

Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi

Cilt 3, Sayı 2, 2018

<http://www.suhad.org>



İçindekiler

- 55 JET MOTORLARINDA UYGULANAN EFÜZYON FİLM AKIŞ
KARAKTERİSTİKLERİNİN PIV YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ
S. Eren YALÇIN, E. Yılmaz YAKIN, M. Cemal KUŞHAN, T. Hikmet KARAKOÇ
- 63 HAVAYOLU TAŞIMACILIĞINI KÜRESEL DEĞER
ZİNCİRLERİNDEYÜKSELMEMEYE ETKİSİ
O. Seraceddin SESLİOKUYUCU, Rüstem YANAR
- 70 HAVACILIK TARİHİ İÇERSİNDE BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ
Murat MUŞTU, Erhan BÜTÜN
- 78 TÜRKİYE SAVUNMA SANAYİİ İHRACATININ GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK
ÖNERİLER
Uğur KAKAŞCI, Bülent ORHAN
- 88 HAVAALANI YÖNETİMİ VE SÜRDÜRLEBİLİRLİK
Alper Dalkıran



JET MOTORLARINDA UYGULANAN EFÜZYON FİLM SOĞUTMA AKIŞ KARAKTERİSTİKLERİNİN PIV YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Sinan Eren YALÇIN¹, Evren Yılmaz YAKIN², Melih Cemal KUŞHAN³, Tahir Hikmet KARAKOÇ⁴

¹ Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Işık Üniversitesi, İstanbul, Türkiye- eren.sinan.yalcin@gmail.com

² Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, evrenykn@gmail.com

³ Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, mkushan@ogu.edu.tr

⁴ Uçak Gövde Motor Bakım Programı, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, hikmetkarakoc@gmail.com

DOI: [10.23890/SUHAD.2018.0207](https://doi.org/10.23890/SUHAD.2018.0207)

ÖZET

Efüzyon soğutma tekniği, modern yanma odalarında kullanılan en gelişmiş soğutma teknolojisidir. Bu çalışmada 1/9 ölçekte boyutlandırılmış bir yanma odası cidarında, efüzyon film soğutmanın ana akım üzerine etkileri Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçümü (PIV) yöntemi kullanılarak deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla bu çalışmada, ana akım Reynolds (Re) sayısı 15000 değerine sabitlenmiş, 2.25 mm delik çaplı efüzyon plakası için, delik açıları 30° ve 45° değişiyor iken, efüzyon plakasından 7 farklı üfleme debisi için testler gerçekleştirilmiş ve soğutma filmi oluşumu incelenmiştir. PIV deneylerinden elde edilen veriler incelenerek, çapraz akışta jet karışımlarında meydana gelen akış haritası çıkarılmıştır ve film oluşma karakteristiği belirlenmiştir. Akış haritası sonuçlarına göre, soğutucu deliklerden düşük debili üflemlerde jetler ana akıma yenik düşmekte, tam tersine yüksek debilerde jetler ana akımla eş baskın özellikte olduğu için, film oluşumu gözlemlenmiştir. Ayrıca soğutma deliklerinin açılarının artışının film oluşumuna olumsuz etkisi gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Efüzyon soğutma, Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçümü (PIV), jet akışı, film formation.

INVESTIGATION of EFFUSION COOLING FLOW CHARACTERISTICS in JET ENGINES via PIV METHOD

ABSTRACT

Effusion cooling technology is the most advanced cooling technology used in modern combustion chambers. In this study, the effects of effusion film cooling on the main stream in a 1/9 scaled combustion chamber walls were investigated experimentally using Particle image velocimetry (PIV) method. For this purpose, the main stream Reynolds number (Reynolds number) was fixed to 15000. For the 2.25mm hole diameter effusion plate, the hole angles were changed by 30° and 45°, and for 7 different effusion flow rates, tests were done, and the cooling film formation was examined. By examining the data obtained from the PIV experiments, the flow map in the cross-flow jet blends was obtained and the film formation characteristics were determined. According to the results of the flow map, during the low flow rate coolant flow, coolant jets were defeated by the main flow, but instead at high coolant flow rate, coolant jets became dominant and coolant film formation was observed. Furthermore, the increase in the cooling holes angles has been shown to have a negative effect on the cooling film formation.

Keywords: Effusion cooling, Particle Image Velocimetry (PIV), jet flow, film formation.

