşoğlu, 2008). Çok kriterli karar verme yönteminde izlenen adımlar sırasıyla; konuyla ilgili kriter ve alternatiflerin belirlenmesi, kriterlerin nispi önem derecelerinin belirlenmesi ve her alternatifin tüm kriterler bazında değerlendirilerek alternatiflerin sıralaması şeklindedir (Ballı, 2005). ÇKKV problemlerinin çözümü için kullanılan birçok yöntem vardır fakat bu yöntemler arasında tam üstünlük bulunmamaktadır. Uygulamalarda kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri aşağıda sıralanmaktadır:

- 1) Ağırlıklı Toplam Yöntemi
- 2) Ağırlıklı arpım Yöntemi
- 3) Analitik Hiyerarşi Süreci
- 4) TOPSIS

5) PHOMETHEE

6) ELECTRE

Karşılaşılan problemin çözümünde kullanılan karar matrisindeki oranların sözel veya bulanık olduğu durumlarda, mevcut ÇKKV yöntemleri yerine bulanık ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Literatürde en çok kullanılan bulanık ÇKKV yöntemleri; Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık TOPSIS yöntemleridir. Bulanık mantığın, insan düşünme tarzına yakın olması, insan davranışlarını formüle etmesi, hızlı ve ucuz uygulamaya olanak vermesi en önemli avantajlarından. Fakat sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntemin olmayışı ve en uygun yöntemi olan deneme yanılmanın çok uzun zaman alması bulanık mantığın dezavantajlarıdır (Menteş, 2000). Bulanık yöntemler, genelde sayısal olmayan bilgiler için yaklaşık değerlere dayanan bir düşünme yöntemi olarak kullanılmaktadır ve karşılaşılan problemlerde eksik veya elde edilemeyen veriler yüzünden tercih edilmektedir. Sınırları net tanımlanmamış verileri ifade ederken, yaklaşık bilgiyi kullanması açısından insan mantığına benzeyen bulanık küme teorilerinden yararlanılmaktadır (Kahraman, Demircan, & Tolga, 2005).

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümüne yönelik olarak klasik ya da bulanık mantık temelli pek çok yöntem kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci aynı işlevi görmektedir fakat Bulanık AHP’de yapılması gereken matematiksel işlemler klasik AHP’ye göre daha fazla ve daha zordur. Eğer süreç sonunda ortaya çıkacak kararda farklılaşma yoksa, AHP’nin kullanımı matematiksel işlemlerin kolaylığı ve sadeliği nedeniyle daha avantajlıdır. Bu durumda çok kriterli karar verme probleminin çözümü için AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinin kullanımının, nihai sonuçları farklılaştırıp farklılaştırmayacağı sorusu ortaya çıkmaktadır. Manap Davras ve Karaatlı (2014) tarafından yapılan çalışmada, ‘AHP veya Bulanık AHP’nin söz konusu problemin çözümü için tek başlarına kullanılması durumunda muhtemelen sonuçların birbirinden farklı olacağı’ yargısına varılmıştır. Diğer yönden Alp ve Gündoğdu (2012), bir problemin çözümünde AHP ve Bulanık AHP yöntemlerini kullanmışlar ve alternatiflerin sıralamasının kullanılan yönteme göre önemli farklılıklar sergilemediğini göstermişlerdir fakat Bulanık AHP’nin AHP’deki belirsizlikleri giderme noktasında avantaj sağladığını ifade etmişlerdir. Thengane (2014) çalışmalarında AHP ve Bulanık AHP yöntemlerini kullanmış; sonuçlarda alternatiflerin sıralamasının seçilen yönteme göre farklılaştığını ve

teknoloji seçimi gibi konularda AHP'nin daha etkili olduğunu belirtmiştir. Uludağ ve Doğan'ın (2016) çalışmasında ise ele alınan problem için karar kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında Bulanık AHP'nin kullanımının AHP'ye göre yapılması gereken matematiksel işlemlerin sayısını arttırmaktan ve Excel programında nihai karara ulaşma süresini nispeten uzatmaktan öteye gidemediği açıklanmaktadır (ULUDAĞ & DOĞAN, 2016).

Tez çalışması kapsamında, değerlendirme aşamasında karar çok kriterli karar verme probleminin çözümü için klasik Analitik Hiyerarşi Sürecinden (AHP) yararlanılmıştır. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan AHP, karar verme problemlerini hiyerarşik bir şekilde ifade ederek inceleyen bir yaklaşımdır ve geleceğin havaalanı tasarımlarında kriterlerin değerlendirilmesi için kullanılabilecek bir yöntemdir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ilk kez 1968'de Mazers ve Alpert tarafından bir fikir olarak ileri sürülmüş ve 1977'de Saaty tarafından geliştirilerek karar verme problemlerini çözmede kullanılabilecek bir modele dönüştürülmüştür (Yaralıgolu, 2001). AHP, problem çözümünde kararlaştırılacak unsurlar hakkında hiyerarşik esnek bir yapı oluşturarak tahmin oluşturmayı sağlamakta; karar vericiye en uygun kararın verilmesinde olanak tanıyarak hızlı karar vermeyi sağlamaktadır.

Karar verme süreci, verilerin nicel olarak tanımlandığı belirlilik altında karar verme, verilerin olasılık durumlarının tanımlandığı risk altında karar verme ve verilerin ilişki derecesini temsil eden göreceli ağırlıkların atanmadığı belirsizlik altında karar verme olarak üç sınıfa ayrılabilir (Taha, 2000). AHP, fikirlerin ve tecrübelerin, karar alternatiflerinin sayısal ölçekte sıralanmasını sağlayan bir yöntemdir. AHP yönteminin avantajları şunlardır :

- 1) Hem objektif hem de sübjektif ölçütlerin karar verme sürecine dahil edilmesini sağlar. Nitel ve nicel değerlendirmeyi birlikte içerir.
- 2) Bilimsel karar vermek için oldukça pratik bir yöntemdir.
- 3) Karar verme sürecini sistematikleştirerek; doğru karar ulaşmayı sağlar.
- 4) Karmaşık problemleri basitleştiren uygulaması kolay bir yöntem sunar.
- 5) Karar verici tarafından Duyarlılık Analizi ile nihai kararın esnekliği analiz edilebilir.
- 6) Yargıların tutarlılık oranı ve derecesi ölçülebilir.
- 7) Grup ve topluluk kararlarında kullanılması uygundur.
- 8) Birçok sektörde uygulama örnekleri mevcuttur.

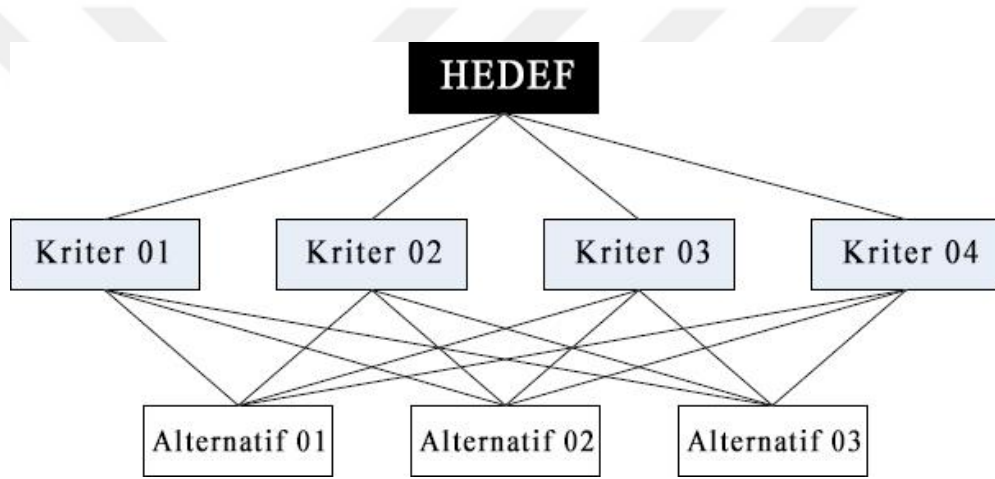
Tez çalışmasında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden klasik Analitik Hiyerarşi Süreci'nin seçilme nedeni ilk olarak, karar vericinin hem objektif hem de sübjektif fikirlerini karar sürecine dahil etmesi, Bulanık AHP'ye göre daha kolay uygulanabilmesi ve nitel ve nicel faktörler arasında ilişki kurarak en iyi sonucun elde edilmesine imkân vermesidir. Buna ek olarak, AHP'nin hiyerarşik yapı oluşturmada sürecinde, problemin detaylı bir şekilde ortaya konularak ayrıştırılması önemli bir özelliktir.

AHP yöntemi, karar vermeyi etkileyen unsurların ikili değerlerinin önemi üzerinden yapılan birebir karşılaştırmalara dayanır. AHP de, probleme yönelik amaç, kriter, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı kurulur ve bu yapıda hiyerarşinin tüm parçaları birbirleriyle ilgilidir (Tekeş, 2002).

AHP süreci, problemi çeşitli seviyelerde hiyerarşik olarak irdelemeye olanak tanıyarak, karar unsurlarından oluşturulan nispi ağırlıklarla karar alternatifleri için bir dizi puan oluşturmaya sağlar. Öncelikle birbiriyle ilişkili karar unsurlarını seviyelere ayırarak, en uygun ve iyi alternatif üzerinden hedefi yakalamaya çalışır. Bu seviyelerin sayısı, problemin karmaşıklık boyutu ve problemi çözmek için gerekli olan detay düzeyine bağlıdır. Genel olarak, hiyerarşi, amaç, kriterler ve alternatifler olmak üzere en az üç seviyeye sahiptir. Hiyerarşinin alt seviyeleri, kararın kalitesine katkıda bulunan nitelikler içerirken; hiyerarşinin son seviyeleri ise karar alternatifleri içermektedir. AHP yönteminin uygulama adımları aşağıdakilerden oluşmaktadır (Saaty, 2005):

1. Karar probleminin tanımlanması; hedef, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler anlaşılır bir biçimde ifade edilmesi ve modelin kurulması
2. Kriterlerin etkileşimlerinin ve ilişkilerinin belirlenmesi (Şekil 4.20)
3. Kriterler arası ikili karşılaştırmaların yapılması ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
4. Oluşturulan karşılaştırma matrislerinin normalize edilmesi
5. Normalize edilen matrisin tüm satırlarındaki değerlerin ortalamaları alınarak öncelik vektörlerinin hesaplanması
6. Öncelik vektörü ve karşılaştırma matrisinin çarpımıyla bütün öncelikler matrisinin elde edilmesi
7. Tutarlılık indeksinin hesaplanması (Tutarlılık indeksinin hesaplanabilmesi için karar alternatiflerinin sayısına karşılık gelen RI değeri hesaplanır) Tutarlılık indeksi formülü: $CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$

8. $CR = RI / CI$ formülü ile tutarlılık oranı hesaplanır. (Tutarlılık indeksi (CI)'nin, Rastgele Tutarlılık indeksi (RI)' ya bölümü ile elde edilen tutarlılık oranı 0.1 değerinden az ise ikili karşılaştırmalar tutarlıdır.)
9. Karşılaştırma matrislerinin (belirlenen etkileşimin), tutarlılık oranı (CR) hesaplanarak analizlerinin yapılması
10. Tutarlılıkları kontrol edilen ikili karşılaştırmalardan elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek amaca ilişkin alternatiflerin önceliklerinin elde edilmesi
11. Değerlendirilen kriterlerin öncelik değerleri ile alternatiflerin öncelik değerleri çarpılıp toplanarak birleştirilmesi
12. Elde edilen sonuçlardan en yüksek değere sahip alternatif seçimi



Şekil 4.20. Analitik Hiyerarşi Modeli örneği (Vargas, 2010)

AHP süreci ilk olarak ana kriterler ve alt kriterlere göre seçeneklerin göreceli öneminin belirlenmesiyle başlar. Ulaşılmak istenen hedefe yönelik kriterler karşılaştırıldıktan sonra oluşturulan hesaplar sentezlenir. Karşılaştırma, matris oluşturularak temsil edilir (Şekil 4.21) ve (n) alternatifleri veya karşılaştırmalı matrisi oluşturan kriterler $n(n-1) / 2$ değerlendirmeleri yapılır. İki öğeyi karşılaştırarak tercihi ortaya koymak amacıyla elde edilen eşleştirilmiş karşılaştırma verileri, matris öğelerinin yalnızca yarısı için toplanırken; çapraz öğeler her zaman bir öğeye eşittir ve matrisin alt üçgen öğeleri üst öğelerin karşılığıdır. Kullanıcılar veya analistler, ikili karşılaştırma tercihlerini; zayıfça tercih edilen, kuvvetle tercih edilen, eşit olarak tercih edilen vb. ifadeleriyle sırasıyla 1, 3, 5, 7 ve 9 puanlarıyla eşleştirilmiş ağırlıkları olan Saaty'nin Temel Ölçeğiyle (değerler ölçeği) gösterebilirler (Tablo 4.5). Tercihler arasında bir

anlaşma olmadığı zaman 2, 4, 6 ve 8 sayıları ara değerler olarak kullanılırken; karşılık sayılarını $1 \setminus 2, 1 \setminus 3, \dots, 1 \setminus 8$ matrisleri tamamlamaktadır.

Analitik Hiyerarşi Süreci, oluşturulan karşılaştırmaları girdi olarak alır ve ‘özdeğer’ yöntemiyle her kademedeki öğelerin göreceli ağırlıklarını hesaplar. Özvektör, hedefe ulaşmak için alternatiflerin global dizisiyken; özdeğer, değerlendirme veya karşılaştırmanın yapılmasında tutarlılık ölçüsüdür. Karşılaştırmalı matrisin özvektörü ve özdeğerleri, özdeğerlerin genel problemini çözerek belirlenir:

$$AX = \lambda X$$

A = karşılaştırmalı matris.

X = özvektör (sıfır olmayan vektör).

Λ = “A” matrisinin öz değeri.

Karar matrisi, iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir (Saaty, 2005). Alternatiflere ait ağırlıklı puanların hesaplanması için, alternatiflerin analizi sonucu oluşan n tane m x 1 boyutlu sütun vektörü, m x n boyutlu karar matrisini oluşturur. Bu matris, kriter karşılaştırmaları sonucu elde edilen w sütun vektörü ile çarpılarak, yeni bir sütun vektörü elde edilir. Bu vektörün her bir elemanı, karar alternatiflerinin puanlarını gösterir. Toplamı 1 olacak şekilde ortaya çıkan bu değerler içerisinde, en büyük puana (öneme) sahip alternatif en uygun alternatiftir (Dinçer & Görener, 2011).

	A	B	C	D
A	1			
B		1		
C			1	
D				1

Şekil 4.21. Karşılaştırmalı matris tablosu

Tablo 4.5. 1, 3, 5, 7 ve 9 puanlarıyla eşleştirilmiş ağırlıkları olan 'Saaty'nin Temel Ölçeği' (Saaty T. L., 1980)

9 7 5 3 1	Elementlerin önemi eşit Karar verici unsurlar arasında farksızdır
9 7 5 3 1	İlk element, ikinciden orta derecede daha önemlidir İlk eleman, ikinciye orta derecede tercih edilir
9 7 5 3 1	İlk eleman, ikinci olandan çok daha önemlidir. İlk eleman ikinciye şiddetle tercih edilir.
9 7 5 3 1	İlk eleman, ikinci olandan şiddetle çok daha önemlidir. İlk eleman ikinciye çok şiddetle tercih edilir
9 7 5 3 1	İlk eleman ikinci olandan son derece daha önemlidir İlk eleman ikinciye son derece tercih edilir
9 8 7 6 5 4 3 2 1	Ara değerler (Tercih değerleri birbirine yakın olduğunda kullanılır)
1 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{9}$	Ters karşılaştırmalar için karşılıklı kullanın

Son aşamada, hedefe ulaşmada karar alternatiflerinin puanları olarak temsil edilen bileşik ağırlık vektörünü üretmek için önceki adımdan elde edilen çeşitli seviyelerin nispi ağırlıkları toplanır. Analitik Hiyerarşi Süreci kullanımı, karar verme aşamasını kolaylaştırarak çeşitli çözüm önerilerini analiz etmeyi sağlar. Kentsel dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma dahil olmak üzere bölgesel ve kentsel planlama alanında kullanılan AHP, havaalanı terminallerinde alternatif eylem veya tasarım çözümleri süreçlerini değerlendirmek amacıyla kullanılabilir.

Tez kapsamında, havaalanı terminali mekânsal yerleşimi ve planlaması için yeni bir yaklaşım önerilmiş ve bu yaklaşım detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sonraki başlıklarda, yaklaşımın terminal binaları mekânsal yerleşimi bölümünde önerilen hipotez Dalaman Havaalanı üzerinden örneklendirilmektedir.

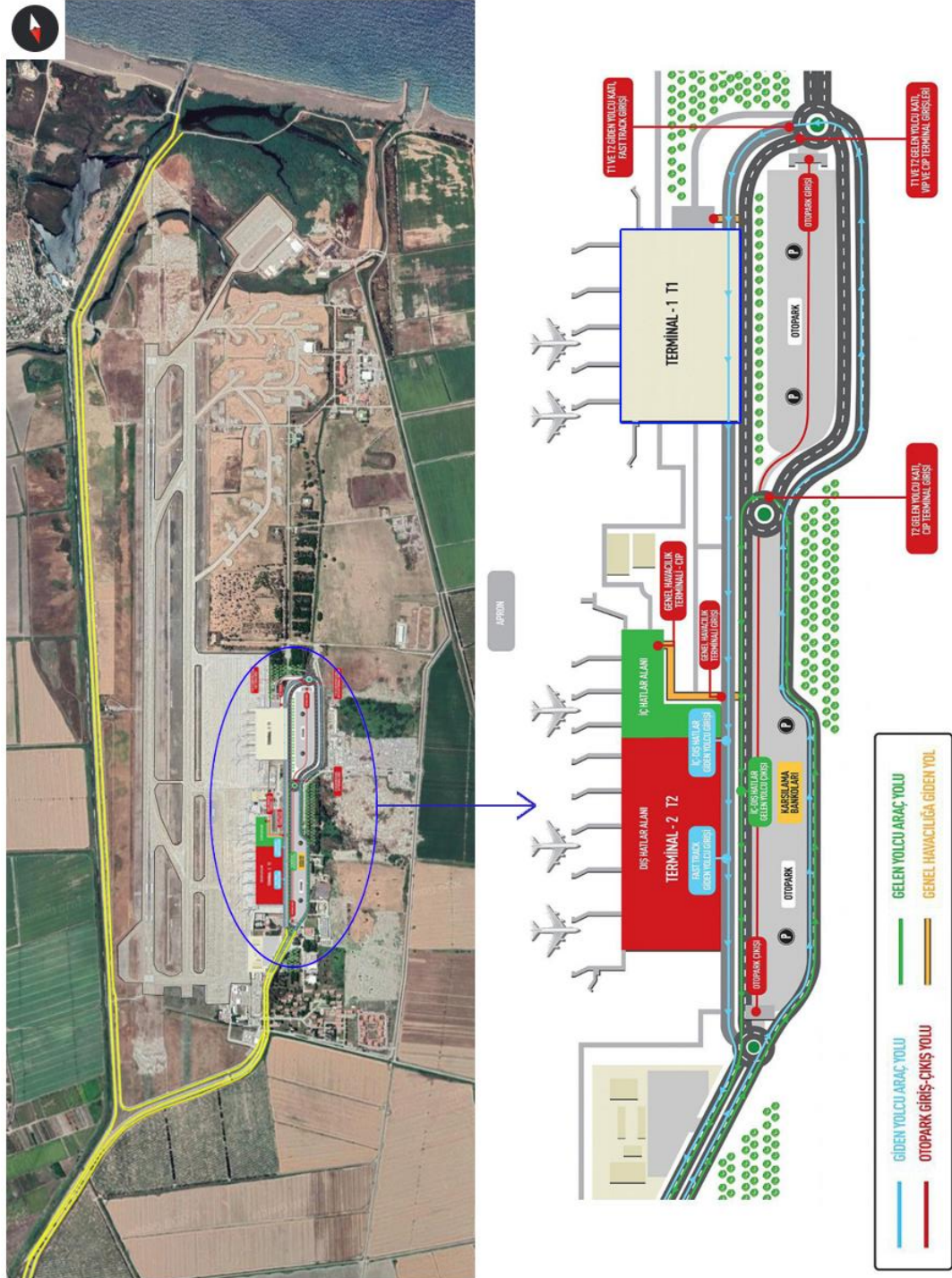
5. YENİ YAKLAŞIMIN DALAMAN HAVAALİMANI ÖRNEĞİ ÜZERİNDE UYGULANMASI

Tez çalışmasında vaka çalışması olarak Dalaman Uluslararası Havalimanı ve Dış Hatlar Terminal Binası seçilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde Dalaman Havalimanına ve terminal binalarına dair genel bilgiler verilmekte ve vaka çalışması için neden Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin seçildiği anlatılmaktadır. İkinci bölümünde, dış hatlar terminali yolcu faaliyetlerine yönelik analizler yapılmış ve yolcu aktiviteleri, etkinlik alanına göre gruplandırılmıştır. Bu bölümde kalkış ve varış hareketi yapan yolcuların işlemlerine göre mekânsal gereklilikler ve ilişkiler belirlenmiştir. Tüm analizler sonucunda dış hatlar yolcusunun kalkış ve varış hareketine yönelik iş süreç modelleri geliştirilmiştir. Üçüncü bölümde kat planları oluşturmak amacıyla alan bitişiklik analizi yapılmış, bitişikliğe yönelik düzlemsel grafik ve çift grafik oluşturulmuş, bu çift grafiğe ağırlık eklenmiş ve akış şeması ve ağırlıklara göre otomatik plan üreticisiyle çeşitli plan şemaları oluşturulmuştur. Ayrıca grafiklerin otomatik olarak nasıl elde edilebileceği de gösterilmiştir. Dördüncü bölümde tasarım alternatiflerinin, önerilen esnek tasarım parametreleri dizisi kullanılarak nasıl değerlendirilebileceği açıklanmıştır. Son olarak karar verme aşamasıyla istenilen amaca ulaşılmaya çalışılmıştır.

5.1. Dalaman Havalimanı ile İlgili Genel Bilgiler

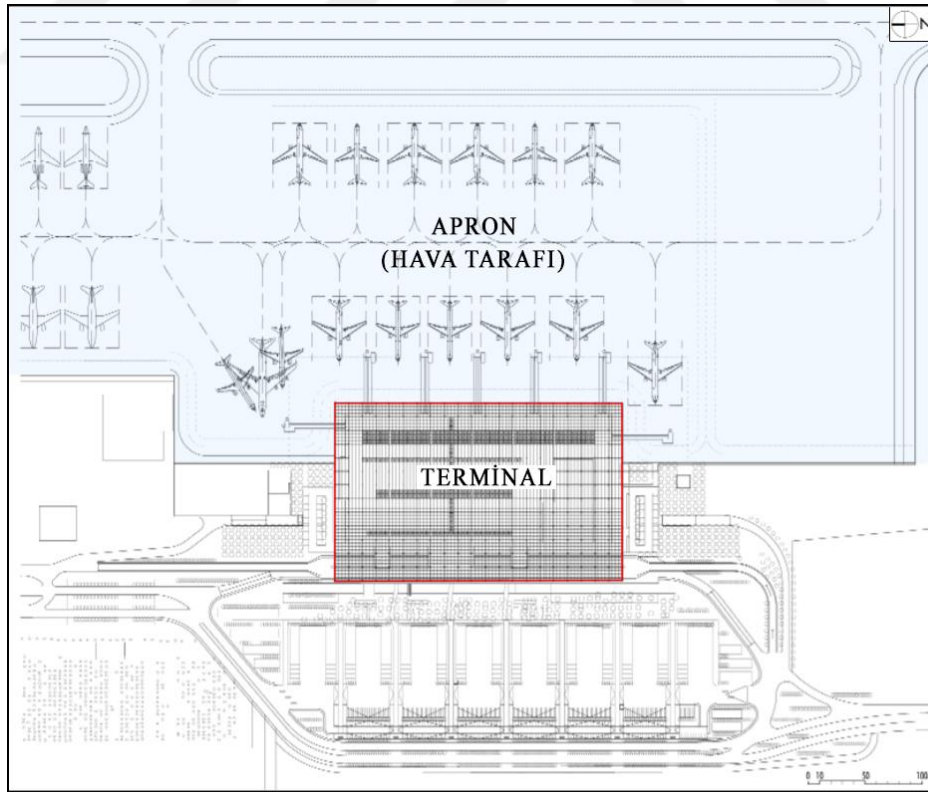
1981 yılında hava meydanı olarak hizmet vermeye başlayan Muğla Dalaman Havalimanı, 1989 yılında kurul kararıyla 'Havalimanı' statüsünü almıştır. Hem iç hatlar hem de dış hatlara hizmet veren Dalaman Havalimanı'nda dış hatlar terminali, tasarım yarışması düzenlenerek belirlenmiştir. 1999 yılında Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin düzenlediği proje tasarım yarışmasında, Emre Arolat ve Bünyamin Derman tarafından tasarlanan Dış Hatlar Terminal Projesi birinciliğe layık görülmüştür. 2004 yılında inşaatına başlanan ve 2006 yılında tamamlanan yapı, 5 milyon yolcu/yıl kapasiteye, 45.000 m²'lik toplam 550 araç kapasiteli otoparka ve 95.000 m² kapalı alana sahiptir (http-11). Daha sonra Dalaman İç Hatlar Terminalinin yeterli olmamasından dolayı yıkılan ve yerine yapılan Yeni Terminal Binası, 2018 yılı temmuz ayında hizmete açılmıştır. Dalaman Havalimanı Yeni Terminal Binası (Terminal 2), 120.000 m² kapalı alana, 87 Check-in kontuarına, 13 biniş kapısına sahip 4 katlı bir yapıdır. Sezon dışı olarak görülen 5-6 aylık sürede Dış Hatlar Terminali kapalı tutularak (kış aylarında) yeni terminalin hem iç hatlara hem de dış hatlara hizmet vermesi planlanmıştır. Şu an Muğla

Dalaman Havalimanı'nda İç Hatlara ve Dış Hatlara hizmet vermek üzere iki terminal binası bulunmaktadır (http-12). Yolcuların Dalaman Havalimanı terminal binalarına ulaşımını, havalimanının dolaşım alanlarını ve terminallerin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren genel şema Şekil 5.1'de gösterilir.



Şekil 5.1. Dalaman Havalimanı Genel Dolaşım Şeması (Şema http-13'ten düzenlenmiştir.)

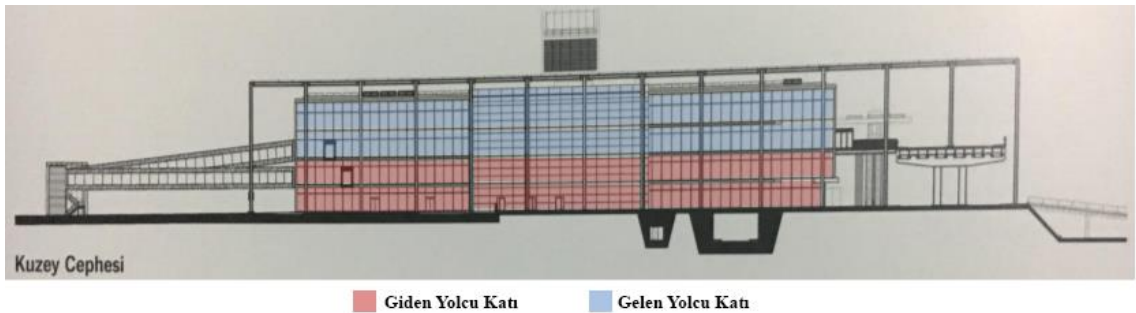
Dalaman Havalimanı'nda Dış Hatlar Terminali olarak tasarlanan yapı, iç ve dış mekanların esneklik kazanabildiği bir sistem olarak ele alınmasından ve iklim özelliklerine yönelik tasarım anlayışı benimsemesinden dolayı dikkat çeken bir tasarımıdır. Teknik açıdan bakıldığında yapının apron terminal biçimlenmesi, mobil taşımalı, lineer ve iskele tiplerinden oluşurken; yerleşim biçimlenmesi, terminal binasının lineer olarak aprona paralel yerleştirilmesiyle oluşmaktadır (Şekil 5.2). Yapı, plan düzleminde belirli bir aks sistemine göre yerleştirilen kolon sistemi sayesinde esneklik ve büyüyebilme imkanı sağlamaktadır. Ayrıca çelik çatı, betonarme sistem kullanılan ana strüktürden 2.50 metre yukarıda ve ana binadan koparılacak şekilde konumlandırılmıştır. Yatay ve düşeyde birbirinden koparılan ana bina ve çatı arasındaki bölgeye güneş kırıcılar yerleştirilmiştir (Önal, 2015). Yapının üst örtüsü yarı-geçirgen özelliğiyle olumsuz iklim şartlarını engellerken; güneş kırıcı paneller, kendi mikroklimasını yaratarak ana örtünün ısınmasını engellemektedir. Yapının şekillenmesinde genel olarak; iklim koşulları, doğal havalandırma, terminal ve otoparkın gelecekteki olası genişlemeleri ve gelişmeleri etkili olmuştur.



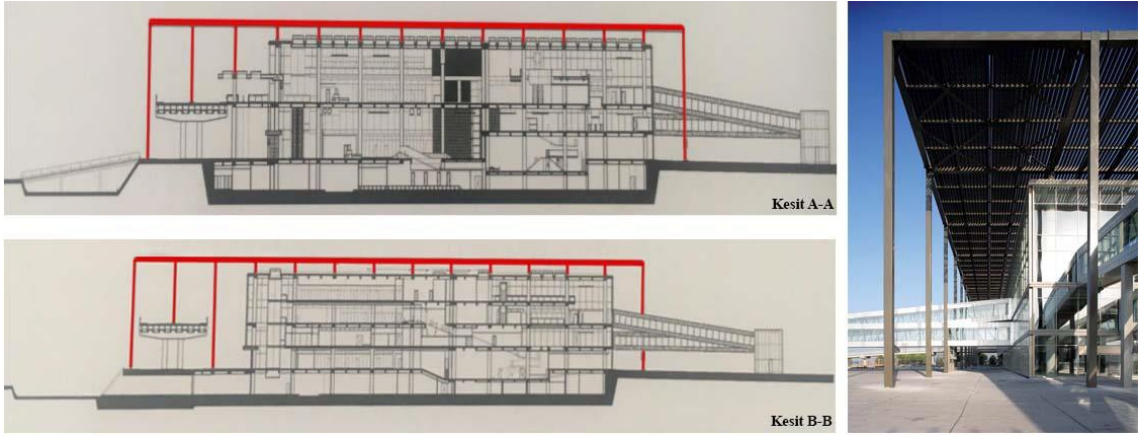
Şekil 5.2. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali Genel Yerleşim Planı (Arolat & Derman, 2007/2-61)

Bu tez çalışmasında, esneklik bağlamında belirli amaçlarla tasarlanan Dalaman Dış Hatlar Terminali (Terminal 1) incelenmiştir. Dış Hatlar Terminaline dair yolcu verileri, faaliyet analizleri, mekânsal ilişkiler ve esneklik bağlamı dikkatlice analiz edilerek elde edilen bilgiler doğrultusunda örnek çalışma yapılmıştır. Dalaman Dış Hatlar Terminali Tasarımı ile ilgili başlıca özellikler şunlardır:

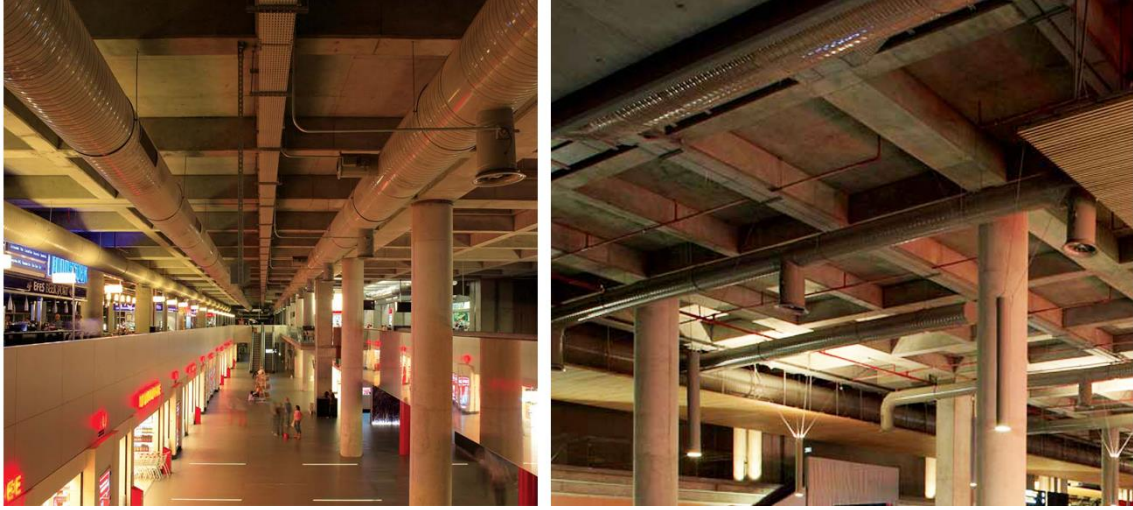
- 1) Dalaman Terminal 1 Binası plan düzleminde dikdörtgen forma sahip, merdiven ve asansör donatılarıyla katlar arası geçiş sağlayan dört katlı bir yapıdır.
- 2) Gridal aks sisteminde belirli aralıklarla tekrar eden betonarme kolon sistemine sahiptir.
- 3) Seviye farkı sayesinde gelen ve giden yolcu faaliyetleri için yatay ve düşey düzlemde ayrılma avantajı sağlanmıştır (Şekil 5.3).
- 4) Ana bina ve ondan koparılan örtü, birbirine temas etmeyen farklı katmanları oluşturur (Şekil 5.4). Aynı zamanda servis katmanında olan tesisat boruları da ayrı bir katman olarak düşünülebilir (Şekil 5.5).
- 5) Terminalde kullanılan yönlendirme tabelaları ve terminalin şeffaf yapıda olması sayesinde yolcu yönelimi kolaydır.
- 6) İç mekan kurgusunda kendine özgü bir mimari dile sahiptir. Ahşap malzeme, çıplak beton kullanımı, taşıyıcı sistemin sergilenmesi ve cephelerde camın kullanımı sayesinde sakin ve doğal bir kurgu oluşturulurken fazla miktarda doğal ışığın içeriye alınması sağlanmıştır.
- 7) Giden yolcu katının kara tarafı yaya sirkülasyonu daha anlaşılırken, hava tarafı biraz daha karmaşık bir yapıdadır.
- 8) Tasarımcılar, hava trafiğinin bugünkü gereksinimlerini ve gelecekteki mikro-makro gelişim alanlarını düşünerek ve önemseyerek terminal binasını tasarlamışlardır.



Şekil 5.3. Terminal Binası Giden ve Gelen Yolcu Katlarını Gösteren Görünüş Şeması (Kuzey Cephesi üzerinden düzenlenmiştir) (Yapı Endüstri Merkezi, 2013, s. 19)



Şekil 5.4. Ana bina ve koparılan örtüyü gösteren kesitler ve perspektif görünüşü (Kesitler üzerinde düzenleme yapılmıştır) (Yapı Endüstri Merkezi, 2013)



Şekil 5.5. Ayrı bir katman olarak planlanan servis katmanından tesisat boruları ([http-14](http://14))

Havalimanı Projeleri, oldukça uzun süreçlere sahip oldukları için projenin uygulama aşamasında bazı değişikliklerin gerçekleşmesi kaçınılmaz olabilir. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nde de avan projeden uygulama projesine kadar öngörülemeyen birçok değişiklik meydana gelmiştir. Değişiklikler, yapım sisteminin getirdiği kısıtlamalardan ve mimari projede brüt beton taşıyıcı sistemin kullanımından kaynaklanarak yapım aşamasının yavaşlamasına neden olmuştur. Örneğin, apron kısmında meydana gelen alan artışından dolayı, yüklenici firmaya ek süre tanınmak zorunda kalınmıştır. Terminalin bodrum katı, ihale sürecinde kısmi olarak düzenlense de teknik ve statik zorluklar yüzünden tam bodrum olarak yapılmış ve terminal alanında 15.000 m² artış olmuştur. Ayrıca terminal çatısında statik zorluklardan dolayı meydana gelen bazı değişiklikler, yüklenici firmayla ilgili problemler oluşturmuştur (Acar, 2007,

s. 82). Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali projesinde olduğu gibi birçok terminal projesinde de benzer sıkıntılar yaşanmaktadır. Havacılıkta meydana gelen gelişmeler, teknolojik ilerlemeler, tasarım aşamasında öngörülemeyen değişiklikler, projenin ilerleyen aşamalarında ortaya çıkan unsurlar gibi birçok etken ‘Havalimanı Projesi için Planlama ve Mekan Yerleşimi’ konusunda esnek bir tasarımın önemini ortaya koymaktadır.

Türkiye’de son on yılda zamanla artış gösteren yolcu (%146), uçak (%93) ve kargo trafiği (%232), çoğu ülkeye göre dünya ortalamalarının üzerinde bir performans göstermektedir. DHMİ (Devlet Hava Meydanları İşletmesi) Havayolu Sektör Raporlarına bakıldığında 2016 yılı iç hat-dış hat toplam yolcu trafiği, 2015 yılına göre %4 azalış göstermiştir. 2017 yılında, yaşanan siyasi-ekonomik olumsuzlukların ortadan kalkmasıyla yolcu trafiği %11,1 artmış, 2018 yılında 2017 yılına göre %9 artmış, 2019 yılında ise %1 düşmüştür. (DHMİ Genel Müdürlüğü, 2020, s. 15-16) 2020 yılı raporları henüz yapılmamış olsa da Covid-19 salgını yüzünden birçok havaalanında seyahat kısıtlamaları getirilmiş, uçuşlar azaltılmış veya tamamen uçuşlar yasaklanmıştır bu yüzden hava trafiği önemli oranda azalmıştır.

Eurocontrol verilerinde belirtildiği üzere 2020 yılının ilk yarısında küresel ölçekte de önemli bir düşüş yaşanmıştır. Bu süreçte uçak koltuk kapasiteleri azaltılmak zorunda kalınmış ve önemli boyutlarda gelir kaybı yaşanmıştır. Pandemi sürecinde Türkiye havalimanlarında, dış hatlar için uçuşların durdurulması, iç hatlarda seyahat edecek yolcuların seyahat izin belgesi alması zorunluluğu, iç hatlar için bazı havaalanları hariç yolcu taşımacılığının durdurulması ve havayolu işletmeleri uçaklarının atıl durumda kalması gibi birçok durumla karşılaşmıştır. Bu yüzden termal kamera kullanımı, bekleme alanlarında sosyal mesafe kurallarına uygun oturma düzeni yapılması, check-in ve gidiş-varış salonlarında yolcular arası mesafeyi belirlemek için işaretlendirme yapılması ve belirli noktalara alkol bazlı dezenfektan standları koyulması gibi birçok tedbir planlanarak uygulanmıştır. Covid-19 sürecinde Muğla Dalaman Havalimanı’nda da tüm uçuşların durdurulması, sadece iç hatlar için bazı yerlere belli sayıda uçuşun yapılması veya dış hatlar için sadece özel uçuşların yapılması gibi çeşitli önlemler alınmıştır (Macit & Macit, 2020).

Tablo 5.1. Türkiye'de Sırasıyla En Fazla Dış Hatlar Yolcuya Sahip Havaalanlarının ve Yolcu Payının (Türkiye'deki yüzdeliği) Tablosu (DHMİ Havalimanları Karşılaştırmalı İstatistiklerinden yararlanıldı)

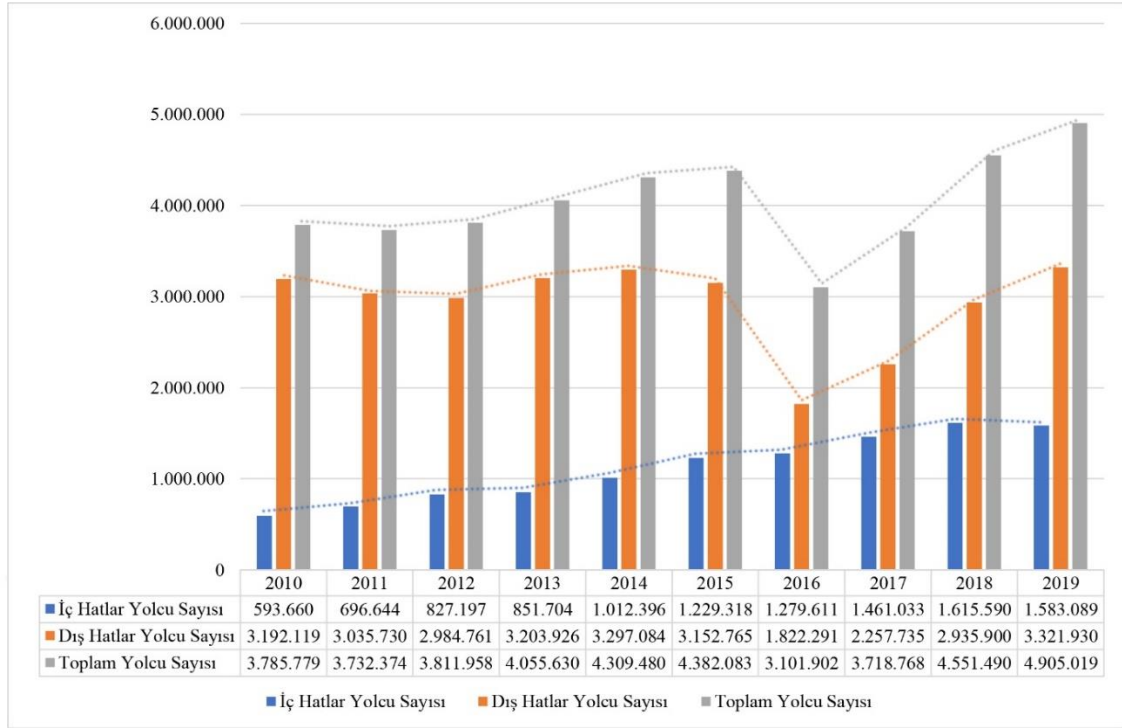
	Yıllara Göre Dış Hatlar Yolcu Sayısı					Toplam	Dış Hatlar Yolcu Payı (Yüzde)				
	2015	2016	2017	2018	2019		2015	2016	2017	2018	2019
Atatürk Havalimanı	41.998.251	41.281.937	44.476.589	49.130.261	11.876.601	188.763.639	%50	%58	%53	%50	%11
Antalya Havalimanı	20.863.040	11.720.296	18.448.685	24.127.993	28.720.491	103.882.505	%25	%16	%22	%25	%26
Sabiha Gökçen Havalimanı	9.583.089	9.583.089	10.310.205	11.619.569	14.055.522	55.039.977	%11	%13	%12	%12	%13
Dalaman Havalimanı	3.152.765	1.822.291	2.257.735	2.935.900	3.321.930	13.490.621	%4	%3	%3	%3	%3
Adnan Menderes Havalimanı	2.632.657	2.096.076	2.349.550	2.730.772	3.333.332	13.142.387	%3	%3	%3	%3	%3
Esenboğa Havalimanı	1.551.157	1.496.876	1.988.793	2.241.901	2.277.395	10.056.122	%2	%2	%2	%2	%2

Türkiye’de dış hatlar yolcu taşımacılığı, sürekli bir artış içerisinde ve dünya havacılık sektöründe önemli bir paya sahiptir. Dış hatlar trafiğindeki yoğunlaşma, transit nokta olarak yer alan, turist çeken ve büyük şehirlerde bulunan havalimanlarıyla birlikte Dalaman Havalimanı’nda da görülmektedir. Son 5 yılda (2015-2019), Türkiye’deki en fazla dış hatlar yolcu trafiği sıralamasında Atatürk Havalimanı, Antalya Havalimanı ve Sabiha Gökçen Havalimanından sonra 4. sırada Dalaman Havalimanı yer almaktadır. Yukarıdaki tabloda (Tablo 5.1), Türkiye’de sırasıyla en fazla dış hatlar yolcusuna sahip havalimanlarının 2015, 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarındaki yolcu sayıları ve Türkiye havacılık trafiğindeki yolcu payları (yüzdelik oranları) gösterilmektedir. Tablo 5.1, DHMİ’nin web sitesinde bulunan Havalimanları Karşılaştırmalı İstatistiklerinden yararlanarak hazırlanmıştır (DHMİ, 2020). Dalaman Havalimanı, 2015 yılında Türkiye Dış Hatlar trafiğinin %4’ünü oluştururken, 2016 yılında yaşanan siyasi-ekonomik olumsuzluklardan dolayı Türkiye’deki diğer havalimanlarıyla eşzamanlı olarak yolcu sayısında düşüş yaşasa da %3’lük bir paya sahiptir. 2017, 2018 ve 2019 yıllarında ise istikrarlı olarak yolcu sayısında artış görülmekte ve bu yıllarda Türkiye Dış Hatlar Yolcu Sayısının %3’lük kısmını oluşturmaktadır.

Dalaman Havalimanı’nın son on yıllık (2010-2019 yılları) yolcu istatistiklerine bakılarak hazırlanan grafikte (Şekil 5.6), iç hatlar yolcu sayısında sürekli bir artış olduğu görülürken, dış hatlar yolcu sayısında bazı durumlara göre artma ve azalma değişimleri olduğu görülmektedir. Dalaman Havalimanı, 2010 yılından 2019 yılına kadar olan süreçte her yıl bir önceki yıla göre daha fazla iç hat yolcusuna sahip olmuştur. Bu durum, havayolu ulaşımı kullanımının artması, zamanla havacılık sektöründe meydana gelen gelişmeler ve artan talep gibi birçok nedene bağlanabilir. Dış hatlar trafiğine bakıldığında Datça, Marmaris, Gökova, Dalyan, Sarıgerme, Göcek, Fethiye, Ölüdeniz, Kalkan ve Kaş gibi Türkiye’nin en önemli turistik yerlerine hizmet verdiği için yolcu sayısında ve uçak trafiğinde yoğunlaşma olmaktadır. Dalaman Havalimanı yolcu verileriyle hazırlanan aşağıdaki grafiğe (Şekil 5.6) göre:

- 1) Toplam yolcu sayısında, 2010 yılına göre 2011 yılında %1,4 lük azalma, 2012 yılında 2011 yılına göre %2 lik bir artış, 2013 yılında 2012’ye göre %6 lık bir artış, 2014 yılında 2013’ e göre %6 lık artış, 2015 yılında ise 2014 yılına göre %2 lik bir artış olmuştur. İç hatlar yolcu sayısında neredeyse her yıl artış meydana gelirken, dış hatlar yolcu sayısında ufak dalgalanmalar (iniş ve çıkışlar) olmuştur.

- 2) 2010-2015 yılları için toplam yolcu sayısı bakımından en verimli yıl, 4.382.083 yolcu sayısı ile 2015 yılıdır. Toplam kapasitesi 5.000.000 yolcu/yıl olan terminal binası için beyan edilen kapasitededir.
- 3) 2016 yılında haziran ayına kadar farklı yerlerde gerçekleşen büyük terör olayları ve 26 Haziran'da Atatürk Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nde meydana gelen bombalı saldırı, toplam yolcu sayısında azalmaya neden olmuştur. Güvenlik sorunları nedeniyle transfer ve dış hatlar yolcu sayısındaki bu düşüş Türkiye genelinde yaşanmıştır. Aynı şekilde Dalaman Havalimanı'nda meydana gelen dış hatlar yolcusundaki azalma bu olaylardan kaynaklanmaktadır. Terör, doğal afet, ekonomik kriz, salgın hastalıklar gibi olaylar havacılık sektörünü büyük ölçüde etkilemektedir.
- 4) 2016 yılında Dalaman Havalimanı iç hatlar yolcu sayısında %4,1 lik artış olsa da dış hatlar yolcu sayısı 2015 yılına göre %42 lik ciddi bir azalma meydana gelmiştir. 2016 yılında toplam yolcu sayısı ise bir önceki yıla göre %29 azalmıştır.
- 5) 2016-2019 yıllarında dış hatlar ve toplam yolcu sayısında sürekli bir artış olmuş, iç hatlar yolcu sayısında da 2019 yılı haricinde genel bir artış söz konusudur.
- 6) Toplam yolcu sayısı 2017 yılında 2016 yılına göre %20 artış, 2018 yılında 2017'ye göre %22 artış, 2019 yılında ise 2018'e göre %8 artış meydana gelmiştir. İç hatlar yolcu sayısı 2017 yılında 2016 yılına göre %14-24 artış, 2018 yılında 2017'ye göre %11-30 artış, 2019 yılında ise 2018'e göre %2-13 azalma olmuştur. Dış hatlar yolcu sayısı ise 2017 yılında 2016 yılına göre %24 artış, 2018 yılında 2017'ye göre %30 artış, 2019 yılında ise 2018'e göre %13 artış görülmüştür.
- 7) 2020 yılının istatistik sonuçlarında Covid-19 sürecinde uçuşların kaldırılması, sınırların kapatılması, yasakların olması gibi durumlardan dolayı ciddi bir düşüş beklenmektedir. Fakat olağanüstü bir durum olduğu için havalimanı performansına dair genel veriler içerisinde değerlendirmemek gerekir. Covid-19 sürecinin belirsiz olması, gelecek zaman içerisinde havacılık sektörüne, havalimanlarına veya uçak düzenlerine yönelik değişimlerin yaşanıp yaşanmayacağını belirsiz kılmaktadır. Bazı öngörüler olsa da bu süreçte uygulanacak olan uçak kapasitesinin azaltılması, bazı ülkeler için giriş-çıkış yasağının uygulanması, özel izinlerle seyahat edilmesi ve bekleme alanlarında belli mesafelerde bulunulması gibi tedbirler ne kadar sürecek belli değildir.

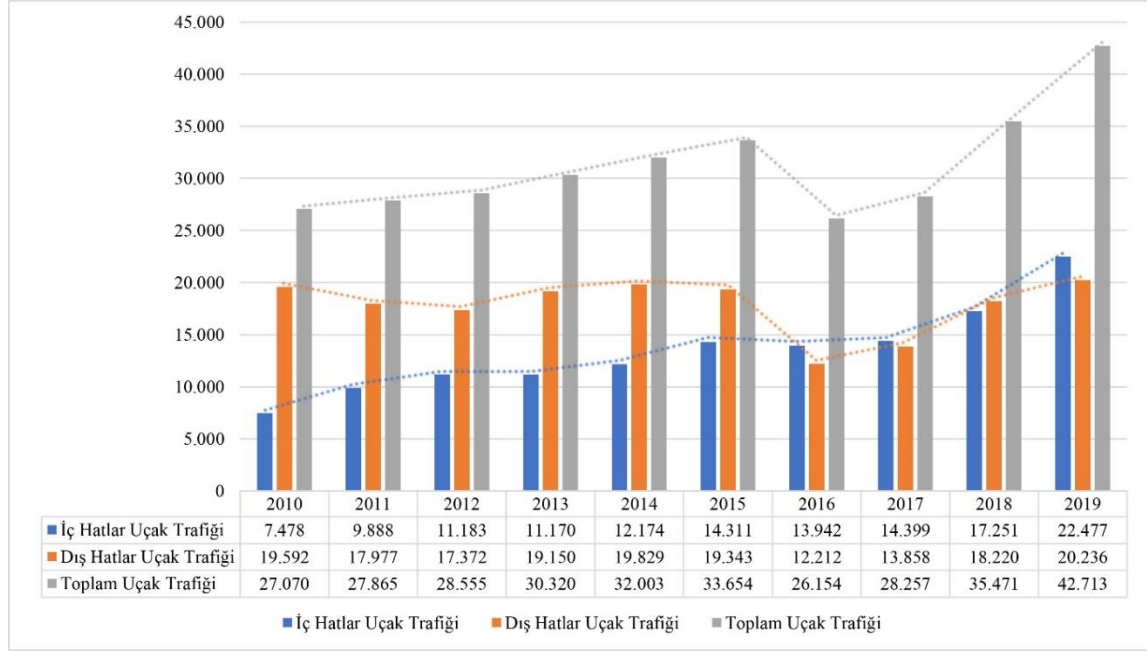


Şekil 5.6. Yıllara Göre İç Hatlar, Dış Hatlar ve Toplam Yolcu Sayısı ve Değişim Grafiği

Dalaman Havalimanı için uçak trafiği grafiğine (Şekil 5.7) bakıldığında 2016 yılına kadar toplam trafiğin sürekli bir artış içinde olduğu görülmektedir. Toplam uçak trafiği kendinden bir önceki yıla göre, 2011 yılında %2,9 artış, 2012 yılında %2 artış, 2013 yılında %6 artış, 2014 yılında %6 artış, 2015 yılında ise %5 lik artış olmuştur. 2016 yılında meydana gelen terör olaylarından dolayı yolcu sayısındaki düşüşle orantılı olarak uçak trafiğinde de düşüş yaşanmıştır. Toplam uçak trafiği kendinden bir önceki yıla göre, 2016 yılında %22 düşüş, 2017 yılında %8 artış, 2018 yılında %16 artış ve 2019 yılında ise %20 artış olmuştur.

İç hatlar uçak trafiğinde 2010-2015 yılları arasında 2013 yılı hariç kendinden bir önceki yıla göre sürekli bir artış söz konusudur. 2012 ve 2013 yıllarında uçak trafiği neredeyse aynı olduğu için değişmemiş kabul edilir. 2016 yılındaki terör olaylarına rağmen iç hatlar uçak trafiğinde sadece %3 lük bir düşüş yaşanmıştır. 2017, 2018, 2019 yıllarında ise iç hatlar uçak trafiği istikrarlı artışına devam etmiştir. Dış hatlar uçak trafiği ise 2010 yılından 2015 yılına artış veya düşüş şeklinde ufak oynamalar yapsa da genel olarak 17.000 ile 20.000 arasında bir değerde olmuştur. 2016 yılında %37 lik bir düşüş gösteren trafikten sonra 2017, 2018 ve 2019 yıllarında istikrarlı bir artış göstermiştir. Şekil 43 ve Şekil 44 grafiklerine bakacak olursak, toplam yolcu sayısı ile toplam uçak trafiği eğim çizgileri ve dış hatlar yolcu sayısı ile dış hatlar uçak trafiği eğim çizgileri

doğru orantılı olup oldukça benzerdir. İç hatlar yolcu sayısı ve iç hatlar yolcu trafiği eğim çizgileri 2017 yılına kadar orantılı olarak gelişirken, 2017, 2018, 2019 yıllarında iç hatlar yolcu trafiği eğimi, yolcu sayısı eğimine göre çok daha dik eğimlidir. 2019 yılındaki iç hatlar yolcu sayısı 2018'e göre %2 azalırken uçak trafiği %30 artış göstermiştir.



Şekil 5.7. Yıllara Göre İç Hatlar, Dış Hatlar ve Toplam Uçak Trafiği ve Değişim Grafiği

DHMI istatistiklerine göre kargo trafiğine bakılacak olursa, Dalaman Havalimanı'nın Türkiye'deki yolcu sayısı ve uçak trafik payı oldukça fazla olmasına rağmen kargo trafiğinin çok yoğun olmadığı ve diğer havalimanlarındaki kargo trafiğine göre arka planda kaldığı söylenebilir. Toplam (iç hatlar ve dış hatlar toplam) kargo trafiğinde kendinden bir önceki yıla göre sırasıyla 2011 yılında %8 artış, 2012 yılında %1 ve 2013 yılında %1 artış, 2014 yılında %9 düşüş, 2015 yılında %57 düşüş, 2016 yılında %9 artış, 2017 yılında %18 düşüş, 2018 yılında %45 düşüş, 2019 yılında ise %32 düşüş yaşanmıştır (http-15). Son on yılda dış hatlar kargo trafiğinde 2016 yılı hariç her yıl azalma olmuştur; iç hatlar kargo trafiğinde ise son beş yılda 2017 yılı hariç sürekli bir azalma olduğu görülmektedir. Kısacası, son on yılda Dalaman Havalimanı toplam kargo trafiğinde büyük bir düşüş yaşamıştır.

Tez çalışması için Dalaman Havalimanı'na dair genel bilgiler incelenmiş, Dış Hatlar Terminal Binası'nın mimari özelliklerine yer verilmiş ve havalimanının yolcu ve trafik değişimleri incelenmiştir. Dalaman Havalimanı, birçok turistik bölgeye hizmet

veren, özellikle dış hatlar yolcuları için yoğun trafik verileri olan ve Türkiye havacılık sektöründe önemli bir yere sahip havalimanlarından biridir. Normal şartlar altında Dalaman Havalimanı için yolcu sayısındaki artış grafiğine bakılarak gelecek on yıl içinde kapasitenin 5.000.000'nun üstünde olacağı ve maksimum kapasiteyi geçeceği öngörülmektedir. Dalaman Havalimanı, yerleşim yeri olarak gelecekte olası kapasite artırımını için terminal genişlemesine olanak sağlayacak haldedir. Yeni yapılan terminal binasıyla havalimanı kapasitesi oldukça artmış ve yolcu kapasitesi 15.000.000'a çıkmıştır. Fakat bu tez çalışmasında, İç hatlar Terminal Binası'nın yıkılması, yerine yapılan Yeni Terminal Binasının tam olarak hizmete açılmamış olmaması ve Teminal 1 binasının esneklik açısından belli amaçlar doğrultusunda tasarlanmasından dolayı düzen geliştirme adımlarında Dış Hatlar Terminal Binası olarak tasarlanan Terminal 1 binasında dair veriler ön planda tutulmaktadır.

5.2.Vaka Çalışması olarak Seçim Nedenleri

Tez çalışmasında vaka çalışmasının 'Dalaman Havalimanı' olarak seçimi, öncelikli olarak esneklik kavramının tasarım hedeflerinde ön planda olmasından kaynaklanır. Bunun dışında hem iç hatlar hem dış hatlar yolcusuna hizmet veren Dalaman Havalimanında 'Terminal 1' binası belli bir süre boyunca kullanımda farklılaşma süreci yaşamıştır. İç Hatlar Terminali'nin yıkılarak yerine Yeni Terminal Binası'nın (Terminal 2) yapımı sürecinde (inşaata tamamlanıp hizmete açılana kadar) Dış Hatlar Terminal Binası (Terminal 1) iç hatlar uçuşlarını da gerçekleştirmiştir. Bu süreçte, iç hatlar uçuş operasyonlarının aksamadan ve düzgün bir şekilde devam etmesi için Dış Hatlar Terminali'nde gerekli düzenlemeler yapılarak hizmet vermesi sağlanmıştır. Başlangıçtaki yolcu tipine (dış hatlar yolcusu) göre düzenlenen terminal binalarının gerekli durumlarda farklı yolcu tiplerine hizmet verebilmesi veya farklı yolcu kapasitelerine cevap verebilmesi için mekan yerleşimlerinde esnek olmaları oldukça önemlidir.

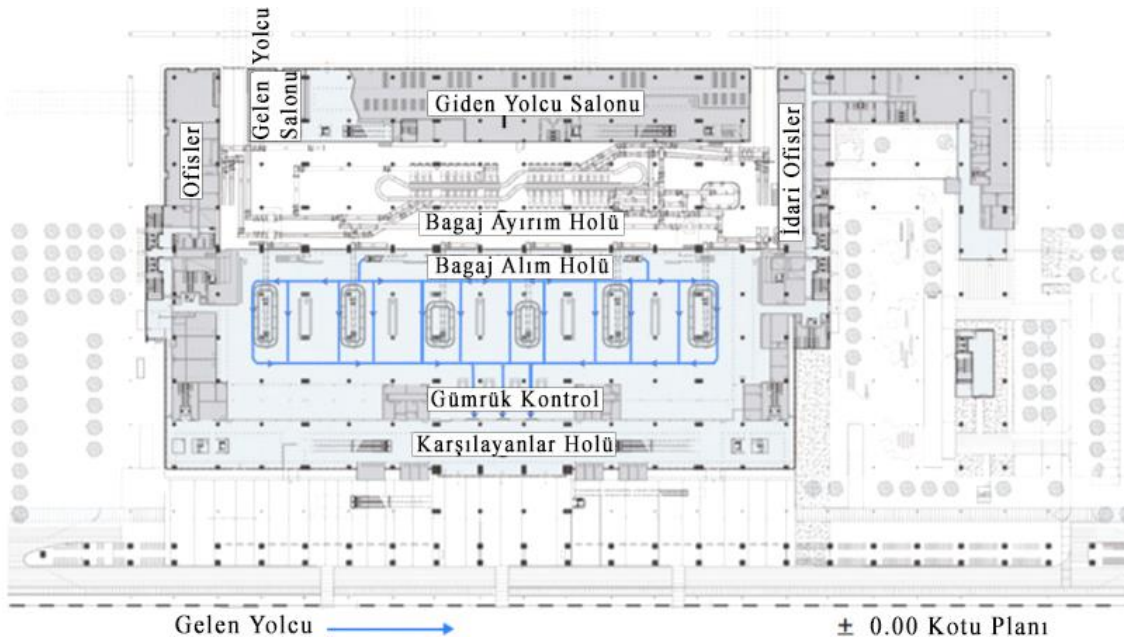
Başka bir açıdan, yurtiçi operasyonlara ve uluslararası hizmetlere sahip olan Dalaman Havalimanı, genel ayrıntılı yolcu hareketleri bilgilerini analiz etmek için seçilmiştir. Tez çalışması, seçilen uluslararası terminal yolcularının kalkış ve varış faaliyetlerine odaklanmaktadır. Genel bilgiler için havalimanı verileri dikkate alınsa da ayrıntılı yolcu hareketleri için Dış Hatlar Terminal Binası (Terminal 1) incelenmiş ve dış hatlar yolcusuna yönelik kalkış ve varış deneyimlerine yönelik mekânsal düzenler geliştirilmiştir.