1. GİRİŞ

Gaz türbinleri, günümüzde havacılık endüstrisinde, tanklarda, askeri gemilerde ve elektrik üretim tesisi gibi tesislerde çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Thole ve Knost 2005; Shine, Sunil Kumar, ve Suresh, 2012). Fakat gaz türbinleri yüksek gaz sıcaklıklarında çalışmaktadır. Bu nedenle, film

soğutma, efüzyon soğutma, konveksiyon (taşınım) soğutma, çarpma soğutma, rejeneratif soğutma, sprey soğutma, terleme soğutma ve sıvı enjeksiyonla film soğutma gibi soğutma teknikleri ile gaz türbinlerinin sıcak parçalarını soğutmada kullanılan soğutma tekniklerindedir (Krewinkel 2013; Huang vd. 2015). Günümüzde, modern gaz türbinlerinin sıcak gaza maruz kalan kısımlarında, film soğutma

ve film soğutmanın başka bir versiyonu olan efüzyon soğutma en çok kullanılan yöntem olmasına rağmen (Singh, Premachandran, ve Ravi, 2017; Xiao-ming, Jing-zhou, ve Hua-sheng, 2015), efüzyon soğutmanın temelleri 1970'lere dayanmaktadır (Goldstein, R. J., Eckert ve Burggraf 1974; Goldstein vd. 1977; Ito, Goldstein, ve Eckert 1978; Kadotani ve Goldstein, 1979).

Modern gaz türbini kanatlarında çok sık kullanılan film soğutma ile karşılaştırıldığında, efüzyon soğutmada yoğun aralıklı yerleştirilmiş ardışık sıralı çok fazla soğutma deliği bulunmaktadır (Gustafsson ve Johansson, 2001; Cho, Rhee, ve Goldstein 2008; Krewinkel, 2013; Huang vd., 2015). Film soğutmada, ikincil sıvı veya soğutucu akışkanın enjekte edildiği delikler, soğutulacak yüzeye belirli açılarda yerleştirilmektedir (P. M. Ligrani, Wigle, ve Jackson, 1994; Schmidt, Sen, ve Bogard, 1996; L. Zhang, Yin, ve Moon, 2009; Singh, Premachandran, ve Ravi, 2017). Efüzyon deliklerinin çaplarına, açılmasına ve yerleşimlerine göre, ana akıma enjekte edilen ikincil akışkan değişen ebatlarda ters dönüşlü kidney vorteksleri üretmektedir (Singh, Premachandran, ve Ravi, 2017). Bu vorteksler enjekte edilen akışın ana akım ile karışımını arttırmaktadır. Bu nedenle üfleme deliklerinin açısı, oryantasyonu, şekli ve malzeme yüzey pürüzlülüğü, bu vorteksleri minimize etmede veya tamamen ortadan kaldırarak yüzeyin ikincil akışkanla maksimum seviyede temas etmesini sağlayıp daha yüksek performanslı film soğutma elde etmede kritik rol oynamaktadır (Singh, Premachandran, ve Ravi, 2017; Krewinkel, 2013).

Efüzyon deliklerinden üflenen soğutucu akışkanın ana sıcak akışkan debisine oranına üfleme oranı adı verilmektedir. Literatürde değişik üfleme oranına göre film soğutma performansını içeren çok sayıda çalışma bulunmaktadır, fakat bu çalışmalarda sonuçlar zıtlıklar içermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, değişik üfleme oranlarında yapılan testlerin sonucunda, üfleme oranının artmasıyla film soğutma veriminin arttığı belirtilmektedir (P. Ligrani vd., 2012; Ji vd., 2018). Buna karşın, Andrei ve arkadaşları (Andrei vd., 2014), 1 ile 3 arası değişen üfleme oranları için bir dizi deneysel ve sayısal çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda, efüzyon plakasının ön kısımlarında düşük üfleme oranının daha verimli soğutma sağladığını, plakanın arkasına doğru ise yüksek üfleme oranının soğutma performansının daha iyi olduğunu göstermişlerdir. Huang ve arkadaşları (Huang vd., 2015), 0.5 ve 1 mm çaplı efüzyon deliği çapları için yaptıkları testlerin sonucunda 0.5 mm çaplı efüzyon deliklerinde üfleme oranının artması ile soğutma performansının arttığını, 1 mm çaplı efüzyon delikli plakada ise üfleme oranının azalması ile soğutma performansının arttığını göstermişlerdir. Bulgularını da efüzyon deliği çapı arttıkça üflenen soğuk hava ile ana sıcak hava akımının daha fazla

karışması nedeni ile soğutma verimi düşer diye açıklamışlardır.