5.3. Yolcu Faaliyetleri ve Süreci

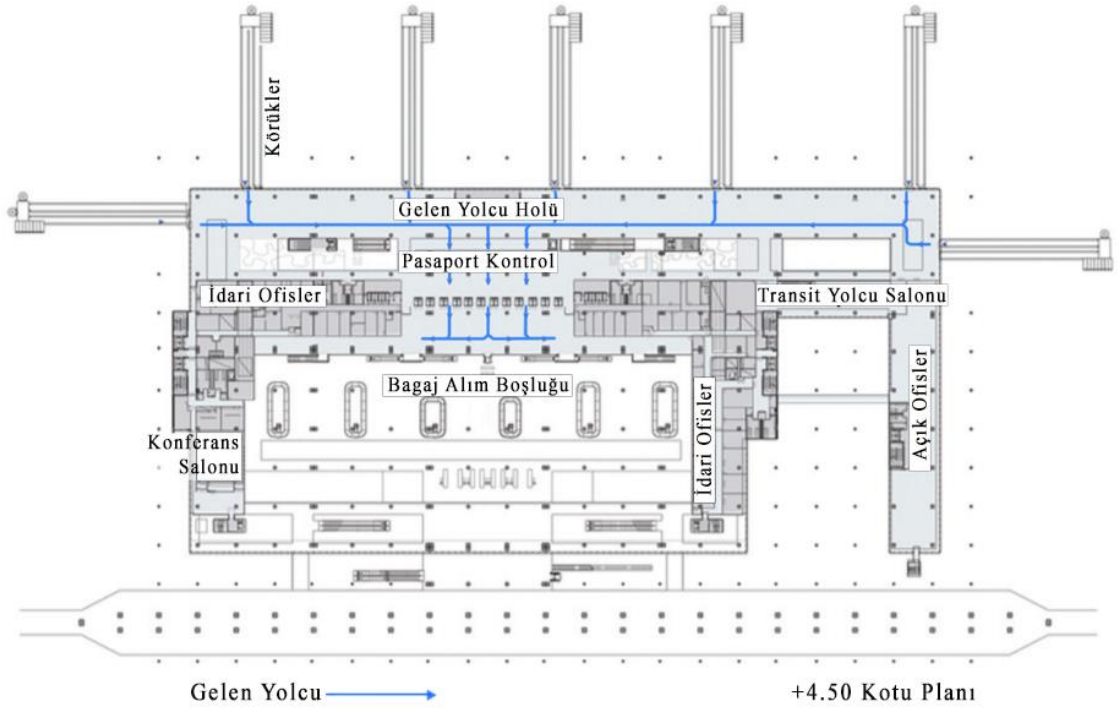
Bu bölümde, Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali için sırasıyla; yolcu işlemleri ve faaliyetleri analizi, ayrıntılı yolcu hareketlerinin etkinlik alanına göre sınıflandırılması, mekânsal gereklilikler ve ilişkiler (zorunlu mekanlar ve isteğe bağlı mekanlar) ve terminal faaliyetlerinin süreç modeli konuları incelenmektedir.

5.3.1. Yolcu işlemleri ve faaliyetleri analizi

Mekan yerleşim düzeni oluşturmak için yolcu işlemleri ve faaliyetleri incelenerek Dalaman Havalimanı üzerinden gerekli analizler yapılmıştır. Bu bölümde Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali kat planları incelenerek, gelen ve giden yolcu hareketleri belirlenmiş; gidiş ve kalkış tesislerine dair veriler elde edilmiştir. Aşağıdaki kat planlarına bakıldığında (Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.11, Şekil 5.12), gelen ve giden yolcuların farklı seviyelerde gerçekleşen işlem süreci adımları görülmektedir. Şekil 5.10 ve Şekil 5.13'te ise yolcu işlem sürecinin gerçekleştiği alanlara yönelik görseller sunulmaktadır. Çalışmanın amacı, Türkiye Havalimanı Terminalleri için genel bir yolcu süreci tanımlamak ve süreci kolaylaştırmaya çalışmaktır. Tez çalışmasında, dış hatlara yönelik iş süreç modelleri kullanılarak gelen ve giden yolcu faaliyetleri tesislerine yönelik düzenler geliştirilse de genel olarak bagaj faaliyetlerine, iç hatlar yolcu faaliyetlerine veya kendi verileri doğrultusunda tamamen başka şartlardaki bir havalimanına uyarlanabilir.



Şekil 5.8. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +0.00 Kotu Planı (Proje Planları üzerinden düzenlendi)



Şekil 5.9. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +4.50 Kotu Planı (Proje Planları üzerinden düzenlendi)

+4.50 Kotu Gelen Yolcu Akışı



Gelen Yolcu Holü



Pasaport Kontrol



Alt kota erişim

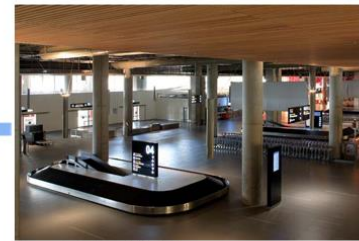
+0.00 Kotu Gelen Yolcu Akışı



Karşılama Holü

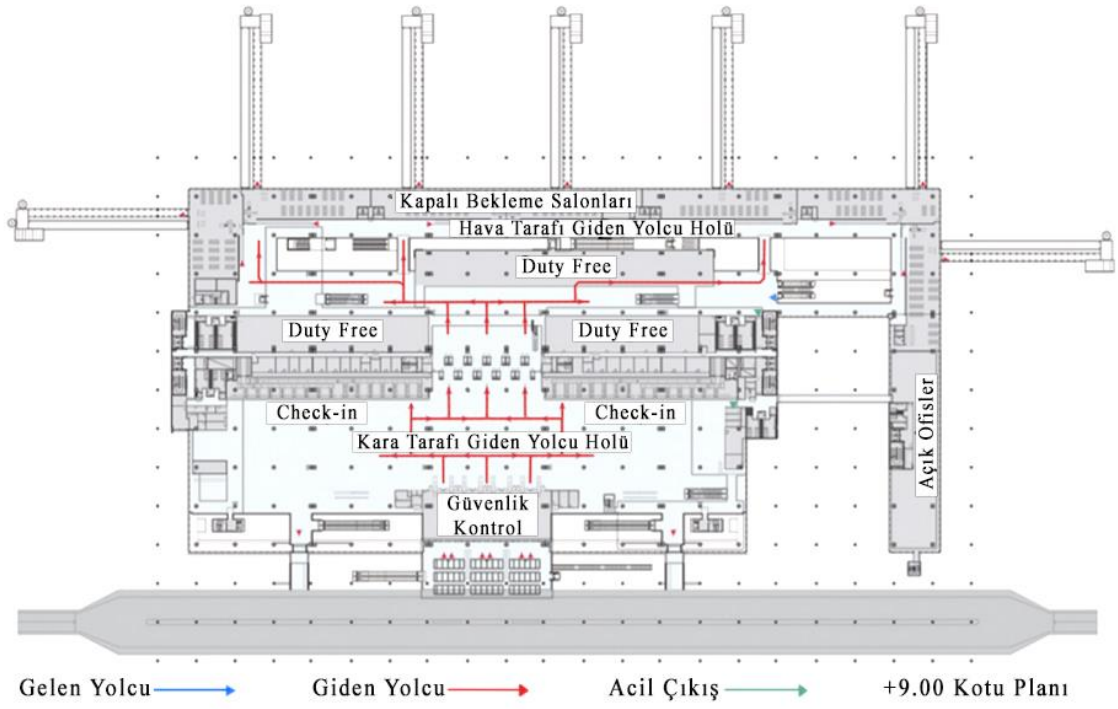


Gümrük Kontrol

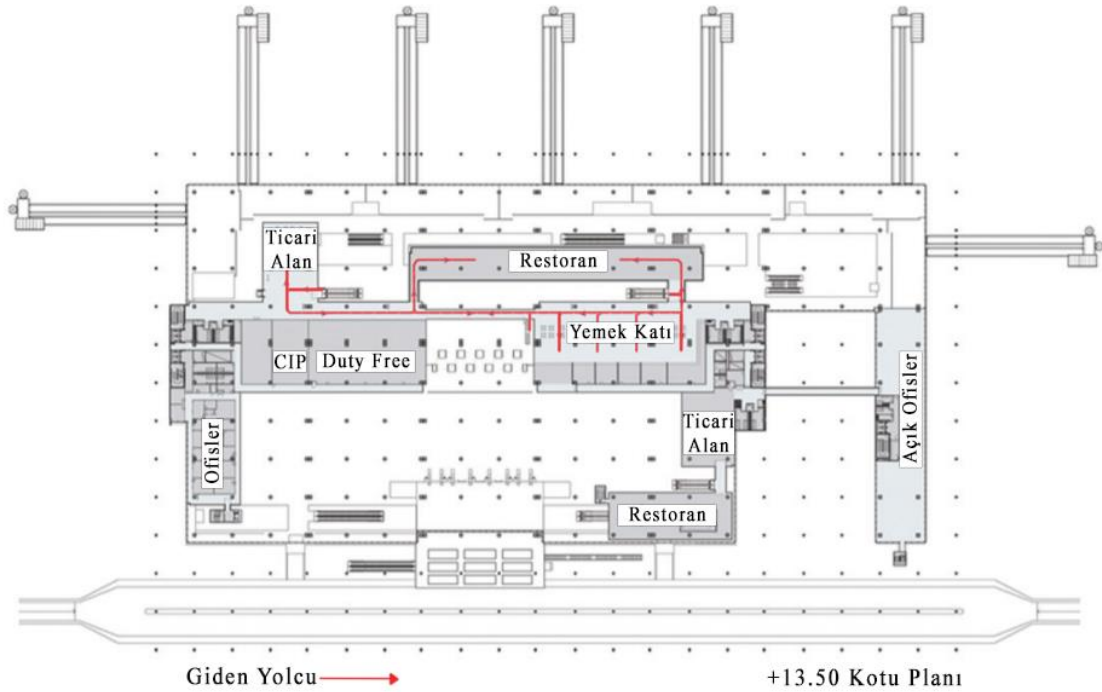


Bagaj Alım Holü

Şekil 5.10. Gelen Yolcu İşlemlerinin Yapıldığı Mekanlara Ait Görseller (Tüm görseller [http-14](http://14) sitesinden alınmıştır.)

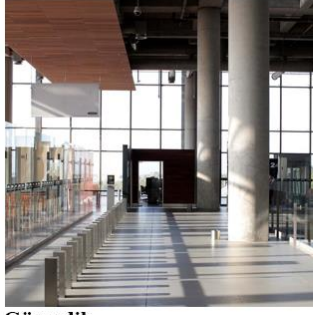


Şekil 5.11. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +9.00 Kotu Planı (Proje Planları üzerinden düzenlendi)



Şekil 5.12. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin +13.50 Kot Planı (Proje Planlarından düzenlendi)

+9.00 Kotu Giden Yolcu Akışı

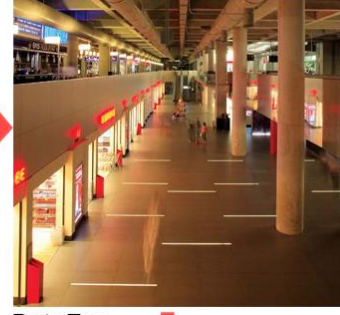


Güvenlik



Kara Tarafı Giden Yolcu Holü

+9.00 ve +13.50 Kotunda Bulunan Yeme-İçme ve Alışveriş Alanları



Duty Free



Kapalı Bekleme Salonları



Hava Tarafı Giden Yolcu Holü

Şekil 5.13. Giden Yolcu İşlemlerinin Yapıldığı Mekanlara Ait Görseller (Tüm görseller <http-14> sitesinden alınmıştır.)

Giden yolcu katının genel sirkülasyon şeması (Şekil 5.14), yolcuların terminal binasının girişindeki güvenlikten geçtikten sonra check-in salonuna ulaşması, check-in işlemleri yapılan yolcuların sırasıyla pasaport kontrol ve güvenlik noktasından geçmesi, giden yolcu bekleme salonuna ulaşması ve vakti geldiğinde körükler aracılığıyla uçağa binmesi şeklinde gerçekleşir. Giden yolcu eylemleri, +9.00 kotunda gerçekleşirken; gelen yolcu işlemleri farklı kottadır. Uçağa geçiş körükler vasıtasıyla yapılmaktadır.



Şekil 5.14. Dalaman Havalimanı Terminal 1 Temel Giden Yolcu Hareketleri

Gelen yolcu katının genel sirkülasyon şeması (Şekil 5.15), körükler vasıtasıyla terminal binasına giriş yapan yolcuların geliş salonundan sonra pasaport kontrol noktasından geçmesi ve bagaj holüne ulaşarak bagajını teslim alması (eğer gerekliyse gümrük kontrolünden de geçmesi) sürecinden sonra karşılayıcı (bekleme) holüne geçerek terminal binasından çıkış yapması şeklinde gerçekleşir. Gelen yolcular, pasaport kontrolünden sonraki bagaj alımı işlemi için sirkülasyon elemanları aracılığıyla aşağı kota inmeleri gerekir. +0.00 kotu apron seviyesidir ve gelen yolcu işlemleri +4.50 kotunda gerçekleşir. Ayrıca vizeye tabi olan ülke vatandaşlarının kolaylıkla vize alabilmeleri için

pasaport kontrolü öncesinde bulunan vize kabininden hizmet almaları mümkündür. Eğer yolcuların gümrüğe tabi bir eşyası olursa bagaj alımından sonra gümrük işlemlerini yaptırmaları sonrasında karşılama alanına geçmeleri gerekir. Toplu taşıma araçları ile aprondan giriş yapan yolcular ise, üst kotta bulunan pasaport kontrol noktasına sirkülasyon elemanları aracılığıyla ulaşırlar ve işlemlerini hallettikten sonra tekrar aşağı kotta bulunan bagaj alma holüne inerler. Bagajını teslim alan yolcular, karşılama holüne geçtikten sonra tekrar bagaj holüne geri dönemezler.

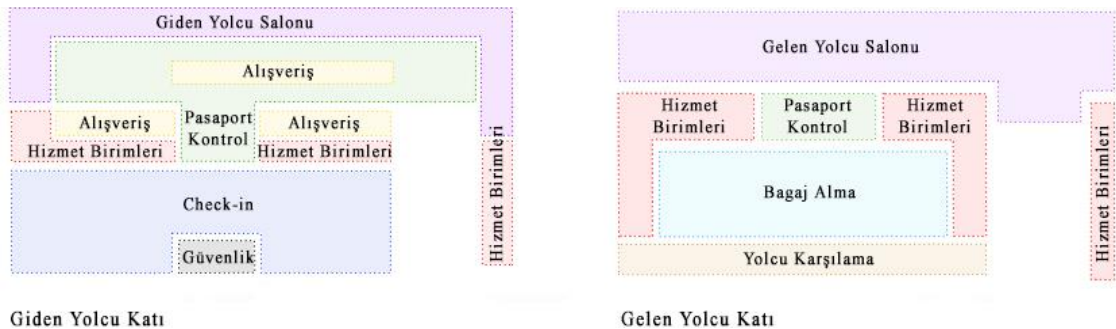


Şekil 5.15. Dalaman Havalimanı Terminal I Temel Gelen Yolcu Hareketleri

Giden yolcu hareketlerine bakıldığında, ilk yapılan eylemin terminal binasına girildikten sonra Check-in alanına yönelmek olduğu görülmüştür. Giden yolcu tesislerindeki en önemli odak noktalarından biri check-in kontuarları ve bagaj konveyörlerinin çevresidir. Gelen yolcular ise, terminale giriş yaptıklarında ilk olarak bagaj teslim alanına yönelirler bu yüzden gelen yolcu tesislerindeki en önemli odak noktası bagaj konveyörleri alanıdır.

5.3.2. Ayrıntılı yolcu hareketlerinin etkinlik alanına göre sınıflandırılması

Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali planlarına bakıldığında, faaliyet analizine göre giden yolcu katı, altı bölge ve gelen yolcu katı ise beş bölge olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 5.16). Giden yolcu katı ‘güvelik, check-in, pasaport kontrol, alışveriş (isteğe bağlı), hizmet birimleri, giden yolcu salonu’ bölgelerinden oluşurken; gelen yolcu katı ‘gelen yolcu salonu, hizmet birimleri, pasaport kontrol, bagaj alma, yolcu karşılama’ bölgelerinden oluşmaktadır.



Şekil 5.16. Giden Yolcu Katı Bölgeleri ve Gelen Yolcu Katı Bölgeleri

Tablo 5.2. Yolcu faaliyetlerine göre benzer fonksiyonların gruplandırılması

GİDEN YOLCU FAALİYETLERİ	Terminal binasına giriş Termal kamera ile vücut sıcaklık ölçümü (bazı durumlarda) Güvenlik kontrolü için hazırlık	TERMİNAL GİRİŞİ	GELEN YOLCU FAALİYETLERİ	Uçaktan inme Gelen yolcu salonunda bekleme	UÇAKTAN İNİŞ
	Güvenlik kuyruğuna girme Xray cihazından geçme Eşya Kontrolüne Girme ETD taraması ve metal taraması	GÜVENLİK		Termal kamera ile yapılmakta olan sağlık taramasından geçme - Ateş Ölçümü	KARAN-TİNA (Bazı Yerlerde)
	Uçuş bilgilerine göre uygun Check-in sırasını belirleme Check-in Sırasına Girme (Check-in kuyruğu) Check-in Kontuarına gitme Boarding Pass Kartını Alma Online Check-in Bankosuna Gitme (Gerektiğinde) Bagaj Check-in yapma Fazla kilolu bagaj için ücret ödeme Bagajı Teslim Etme	CHECK-IN		Pasaport Kontrolü öncesinde vizeye tabi olan ülke vatandaşlarının vize almak için vize kabinine gitmesi Pasaport ve Vize kuyruğunda bekleme Vize ve Pasaport kontrolünden geçme Vize-pasaport onayı alma	KONTROL
	Gümrük ve göçmenlik kontrolü için kuyruğa girme Pasaportların, vizenin ve binış kartlarının kontrolünün yapılması Giden yolcu işlemlerini tamamlama Seyahat izni alma	KONTROL		Elektronik ekrana bakarak bagajı kontrol etme Bagaj alım bandının yanına gitme Bagajı teslim alma	BAGAJ ALIMI
	El bagaj ve çantalarının taranması (ETD ile tarama yapma) Sıvılar, aerosoller ve jeller taramasından geçme Devrilme kontrolünden geçme Bekleme salonlarına devam etme	GÜVENLİK VE SIVI, AEROSOL VE JEL (LAG) TARAMASI		Gümrüğe tabi eşyalar için gümrük kontrolü için kuyruğuna girme Gümrük kontrolünden geçme	GÜMRÜK (Bazı Yolcular)
	Giden yolcu salonundan kapıya gitme Görüntüleme alanlarından kapıya gitme Bilet kontrolünden geçme	BİNİŞ		Karşılama Salonuna ilerleme Çıkış kapısına yönelme Terminalden çıkış	TERMİNAL ÇIKIŞI

Terminal binalarında, bir mekanda birçok yolcu faaliyeti gerçekleşebildiği için benzer olan alanlar gruplandırılmaktadır. Dalaman Havalimanı Terminal 1 Binası'nın yolcu işlem süreçlerinden yola çıkılarak oluşturulan giden yolcu faaliyetleri, 'terminal girişi, güvenlik, check-in, kontrol, güvenlik ve LAG taraması ve biniş'; gelen yolcu faaliyetleri ise, 'uçaktan iniş, karantina, kontrol, bagaj alımı, gümrük ve terminal çıkışı' olmak üzere altı alanda gruplandırılmıştır. Genel bir faaliyet çizelgesi olan Tablo 5.2'de, ayrıntılı yolcu faaliyetleri tanımlanarak benzer faaliyetlere göre gruplandırma yapılmıştır. Bu çizelgedeki bazı alanlar havalimanı terminallerinde farklı yerlerde konumlanabilir veya her terminalde bulunmaz. Örneğin, LAG (sıvılar, aerosoller ve jeller) kontrol alanı bazı terminallerde bulunmaz veya pasaport kontrolünden sonraki güvenlik alanında bulunmak yerine terminal girişinden sonraki güvenlik alanında bulunur. Bu tabloda (Tablo 5.2) gösterilen yolcu faaliyetlerinin ve etkileşimlerinin durumlarına göre mekânsal yakınlıklar ve sınırlar elde edilir. Terminal binalarında, bu etkileşimlere, paylaşım durumlarına veya zorunlu ilişkilere göre bazı tesislerin yakın düzenlenmesi gerekmektedir.

5.3.3. Mekânsal gereklilikler ve ilişkiler (zorunlu mekanlar ve isteğe bağlı mekanlar)

Terminal binalarında kalkış ve varış süreçlerinin vazgeçilmez olan zorunlu alanları dışında isteğe bağlı bazı faaliyet alanları bulunmaktadır. Giden yolcu için zorunlu faaliyetlerin alanları; terminal girişi, güvenlik, check-in, kontrol ve biniş alanı olarak süreci tamamlamaya yönelik gerçekleştirilmesi gereken eylemlerin alanlarıdır. Gelen yolcu için zorunlu faaliyet alanları ise, uçaktan inme, kontrol, bagaj alımı ve terminal çıkışı alanlarından oluşur. Zorunlu yolcu işlem süreçleri arasında alışveriş yapma, yemek yeme, tuvaleti kullanma ve ATM makinelerini kullanma gibi zorunlu olmayan isteğe bağlı faaliyetlerin gerçekleştirilebileceği alanlar bulunur. İsteğe bağlı alanlar, terminal binalarındaki talebe ve kullanım durumuna göre farklı yerlerde ve farklı yoğunluklarda bulunabilir fakat zorunlu alanların sahip olduğu bazı mekânsal gereklilikler ve kuralları vardır. Aşağıdaki Tablo 5.3'te genel olarak bir terminal binasındaki zorunlu ve isteğe bağlı alanlar gösterilmektedir.

Tablo 5.3 Zorunlu ve isteğe bağlı alanların gruplandırılması

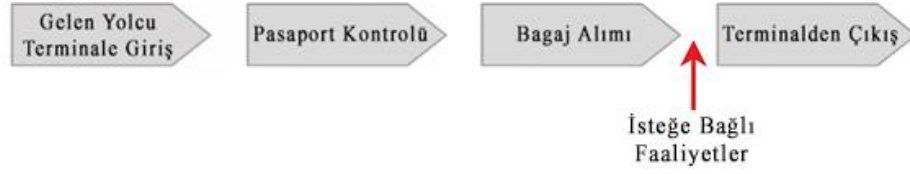
Zorunlu Alanlar	İsteğe Bağlı Alanlar
Check-in salonu Güvenlik tarama alanı Sıvı, aerosol ve jellerin (LAG) tarama alanı Gümrük ve Göçmenlik alanı Bagaj teslim alanı Bagaj Alım Alanı Kontrol noktası Karantina alanı (Bazı havaalanları) Biniş alanı İniş alanı Terminal Girişi Terminal Çıkışı	Oturma / bekleme salonları Satış masaları Yeme / içme alanları Bagaj paketleme alanı Döviz değişimi bürosu Refakatsiz bagaj sayaç alanı Tuvaletler ATM makinesi Telefon kulübesi

Dalaman Havalimanı Terminal 1 Binası'nda giden yolcular giriş alanına vardıktan sonra güvenlikten geçmek zorundadırlar. Güvenlik alanından geçtikten sonra check-in alanına gidecek olan yolcuların herhangi bir isteğe bağlı tesisi (yeme-içe, tuvalet, Exchange ofisi vb.) kullanıp kullanmayacağına karar vermeleri gerekir. Sonrasında check-in işlemleri tamamlanır ve pasaport kontrol noktasından geçilir. Pasaport kontrolü ve güvenlik tarama işleminden sonra tekrar isteğe bağlı tesisler için karar noktasına ulaşılır. Yolcular, alışveriş ve yeme-içme alanları gibi isteğe bağlı tesisleri kullanabilirler veya doğrudan giden yolcu salonunda biniş alanına gidebilirler. Zamanı gelen yolcular uçağa binerek terminal içindeki işlem sürecini tamamlamış olur (Şekil 5.17).



Şekil 5.17. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali Kalkış Faaliyetlerinde Zorunlu ve İsteğe Bağlı Tesislerin İlişkisi

Dalaman Havalimanı Terminal 1 Binası'nda gelen yolcular uçaktan inip terminal binasına giriş yaptıktan sonra pasaport kontrol noktasından geçmek zorundadır. Kontrol işlemi tamamlandıktan sonra bagaj holüne ulaşılır. Bagaj konveyörlerinin bulunduğu alanda duty free shop gibi isteğe bağlı faaliyet alanları bulunmaktadır. Bagaj teslim alındıktan sonra isteğe bağlı tesisleri kullanma, eğer gümrüğe tabiyse gümrük işlemleri alanına gitme, gümrükten muaf ise doğrudan karşılama (bekleme) holüne gitme işlemleri için karar verme adımı bulunur. Son olarak terminal binasından çıkış yapılır (Şekil 5.18).

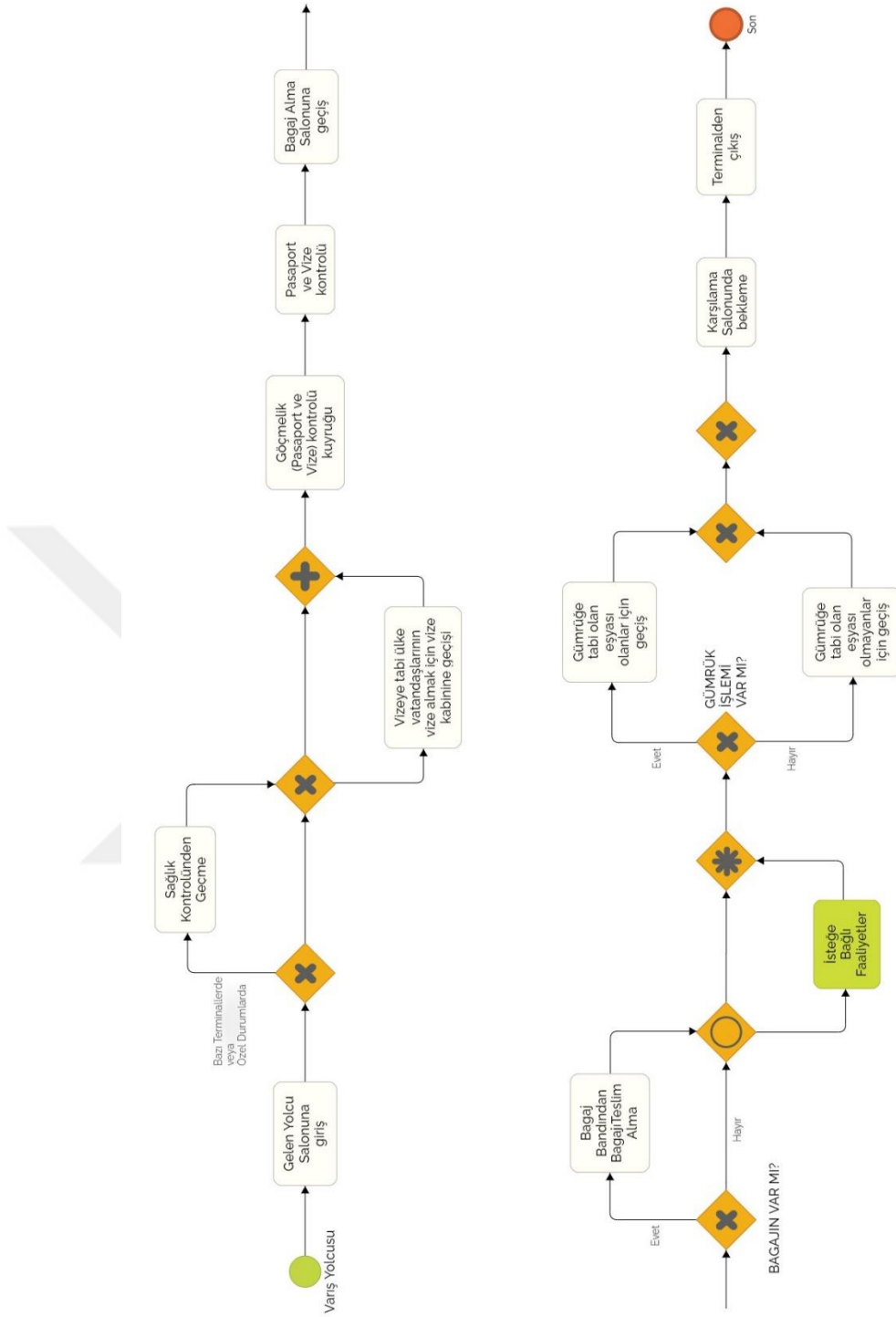


Şekil 5.18. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali Varış Faaliyetlerinde Zorunlu ve İsteğe Bağlı Tesislerin İlişkisi

5.3.4. Terminal faaliyetlerinin süreç modeli

Dalaman Uluslararası Havalimanı genel işlem modeli takip edilerek Türkiye havalimanı terminalleri için örnek bir kalkış ve varış faaliyetlerinin iş süreç modelleri geliştirilmiştir. İş Süreç Modeli, Bölüm 4.1.3. te tanımlanan ve anlatılan BPMN (İş Süreçleri Modeli ve Notasyon) yöntemine göre oluşturulmuştur. İş süreç modeli oluşturmak ve web tabanlı bir çözüm sunabilmek için bilgisayar destekli bir çalışma yapılmıştır. Yolcuların kalkış ve varış alanlarına yönelik model, süreci tetikleyen ‘olay’, genel işlem akışını gösteren ‘faaliyetler’, birden fazla seçeneğin olduğu durumlarda karar verme aşamalarını temsil eden ‘karar’, ve sürecin tamamlandığını gösteren ‘final olayından’ oluşmaktadır.

Giden yolcu faaliyetlerinin (kalkış hareketi) iş süreç modeli, terminal binasına giriş yapan yolcuyla birlikte başlamaktadır. Yolcu terminale girdikten sonra arama ve X-Ray tarama gibi güvenlik kontrollerinden geçmek zorundadır. Kontroller sorunsuz bir şekilde tamamlandığında yolcunun önünde birden fazla alternatifin olduğu bir karar noktası bulunur. Bu noktada isteğe bağlı faaliyetlere hizmet veren mekanlara gitme veya check-in işlemlerine doğrudan ilerleme seçeneği vardır. Yapılan seçimden sonra uygun check-in sırasına girerek check-in işlemlerini tamamlayan yolcu, bagaj ölçüsü standartların içindeyse doğrudan göçmenlik kontrolü için kuyruğa girer fakat bagajı fazla kiloluysa ücret ödeme işlemine geçer. Sonraki adımda göçmenlik kontrol noktasında pasaport, vize ve biniş kartı kontrolü yapıldıktan sonra güvenlik taraması alanından geçilmek zorundadır. Bu alanda el bagajlarının ve çantaların taranması ve metal taraması gibi işlemler yapılmaktadır. Güvenlik alanında, hepsinde olmasa bile çoğu terminal binasında LAG tarama işlemi yapılmaktadır. Güvenlik kontrollerinden sonra yolcu başka bir karar noktasına gelerek; kişisel tercihinə göre isteğe bağlı tesislere gidebilir veya giden yolcu salonlarına geçebilir. Vakti geldiğinde giden yolcu salonundan uçağa geçmek için son kez pasaport ve biniş kartı kontrolüne girilerek uçağa binilir. Kalkış hareketinin BPMN yöntemiyle oluşturulan iş süreç modeli ve adımları Şekil 5.19’da gösterilmektedir.



Şekil 5.20. Varış hareketinde yolcu faaliyetlerinin iş süreç modeli

Gelen yolcu faaliyetlerinin (varış hareketi) iş süreç modelinde, uçaktan inerek terminal binasının gelen yolcu salonuna giriş yapan yolcunun göçmenlik kontrol kuyruğuna geçmesi gerekir. Fakat bazı terminallerde veya bazı koşullarda sağlık kontrolü için karantina bölgesi olarak oluşturulmuş alanlar vardır. Kontrol kuyruğuna geçmeden önce eğer yolcu vizeye tabi ülke vatandaşıysa ve gerekliyse, hudut kapılarından alınan

vizeyi almak için vize kabinine geçmesi gerekir. Burada gerekli işlemler yapıldıktan sonra göçmenlik kuyruğuna girilerek pasaport ve vize kontrolünden geçilmelidir. Kontrol işlemlerini tamamlayan yolcu bagaj alma salonuna geçer ve eğer bagajı varsa bagaj bandından teslim alır fakat bagajı yoksa bu işlemi yapmadan ilerler. Bagajı teslim alma işlemi gerçekleşen yolcu bu noktada isteğe bağlı tesislerden faydalanabilir. Gümrük kontrolünde gümrüğe tabi eşya varsa gümrük işlemleri noktasına gidilmesi gerekir. Gümrük işlemi olmayan veya gümrük işlemlerini tamamlayan yolcu karşılama salonuna geçerek terminalden çıkar. Varış hareketinin BPMN yöntemiyle oluşturulmuş iş süreç modeli ve adımları yukarıdaki şekilde (Şekil 5.20) gösterilmektedir.

İş süreç modellerinde kullanılan semboller Bölüm 4.1.3'te anlatılmış ve bu sembollerin taşıdığı anlamlara göre modeller düzenlenmiştir. Fakat yukarıdaki (Şekil 5.19 ve Şekil 5.20) süreç modellerinde, Bölüm 4.1.3'te karar noktası olarak kullanılan 'geçit' elemanları daha ayrıntılı olarak işlenmiştir. Kullanılan tüm geçit (akış elemanları) elemanları aşağıda açıklanmakta; Şekil 5.21'de gösterilmektedir.

- Özel ağ geçidi; iki veya daha fazla alternatiften sadece bir tanesiyle ilerlenebilecek durumlardaki karar noktaları olarak tanımlanır.
- Paralel Ağ Geçidi; paralel olan akışları oluşturmak veya birleştirmek için kullanılan geçit modelidir.
- Kapsayıcı Ağ Geçidi; özel ağ geçidinde olan durumun aksine süreç akışını bir veya daha fazla akışa ayıran geçittir.
- Karmaşık Ağ Geçidi; En karmaşık akışlar için kullanılan bu geçit, , iş akışını tanımlamak için birden çok ağ geçidine ihtiyaç duyulduğunda kullanılır.



Şekil 5.21 Geçit (akış elemanları) türleri

Çalışmanın bu kısmında, Türkiye havalimanlarının tipik kalkış ve varış terminali için genel bir işlem modeli önerilmiştir. Bazı havalimanlarında tesislerin yeri veya büyüklüğü, kuralların/şartların değişimiyle ortaya çıkan yeni işlemler veya herhangi bir faaliyetin olma durumu ve sırası gibi faktörlerle genel model de değişimler olabilir. Fakat büyüklükler de değişim olsa da süreç büyük ölçüde aynı işler.

5.4. Mekan Yerleşim Planlama

Tez çalışmasının bu bölümünde önerilen mekan yerleşim planı detaylıca açıklanmaktadır.

5.4.1. Mekan bitişiklik analizi

Mekânsal bitişiklik analizi, mekanlar ve fonksiyonlar arasındaki ilişkilere dayanmakta ve mekanların ‘yakın, bitişik, komşu’ gibi yakın olma durumlarını ele almaktadır. Her alanın fonksiyonlarını, bu fonksiyonların ilişkilerini ve nasıl kesiştiklerini analiz eder. Havalimanı terminal yerleşiminde mekânsal bitişiklik (yakınlık), geliştirilen iş süreç modellerinden elde edilen verilerle sağlanmaktadır. Süreç modeli, faaliyet alanlarından hangilerinin bitişik, yakın veya uzak olması gerektiğini tanımlar. İş süreç modelinde tanımlanan yolcu faaliyetleri, fonksiyonel alanların göreceli konumunu ve ilgili alanların işlevsel olarak yakınlığını ifade eder. Havalimanı terminali tasarımında mekânsal düzenler oluşturmak için iş süreci modelinden elde edilen alan bitişiklik analizi şu bilgileri sağlamaktadır:

- 1) Alan bitişiklik analizi, her alanın işlevlerini analiz ederek mekanların tüm sorunlarını ele alan düzenler oluşturmaya yardımcı olmaktadır.
- 2) İş süreç modeli, benzer yolcu faaliyetlerini gruplandırarak mekanlar arasında bağlantılar oluşturmaktadır. Böylece mekânsal ilişkiler referans olarak oluşturulan yerleşim planlamasında, faaliyetler uygun şekilde ve sırayla gerçekleştirilebilir.
- 3) Aynı tesise ait faaliyetler bir bütün olarak düşünülür ve bir yeri belirli bir faaliyet için ayırma işlemi terminal yerleşimini etkiler. Mekânsal bitişiklik analizi, yolcu hareketlerinde sırasıyla meydana gelen aynı tesise ait faaliyetleri (check-in kuyruğu, check-in konturarı işlemleri vb.) birlikte ifade ederken işlem sırasına göre farklı faaliyet tesislerini (check-in işlemlerinden sonraki güvenlik işlemleri) ayırır.
- 4) Faaliyetlerin yerleşimi belirlendiğinde yakın/bitişik olması gereken alanlar, boyutları ve terminal tesislerini ne kadar paylaşacakları yolcu sirkülasyon ve dolaşım geometrisinin seçimini etkilemektedir. Dolaşım geometrisi, dolaylı yoldan yakınlık ilişkilerine bağlı olarak şekillenmektedir.

- 5) Yolcu hareketinin yakınlık ve bitişiklik gereklilikleri, mekânsal boyutlandırmanın belirlenmesine ve terminal yerleşiminin genel biçimini belirlenmeye yardımcı olmaktadır.
- 6) Alan yakınlık ve bitişiklik durumu, terminal binasının ilk düzeni geliştirildikten sonraki mobilya yerleşimini de etkilemektedir.
- 7) Bitişiklik analiziyle her mekanın veya işlevin bir düğüm olarak; mekanlar arasındaki yakınlık ilişkilerinin ise düğümlerin arasında bulunan kenarlar olarak temsil edildiği bitişiklik grafiği (yönlendirilmemiş, ağırlıklı) oluşturulur.

Mimaride, fonksiyonel ilişkiler dilsel terimlerle, 'X faaliyeti Y faaliyetine yakın olmalı, ama Z faaliyetinden uzak olmalı' şeklinde betimlenebilir. Alan bitişiklik analizinde ise, mekanların yakınlık düzeyleri, nitel önem dereceleriyle veya nicel değerlerle temsil edilir. Nitel önem dereceleri 'yakın, uzak, nötr' gibi kavramlarla ifade edilirken, nicel değerler mekanlar arasındaki mesafe veya yolculuk sayısı gibi matematiksel değerlerle ifade edilir. Terminal binaları için IATA'nın oluşturduğu bitişiklik matrisindeki sayılarla eşleştirilebilen 'zorunlu=1, arzu edilen/beğenilen=0,5, nötr=0, negatif (etkileşim yok)=-1' şeklinde çift fonksiyon vardır. Bu dereceler; mekanlar doğrudan yan yana olmalıdır, mekanlar birbirine yakın olmalıdır mekanlar birbirine yakın olmamalıdır gibi yorumlanabilir.

Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali'ne bakıldığında iş süreç modelinde görünen mekânsal ilişkiler ve yolcu işlem sırası, alan yakınlık düzeyine dair bilgiler vermektedir. Örneğin birbirleriyle ilişkili olan check-in kuyruğu ve check-in kontuarı alanı yakın mesafede hatta bitişik bulunmalıdır. Fakat fazla kilolu bagaj ödeme faaliyeti check-in işleminin bir parçası olabilir veya check-in kontuarlarından ayrı bir yere yerleştirilebilir çünkü bitişik olması gerekmemektedir(zorunlu değil).

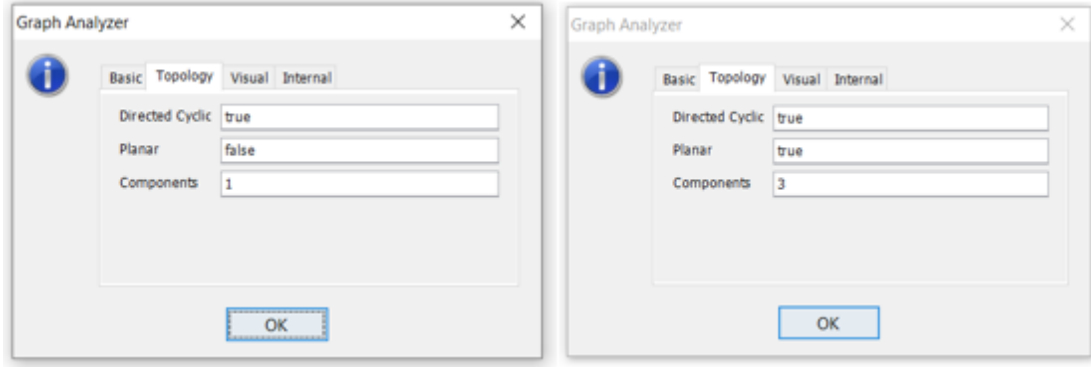
5.4.2. Düzlemsel grafik ve çift grafik oluşturma

İş süreç modellerinden elde edilen bitişiklik/yakınlık gereklilikleri kullanılarak düzlemsel grafikler oluşturulur. Düzlemsel grafiklere ağırlıklar eklendiğinde ise fiziksel bir boyuta geçilerek uygun bir düzen elde edilmeye çalışılır. Düzlemsel grafiklerde, iş süreç modellerindeki tüm faaliyetler düğümlerle; faaliyetler arasındaki ilişkiler (bağlantılar) ise kenarlarla temsil edilir. Tablo 5.4, grafik gösteriminde düğüm olarak temsil edilen faaliyetlere verilen işaretleri göstermektedir.

Tablo 5.4. Grafik düzeninde kullanılan işaretler

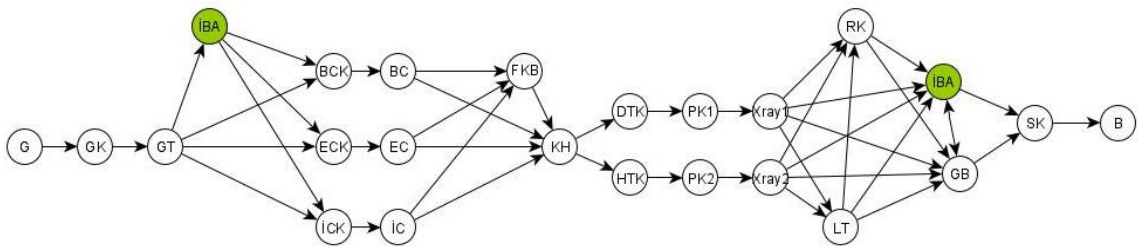
KALKIŞ HAREKETİ		VARIŞ HAREKETİ	
G	Terminal girişi	TG	Terminale giriş
İBA	İsteğe bağlı aktiviteler	GS	Gelen yolcu salonu (Bekleme alanı)
GK	Güvenlik kuyruğu	İBA	İsteğe bağlı aktiviteler
GT	Güvenlik Taraması	SK	Sağlık kontrolü
GB	Giden yolcu salonu/ bekleme	VK	Vize kabinine geçiş
ECK	Ekonomi check-in kuyruğu	GKH	Göçmenlik Kontrol Hazırlığı
BCK	Bussines check-in kuyruğu	GKK	Göçmenlik kontrolü kuyruğu
İCK	İnternet check-in kuyruğu	HGK	Hızlı göçmenlik kontrol kuyruğu
EC	Ekonomi check-in sayacı (kontuarı)	PVK	Pasaport ve vize kontrolü
BC	Bussines check-in sayacı (kontuarı)	BS	Bagaj salonu
İC	İnternet check-in sayacı (kontuarı)	BT	Bagajı Teslim Alma
FKB	Fazla kilolu bagaj depozitosu	Gİ	Gümrük tabi eşya işlemleri olanlar
KH	Kontrol hazırlığı	GİO	Gümrüğe tabi eşya işlemi olmayanlar
PK	Pasaport, vize, bilet kontrol kontrolü	KS	Karşılama salonu
Xray	XRay	Ç	Terminalden çıkış
DTK	Düzenli tarama kuyruğu		
HTK	Hızlı tarama kuyruğu		
LT	LAG taraması		
RK	Rastgele kontrol		
SK	Son kontrol		
B	Uçağa Biniş		

Grafiklerin kat planlarına dönüştürülebilmesi için düzlemsel olması gerekmektedir. Düzlemsel grafiğin en önemli kuralı ise kesişim olmaması ve tek bir düzeyde gerçekleştirilmesidir. Tez çalışmasında, kalkış ve varış faaliyetlerinin tek seviyede olduğu düşünülerek düzlemsel bitişiklik grafiği oluşturulmuştur. Bu çalışmada düzlemsel grafik çizmek için grafik editörlerinden yEd kullanılmıştır. yEd grafik editörünün otomatik düzen algoritmaları, kolayca veri setlerini düzenlemeyi sağlamaktadır. İş süreç modeline göre oluşturulan grafiğin düzlemsel olup olmadığı ‘graph analyzer’ aracıyla kontrol edilir ve eğer düzlemsel ise ‘true’, düzlemsel değilse de ‘false’ olarak karşımıza çıkar (Şekil 5.22). Grafikte çapraz bağlara sahip düğümler (kaçınılmaz geçiş bağlantıları) varsa düzlemselliği ‘yanlış’ olarak görünür ve aralarına fazladan düğüm noktası (dolaşım alanı) yerleştirilerek çözüme ulaşılır. Grafikte tepe noktası ekleme işlemi, planda ek bir işlev ve buna bağlı mekan önermeyi gerektirir.

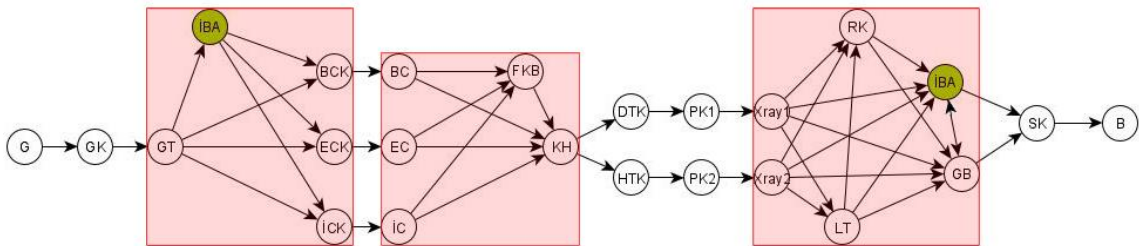


Şekil 5.22. yEd programında düzlemsellik durumunu gösteren 'graph analyzer' aracı

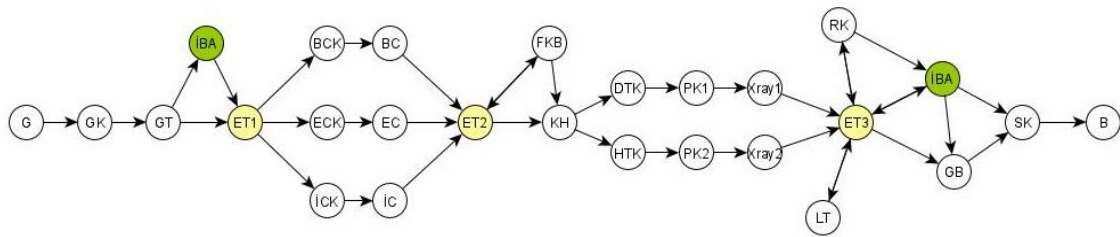
İş süreç modeline göre yEd programı aracılığıyla kalkış hareketine yönelik bitişiklik grafiği oluşturulmuştur (Şekil 5.23). Kalkış hareketi için oluşturulan grafiğin üç alanında kaçınılmaz geçiş bağlantısı bulunmaktadır (Şekil 5.24). Bu durumu çözmek için geçiş bağlantılarına üç ekstra tepe noktası eklenmiş (ET1, ET2, ET3) ve grafik düzlemsel hale getirilmiştir (Şekil 5.25). Tepe noktaları eklendikten sonra 'Graph Analyzer' aracıyla kontrol edildiğinde grafik bir 'düzlemsel' grafik olarak görünmektedir. Üç ek tepe noktasına sahip son grafik Şekil 5.25'te gösterilmektedir. Elde edilen düzlemsel grafik, terminal düzeni için olması gereken mekânsal bitişiklik durumunun topolojik ilişkilerini yansıtmaktadır. Oluşturulan bitişiklik grafikleri kesin bir planı temsil etmezler ve bitişiklik gereksinimlerini karşıladığı sürece çok çeşitli mimari planlar ortaya çıkarılabilirler.



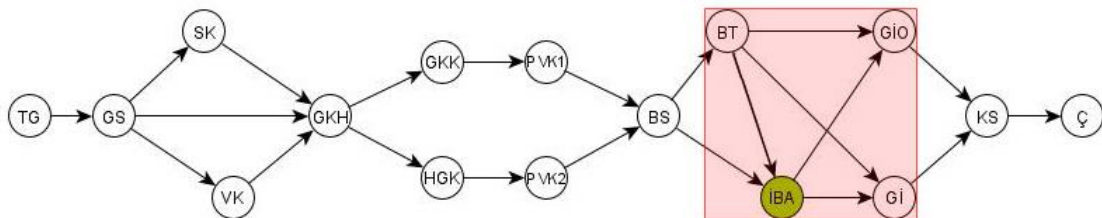
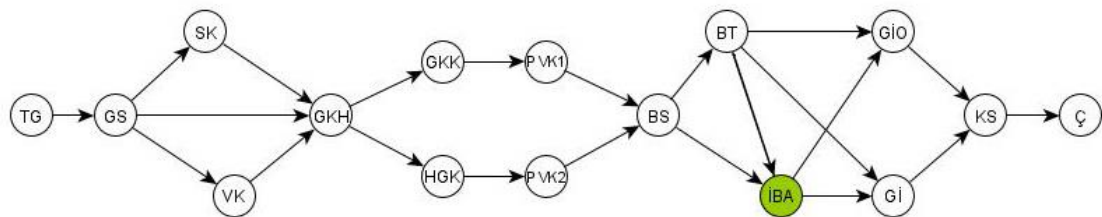
Şekil 5.23. Kalkış hareketi iş süreç modelinden elde edilen düzlemsel olmayan bitişiklik grafiği



Şekil 5.24. Kalkış hareketi için oluşturulan bitişiklik grafiği kesişen geçiş bağlantılarının yerleri

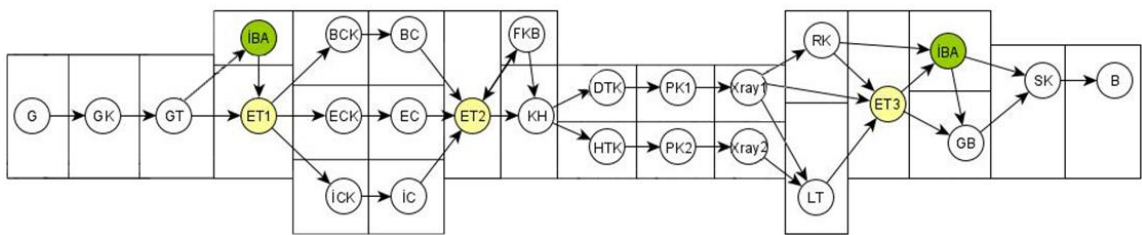


İş süreç modeline göre yEd programı aracılığıyla varış hareketine yönelik bitişiklik grafiği oluşturulmuştur (Şekil 5.26). Oluşturulan grafiğe bakıldığında bagaj teslim alanı ve karşılama salonu arasında kalan alanın düzlemselliği bozan bağlantılara sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.27). Grafiğin düzlemsel olmasını sağlamak için bir ek tepe noktası eklenmiş ve sonrasında ‘Analyzer’ aracıyla kontrol edilmiştir (Şekil 5.28).

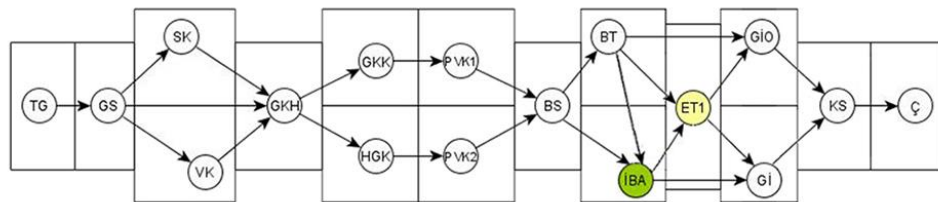


Bir grafik, aynı özellikleri taşıyan farklı şekillerde ifade bulabilir. Her plan düzeni tek bir grafiği temsil ederken grafiklerin her biri birkaç farklı plana karşılık gelebilir. Düzlemsel grafiği, fiziksel olarak gerçekleştirilebilir esnek plan düzenine dönüştürebilmek için grafiğin kat planı çiftini (dual) oluşturmak ve ağırlıklar eklemek gerekir. Her düğümün bir faaliyet grubunu, her kenarın ise iki faaliyet arasındaki bitişikliği/yakınlığı temsil ettiği bitişiklik grafiğinin çifti (duali), elde edilen düzlemsel grafikler kullanılarak oluşturulur. Çift grafiği içinde düğümler, kenarlar ve bölgeler bulunmakta ve bölgeler, her faaliyet grubunu kapsayacak bir dikdörtgen yerleştirilerek oluşturulmaktadır.

Tez çalışması, terminal binasının faaliyet alanlarını plan düzleminde en basit ifadeyle dikdörtgen olarak varsaymaktadır. Aynı zamanda bitişiklik gereksinimlerini doğrudan dikdörtgen alanlarla korumaktadır. Kat planı çiftinde, düzlemsel grafiğin her aktivite grubunu kapsayacak bir dikdörtgen yerleştirilerek bölgeler oluşturulur ve bu dikdörtgenler gerekli bitişiklik ilişkilerine göre faaliyetlerin yerleşme durumunu gösterir. Grafiğin kat planı dualinde bölgelerin bitişik kenarları ise ortak paylaşılan alanlardır. Kalkış hareketine yönelik sunulan kat planı çifti, basit bir düzeni temsil etmektedir fakat çeşitli olası düzenlere eşlenebilen yapıdadır (Şekil 5.29.i). Varış hareketleri için oluşturulan kat planı çifti de çeşitli olası düzenlere dönüştürülebilir (Şekil 5.29.ii). Gerekli bitişikliklere göre faaliyet alanlarının yerleştirildiği dikdörtgenler, grafik temsidir ancak bu alanların birebir olarak aşağıda gösterilen biçimlerde karşımıza çıkmaları gerekmez.



i. Kalkış hareketi bitişiklik grafiğinden elde edilen olası kat planı çifti (duali)



ii. Varış hareketi bitişiklik grafiğinden elde edilen olası kat planı çifti (duali)

Şekil 5.29. Kalkış ve varış hareketi bitişiklik grafiğinden elde edilen olası kat planı çifti (duali)

5.4.3. Çift grafiğe ağırlık ekleme

Kat planı duali, yolcu işlem sürecine yönelik boyutlandırılmış fiziksel düzene ulaşmada bir başlangıç düzeni oluşturmaktadır. Çift grafiğini, kat planına dönüştürebilmek için düğümlerin arasında bulunan bağların (kenarlar) ağırlıklara sahip olması gerekmektedir. Ağırlıklar, bağlarla ilişkili sayısal değerlerle temsil edilir. Tez çalışmasında yolcu akışına dair ağırlıklar elde etmek için Kirchhoff'un Mevcut Yasası'ndan yararlanılmıştır. Kirchhoff'un Mevcut Yasası'ndaki 'herhangi bir düğümde, bu düğüme akan akımların toplamı, bu düğümden akan akımların toplamına eşittir' kuralına göre bağlardaki ağırlıklar değerlendirilir.

Kirchhoff'un Mevcut Yasası, yerleşim düzeninde olası duvar uzunluklarının bulunmasını kolaylaştıracak denklemler oluşturmaktadır. Ağırlıklandırılmış çift grafikte kesintisiz olarak çizilen yatay bağlantılar, ilgili alanın dikey boyutlarını tanımlamaktadır. Grafikteki yatay boyutlar ise, kesikli olarak çizilen bağlantılarla belirlenir. Kesikli bağlantılar için de 'gelen ve giden ağırlıkların toplamı eşit olmalıdır' kuralı geçerlidir. Ağırlık eklenmiş çift grafikte kurulan denklem sayesinde boyutlardan biri (dikey boyutlar) 'IATA havaalanı standartlarından' elde edildiğinde diğer boyutlar görece düzen kullanılarak tanımlanabilir. Yerleşim düzenleri geliştirmede Kirchhoff'un Mevcut Yasası kurallarının kullanılması, gerçek tasarıma başlanmadan önce değişen yolcu hareketi sayısı varsa ona göre başlangıç düzenlerinde değişiklik yapabilmeye olanak tanır.

Çalışmada, çift grafiğin ağırlık akışları hesaplanarak ağırlıklandırılmış bir akış grafiği oluşturulur (Şekil 5.30). Ağırlık akışları oranlı varsayımsal verilere dayanarak yapılmıştır. Çift grafikte düğümlerden giden birkaç bağlantı olduğunda, elde edilen verilere göre oransal olarak akış sağlanır. Kalkış hareketine yönelik akış grafiğinde (Şekil 5.30.i), gelen yolcuların hepsi terminal girişindeki güvenlik kuyruğu ve güvenlik tarama işlemlerinden geçtikten sonra yolcuların 1/3'ünün isteğe bağlı alanlara IBA devam edip 2/3'ünün check-in kuyruğuna ilerlediği varsayılmaktadır. Check-in kuyruğunda BCK, ECK, İCK düğümlerine gelen ağırlıklar birbirinden farklıdır. IATA'nın yayınladığı 'Havaalanı Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları' kılavuzunda en tipik bir havayolunun bir uçuş için bir banko birinci sınıf, iki banko business sınıf, beş banko da ekonomi sınıf olmak üzere toplam sekiz check-in bankosu kullandığı belirtilir (SGHM, 2009, s. 95). Bu bilgiden yola çıkılarak belirli bir anda gerçekleşen check-in kuyruğu toplam ağırlığı 'dokuz' ile temsil edilmiş; BCK düğümünün 2 yolcuya, ECK düğümünün 5 yolcuya, İCK düğümünün ise 2 yolcuya hizmet verdiği varsayılmıştır.

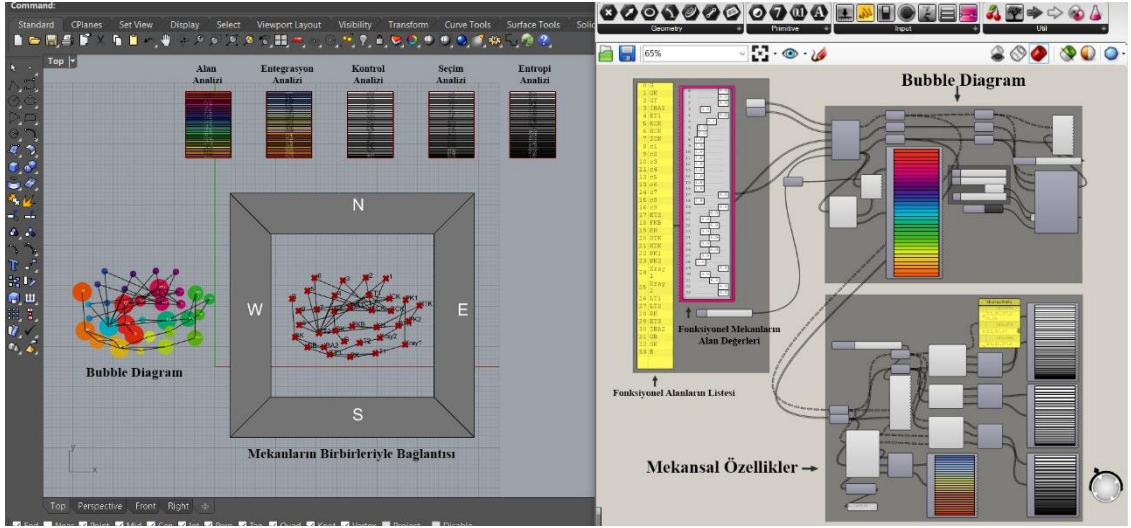
Gerçek check-in kontuarlarının sayısı bir havaalanının büyüklüğüne, yolcu akış hızına ve bir yolcuya hizmet etmek için gereken ortalama süreye bağlı olarak değişir (SGHM, 2009, s. 94). Gerekli olan durumlarda geleneksel check-in banko düzenlerinin self-servis standları ile değiştirilmesine olanak tanıyan düzenlemeler geliştirilmelidir.

Check-in işlemlerinden gelen tüm ağırlık ET2 düğümüne aktarılmaktadır (Şekil 5.30.i). Fazla kilolu bagaj alanı düğümüne giden bağlantı ağırlığı ‘bir’ iken ET2’den direk KH düğümüne giden ağırlık ‘sekizdir’. Kontrol hazırlığını temsil eden KH’de toplam ağırlık tekrar dokuz olmuştur. Düzenli taramayı tercih edenlerin sayısı hızlı tarama hizmetinin tercih edenlerin sayısının iki katı olduğu varsayılır. Bu çalışmada LAG taramasının, ikinci kontrol noktasının bir parçası olarak pasaport kontrol ve XRay tarama işlemlerinden sonra yapılması düşünülmüştür. Düzenli kontrol işlemleri sonundaki rastgele kontrol yoğunluğu işlemi çoğu zaman duruma göre değişmektedir fakat toplam ağırlık değerine kıyasla küçük bir paya sahip olduğu varsayılmıştır. Gelen toplam ağırlık GB, İBA düğümlerine ayrılır ve sonrasında sırayla SK ve B düğümlerine aktarılır.

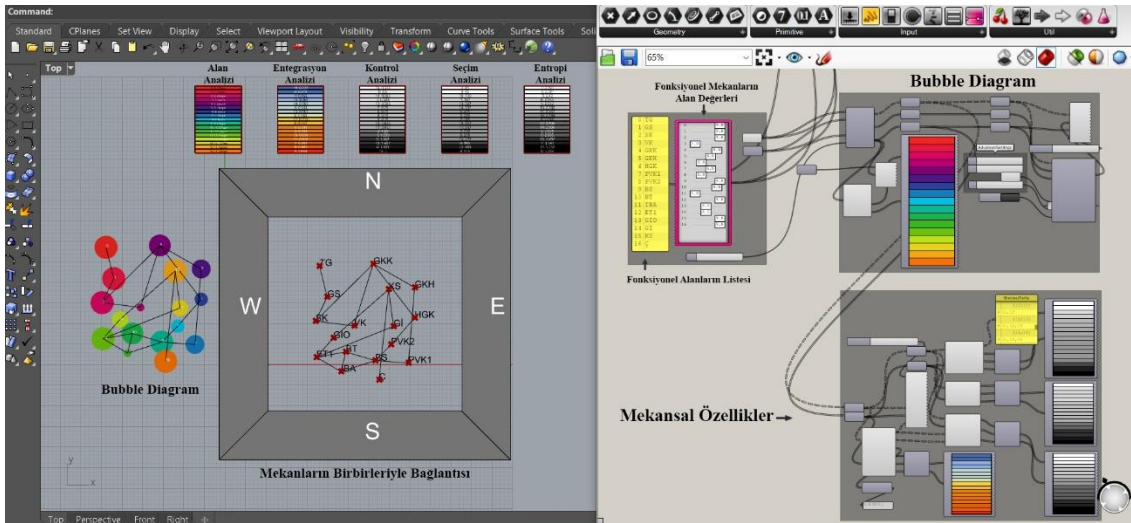
Varış hareketine yönelik akış grafiğinde (Şekil 5.30.ii), gelen yolcuların hepsi terminale giriş yaparak gelen yolcu salonuna geçerler. TG ve GS düğümlerine gelen tüm ağırlık doğrudan sonraki düğüme aktarılır. Normal şartlar altında sağlık kontrolü her havalimanında yapılmazken Covid-19 sürecinden sonra çoğu havalimanının en önemli işlemlerinden biri haline gelmiştir. Tez çalışmasında sağlık kontrolü, bekleme salonunun bir parçası olarak düşünülmüş ve yolcunun termal kamera ile yapılmakta olan sağlık taramasından geçmesi gerektiği varsayılmıştır. VK düğümüne ulaşan ağırlığın toplam ağırlık değerinin çok az bir kısmını oluşturulduğu düşünülür. Çünkü belli ülkeler için kabul edilen ve hudut noktasında alınan vize sürecini temsil eder. Göçmenlik hazırlığı temsil eden GH düğümüne toplam ağırlık aktarılır. Göçmenlik kontrol kuyruğu ve hızlı göçmenlik kontrol kuyruğu, kalkış aşamasındaki hızlı kontrol süreciyle benzer işlemektedir. GKK düğümüne bağlanan kenarın ağırlığı HGK düğümüne gelen ağırlığın iki katı olarak kabul edilir. Düğümlere gelen ağırlıklar sırasıyla sonraki düğümlere aktarılır ve BS düğümünde iki bağlantıdan gelen tüm ağırlık toplanır. Bu noktada ağırlığın en büyük payı BT düğümüne giden bağlantıya aktarılırken, kalan ağırlık İBA düğümü bağlantısına geçmektedir. BT düğümünü İBA düğümüne bağlayan kenarda ağırlıklandırılmıştır. Gİ ve GİO düğümleriyle temsil edilen gümrüğe tabi eşyası olanlar ve olmayanlar için iki ayrı geçiş noktası bulunur ve Oransal olarak toplam yük paylaşılır. Son olarak gelen yükün tamamı sırasıyla KS ve Ç düğümlerine aktarılır.

5.4.4. Bilgisayarda hesaplamalı tasarım ile otomatik grafik üretme

Tez çalışmasında grafik teorisi, mekansal düzenlemeleri incelemenin ve tasarlamamanın sezgisel yollarını sağlamak için mekânsal konfigürasyonları matematiksel olarak modellemek üzere manuel ve otomatik yöntemleri kullanmaktadır. Bu bölümde grafik teorisi, Pirouz Nourian ve Samaneh Rezvani tarafından yapılan ve Grasshopper için bir eklenti olan 'SYNTACTIC' aracılığıyla Dalaman Havalimanı örneği üzerinden gösterilmektedir. Dalaman Havalimanı örneği üzerinden dış hatlar yolcu faaliyetlerine göre 'SYNTACTIC' eklentisiyle oluşturulan giden yolcu grafik çözümü arayüzü Şekil 5.31'de ve gelen yolcu grafik çözümü arayüzü ise Şekil 5.32'de gösterilmektedir.

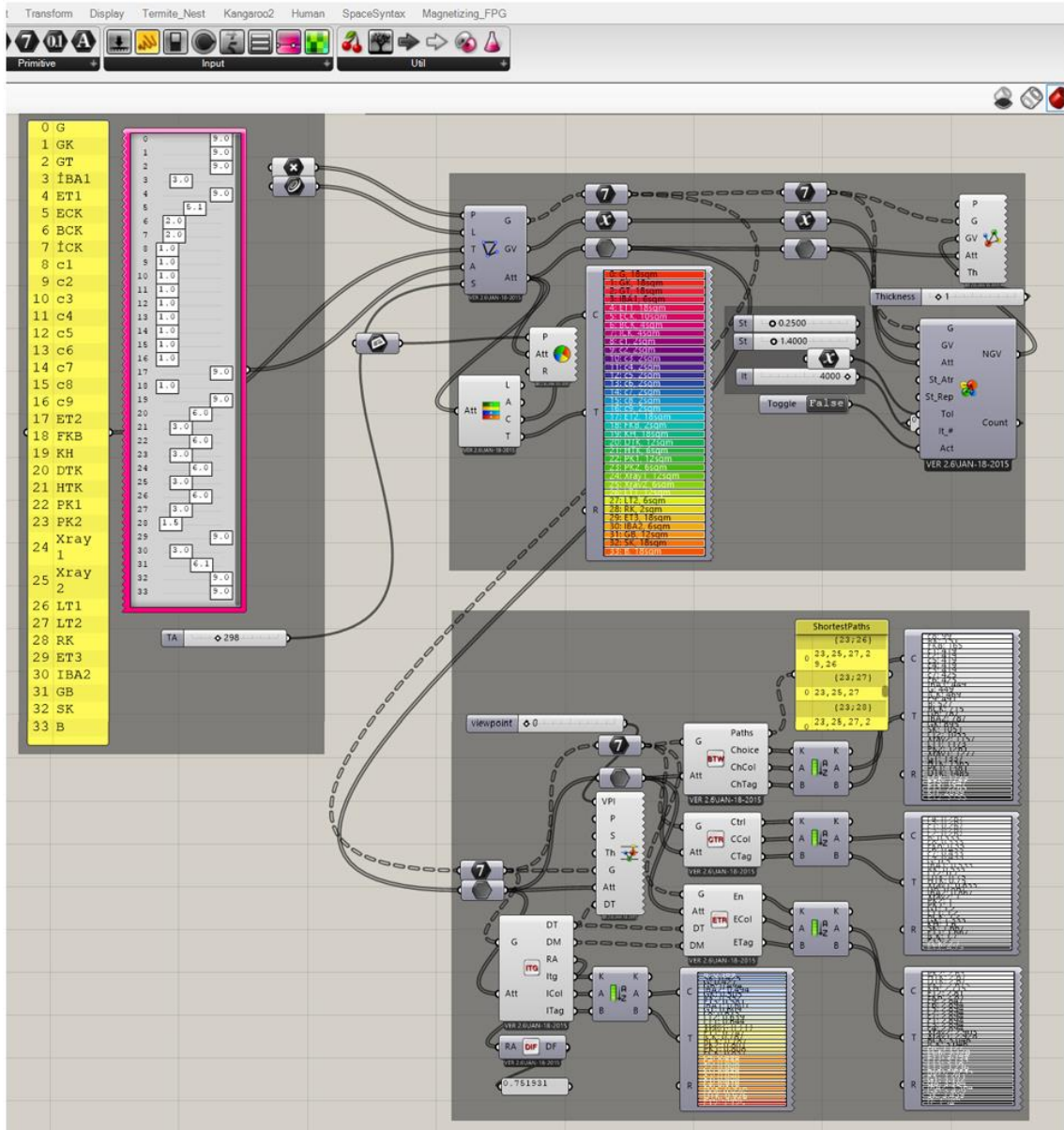


Şekil 5.31. Grasshopper 'Syntactic' eklentisi ile giden yolcu grafik arayüzü gösterimi



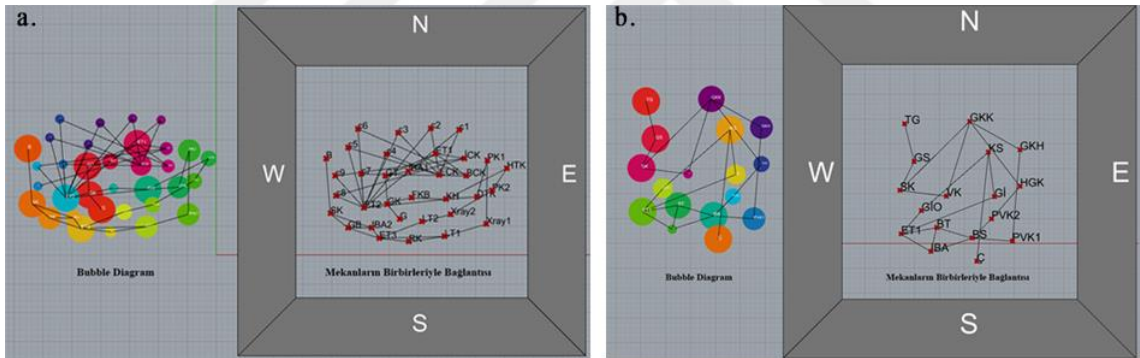
Şekil 5.32. Grasshopper 'Syntactic' eklentisi ile gelen yolcu grafik arayüzü gösterimi

Yolcu terminalleri mekânsal yerleşimi sürecinde grafik teorisi için Grasshopper'da oluşturulan algoritma, aşağıda detaylı olarak gösterilmektedir (Şekil 5.33 ve Şekil 5.34). Giden yolcu terminali için oluşturulan grafik bileşenleri ve araçları Şekil 5.33'te, gelen yolcu terminali için oluşturulan grafik bileşenleri ve araçları ise Şekil 5.34'te görülmektedir. Araç seti; nokta ve çizgilerden grafik oluşturma araçları, kullanıcının işlevsel alanları temsil etmek için koyduğu bir dizi noktadan bağlantı ve bitişiklik gereksinimlerini okuyan grafik okuma araçları, grafik oluşturmak için kabarcık diyagram araçları, mekan dizimi için bazı analizleri gerçekleştiren araçlar ve geçiş grafik araçlarından oluşmaktadır.



Şekil 5.33. Giden Yolcu Terminaline yönelik grafik teorisi için Grasshopper'da oluşturulan algoritma

1. Adım: İlk olarak işlevsel mekanlara karşılık gelen etiketlerin ve bu mekanlara karşılık gelen alan değerlerinin listesi yapılır. Rhinoceros üzerinde, mekan sayısı kadar nokta rastgele olarak atanır ve Grasshopper’da eşleştirilir. Fonksiyonel alanlar, daha tanınabilir olması için farklı renklerde temsil edilir.
2. Adım: Noktaların (düğüm) mekanları, çizgilerin ise bağlantıları temsil ettiği kabarcık grafiğini oluşturmak için ilk adımda oluşturulan noktalar arasına doğrudan ilişkili olması gereken mekanlara göre çizgiler yerleştirilir. Böylece, bağlantı gereksinimleri kümesinin bir alt kümesi olan bitişiklik gereksinimleri kümesini oluşturur. Aynı zamanda ‘grafik okuyucu’ aracı, tüm merkez noktalarının etrafına alan değerleriyle belirtilen boyutlarda daireler koymaktadır. Grafik okuyucu, girdi bağlantılarını, noktalarını ve bunların ‘etiket, alan ve renk’ özelliklerini bir grafik olarak yorumlamaktadır. Giden yolcu (Şekil 5.35.a) ve gelen yolcu (Şekil 5.35.b) terminalleri için oluşturulan kabarcık diyagramları aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 5.35. Giden yolcu ve gelen yolcu terminalleri için oluşturulan kabarcık diyagramları

3. Adım: Mekansal dizimde kullanılabilecek olan özellikler için bir dizi araç bulunmaktadır. Bu araçlardan biri, bir mekanın diğerlerinden kaç topolojik adım uzakta olduğunu gösteren derinliktir. Ayrıca grafikteki iki düğüm arasındaki mesafe, grafik teorik mesafe olarak adlandırılmaktadır. Düğümlerin derinlik seviyeleri, otomatik olarak geçiş grafiğinde görselleştirilmektedir. Grasshopper’da tanımlanan araç sayesinde, bitişiklik analizinin farklı derinliklerdeki konfigürasyonları elde edilmektedir. Böylece mekânsal yerleşim planları için farklı bakış açıları sağlanmaktadır. Mekan dizimi için kullanılan diğer araçlar ve özellikleri aşağıda açıklanmakta; araçların giden yolcu

terminaline yönelik elde edilen bilgileri Şekil 5.36'da, giden yolcu terminaline yönelik elde edilen bilgileri ise Şekil 5.37'de gösterilmektedir:

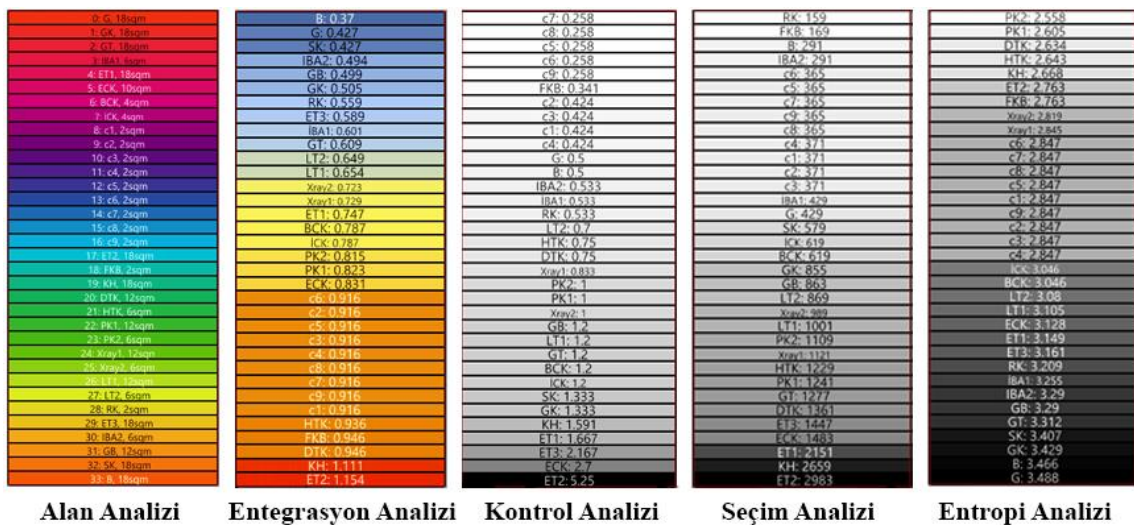
- Alan Analizi: Mekanlara verilen alan değerlerini göstermektedir.

- Entegrasyon Analizi: Mekanın Sosyal Mantığı'nda açıklandığı şekilde entegrasyon analizi gerçekleştiren ve bir alanın özel veya ortak olma olasılığını gösteren bir merkezilik ölçüsüdür. Sezgisel olarak entegrasyon değeri ne kadar yüksekse, bir alanın ortak olma olasılığı o kadar yüksektir ve entegrasyon değeri ne kadar düşükse, o alan o kadar özeldir.

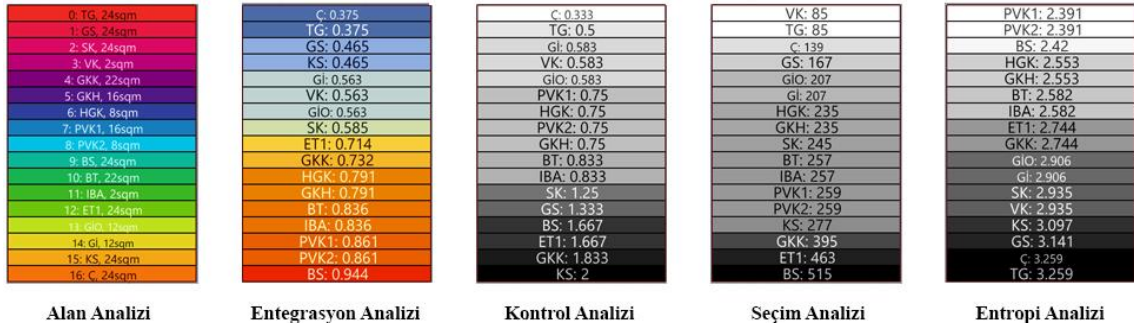
- Entropi Analizi: Yerleşimlerin sözdizimsel analizinde açıklandığı gibi entropi analizi yapar. Sezgisel olarak, entropi değeri ne kadar yüksek olursa, o alandan diğer alanlara ulaşmak o kadar zor olur ve bunun tersi de geçerlidir.

- Kontrol Analizi: Yerleşimlerin sözdizimsel analizinde açıklandığı gibi kontrol analizini gerçekleştirir. Sezgisel olarak, grafikteki bir tepe noktasının (konfigürasyondaki bir mekan) diğer noktalara üstün bir şekilde veya ne kadar güçlü bir şekilde bağlı olduğunu gösterir.

- Seçim Analizi: İlk olarak, 'aralığa dayalı bir merkeziyet ölçüsü seti' olarak; daha sonra ise bir 'küresel dinamik ölçüsü' olarak tanımlanmıştır. Açıklandığı gibi seçim analizini gerçekleştirmektedir. Bir düğümün, (mekan) diğer düğümler arasındaki en kısa yolda ne sıklıkla bulunduğunu gösterir; diğer bir deyişle, seçimlerin derecesini ölçer, her mekanın (geçme olasılığı ne kadar) sistemdeki diğer tüm alanlara en kısa rotalarını temsil eder.



Şekil 5.36. Giden yolcu terminaline yönelik mekan düzeni araç setiyle elde edilen bilgiler

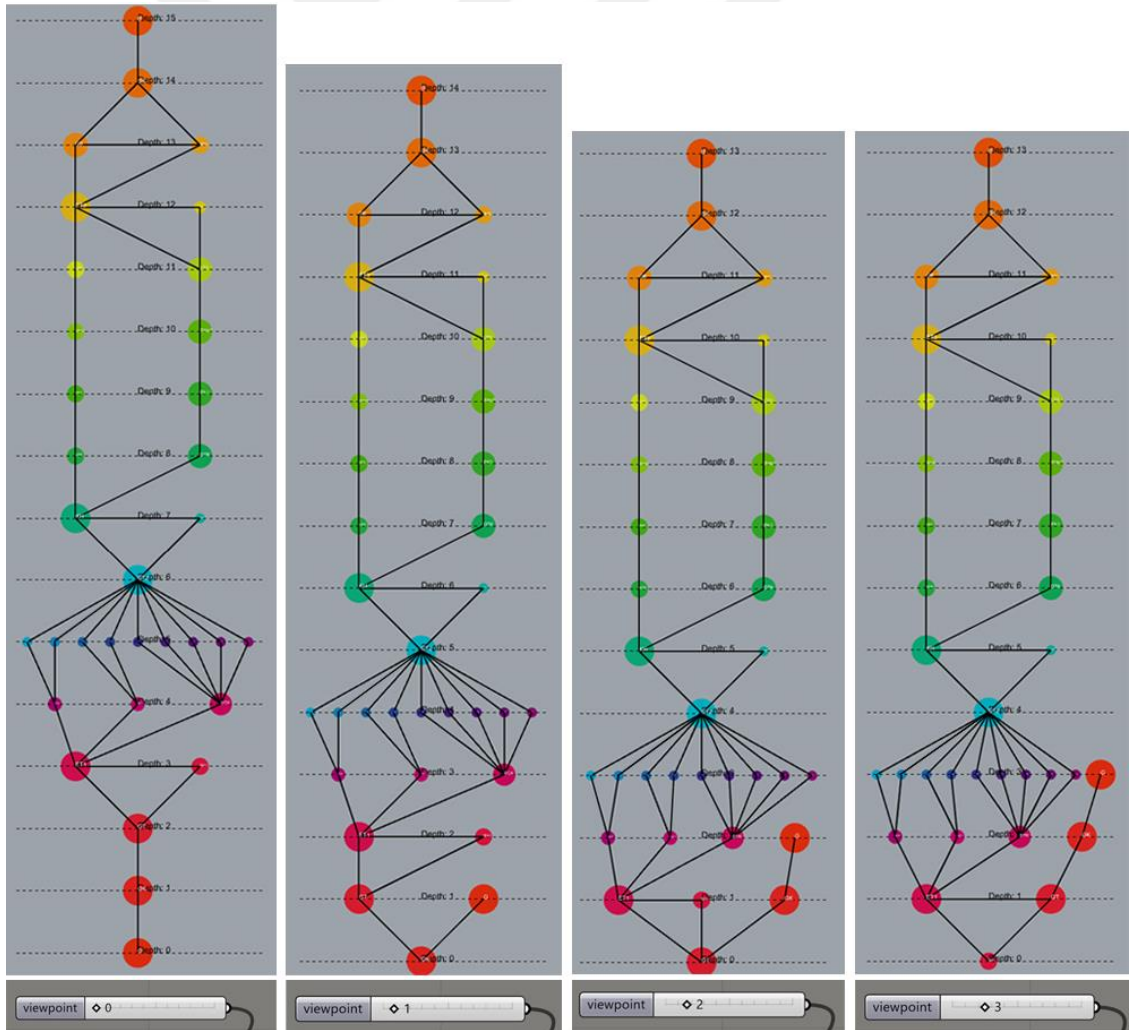


Şekil 5.37. Gelen yolcu terminaline yönelik mekan düzeni araç setiyle elde edilen bilgiler

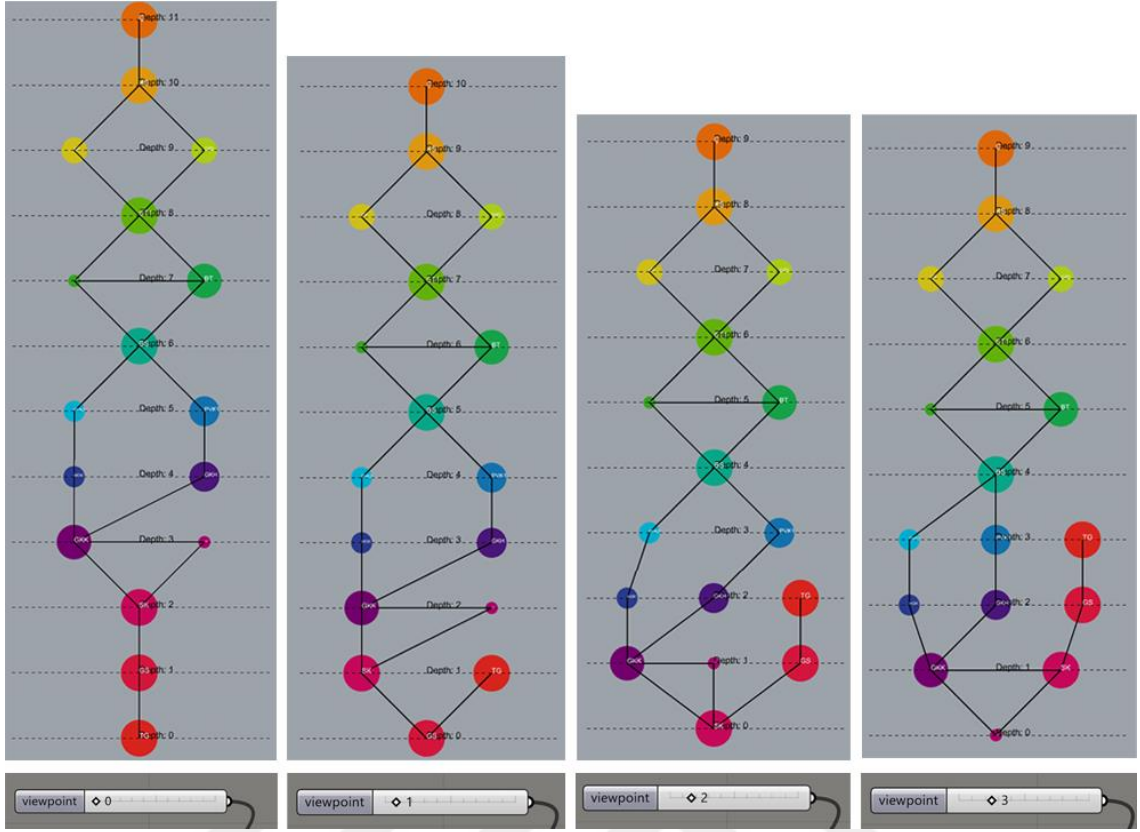
Şekil 5.36'daki giden yolcu terminallerine yönelik mekan düzeni araç setleriyle elde edilen bilgiler kapsamında ilk olarak mekanların alan değerlerini gösteren Alan Analizi bulunur. Mekanların büyüklüklerini ifade eden alan analizindeki değerler, daha önceden oransal olarak belirlenen değerler olduğu için gerçek havalimanı verilerine göre değişmektedir. Entegrasyon Analizi incelendiğinde, yükselen değerlere göre maviden kırmızıya doğru mekanların sıralandığı görülmektedir. Bu doğrultuda Entegrasyon Analizi, kırmızı alanda bulunan KH ve ET2 düğümlerinin temsil ettiği mekanların ortak olma olasılığının en yüksek; mavi alanda bulunan B, SK ve G düğümlerinin temsil ettiği mekanların ise özel olma olasılığının en yüksek olduğunu gösteren bir merkezilik ölçüsü sunmaktadır. Terminal yerleşim düzeni planlanırken dikkat edilmesi gereken önemli bir özellik sunmaktadır. Kontrol analizi incelendiğinde, C düğümlerinin (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9) en az bağlantıya sahip olduğu ET1, ET2, ET3 VE ECK düğümlerinin ise en fazla bağlantıya sahip olduğu yorumlanmaktadır. Bu bağlantılar, diğer mekanlarla ilişkili olma durumunu temsil etmektedir. Seçim Analizine bakıldığında, en kısa rotada bulunma olasılığı olarak en az değere sahip RK ve FKB düğümleri bulunurken; en fazla değere sahip düğüm ET2'dir. Rastgele kontrol işlemi ve fazla kilolu bagaj ödeme işlemi gerektiğinde yapılan eylemler için ayrılan alanlardır. Yolcu faaliyetleri sürecinde bu alanları kullanma zorunluluğu yoktur sadece gerekirse kullanılmaktadır. Entropi analizi, bir alana diğer alanlardan ulaşabilme zorluğunu ifade ettiği için terminal süreci işlemlerinin iki en uç noktası en yüksek değere sahip olmaktadır. Bu işlemler G ve B düğümleriyle temsil edilen giriş ve binış faaliyetleri mekanlarıdır.

Şekil 5.37'deki gelen yolcu terminallerine yönelik mekan düzeni araç setleriyle elde edilen bilgilerden biri olan Alan Analizi tablosu, mekanların alan değerlerini göstermektedir. Entegrasyon Analizine göre ortak olma olasılığı en yüksek olan mekanın düğümü, bagaj salonunu temsil eden BS düğümü; en düşük olasılığa sahip mekan

düğümü işe çıkış alanını temsil eden Ç düğümüdür. Kontrol analizine bakıldığında, Ç ve TG düğümlerinin diğer mekanlarla en az bağlantıya sahip olduğu; ET1, GKK VE KS düğümlerinin ise en fazla ve en güçlü bağlantıya sahip olduğu görülmektedir. Seçim Analizi incelendiğinde en kısa rotada bulunma olasılığı olarak en az değere sahip düğüm, vize kabinini temsil eden VK düğümüdür. Vize işlemleri, bazı ülkelerden gelen yolcular için havalimanı girişinde verilebilmektedir. VK düğümü olarak temsil edilen vize kabini, sadece bazı yolcuların kullandığı bir alandır. Seçim Analizinde en kısa rotada bulunma olasılığı en fazla olan düğümler ise ET1 ve BS'dir. Entropi Analizi tablosunda, bir alana ulaşılabilme zorluğu açısından en yüksek değere sahip düğümler uçaktan terminale girişi temsil eden TG düğümü ve terminalden çıkışı temsil eden Ç düğümüyken; en düşük değere sahip düğümler işlem sürecinin orta aşamasında bulunan PVK1 ve PVK2'dir. Bu analizler kat planı ve yerleşim düzeni elde etme aşamasında önemli veriler sağlamaktadır.



Şekil 5.38. Geçiş grafiği çizim aracından otomatik olarak çizilen bir dizi giden yolcu terminaline ilişkin geçiş grafiği



Şekil 5.39.4 Geçiş grafiği çizim aracından otomatik olarak çizilen bir dizi gelen yolcu terminaline ilişkin geçiş grafiği

‘Geçiş Grafiği Çizimi’ aracı, aynı bitişiklik gerekliliklerini taşıyan ve derinlik değerleri ayarlanabilen çeşitli derinlik değerlerine sahip geçiş grafikleri sunmaktadır. Derinlik değeri ‘viewpoint’ sayı kaydıracıyla ayarlanmaktadır. Geçiş grafiği çizim aracından otomatik olarak çizilen bir dizi giden yolcu terminaline ilişkin geçiş grafiği yukarıda Şekil 5.38’de; bir dizi gelen yolcu terminaline ilişkin geçiş grafiği ise Şekil 5.39’da gösterilmektedir. Grasshopper aracılığıyla otomatik olarak elde edilen geçiş grafikleri, manuel olarak önceki bölümde elde edilen geçiş grafikleriyle uyusmaktadır. Bu grafikler, kat planları oluşturmada ve mekânsal yerleşim düzenleri elde etmede oldukça önemlidir.

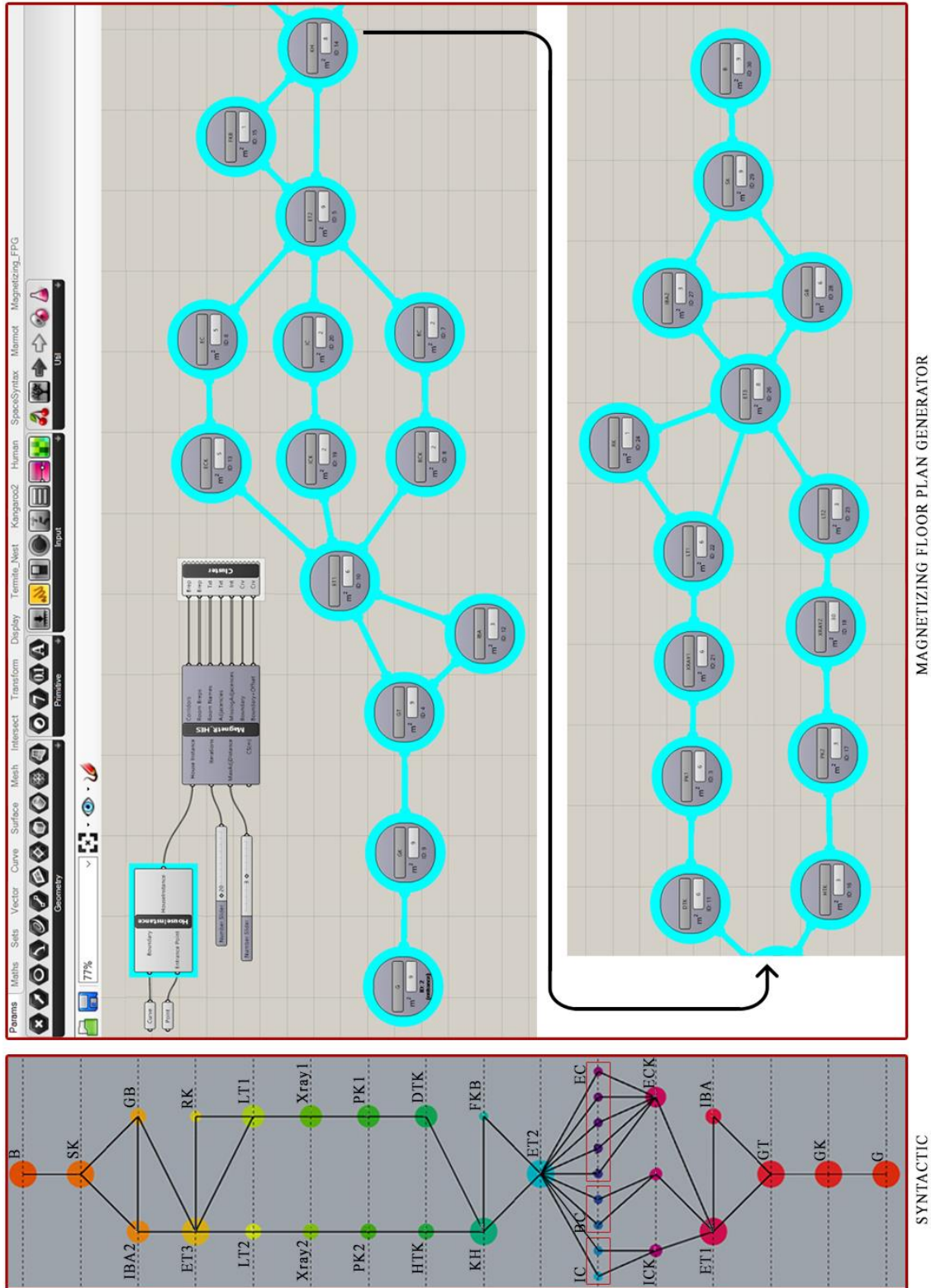
Eklenti ile oluşturulan geçiş grafiği sayesinde tasarımcılar, tasarımlarının mekânsal nitelikleri üzerinde tam kontrol sağlayabilirler ve fikirlerini farklı açılardan görebilirler. Topolojik bir varlık olan grafikler, bir dizi plan düzenine karşılık gelebilir. Bu yüzden tasarımcıların görüşünü geliştirerek; tek bir fikirden birden çok olası seçeneği yorumlamaya olanak tanır.

5.4.5. Akış şemasına göre kat planları üretme

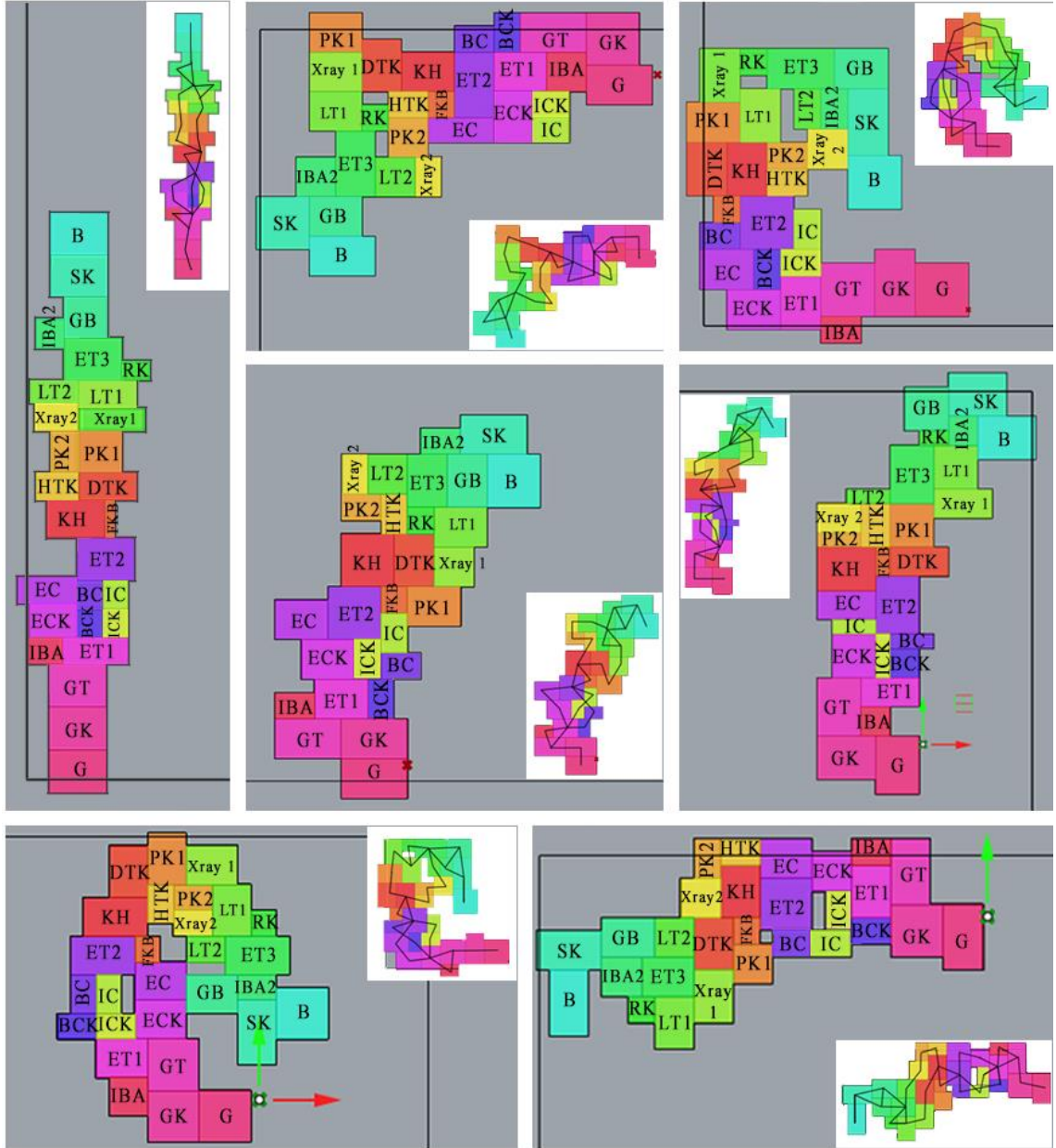
Tez çalışmasında, mekânsal düzenler elde etmek için bilgisayar algoritması kullanılmaktadır. Bilgisayar algoritması, elde edilen grafik modelin geometrik kısıtlamalara göre ‘Rhinoceros’ ve ‘Grasshopper’ eklentisiyle yazılmasını sağlayarak kat planı oluşturmaya yaramaktadır. Grasshopper, geometrik ilişkilerin temsilidir. Geometrik kısıtlamalar ise dikey ve yatay mesafeleri tanımlamaktadır. Kısacası ağırlıklandırılmış akış grafiğinden elde edilen değerlerin, Grasshopper eklentisiyle genel modeli oluşturulmaktadır. Akış grafiğindeki düğümler mekanları temsil etmektedir ve mekanlar üzerindeki herhangi bir değişiklik veya düzenleme, algoritma sayesinde tüm modelde otomatik olarak işlenmektedir. Böylece erken aşamalarda tasarım süreci kolaylaştırılarak; ileriki dönemlerde gerekli önlem ve kararları almayı sağlamaktadır.

Mekânsal düzenler, akış grafiği modeli, topolojik ve geometrik kısıtlamalar kullanılarak oluşturulur. Geometrik kısıtlamalar (temas uzunluğu ve terminal faaliyetleri arasındaki mesafe) sayısal uzunluk ve genişlik belirtirken; topolojik kısıtlamalar bitişiklik ve yakınlık belirtir. Varsayımlara göre oluşturulan ölçüler, göreceli boyutlar sağlar fakat terminal yerleşimi gerçek havalimanı verilerine ve boyutlarına göre kolayca düzenlenebilir. Tez çalışmasının gerçek havaalanı verilerine erişimi olmadığı için boyutsal veriler, tasarım hipotezine dayanmaktadır.

Tez çalışmasında, elde edilen ağırlıklandırılmış geçiş grafiklerinden şematik planlar oluşturmak için Grasshopper’da ‘Magnetizing Floor Plan Generator’ (Manyetize Kat Plan Üreticisi) eklentisi kullanılmaktadır. Grasshopper ‘Syntactic’ eklentisiyle elde edilen geçiş grafiklerindeki ilişki ve mekan büyüklükleri, Magnetizing Floor Plan Generator eklentisinde ‘RoomInstance’ bileşeni kullanılarak oluşturulmaktadır. RoomInstance bileşeni; ayarlanabilir büyüklük değerine sahip, mekanlar arasındaki ilişkiyi bağlantılarla sağlayan ve mekanları temsil eden düğümler şeklindedir. Magnetizing Floor Plan Generator eklentisinde araçlar ve bileşenler aracılığıyla kurulan algoritma sayesinde Rhinoceros’ta otomatik olarak plan şemaları elde edilmektedir. Rhinoceros’ta elde edilen plan şemaları, nokta bileşeninin hareketiyle otomatik olarak değişen fakat aynı büyüklüklere sahip mekanları ve aynı bağlantıları içeren farklı plan şemalarını içerir. Dalaman Havalimanı Giden Yolcu Terminali örneği için ‘Syntactic’ eklentisiyle elde edilen geçiş grafiğinin, ‘Magnetizing Floor Plan Generator’ eklentisinde mekânsal ilişkilere uyarlanması işlemleri Şekil 5.40’ta bu işlemler sonu oluşturulan plan şemaları ise Şekil 5.41’de gösterilmektedir.



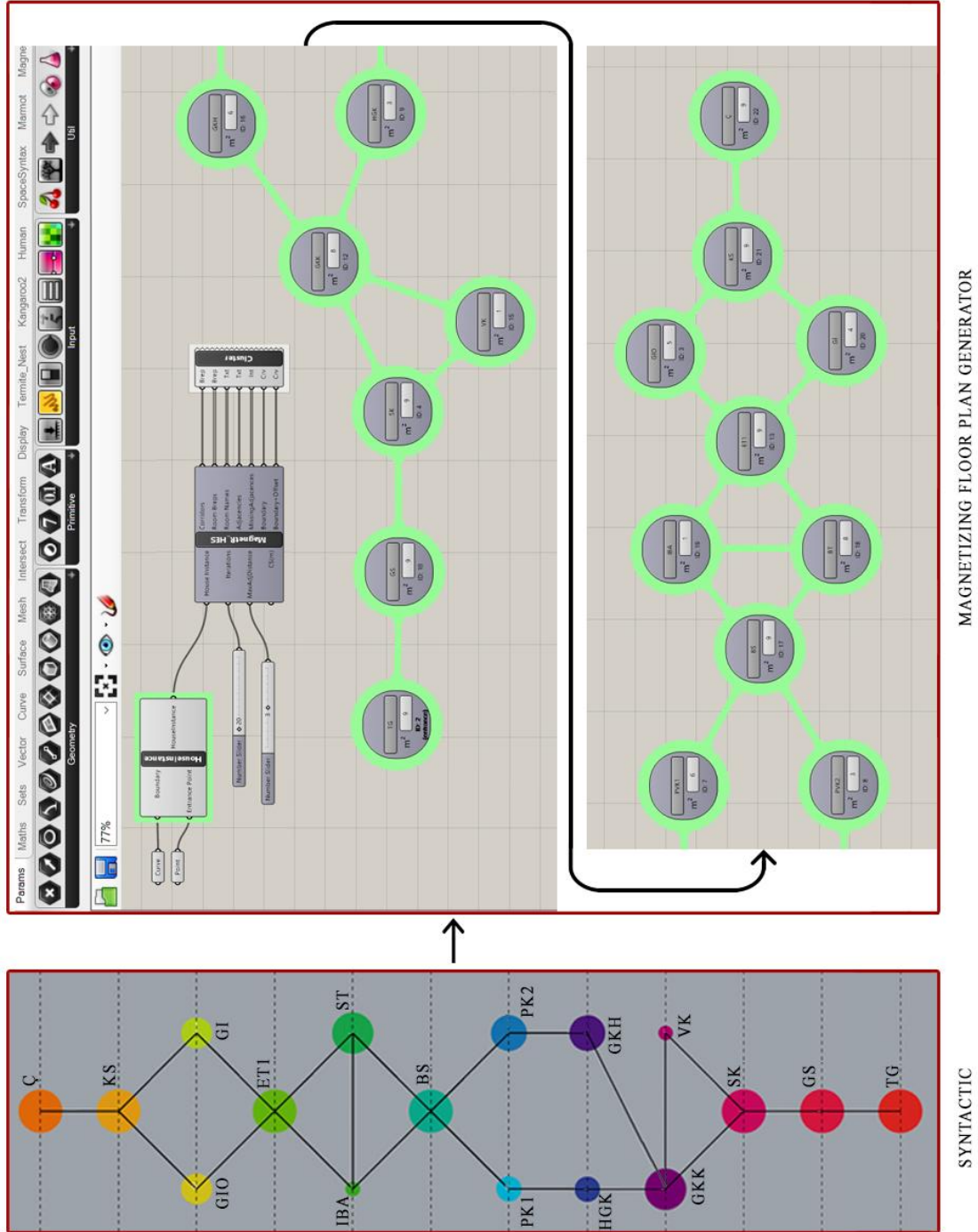
Şekil 5.40. Giden Yolcu Terminali için 'Syntactic' eklentisiyle elde edilen geçiş grafiğinin, 'Magnetizing Floor Plan Generator' eklentisinde mekânsal ilişkilere uyarlanması



Şekil 5.41. Giden Yolcu Terminaline İlişkin Plan Şemaları

Şekil 5.40'ta görüldüğü üzere geçiş grafiğindeki mekanlar ve ilişkiler, Şekil 5.41'deki şematik planlara dönüşmektedir. Şekil 5.40'daki Check-in kontuarına dair düğümler (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9), daha genel bir ifadeyle sırasıyla; internet check-in, businnes check-in ve ekonomi check-in olmak üzere IC, BC ve EC düğümleri olarak ifade edilmiştir. Geçiş grafiğindeki mekânsal ilişkilerin ve bitişiklik durumlarının, ağırlıklarların temsil ettiği mekan büyüklüklerinin ve işlem süreci sırasına göre şekillenme durumlarının korunduğu şematik planlar otomatik olarak elde edilmiştir. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Giden Yolcu Terminali örneği için temel planı düzeni olarak ilk şema üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

Dalaman Havalimanı Gelen Yolcu Terminali örneği için ‘Syntactic’ eklentisiyle elde edilen geçiş grafiğinin, ‘Magnetizing Floor Plan Generator’ eklentisinde mekânsal ilişkilere uyarlanması işlemleri Şekil 5.42’de bu işlemler sonu oluşturulan plan şemaları ise Şekil 5.43’te gösterilmektedir.



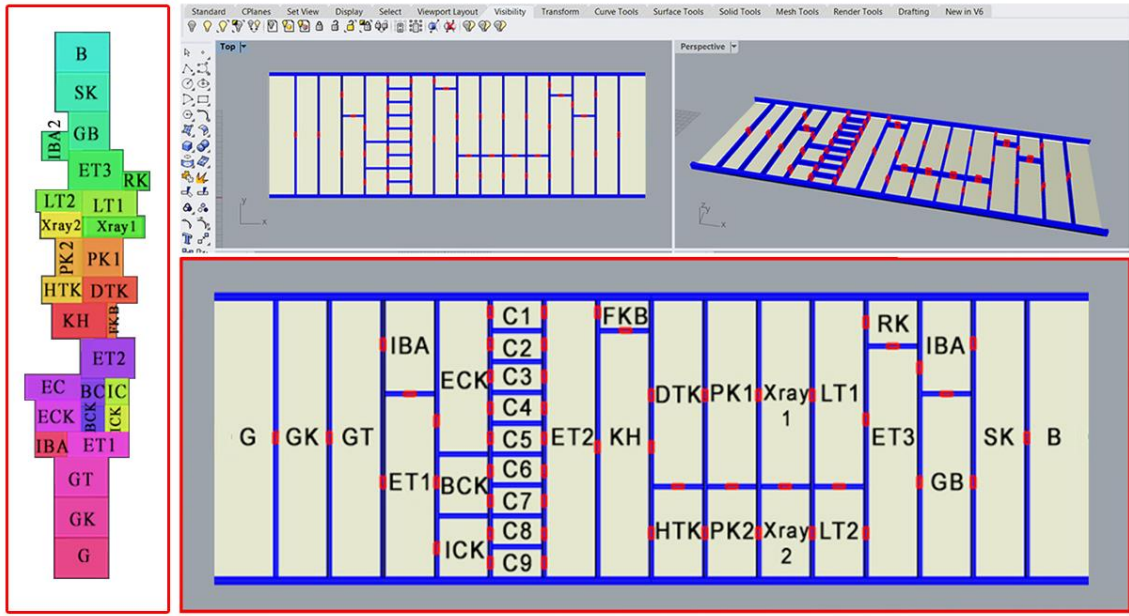
Şekil 5.42. Gelen Yolcu Terminali için ‘Syntactic’ eklentisiyle elde edilen geçiş grafiğinin, ‘Magnetizing Floor Plan Generator’ eklentisinde mekânsal ilişkilere uyarlanması



Şekil 5.43. Gelen Yolcu Terminaline İlişkin Plan Şemaları

Vaka çalışmasında, elde edilen şematik planlara göre havalimanı gereksinimlerine yönelik tanımlanan ‘yükseklik’ ve ‘genişlik’ verileriyle Rhinoceros’ta dikdörtgen kat plan düzenleri oluşturulur. Başlangıçta geçiş grafiği elde etme aşamasında mekanlar, boyutlar veya ilişkiler için yapılan değişiklikler, plan şemalarını etkilemektedir. Grasshopper eklentisiyle oluşturulan plan şemalarındaki herhangi bir değişiklik ise, tüm modeli etkileyerek gerekli düzenlemelerin otomatik yapılmasını sağlamaktadır.

Havalimanı terminallerinde yolcu işleme faaliyetleri ve zorunlu mekânsal ilişkiler (bitişiklik-yakınlık gereklilikleri) aynı olduğu sürece değişen gereksinim büyüklüklerine göre Grasshopper’da geometrik değerler değiştirilerek farklı düzenler elde edilebilir. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Gelen ve Giden Yolcu Terminalleri kat planları, elde edilen herhangi bir plan şemasından yola çıkılarak oluşturulabilir. Fakat bu çalışmada, ilk elde edilen şemalar baza alınarak genel kat planı yerleşim düzeni oluşturulmuştur.



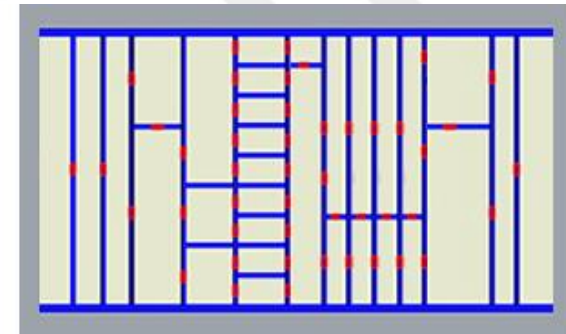
Plan Şeması

Kat Planı Genel Yerleşim Düzeni

Şekil 5.44. Dış Hatlar Giden Yolcu Terminaline ilişkin Rhinoceros ve Grasshopper ile oluşturulan temel plan düzeni

Havalimanı giden yolcu terminaline ilişkin Rhinoceros yazılımıyla oluşturulan temel plan şeması Şekil 5.44’teki gibidir. Bu düzende büyüklükler, oranlı fakat varsayımsal olarak düzenlenmiştir. Projelerde terminal gereksinimlerine, yönetmeliklere ve gerekli alan büyüklüklerine göre şekillenmelidir. Kısacası yolcuların kullanımıyla doğru orantılı olarak oluşturulan şematik planlara göre genel bir yerleşim düzeni oluşturulmaktadır (Şekil 5.44). Ağırlıklandırılmış grafikteki yatay bağlantılar, ilgili alanın dikey boyutlarını temsil ettikleri için ağırlıklara göre oransal olarak bir denklem kurulmaktadır. Plan şemasında yolcu hareketlerinin her aşamasını temsil eden mekanların ‘X’ düzlemindeki boyutları (yatay boyutlar) aynı kabul edilmektedir. Ağırlıklandırılmış grafiğin dikey boyutlardan biri IATA Havaalanı Standartları’ndan ve yapılan analizler sonucu gereksinim tablosundan elde edildiğinde diğer boyutlar da tanımlanabilir.

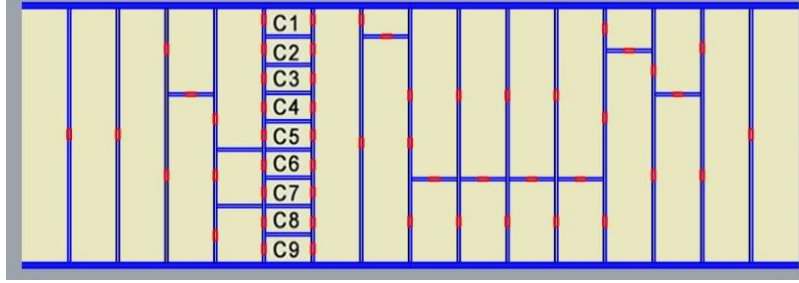
enebilir. Plan şemaları, basit dikdörtgen şemalar şeklinde yerleşim du Bu şemalar ön tasarım aşamasında tasarımcıya büyük ölçüde fikir i aşamalarda daha özelleştirilmiş farklı alternatifleri elde etmesine ola



Şekil 5.45. Giden yolcu faaliyetleri ve süreci aynı olan terminalin farklı tasarımı

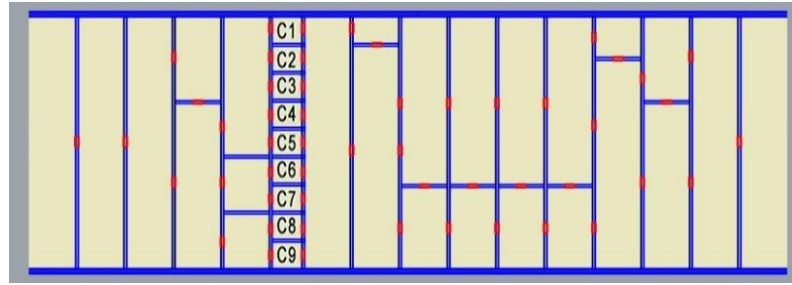
Havalimanı terminallerinde yolcu akışı; hava durumuna, tatil zamanlarına ve önemli etkinlik durumlarına göre değişkenlik gösterebilir. Günlük, aylık hatta yıllık olabilen bu değişimler, belirli düzenlemelerle halledilebilir fakat yeni teknolojilerin ve uygulamaların ortaya çıkışı terminal düzenlerinde belirli farklılaşmalara neden olabilir. Örneğin, check-in alanları için Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı 'Havaalanı Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları' yayınına göre seçilebilecek üç tip check-in konsepti bulunmaktadır. Bunlar; merkezileştirilmiş check-in, bölünmüş check-in ve uçuş kapısında check-in olarak kategorize edilir

(Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, 2009). Tez çalışmasında Dış Hatlar Terminal Binası için önerilen temel düzende check-in bölümleri, geleneksel check-in işlemlerini kapsayan dokuz bölümden oluşmaktadır (Şekil 5.46).



Şekil 5.46. Check-in kontuarları için belirlenen göreceli düzen

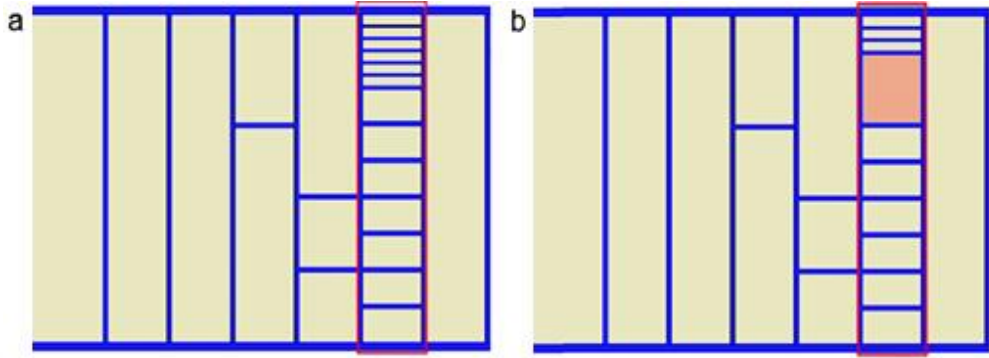
Belirli boyutlardaki ve sayıdaki check-in kontuar alanı için mevcut durum ,tasarım sürecinde zamanla değişebilir ve check-in alanlarına duyulan ihtiyacın azalması veya artması gibi senaryolar meydana gelebilir. Bu senaryoların düzenlerdeki değişimini kolay bir şekilde görmek için algoritma üzerinde geometrik veya mekânsal düzenlemeler yapılmalıdır. Aşağıdaki şekilde (Şekil 5.47) check-in kontuarlarının alanı küçültülmüş ve göreceli bir senaryo sunulmuştur.



Şekil 5.47. Yeni gelişmeler için check-in kontuarındaki göreceli düzen

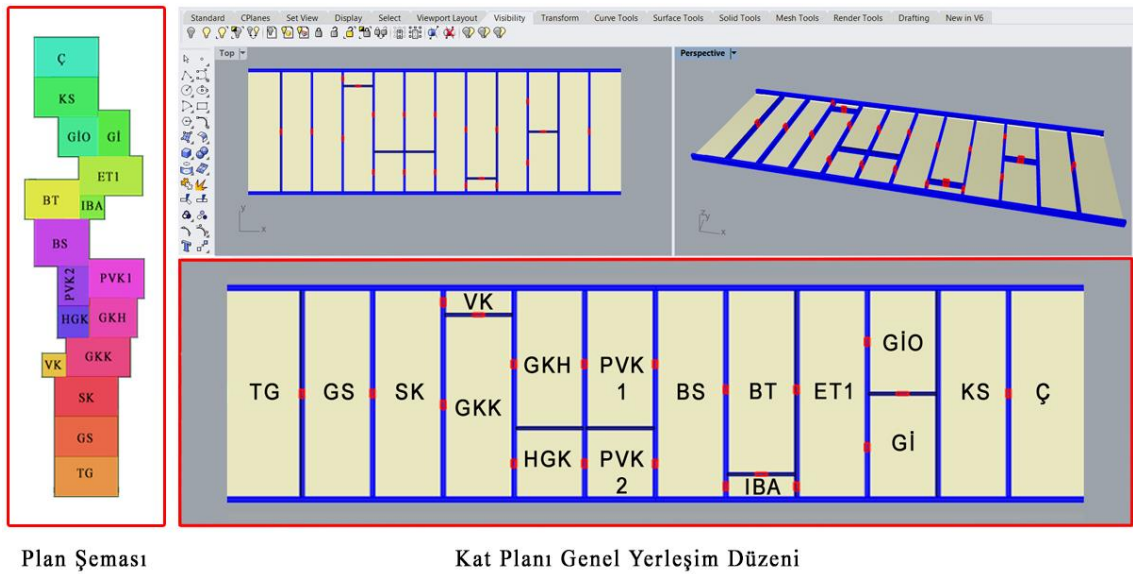
Akıllı check-in sistemlerinin gelişmesi, self-servis check-in seçenekleri veya yolcuların check-in işlemlerini mobil hallederek bagajı bagaj teslim noktasına götürme imkanı yolculuk sürecini kolaylaştırmak için tercih edilebilir. Böyle durumlar, geleneksel check-in kontuarı ihtiyacında ve sayılarında azalmaya neden olur. Örneğin, zamanla artan check-in hizmet talebi ve ihtiyacı senaryosunda ekonomi sınıfı geleneksel check-in kontuarlarından iki tanesinin yeri altı akıllı check-in kioskuyla değiştirilebilir ve böylece daha hızlı işlem yapılarak aynı anda daha fazla müşteriye hizmet edilmesi sağlanabilir (Şekil 5.48.a). Başka bir senaryo olarak beklenmedik durumlarla başa çıkabilmek için üç

check-in kontuarının yerine üç akıllı check-in kiosku kullanılarak ek alanlar elde edilir ve böylece operasyonel esneklik amaçlanır (Şekil 5.48.b). Örnekte, check-in kontuarlarına yönelik düzenler önerilse de diğer mekânsal tesisler de farklı senaryolara uyarlanabilir.



Şekil 5.48. a. Geleneksel check-in kontuarı yerine daha fazla akıllı check-in kiosku düzeni b. Geleneksel check-in kontuarı yerine akıllı kiosk yerleştirilerek ek operasyonel esnek alan sağlama

Grasshopper’da elde edilen şemalardan ilki baz alınarak Rhinoceros yazılımıyla oluşturulan havalimanı gelen yolcu terminalinin temel kat planı yerleşim düzeni aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 5.49). Akış grafiği giriş modelindeki her düğüm, Rhinoceros’ta mekanları oluşturmaktadır. Bu temel plan üzerinden hesaplamalı tasarım yöntemleri aracılığıyla kolayca yolcu faaliyetleri ve süreci aynı olan fakat boyutsal değerleri farklı olan düzenler elde edilebilir.

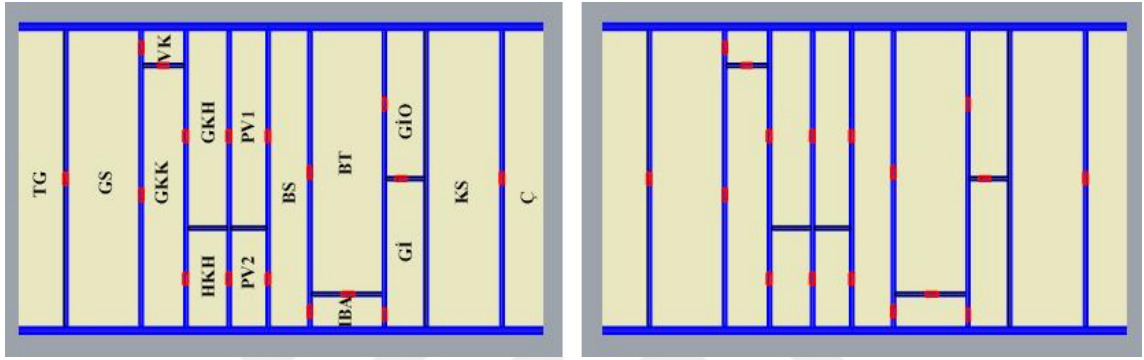


Plan Şeması

Kat Planı Genel Yerleşim Düzeni

Şekil 5.49. Dış Hatlar Gelen Yolcu Terminaline ilişkin Rhinoceros ve Grasshopper ile oluşturulan temel plan düzeni

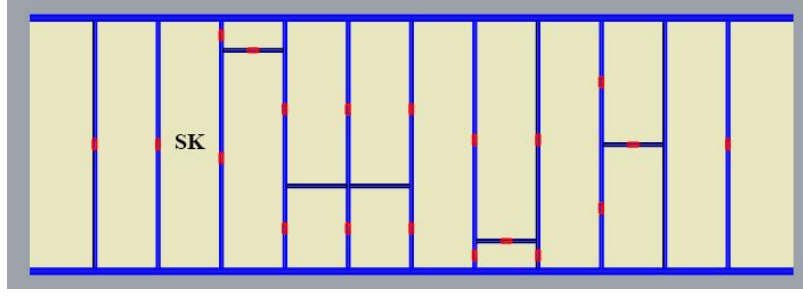
Şekil 5.50’de ise gelen yolcu terminali düzeni için oluşturulan ilk düzenin (Şekil 5.49) farklılaştırılmış halini göstermektedir. Gelen yolcu terminali için genel yerleşim planının farklı bir seçeneği olan Şekil 5.50’deki planda, sağlık kontrolü işlemi her terminalde olmadığı için SK düğümünün temsil ettiği mekan bulunmamaktadır. Pasaport-vize kontrolü ve gümrük işlemlerine yönelik mekanlar daha küçük alanlara dönüştürülmüştür. Bu senaryo da ‘ET 1’ düğümüne ihtiyaç duyulmadığı düşünülerek mekan yerleşim düzeninden kaldırılmış; farklı bir plan düzeni elde edilmiştir.



Şekil 5.50.5 Gelen yolcu faaliyetleri ve süreci aynı olan terminalin farklı tasarımı

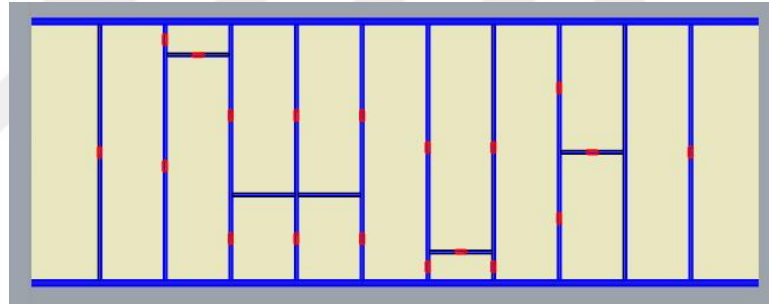
Havaalanı gelen yolcu terminallerinde yeni teknolojilerin gelişmesi, yeni işlevlerin eklenmesi veya özel durumların ortaya çıkması gibi durumlar, terminal mekansal düzenlerinde farklılıklar oluşturabilir. Örneğin, varış terminallerinde sağlık kontrolü işlemi, her havalimanı için geçerli değildir. Sağlık kontrolü, normal şartlar altında bazı havalimanlarının yolcu işleme süreçlerinin bir parçasıyken; çoğu havalimanında bu işlem salgın hastalık durumları olmadığı sürece yapılmamaktadır. Covid-19 sürecinden sonra sağlık kontrolü çoğu havalimanının en önemli işlemlerinden biri haline gelmiş ve bu işlem için mekânsal gereklilikler doğmuştur. Bu yüzden şuanki dünya düzeninde olduğu gibi olası salgın hastalıklar düşünülerek terminal tasarımları yapılmalı; sağlık kontrolü işlemi ve bu işlemin yapıldığı mekan için planlama ve tasarım aşamasının en başında gerekli önlemler alınmalıdır.

Aşağıdaki temel düzeni içeren planda (Şekil 5.51) ‘Sağlık Kontrolü’ işlemi yolcu sürecinin bir parçası olarak ele alınmıştır. Salgın hastalıklar, belli bir zaman içinde yaşanıp biten veya bitecek olan olaylar olsa bile etkileri ve dünya düzeninde meydana getirdiği değişiklikler, uzun süreli veya sürekli olma eğilimindedirler.



Şekil 5.51. Gelen yolcu terminali sağlık kontrolü mekanının Grasshopper'da boyutsal gösterimi

Şekil 5.52'de ise yeni teknolojiler vasıtasıyla gelen yolcu salonunda termal kamera veya gerekli ekipmanlar kullanılarak sağlık kontrolü işleminin yapılması veya salgın hastalıkların ve etkilerinin tamamen ortadan kalkması durumlarında ek bir mekana ihtiyaç duyulmaması senaryosuna yönelik geliştirilen düzendir. Sağlık Kontrolü alanı, plan düzeninden kaldırılmak istendiğinde tamamen yolcu faaliyeti akış sürecinden çıkartılmalı ve ona göre mekânsal düzen elde etme işlemler yapılmalıdır.



Şekil 5.52. Gelen yolcu terminalinde sağlık kontrolü mekanının kaldırılması ve Grasshopper'da boyutsal gösterimi

Tez çalışması, havalimanı gidiş ve varış terminallerinde yolcu faaliyetlerinden çeşitli mekânsal düzenler elde ederek ve bu düzenleri geliştirerek, tasarımın erken aşamasında tasarımcılar için belirsizliklerin benimsenmesini ve tasarımlarında barındırmasını sağlayan esnek tasarımı amaçlamaktadır. Bu bölümde geliştirilen düzenler, detaylı ve kesin planlar değildir; kolay bir şekilde düzenlenebilen alternatif düzenlerin nasıl oluşturulabileceği ve boyutsal değişimlerin nasıl kullanılabileceği gösterilmek istenmiştir. Bu çalışmada üretilen senaryolar, göreceli alternatif düzenler geliştirmeyi göstermek amacıyla kullanılan bazı örneklerdir.

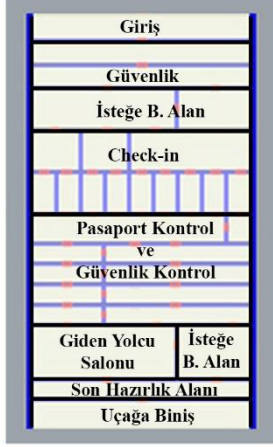
Tez çalışması, ön tasarım aşamasında tasarımcılara terminallerin dinamik yapısına yönelik tüm olası mekânsal düzenleri üretmesini ve tüm düzen alternatiflerini inceleyip değerlendirmesini önermektedir böylece tasarımcılar olabilecek değişikliklere yanıt

vereabilen en etkili ve en uygun düzeni seçebilirler. Rhinoceros ve Grasshopper programları aracılığıyla yukarıda gösterilen örnek senaryolara yönelik düzenler gibi terminalin olası tüm mekânsal düzenleri oluşturulmalı ve esnek tasarım hedefine ulaşabilmek için tüm alternatifler dikkatlice değerlendirilmelidir.

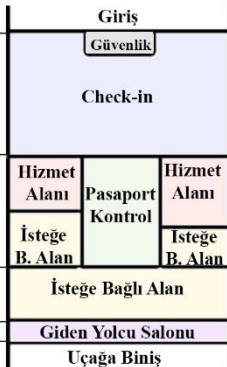
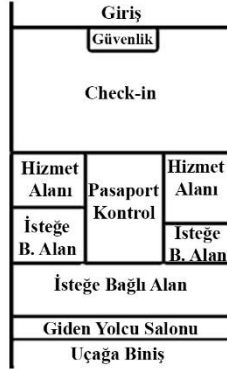
Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Gelen ve Giden Yolcu Terminali plan şemaları ile yolcu hareketlerinden yola çıkılarak oluşturulan giden ve gelen yolcu terminallerinin genel plan şemaları karşılaştırılmış; fonksiyonların birbirleriyle ne derece uyum sağladığı incelenmiştir. Önerilen mekansal düzenlerin karşılaştırma için seçim nedenleri, mevcut terminal yerleşimi ile aynı fonksiyonları barındırdıkları için daha nitelikli sonuçlar ortaya çıkarmasını sağlamaktır. Giden yolcu terminaline ilişkin fonksiyon şemasını oluşturmak için Şekil 5.45'teki plan şeması, gelen yolcu terminali fonksiyon şeması için ise Şekil 5.50'deki plan şeması kullanılmıştır. Giden yolcu terminaline ilişkin şema da (Şekil 5.53) önerilen düzenin güvenlik ve pasaport kontrol fonksiyon alanları, mevcut terminal düzenine göre daha fazla alan kaplamaktadır. Pasaport kontrol alanlarında ise fonksiyonel ve mekansal farklılıklar bulunmaktadır. Önerilen düzende, giden yolcu salonundan sonra son hazırlık alanı bulunurken; mevcut terminal fonksiyon düzeninde bulunmamaktadır. Şekil 5.53'te giden yolcu düzeninin mevcut ve önerilen fonksiyon alanları şeması karşılaştırıldığında ve çakıştırıldığında, iki şemada da çoğu mekanın işleyişinin aynı olduğu fakat bazı noktalarda işlem sırası farklılığı ve mekansal boyut farklılığı olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 5.54'te, dış hatlar gelen yolcu terminali için önerilen genel düzenin ve Dalaman Havalimanı mevcut dış hatlar gelen yolcu terminali düzeni fonksiyon alanları karşılaştırmaktadır. Terminal fonksiyon alanları ve düzeni, göçmenlik kontrol alanında farklılaşmaktadır. Ayrıca önerilen şema da bagaj alma ve yolcu karşılama işlemleri arasında gümrük işlemleri için fonksiyonel alan bulunurken; mevcut düzen şemasında bagaj alma işleminden sonra yolcu karşılama fonksiyonu bulunmaktadır.

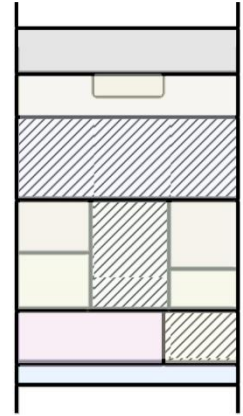
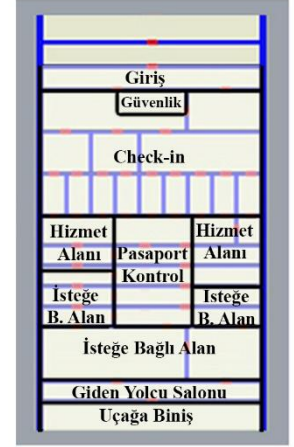
Yolcu hareketlerine göre
oluşturulan Dış Hatlar
Terminali giden yolcu
düzeninin fonksiyon alanları



Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali
mevcut gelen yolcu düzeni fonksiyon alanları



Dalaman Havalimanı Dış Hatlar
Terminali giden yolcu fonksiyon
düzeni ile yeni önerilen genel
fonksiyon düzeninin karşılaştırılması



Şekil 5.53. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali giden yolcu fonksiyonu düzeni ile yeni önerilen genel fonksiyon düzeni karşılaştırılması

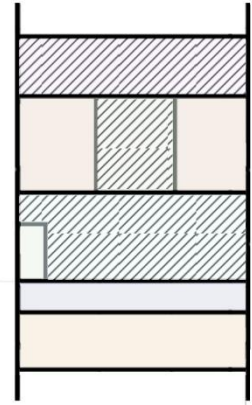
Yolcu hareketlerine göre oluşturulan Dış Hatlar Terminali gelen yolcu düzeninin fonksiyon alanları



Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali mevcut gelen yolcu düzeni fonksiyon alanları



Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali gelen yolcu fonksiyon düzeni ile yeni önerilen genel fonksiyon düzeninin karşılaştırılması



Şekil 5.54. Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali gelen yolcu fonksiyonu düzeni ile yeni önerilen genel fonksiyon düzeni karşılaştırılması

5.5. Analitik Hiyerarşi Süreci ile Karar Verme ve Değerlendirme Aşaması

Havalimanı terminalleri için çeşitli başlangıç düzenleri Rhinoceros ve Grasshopper aracılığıyla oluşturulduktan sonra bir sonraki aşama olan değerlendirme aşamasına geçilir. Başlangıç düzenleri, belirlenen bir dizi esnek tasarım parametresiyle değerlendirilir. Esnek tasarım için uygun düzenin seçimi, esnek tasarım parametreleri kullanılarak oluşturulan karar modeliyle belirlenir. Tasarım parametrelerine yönelik karar modeli için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılır. AHP, kriterlerin ikili karşılaştırmasıyla nispi ağırlıklar elde etmeye dayanan, en uygun seçenek ile hedefe ulaşmaya çalışan ve tüm alternatifler için puan oluşturmayı sağlayan bir yöntemdir. Havalimanı terminalleri esnek tasarım hedefi için oluşturulan AHP, amaç, kriterler ve alt kriterler olarak üç seviyeden oluşmaktadır (Şekil 5.55). Tez çalışmasında tasarım parametreleri olarak belirlenen dokuz adet esneklik parametresi (Modülerlik, Hareketlilik, Nötr Alanlar, Büyüme Kolaylığı, Geometrik Basitlik, Çok Amaçlı Kullanım, Eklenebilme ve Çıkarılabilme, Açık Plan Düzeni ve Mobilya) AHP'nin kriterlerini oluşturmaktadır. Alt kriterler ise kriterlerin niteliklerini özetlemektedir.



Şekil 5.55. Havalimanı Terminalleri Esnek Tasarımı için AHP'nin Hiyerarşik Yapısı

Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreç yapısı oluşturulduktan sonra karar matrisi oluşturulmuştur. Tablo 5.5'te gösterildiği gibi matrisin satır ve sütunlarına karşılaştırılan kriterler yazılır ve her bir kriter ikili olarak karşılaştırılır. Karşılaştırma değerleri (hücre içi değer) Şekil 5.56'daki 'Salty'nin Temel Ölçeğine' dayanılarak oluşturulmuştur. Her kriterin kendisiyle karşılaştırma değeri 1'dir. Matriste her sütunun toplam değeri hesaplanmalıdır.

Tablo 5.5. Karşılaştırma Matrisi

KRİTERLER	Modülerlik	Hareketlilik	Nötr Alanlar	Büyüme Kolaylığı	Geometrik Basitlik	Çok Amaçlı Kullanım	Eklenebilme Çıkarılabilme	Açık Plan Düzeni	Mobilya
Modülerlik	1	2	1/2	1/3	4	3	5	3	5
Hareketlilik	1/2	1	1/3	1/4	3	2	4	2	4
Nötr Alanlar	2	3	1	1/2	5	4	6	4	6
Büyüme Kolaylığı	3	4	2	1	6	5	7	5	7
Geometrik Basitlik	1/4	1/3	1/5	1/6	1	1/2	2	1/2	2
Çok Amaçlı Kullanım	1/3	1/2	1/4	1/5	2	1	3	1	3
Eklenebilme Çıkarılabilme	1/5	1/4	1/6	1/7	1/2	1/3	1	1/3	1
Açık Plan Düzeni	1/3	1/2	1/4	1/5	2	1	3	1	3
Mobilya	1/5	1/4	1/6	1/7	1/2	1/3	1	1/3	1
TOPLAM	7.816	11.833	4.866	2.935	24	17.166	32	17.166	32

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki faktör aynı derecede önem taşır
3	Biraz daha fazla önemli	Biri diğerine göre biraz daha fazla önem taşır
5	Oldukça önemli	Biri diğerine göre oldukça önem taşır
7	Çok daha önemli	Biri diğerine göre çok daha fazla önem taşır
9	Kesinlikle daha önemli	Biri diğerine göre kesinlikle daha fazla önem taşır
2,4,6,8	Ara değerler	Tercih değerleri birbirine yakın olduğunda kullanılır

Şekil 5.56.6 Salty'nin Temel Ölçeği (Saaty T. L., 1980)

Normalizasyon aşaması için her hücre değeri, bulunduğu sütundaki toplam ağırlık değerine bölünür (Tablo 5.6). Tablo 5.7’de normalize edilmiş matristen elde edilen değerler gösterilmektedir. Tablo 5.7’deki matriste her satırda bulunan değerler için ortalama alınarak ‘Öncelik Vektörü’ hesaplanır.

Tablo 5.6. Normalizasyon Aşaması

	M	H	NA	BK	GB	ÇAK	EÇ	APD	M
M	1/7,816	2/11,833	0,5/4,866	0,33/2,935	4/24	3/17,166	5/32	3/17,166	5/32
H	0,5/7,816	1/11,833	0,33/4,866	0,25/2,935	3/24	2/17,166	4/32	2/17,166	4/32
NA	2/7,816	3/11,833	1/4,866	0,5/2,935	5/24	4/17,166	6/32	4/17,166	6/32
BK	3/7,816	4/11,833	2/4,866	1/2,935	6/24	5/17,166	7/32	5/17,166	7/32
GB	0,25/7,816	0,33/11,833	0,2/4,866	0,17/2,935	1/24	0,5/17,166	2/32	0,5/17,166	2/32
ÇAK	0,33/7,816	0,5/11,833	0,25/4,866	0,2/2,935	2/24	1/17,166	3/32	1/17,166	3/32
EÇ	0,2/7,816	0,25/11,833	0,17/4,866	0,14/2,935	0,5/24	0,33/17,166	1/32	0,33/17,166	1/32
APD	0,33/7,816	0,5/11,833	0,25/4,866	0,2/2,935	2/24	1/17,166	3/32	1/17,166	3/32
M	0,2/7,816	0,2/11,833	0,17/4,866	0,14/2,935	0,5/24	0,33/17,166	1/32	0,33/17,166	1/32
Topla m	7,816	11,833	4,866	2,935	24	17,166	32	17,166	32

Tablo 5.7. Normalize edilmiş matris ve 'Öncelik Vektörü' hesabı

	M	H	NA	BK	GB	ÇAK	EÇ	APD	M	Ortalama
M	0.127	0.169	0.102	0.112	0.166	0.174	0.156	0.174	0.156	0.148
H	0.063	0.084	0.067	0.085	0.125	0.116	0.125	0.116	0.125	0.1
NA	0.255	0.253	0.205	0.170	0.208	0.233	0.187	0.233	0.187	0.214
BK	0.383	0.338	0.411	0.340	0.25	0.291	0.218	0.291	0.218	0.304
GB	0.031	0.027	0.041	0.057	0.041	0.029	0.062	0.029	0.062	0.042
ÇAK	0.042	0.042	0.051	0.068	0.083	0.058	0.093	0.058	0.093	0.065
EÇ	0.025	0.021	0.034	0.047	0.020	0.019	0.031	0.019	0.031	0.027
APD	0.042	0.042	0.051	0.068	0.083	0.058	0.093	0.058	0.093	0.065
M	0.025	0.021	0.034	0.047	0.020	0.019	0.031	0.019	0.031	0.027

Öncelikler vektörü elde edildikten sonra ortaya çıkan değerler vektörü ile ilk aşamada yapılan karşılaştırma matrisi çarpılır. Bu işlem sonucu 'Tüm Öncelikler Matrisi' elde edilir (Şekil 5.57).

$$\begin{array}{c}
 \text{MATRİS A} \\
 \begin{pmatrix}
 1 & 2 & 0,5 & 0,33 & 4 & 3 & 5 & 3 & 5 \\
 0,5 & 1 & 0,33 & 0,25 & 3 & 2 & 4 & 2 & 4 \\
 2 & 3 & 1 & 0,5 & 5 & 4 & 6 & 4 & 6 \\
 3 & 4 & 2 & 1 & 6 & 5 & 7 & 5 & 7 \\
 0,25 & 0,33 & 0,2 & 0,17 & 1 & 0,5 & 2 & 0,5 & 2 \\
 0,33 & 0,5 & 0,25 & 0,2 & 2 & 1 & 3 & 1 & 3 \\
 0,2 & 0,25 & 0,17 & 0,14 & 0,5 & 0,33 & 1 & 0,33 & 1 \\
 0,33 & 0,5 & 0,25 & 0,2 & 2 & 1 & 3 & 1 & 3 \\
 0,2 & 0,25 & 0,17 & 0,14 & 0,5 & 0,33 & 1 & 0,33 & 1
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{MATRİS B} \\
 \begin{pmatrix}
 0,148 \\
 0,1 \\
 0,214 \\
 0,304 \\
 0,042 \\
 0,065 \\
 0,027 \\
 0,065 \\
 0,027
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \begin{pmatrix}
 1,38 \\
 0,923 \\
 2,02 \\
 2,86 \\
 0,379 \\
 0,589 \\
 0,251 \\
 0,589 \\
 0,251
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Şekil 5.57. Tüm Öncelikler Matrisi

Matris çarpımıyla elde edilen Tüm Öncelikler Matrisi Değerleri, ortalama değer olan Öncelik Vektörü'ne bölünür ve 'λmaks' değeri bu değerlerin ortalaması alınarak hesaplanır (Tablo 5.8). Sonraki aşama olan 'Tutarlılık İndeksi Hesabı' için gereken 'Rastgele Değer İndeksi' değeri, kriter sayısına göre uygun tablodan seçilir (Tablo 5.9).

Tablo 5.8. Ortalama λmaks değeri hesabı

1,38 / 0,148 =	9,324
0,923 / 0,1 =	9,230
2,02 / 0,214 =	9,439
2,86 / 0,304 =	9,407
0,379 / 0,042 =	9,023
0,589 / 0,065 =	9,061
0,251 / 0,027 =	9,296
0,589 / 0,065 =	9,061
0,251 / 0,027 =	9,296
Ort λmaks =	9,237

Tablo 5.9. Rastgele Değer İndeksi (Saaty T. L., 1980)

Karar Alternatifleri Sayısı (n)	Rastgele Değer İndeksi (RI)
1	0
2	0
3	0,52
4	0,89
5	1,12
6	1,25
7	1,35
8	1,40
9	1,45
10	1,49

'Tutarlılık İndeksi Hesabı' ve 'Tutarlılık Oranı Hesabı' formülleri ile yapılır.

Tutarlılık İndeksi: $CI = (\lambda_{maks} - n) / (n - 1)$ $CI = (9,237 - 9) / 8$ $CI = 0,029$

Tutarlılık Oranı: $CR = CI / RI$ $CR = 0,029 / 1,45$ $CR = 0,02$ $0,02 < 0,1$

Sonuç $< 0,1$ olduğu için uyum sınırlarının içerisinde.

Hiyerarşi Analitik Süreç, karmaşık yapıda olan karar verme problemini alt problemlere ayırarak çözmekte ve karar almak için uygulaması kolay bir süreç sunmaktadır. Karar vericiler için farklı senaryolar altında formüle edilen kararlar ortaya koyarak tüm alternatiflerin değerlendirmesine yardım eder. AHP yöntemi, birçok değerlendirme kriterini dikkate alan esnek bir yöntemdir. Parametrelerin elde edilen değerleri, havalimanı terminal düzen seçenekleri için toplam puanlar oluşturularak değerlendirilmelidir. Terminaller için üretilen alternatif düzenler, ön tasarım aşamasında tasarımcılara tüm seçenekleri analiz etme ve değerlendirme olanağını sunmakta; parametreler için oluşturulan karar matrisi ise bu değerlendirmeye kaynak oluşturmaktadır. Tasarım parametreleri ve karar matrisi, istenilen doğrultuda esneklik sağlayacak en uygun terminal düzenini seçmede yol göstermektedir. Her düzen için bir veya birden fazla esnek tasarım parametresi değerlerinin toplam puanı seçim yapmayı kolaylaştırmaktadır.

Tez çalışması, havalimanı planlaması için esnek bir planlama sürecini; havalimanı terminalleri tasarımı için de göreceli düzenler geliştiren esnek bir tasarım sürecini ve karar verme modelini ele alan yeni bir çerçeve ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Havalimanı planlaması ve terminal tasarımına yönelik kapsamlı incelemeden sonra tez çalışmasında, esnekliğe dayalı fiziksel planlama süreci belirlemek ve ‘İş Süreç Modeli’ verilerinden elde edilen yolcu faaliyet analizlerine dayalı esnek düzenler oluşturmak için bir tasarım çerçevesi önerilmiştir. Çalışmada, havalimanlarında esnekliğin ne kadar önemli olduğunu vurgulanmış; esneklikle bütünleşmiş bir planlama sürecinin ve terminal tasarımının nasıl olması gerektiği ortaya konmuştur.

Havalimanlarında esneklik konulu mevcut çalışmalar incelendiğinde, araştırma boşlukları ve yetersizliği nedeniyle tam olarak netlik bulunmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmalarda havalimanları için esnek seçeneklerin örnekleri verilse bile esnek seçenek kavramı tanımı yapılmamıştır. Aynı zamanda, esnekliğin kavramsal düzeyde tartışıldığı örneklerdir ve uygulama zorluğu bulunmaktadır. Tez çalışmasının temel katkısı, esnek planlama sürecine dair önerilerde bulunurken; terminal tasarımında esnek düzenler geliştirmeye yardımcı olması ve bu düzenleri değerlendirebilecek bir ölçüt oluşturulmasıdır.

Esneklik, planlama ve tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Geleneksel planlama ve tasarım süreci, belirsizlikler ve değişimler nedeniyle yanıltıcı olabilir; ekonomik kayıplara yol açabilir. Tez çalışmasında önerilen yeni yaklaşım, geleceğin belirsizlik sorunu için planlama ve tasarım aşamalarının en başında esnek yöntemler olmak üzere yeni politikaların geliştirilmesi gerektiğini ve gelecekteki beklentilere cevap verebilecek esneklikle planlanması ve tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Esnek yaklaşımın havalimanı planlaması ve mekân yerleşimi sürecine dair adımları, BPMN yöntemiyle oluşturulan iş süreç modelinde birlikte ele alınmıştır. Oluşturulan İş Akış Modeli, iki farklı amacın aynı başlangıç noktasından başlayarak iki farklı sonuca ulaşmasını göstermektedir.

Yaklaşımın ilk adımı mevcut durum ve koşulların analiziyle ve sonrasında ilgili belirsizliklerin tanımlanmasıyla ilgilidir. Belirsizliklerin belirlenmesi, alanlarının tanımlanması ve planlama ve tasarım sürecine dahil edilmesi başlangıçtan itibaren belirsizliklerin olası sonuç aralıklarının dikkate alınması açısından çok önemlidir. Yeni yaklaşımda, havalimanı planlaması için havalimanının karşılaştığı belirsizliklerin türü, aralığı ve alanları göz önünde bulundurularak bilgilendirici bir tahmin yöntemi kullanılması gerektiği vurgulanır. Fakat uzun süreli tahminler hazırlamanın her zaman güvenilir bir yol olmadığı ve belli bir senaryoya bağlı olarak hareket etmenin oldukça

riskli olduğu düşünölerek; belirsizlik aralığının ve belirsizliklerin ortaya çıkabileceğı alanların belirlenmesiyle birlikte gelecekteki varsayımların tamamen yanıltıcı olması durumundan kurtaracak olan esnek ve tek bir tahmin yerine çoklu tahminler üretme süreci önerilmektedir.

Yaklaşım, belirsizlikleri azaltmak için ‘Strateji Geliştirme’ yöntemini önererek; olasılıklara karşı alternatif stratejilerin geliştirilmesi ve bu stratejilerin güçlü ve zayıf yönlerinin analiz edilerek, ‘Bütünleşik Değerlendirme Yöntemleri’ doğrultusunda en uygun stratejilerin karar verildiğı süreci kullanır. Bütünleşik değerlendirme yöntemi, bilgileri kademeli bir şekilde irdelleyerek, her kademe de meydana gelebilecek belirsizlikleri tanımlar ve yeni stratejilerin belirlenmesini gerçekleştirir. Sonraki aşamada, tesis gereksinimlerinin hem mevcut zamanda hem de gelecekte kademeli olarak nasıl geliştirilebileceğini belirlemek gerekir. Bu noktadan sonra havalimanı terminal mekânsal yerleşim süreci farklı yönde gelişmektedir.

Belirsizlik yönetimi süreci sonucunda, hedefler ve kısıtlamalar belirlendikten sonra risk değerlendirme aşaması uygulanır. Risk değerlendirmesinden önce tüm yetkililerle toplantılar yapılarak, ilgili herkesin proje sürecine dahil edilmesi önemlidir. Yeni yaklaşım, oluşabilecek risklere ve tehditlere yanıt oluşturabilmek için ‘Kaçınma’ ve ‘Azaltma’ eylemlerini kullanmayı önererek; aşamalı bir tasarım anlayışıyla meydana gelebilecek risklerden uzak durma ve risklerin etkisini azaltma gibi önlemler alma durumunu kullanır. Projede oluşabilecek risklerin belirlenmesi, analiz edilmesi ve önlemlerin alınması, süreci daha iyi yönetmeyi sağlar.

Önerilen yaklaşımda havalimanı planlamasının son aşaması, mevcut politika seçenekleri için analizler yapmayı önermektedir. Seçenekler için karar verme süreci birden fazla düzeyde gerçekleştirilmeli, tüm yetkililerle birlikte süreç içerisinde uygulama aşamasına eklemeler yapılmasına olanak sağlamalıdır. Yeni yaklaşımla birlikte havaalanı planlamasının, bütüncül ve bilimsel bir süreci içermesi hedeflenmektedir. Tez çalışmasının havalimanı planlaması bölümünde, yaklaşımın genel havaalanı planlamasına dair fikirleri ve önerileri işlenmiş; mimar ve mühendislerin sorumlu olduğı fiziksel planlama kısmından ‘terminal yapıları’ ögesi üzerinde daha çok durulmuştur.

Mekânsal yerleşim planlamasında, o aşamaya kadar olan ‘mevcut durum ve koşulların analizi, gelecekteki belirsizlik aralığının belirlenmesi, talep tahminine yönelik çalışmaların yapılması ve tesis gereksinimlerinin nasıl geliştirileceklerinin belirlenmesi’ aşamaları, gerçek havalimanı verilerine göre şekillenmekte ve tesislerin gerçek boyutları

bu verilere bağılı olarak belirlenmektedir. Tezin ‘terminal tasarımıında mekânsal yerleşim ve planlama’ bölümünde yer alan ve bu çalışmada Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali örneğı üzerinden geliştirilen terminal düzenleri, genel plan şeması olarak ele alınmaktadır. Bu şemalar için oluşturulan ölçüler varsayımsaldır fakat orantısal olarak doğru bir denklemlle kurulmuşlardır. Gerçek havalimanı terminali projelerinde, terminal yerleşimi ve tesisler gerçek boyutlarına göre kolayca düzenlenebilir.

Terminal tasarımıında mekânsal yerleşim esnekliğı, zamana bağılı katmanlar teorisinden yola çıkılarak terminal binalarındaki etkileşimleri, fiziksel, mekânsal ve fonksiyonel olarak sınıflandırma ve birimlerin birbirleriyle olan ilişkileri açısından değerlendirme aşamasıyla başlar. Tasarım süreci; ‘analiz, esneklikle geliştirme, değerlendirme’ aşamalarını içerir; tüm adımlarla ‘iletişim’ etkileşim içindedir. Çalışma genel olarak, ‘Esneklik kavramı, terminal yerleşim düzenleri geliştirme sürecine nasıl entegre edilir?’ sorusuna yanıt sağlar. Havalimanı terminalleri mekân yerleşimini belirlemek için geliştirilen iş süreci modelleri, yolcu faaliyetlerini ve yolcu akışını baz almaktadır. Faaliyetler arasındaki etkileşimler ve mekânsal ilişkiler, terminal binalarında mekânsal bitişiklik durumlarını elde etmek için detaylı bir şekilde incelenir. Mekanlar, faaliyet ilişkilerine göre gruplandırılarak; etkileşim içinde olan ve ortak alanlarda gerçekleştirilen faaliyetler tek alan olarak kabul edilir.

Tez çalışması, havalimanı terminallerinde esnek mekânsal düzenler elde etmek için graf teorilerinden çift (dual) grafik ve ağırlıklandırılmış grafik gösterim tekniklerini kullanır. Öncelikle bitişiklik matrisinden düzlemsel grafik oluşturulur sonra çift grafik yöntemiyle planın dual grafiğı çizilir. Çift grafikteki dikdörtgenler, her aktivite grubunu kapsayan bölgelerdir ve bu dikdörtgenlerin bitişik kenarları, mekanların bağlantılı/bitişik olma durumunu temsil eder. Bu işlemlerin ardından çift grafiğe göreli ağırlıklar ekleme işlemlerini içeren ve boyutsal verilerin kullanıldığı boyutlandırılmış bir alt grafik üretilir. Ağırlıklandırılmış grafikler, her birimin ayarlanabilen değerlere sahip olduğu boyutlandırılmış çok sayıda planlara dönüşür. Tez çalışmasında, çift grafiğe ağırlık eklemek için ‘Kirchhoff’un Geçerli Yasası’ kullanılmaktadır.

Ağırlıklandırılmış grafiklerin kat planlarına dönüştürülmesi ve çeşitli düzenlerin elde edilmesi, bilgisayar algoritmasıyla sağlanmıştır. Ağırlıklandırılmış grafik modeli, geometrik kısıtlamalar dikkate alınarak ‘Rhinoceros’ ve ‘Grasshopper’ eklentisiyle kat plan şemalarına dönüştürülür. Bilgisayar algoritması sayesinde, sistemde yapılan herhangi bir değışiklik veya düzenleme tüm plan şemalarına yayılmakta ve otomatik

işlenmektedir. Dalaman Havalimanı örneği üzerinden yapılan şemalarda ölçüler, göreceli boyutlar sağlamaktadır; terminal planları gerçek boyutlarına göre kolayca düzenlenebilir. Kısacası bilgisayar destekli mekân yerleşim planlamada, programlar çeşitli düzenler elde etme sürecini otomatikleştiren bir araç konumundadır. Tez çalışmasında, oluşturulan planın değişen talep ve koşullara uyum sağlaması en önemli hedeflerden biridir bu yüzden önerilen yaklaşımda otomatik bir süreçle tasarımların kolayca değiştirilebilmesi veya uyarlanabilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Tez çalışmasında, Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminali kalkış ve varış yolcu hareketleri dikkate alınarak basit bir gösterim sunulmuştur; önerilen çerçeve, aynı yöntemlerle başka terminal binaları için uygulanabilir veya varış ve kalkış hareketi haricinde bagaj hareketine yönelikte oluşturulabilir.

Tez çalışmasında, havaalanı terminalleri için esnek tasarım stratejisine uygun olarak bir dizi tasarım parametresi önerilmiştir. Bu belirlenen parametreler, esnek bir mekânsal yerleşimi değerlendirmek için kullanılmaktadır. Esneklik açısından önem derecelerine göre performans göstergesi olarak kullanılabilecek parametreler; modülerlik, hareketlilik, nötr alanlar, büyüme kolaylığı, geometrik basitlik, çok amaçlı kullanım, eklenebilme çıkarılabilme, açık plan düzeni ve mobilya olmak üzere dokuz parametreden oluşur. Her parametre, farklı durum ve koşullara göre değişebilir; kendi aralarında hiyerarşisi bulunur ve ‘yüksek, orta ve düşük’ olmak üzere farklı önem derecelerine sahiptir. Kısacası önerilen parametreler, tasarımcılar için mevcut tasarım seçeneklerinden tercih etmeleri gereken çözümlere yönelik bir rehber sunar. Bu parametreler için belirlenen önem seviyeleri mutlak bir ölçü olarak kabul edilmemeli; bazı terminal durum ve koşullarına göre değişebildiği bilinmelidir.

Tez çalışmasında, oluşturulan tüm düzen seçenekleri detaylı bir şekilde incelendikten sonra esnek tasarım parametreleri kullanılarak en esnek ve verimli sonucu sağlayan başlangıç düzeni seçilmelidir. Düzenlerdeki esnekliğin değerlendirilmesi için parametrelerin birbirleriyle karşılaştırıldığı karar modeli kullanılmıştır. Bu karar modeli, problem çözümünde kararlaştırılacak unsurlar için hiyerarşik esnek bir yapı oluşturan ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci’dir (AHP). AHP, karar vericiler için farklı senaryolar altında alternatiflerin değerlendirmesine olanak tanıyan esnek bir yöntemdir. Terminal düzen seçeneklerinin seçimi, düzenlerin bünyesinde bulunan parametrelerin değerlerine göre toplam puanlar üzerinden yapılır. Tez çalışmasında, Dalaman Havalimanı için tüm gerçek verilere ulaşma yetkisi

olmadığından tüm olası düzen seçenekleri oluşturulmamış sadece nasıl oluşturulması gerektiği söylenerek birkaç örnek düzen gösterilmiştir. Gerçek proje aşamasında üretilen tüm alternatif düzenler, tasarımcılara ön tasarım aşamasında seçenekleri değerlendirme olanağı tanımaktadır.

Tez çalışması, zaman ve kaynak kısıtlamalarına bağlı olarak bazı konularda sınırlandırılmış ve kısıtlanmıştır. Tez çalışmasında, mekânsal yerleşim düzeni elde etme konusunun varış ve kalkış terminalleriyle sınırlandırıldığı söylenebilir. Tez çalışmasının havalimanındaki gerçek verilere erişim izni olmadığı için mekansal düzen elde etme bölümünde boyutsal veriler oranlı fakat varsayımsal olarak düzenlenmiştir. Havalimanları için geliştirilen model, zaman kısıtından dolayı sadece Dalaman Havalimanı örneği üzerinden incelenmekte; diğer havalimanları için karşılaştırma yapılmamıştır. Çalışmanın karar verme aşamasında kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci, karar vericilerin bilgi ve birikimine dayanan hem nitel hem de nicel bir değerlendirme sunan bir yöntemdir. Bu yüzden kesin sonuçlar elde edilmemekte ve karar vericinin deneyimine, elde etmek istenilen duruma ve içinde bulunulan koşullara göre değişebilmektedir. Ayrıca zaman, deneyim ve veri sınırlılıklarından dolayı AHP ve Bulanık AHP'nin karşılaştırılmasının veya bütünleşik olarak kullanılmasının sonuçları incelenememiştir.

Çok kriterli karar verme problemlerinde, Analitik Hiyerarşi Süreci tek başına kullanıldığı gibi farklı yöntemlerle bir arada da kullanılabilir. Genellikle böyle durumlarda AHP ile elde edilen ağırlıklar, farklı yöntemlerde girdi olarak kullanılmaktadır. Gelecek araştırmalar kapsamında, esnekliği ölçmek ve değerlendirmek amacıyla kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi yerine Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci başta olmak üzere farklı yöntemler kullanılarak sonuçların nasıl değişebileceği incelenebilir. Özellikle AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinin farklı karar verme yöntem ve teknikleri ile bir arada kullanılması durumunda, AHP ve Bulanık AHP ile elde edilen ağırlıkların nihai sonuç üzerinde bir değişikliğe neden olup olmadığı araştırılabilir.

Önerilen yeni yaklaşım, gelecek çalışmalar kapsamında mimarlar ve tasarımcılar dışında diğer paydaşları da içine alan daha kapsamlı bir esnek tasarım konseptinde geliştirilebilir. Tez çalışmasında, sadece kalkış ve varış hareketi için esnek bir tasarım çerçevesi geliştirilmiştir fakat araştırma genişletilerek aktarma ve bagaj hareketlerine yönelik çalışmaları da dahil eden tüm havalimanı terminal tasarımı için faydalı bir çerçeve oluşturulabilir. Havalimanı için önerilen ve geliştirilen bu çerçeve, insanların

hareketi tarafından yönlendirilen diğer yapı türlerinin tasarımında veya diğer endüstrilerde kullanılabilir. Yeni yaklaşım çerçevesi, gerçek havalimanı örneklerine daha detaylı bir tasarım çerçevesiyle uygulanırsa, pratiğe döküldüğünde karşılaşılan olumlu ve olumsuz yönler belirlenerek gelecekteki çalışmalarda daha çok geliştirilebilir.

Gelecek çalışmalar kapsamında, mekansal yerleşim düzenleri için kullanılan Rhinoceros ve Grasshopper programları haricinde kat planları oluşturmak için daha pratik uygulamalar sunulabilir, bilgisayar algoritmaları geliştirilebilir veya grafiklerin kat planlarına dönüşümü algoritmalarla otomatikleştirilebilir.

Tez çalışmasında, yolcu hareketine dayalı mekânsal düzenler elde edilmekte ve sadece Dalaman Havalimanı örneği üzerinden bir model sunulmaktadır. Bu modelin, Türkiye genelinde varış ve kalkış terminallerine yönelik basitleştirilmiş bir model olması ve havalimanlarının durumlarına göre uyarlanabilmesi amaçlanmaktadır. Gelecek çalışmalar kapsamında, tezde önerilen tasarım çerçevesinin başka havalimanlarına uygulanması sağlanıp; ortaya çıkan verilerin nasıl bir sonuç gösterdiği belirlenebilir. Ayrıca farklı havalimanları için oluşturulan modeller karşılaştırılabilir ve meydana gelebilecek kısıtlamalar veya dezavantajlar ortaya konabilir.

Tez çalışmasında önerilen yaklaşım, havalimanı planlaması ve özellikle havalimanı terminalleri için yeni bir esnek tasarım çerçevesi ortaya koymaktadır. Havalimanları için esnek tasarım üzerine çalışılan araştırmaların yetersizliği ve esnekliğin havalimanlarına dahil edilme ihtiyacı, tez çalışmasına yön vermiştir. Önerilen tasarım çerçevesi, diğer disiplinlerle entegre ve etkileşimli bir tasarım süreci oluşturmaktadır. Tasarım yaklaşımının havalimanı ve terminalleri için sağladığı faydalar aşağıda verilmektedir:

- Havacılık sektöründe ve havalimanları operasyonlarında meydana gelen belirsizliklerin belirlenmesi, aralık ve alanlarının tanımlanması ve belirsizliğin kabul edilmesi üzerine bir yaklaşım benimsenerek; planlamanın en başında belirsizliğin tasarıma dahil edilmesi sağlanır ve gerekli önlemler alınmış olur.

- Esnek yerleşim planları oluşturmak için gelişmiş bir süreç modeli sunulmuştur. Tasarımın ön aşamasında, mekânsal yerleşim için çeşitli esnek düzenler elde edilebilir.

- Havalimanı planlamasını ve terminal mekânsal yerleşimini birbirinden bağımsız konular olarak ele almak yerine birbirinden etkilenen süreçler olarak ele alarak bütüncül bir tasarım anlayışı ortaya konmuştur.

- Havalimanı terminalleri içinde değerlendirme süreçlerinde etkili olabilecek bir dizi tasarım parametresi önerilmiş ve karar verme modeli oluşturulmuştur.

- Planlama, tasarım, işletme ve yenilemede esneklik sağlama konusu üzerine rehber oluşturabilecek bilgiler verilmiştir.

Sonuç olarak tez çalışmasında önerilen yaklaşım, literatürün aksine havalimanı planlamasını ve terminal mekânsal planlamayı bir bütün olarak ele almaktadır. Literatürün kavramsal ve niteliksel olmasına eleştirel gözle bakılmakta; nicel yöntemler kullanılan ve uygulanabilirlik için vaka çalışması üzerinden değerlendirmeler yapılan yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Literatürde belirlenen boşluklardan biri olan, esnekliğin planlama kararlarına uygulanması konusunda kararlara ilişkin bir süreç modeli geliştirilmiştir. Önerilen havalimanı planlaması, belirsizliği dikkate alan, risk yönetimi yapmayı öneren ve aşamalı olarak geliştirme fikrini savunan yeni bir yaklaşımdır. Mekansal yerleşim planlaması için Türkiye'deki havalimanlarında uygulanabilecek, mevcut durum ve koşullara göre ayarlamalar yapılabilen, tasarımın ön aşamasında değişikliklerin uyarlanabilmesine yardım eden ve esnekliğin terminallere dahil edilmesini amaçlayan yeni bir tasarım çerçevesi geliştirilmiştir. Literatürdeki en önemli boşluklardan biri olan esnekliği ölçmek ve değerlendirmek için bir araç geliştirilmemesi durumuna yanıt verebilecek bir araç geliştirilmiştir. Bu araç, terminal binalarında mekansal düzenler elde edildikten sonra seçim yapmayı ve esneklik açısından değerlendirebilmeyi sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Acar, C. (2007). *Havalimanı Terminal Binalarında Yap-İşlet-Devret Modeli*. Ankara: TC Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Acharya, L. (2013). *Flexible Architecture For The Dynamic Societies On A Journey From The 20th Century Into The Future*. Yüksek Lisans Tezi. Tromso: University of Tromso.
- Royal Institute British of Architects. (1973). *RIBA handbook of architectural practice and management*. London: RIBA Publications.
- Arolat , E., & Derman, B. (2007). Dalaman Havalimanı Dış Hatlar Terminal Binası. *Ege Mimarlık*, 61(2), 32-39.
- Arusoğlu, Ö. (2010). *Havaalanı Yolcu Hareketlerinin Simulasyonu için Model Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arvin, S. A., & House, D. H. (2002). Modeling architectural design objectives in physically based space planning . *Automation in Construction*, 11(2), 213–225.
- Augustin, S., & Coleman, C. (2011). *The Designer's Guide to Doing Research: Applying Knowledge to Inform Design*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Balachandran, M., & Gero, J. S. (1987). Dimensioning of architectural floor plans under conflicting objectives. *Environment and Planning*, 14(1), 29-37.
- Ballı, S. (2005). *Fuzzy Çok Kriterli Karar Verme ve Basketbolda Oyuncu Seçimine Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Beyazlı, D., Türk, E., Turan, S. Ö., Aydemir, S., & Aydemir, Ş. (2014). Stratejik Planlama Yaklaşımı ile Trabzon Havalimanı Revizyon Master Planlaması. *Planlama*, 24(2), 85-94.
- Bill , H., & Julienne , H. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bonnefoy, P. A., Neufville, R., & Hansman, J. R. (2010). Evolution and Development of Multi-Airport Systems: A Worldwide Perspective . *Journal of Transportation Engineering*, 136(11), 1-8.
- Brand, S. (1994). *How Building Learn What Happens after They're Built*. New York: Penguin Books.
- Burghouwt , G. (2007). *Airline network development in Europe and its implications for airport planning*. Farnham: Ashgate Publishing.
- Butters , M. (2010). Flexible airport design. *Journal of Airport Management*, 4(4), 321-328.
- Button, K., Haynes, K., & Stough, R. (1998). *Flying into the Future: Air Transport Policy in the European Union*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Chapman , C., & Ward, S. (2003). *Project Risk Management -Processes, Techniques and Insights*. West Sussex: John Wiley & Sons.

- Cohen, J. (1996). *Mies van der Rohe*. (Çev: M. Rosengarten). Hong Kong: M. Chapman & Hall.
- Dawes, M., & Ostwald, M. J. (2013). Precise Locations in Space: An Alternative Approach to Space Syntax Analysis Using Intersection Points. *Architecture Research*, 3(1), 1-11.
- De Neufville, R. (2008). Low-cost Airport for Low-cost Airlines: Flexible Design to Manage the Risk. *Transportation planning and Technology*, 31(1), 35-68.
- De Neufville, R. (2000). Dynamic Strategic Planning for Technology Policy. *International Journal of Technology Management*, 19(3-5), 1-17.
- De Neufville, R., & Odoni, A. (2002). *Airport Systems: Planning, Design, and Management*. New York: McGraw-Hill Professional.
- De Neufville, R., Belin, S. C., & Associate M. ASCE. (2002). Airport Passenger Buildings: Efficiency through Shared Use of Facilities. *Journal of Transport Engineering*, 28(3), 1-34.
- Dewey, J. (1927). *The Public and its Problems*. Newyork: Henry Holt and Company.
- DHMI. (2020). *2019 Havayolu Sektör Raporu*. Ankara: Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı.
- Dinçer, H., & Görener, A. (2011). Performance Evaluation Using AHP - Vikor And AHP - Topsıs Approaches: The Case Of Service Sector. *Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 27, 244-260.
- DLH. (2007). *Hava Meydanları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları*. Ankara: Yüksel Proje.
- Durmisevic, E. (2010). *Green Design and Assembly of Buildings and Systems: Design for Disassembly a Key to Life Design of Buildings and Building Product*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.
- Dursun, P. (2002). *Trabzon Kentsel Dokusunda Morfolojik Analiz*. Doktora Tezi. İstanbul: İ.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Edwards, B. (2005). *The modern airport terminal*. London: Spoon Press.
- Erden, E. (2007). *Türkiye'deki Havalimanlarının İç Hat Uçuşları Yönünden Etkinliklerinin Karşılaştırılması: Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Erman, O. (2017). Mekansal Komşuluk Kavramı Üzerinden Mimari Mekanın Analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(1), 165-176.
- Euler, L. (1736). Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis. *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 8(1736), 128-140.
- Faulkner, T. W. (1996). Applying Options Thinking to R & D Valuation. *Research Technology Management*, 39(3), 50-56.
- Federal Aviation Administration. (1980). *AC 150/5360-9, Planning and Design of Airport Terminal Facilities at Non-Hub Locations*. Washington: Federal Aviation Administration.

- Fife, W., & Mcnerney, M. T. (2000). A Look into the Future of Airport Planning, Design, and Construction by Analyzing Current Issues. *ASCE Uluslararası Hava Taşımacılığı Konferansı*. Washington: Transportation Research Board, 1-6.
- Forty, A. (2000). *Words And Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture*. Newyork: Thames & Hudson.
- Geitebruegge, N., & Kincaid, I. (2016). *Addressing uncertainty in airport forecasting and planning*. *Transportation Research Bord*. Washington: Transportation Research Board.
- Gil, N., & Tether, B. S. (2010). Project risk management and design flexibility: Analysing a case and conditions of complementarity. *Research Policy*, 40(3), 415-428.
- Günay, M. B., Sebetci, Ö., & Sebetci, E. (2018). İş Süreç Yönetimi (Bpm) ve İş Akış Yönetimi (Wfm) Kavramlarına Yaklaşım. *Online Academic Journal of Information Technology*, 9(33). <https://docplayer.biz.tr/107548529-Is-surec-yonetimi-bpm-ve-is-akis-yonetimi-wfm-kavramlarina-yaklasim.html> (Erişim tarihi: 12.02.2020)
- Güravşar, S. (2014). *Proje Yönetim Bileşenleri ile Belirsizlikten Kaçınma Eğilimi Arasındaki İlişkiyi Belirlemeye Yönelik Trbl Bölgesinde Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Malatya: İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hertzberger, H. (2009). *Lessons for student in architecture*. Rotterdam: 010 Publishers .
- Hillier, B. (1996). *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. UK: Cambridge University Press.
- Hopkinsand, B., & Wilson, R. J. (2004). The Truth about Konisberg. *The College Mathematics Journal*, 35(2004), 198-207.
- IATA, (1989). *Airport Terminals Reference Manual*. Montreal: International Air Transport Association.
- ICAO. (1987). *Airport Planning Manual - Part 1: Master Planning*. Montreal: International Civil Aviation Organization.
- İslamoğlu, Ö. (2018). Mimari Tasarımda Esneklik Yaklaşımlarına Kuramsal Bir Bakış. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 8(4), 673-683.
- Kahraman, C., Demircan, M., & Tolga, E. (2005). Operating System Selection Using Fuzzy Replacement Analysis and Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Economics*, 97(1), 89-117.
- Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kıyıldı, K. R. (2005). *Havaalanı Kapasite Analizine Yeni Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küçükönel, H. (2000). Havaalanı Güvenliği ve Sabiha Gökçen Havaalanı Güvenlik Sistemi. *Doktora Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kwakkell, J., Walker, W., & Marchau, V. (2010). Adaptive Airport Strategic Planning. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 10(3), 249-273.
- Levin, P. H. (1964). *Use of Graphs to Decide the Optimum Layout of Buildings*. UK: Building Research Station.

- Macit, A., & Macit, D. (2020). Türk Sivil Havacılık Sektöründe Covid-19 Pandemisinin Yönetimi. *Eurasian Journal of Researches in Social and Economics*, 7(4), 100-116.
- Magalhães, L., Reis, V., & Macário, R. (2013a). Airport flexibility: a first glimpse on the external factors. *13th WCTR Conference*, Rio de Janeiro: Federal University of Rio de Janeiro.
- Magalhães, L., Reis, V., & Macário, R. (2016b). A literature review of flexible development of airport terminals. *Transport Reviews*, 37(3), 1-18.
- Mahalingam, G. (2003). *Representing Architectural Design Using a Connections based Paradigm*. Doktora Tezi. Fargo: North Dakota State University.
- Markus, T. A. (1969). The role of building performance and measurement and appraisal in design method, G. Broadbent and A. Ward (Editörler), *Design Methods in Architecture* içinde. London: Lund Humphries.
- Markus, T. A., & Morris, E. N. (1980). *Buildings, Climate and Energy*. Londra: Pitman Publishing Ltd.
- Maver, T. W. (1970). *Appraisal in the Building Process Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. Cambridge: Mass: MIT Press.
- Menteş, A. (2000). *Manevra ve Sevk Sistemi Seçiminde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nassar, K. (2010). New advances in the automated architectural space plan layout problem. Proceedings of the 18th international conference on computing in civil and building engineering'te sunulan bildiri.
<http://www.engineering.nottingham.ac.uk/iccbe/proceedings/pdf/af193.pdf>
(Erişim Tarihi: 26 Mayıs 2020)
- Önal, T. (2015). *Havalimanı Terminal Binalarındaki Strüktürel Sistem Gelişiminin Biçime Etkisi ve Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Paullin, R. (1966). *Passenger flows at departure lounges*. California: Institute of Transportation and Traffic Engineering.
- Reiss, S. (1995). Down-to-earth terminal design. *Civil Engineering*, 65(2), 48-51.
- Rhode Island Airport Corporation, & The Louis Berger Group. (2007). *Airport Master Plan: Newport State Airport*. New York: The Louis Berger Group.
- Ruch, J. (1978). Interactive Space Layout: A Graph Theoretical Approach. *15th Design Automation Conference*, Las Vegas, NV, USA, USA: IEEE, s. 152-157.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: NY: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process*. USA: RWS Publications.
- Samuelson, P. A. (1965). Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*, 6(2), 41-49.

- Sanchez, R., & Mahoney, J. T. (1996). Modularity, Flexibility, And Knowledge Management In Product And Organization Design. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 63-76.
- Sarıkaya, M. (2003). *Karar Verme Süreçleri ve Örgütsel Sessizlik*. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- SGHM. (2009). *Havalimanları Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları*. Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Shuchi, S. N. (2015). *A Novel Concept for Airport Terminal Design Integrating Flexibility*. Doktora Tezi. Brisbane: Queensland University of Technology.
- Simarmata, J., Keke, Y., & Akbar, R. (2018). On-Time Performance Analysis And Issues To Keep Customers Satisfied. Conference on Global Research on Sustainable Transport'ta sunulan bildiri.
<http://library.itltrisakti.ac.id/jurnal/index.php/grost2017/article/view/139/136>
(Erişim Tarihi: 17.04.2020)
- Slaughter, E. S. (2001). Design strategies to increase building flexibility. *Building Research & Information*, 29(3), 208-217.
- Steuart, G. N. (1974). Gate position requirements at metropolitan airports. *Transportation Science*, 8(2), 169-189.
- Suh, E. S., de Weck, O. L., & Chang, D. (2007). Flexible product platforms: framework and case study. *Research in Engineering Design*, 18(2), 67-89.
- Taha, H. A. (2000). *Yöneylem Araştırması*. (Çevirenler: Ş. Baray, Ş. Esnaf). İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Tekeş, M. (2002). *Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Terwiesch, C., & Lock, C. H. (2004). Collaborative prototyping and the pricing of custom designed products. *Management Science*, 50(2), 145-158.
- Thomke, S. H. (1997). The role of flexibility in the development of new products: an empirical study. *Research Policy*, 26(1), 105-119.
- Trigeorgis, L., & Manson, S. (1987). Valuing managerial flexibility. *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 14-21.
- Turner, A., Penn, A., & Hillier, B. (2005). An algorithmic definition of the axial map. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(3), 425-444.
- Uludağ, A. S., & Doğan, H. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 17-47.
- Utkuğu, G. S. (1999). Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim Ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimar Tesisat Mühendisi İş Birliği. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi'nde sunulan bildiri.
http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/4be563cce4dfb1a_ek.pdf (Erişim Tarihi: 17.05.2020)

- Vargas, R. V. (2010). Using the analytic hierarchy process (ahp) to select and prioritize projects in a portfolio. PMI® Global Congress 2010'da sunulan bildiri. <https://www.pmi.org/learning/library/analytic-hierarchy-process-prioritize-projects-6608> (Erişim Tarihi: 03.07.2020)
- Walker, W., Rahman, S., & Cave, J. (2001). Adaptive policies, policy analysis, and policy-making. *Journal of Operation research*, 128(2), 282-289.
- Wardah, E., & Khalil, M. O. (2013). Design Process & Strategic Thinking in Architecture. Proceedings of 2016 International Conference on Architecture & Civil Engineering'de sunulan bildiri. https://www.researchgate.net/publication/328130631_Design_Process_Strategic_Thinking_in_Architecture (Erişim Tarihi: 28.07.2020)
- Whitehead, B., & Eldars, M. Z. (1965). The planning of single-storey layouts. *Building Science*, 1(2), 127-139.
- Yapı Endüstri Merkezi. (2013). *Projeler Yapılar 7 Ulaşım Yapıları*. Ankara: YEM Yayın.
- Yaralıoğlu, K. (2001). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(1), 129-142.
- Yaşlıoğlu, M. M. (2008). *Karar Verme Sürecinde Eğilimler ve Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yürekli, F. (1983). Mimari Tasarımda Belirsizlik: Esneklik / Uyabilirlik İhtiyacının Kaynakları ve Çözümü Üzerine Bir Araştırma. İstanbul: İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.
- Zhao, Y., & Kockelman, K. M. (2001). The Propagation of Uncertainty Through Travel Demand Models: An Exploratory Analysis. *Transportation*, 36, 403-417.
- http-1: <https://www.dhmi.gov.tr,2020> (Erişim Tarihi: 20.11.2019)
- http-2: <http://www.tdk.gov.tr> (Erişim Tarihi: 16.12.2019)
- http-3: <http://www.fondationlecorbusier.fr> (Erişim Tarihi: 09.11.2019)
- http-4: <https://cenasis.com.tr/is-sureclerinin-yonetimi-ve-isletmelere-faydaları/> (Erişim Tarihi: 09.04.2019)
- http-5: <http://www.projeyonetimi.com/detay/56/Risk-Yonetimi-%C2%BB> (Erişim Tarihi: 13.05.2019)
- http-6: <https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrd-doc-dr-ismail-topal.html> (Erişim Tarihi: 21.08.2019)
- http-7: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.107.4372&rep=rep1&type=pdf> (Erişim Tarihi: 17.09.2019)
- http-8: <https://www.youtube.com/watch?v=TcGW1Wc6kfM> (Erişim Tarihi: 25.09.2019)
- http-9: <https://www.3dprintingmedia.network/> (Erişim Tarihi: 25.09.2019)
- http-10: <https://www.youtube.com/watch?v=Ma1lGthFv4A> (Erişim Tarihi: 25.09.2019)
- http-11: <http://yda.aero/mimari/> (Erişim Tarihi: 07.11.2020)
- http-12: <http://yda.aero/terminal/> (Erişim Tarihi: 28.11.2020)

http-13: <http://yda.aero/havalimani-krokisi/> (Erişim Tarihi: 16.03.2020)

http-14: <https://www.arkiv.com.tr/proje/dalaman-havalimani-dis-hatlar-terminali/1770>
(Erişim Tarihi: 20.03.2020)

http-15: <https://www.dhmi.gov.tr/sayfalar/istatistik.aspx> (Erişim Tarihi: 11.06.2020)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sena Aslı ÖZTURANLI

Yabancı Dil : İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı : Bursa/1994

Eğitim Geçmişi:

- 2017, Anadolu Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü
- 2012, Ahmet Hamdi Gökbayrak Anadolu Öğretmen Lisesi