Son yıllarda yapılmış derleme çalışmasında üfleme delik açısı, oryantasyonu ve şeklinin film soğutma verimini etkileyen temel faktörler olduğu belirtilmiş ve bu konuda çok çeşitli literatür çalışmalarının özeti derlenmiştir (Krewinkel, 2013). Delik üfleme açıları üzerine Forter ve Lampard (Foster ve Lampard, 1980) tarafından yapılan ilk çalışmalarda 35°, 55° ve 90° üfleme açıları test edilmiştir. Bu çalışmada düşük üfleme oranlarında düşük açılarda daha verimli soğutma sağladığını, buna rağmen yüksek üfleme oranlarında yüksek açılarda daha verimli soğutma sağladığını göstermişlerdir. Bir başka çalışmada (Gustafsson ve Johansson, 2001), değişken delik aralıklarında ve 15°, 20° ve 30° üfleme delikleri eğimlerinde efüzyon soğutma performansını incelemişlerdir. Üfleme açıları birbirine yakın değerler olsada, 15°, 20°'lik düşük üfleme açılarında soğutma performansının daha iyi olduğunu gösterebilmişlerdir. Andreini ve arkadaşları (Andreini vd., 2017), soğutucu akışkanın ana akışkana enjekte edildiği delik açılarının üç farklı oryantasyonu için (20°, 30° ve 90°), adyabatik film soğutma üzerine etkisini gerçek bir yanma odası ortamında deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında daha düşük eğim açılarında, soğutma jetlerinin ana akımın içine penetrasyonunun azaldığını, arzu edilen en düzgün soğutucu film yapısının oluştuğunu ve soğutma veriminin dahada arttığını göstermişlerdir.

Yao ve arkadaşları (Yao, Zhang, ve Wang, 2013; Yao, Zhang, ve Tan, 2014), deneysel ve sayısal olarak çıkışa doğru daralan efüzyon deliklerinin film soğutma performansını arttırdığını deneysel olarak göstermişlerdir. Buna ek olarak sayısal çözümleme ile çıkışa doğru daralan efüzyon delikleri sayesinde kidney vortekslerinin efüzyon delikleri yerine deliklerin kenarlarında olduğunu ve dönme yönlerinin ters yönde olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle film soğutmanın daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Zhang ve arkadaşları (J. Zhang vd., 2017) girişi ve çıkışı silindirik ve girişte silindirik olup çıkışa doğru dikdörtgen şeklini alan efüzyon deliklerinin soğutma performansına etkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada, girişte silindirik olup çıkışa doğru daralan dikdörtgen kesitli deliklerin soğutma performansının daha iyi olduğunu deneysel olarak ispatlamışlardır. Bu çalışmada, literatürde de belirtildiği gibi günümüz gaz türbinlerinde en çok kullanılan soğutma tekniği olan efüzyon soğutma tekniği Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçümü (PIV) tekniği kullanılarak incelenmiştir. Ana akım Reynolds (Re) sayısı 15000 değerine sabitlenmiş, ve efüzyon plakası için delik çapı 2.25 mm değerinde sabitlenmiş olup delik açıları 30° ve 45° değişiyor iken, efüzyon plakasından 7 farklı üfleme debisi için testler gerçekleştirilmiş ve soğutma filmi oluşumu incelenmiştir. Bu sayede değişik üfleme açısı ve

değişik üfleme debileri için film soğutma performansının karakterize edilmesi sağlanmıştır.

2. YÖNTEM

Araştırma çerçevesi kapsamında oluşturulan deney düzeneğinin şematik çizimi Şekil 1a ve görsel şekli Şekil 1b' de gösterilmiştir. Şekil 1a ve Şekil 1b'de, 1 numara ile gösterilen 2.2 Kw gücünde bir fan ve fan sürücü sayesinde sisteme kontrollü bir hava debisi girişi (ana akım) sağlanmaktadır. Fandan çıkan sabit debideki ana akım havasının sıcaklığı, fandan sonra 2 numara ile belirtilen 5.5 kW gücündeki ısıtıcı sayesinde istenilen sıcaklık değerine getirilebilmektedir. Fakat bu çalışmada ısıtıcı kullanılmamış ve ortam sıcaklığında testler gerçekleştirilmiştir. Isıtıcıdan çıkan ana akım havası, görüntü alabilmek amacıyla pleksiglas malzemeden yapılmış 14x14cm kesit alanında ve toplam 1.2 m uzunluğunda, 3 ve 4 numara ile belirtilen tünele yönlendirilmektedir. Efüzyon soğutma test plakaları,

test düzeneğinin 4 numara ile belirtilen test odası kısmının altına yerleştirilmişlerdir.

Soğutucu akışkan test plakalarına ayrı bir hattan beslenmektedir. Soğuk hava beslemesi, kompresörden beslenen 7 numara ile belirtilen basınçlı hava tankı vasıtası ile yapılmaktadır. Basınçlı hava tankından çıkan hava, 2 ayrı hatta bölünmekte ve 8 ile 9 numara ile belirtilen akış kontrollü debimetrelerden geçirilmek kaydıyla hava tüneli altında film ve efüzyon için bölünmüş, 5 ile 6 numaralı ayrı dinlenme odalarına girişi sağlanmaktadır. Dinlenme odasının görevi soğutucu akışkan havasının jet etkilerinden ve türbülansın arınmasını sağlamak ve dinlenme odasının özellikle üst bölgesinde üniform bir akış alanı sağlayarak üniform şekilde tünele soğuk hava beslemesi temin etmektir.

Tablo 1'de bütün testlerin yapıldığı ortam koşulları hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

Tablo 1: Test ortamı koşulları

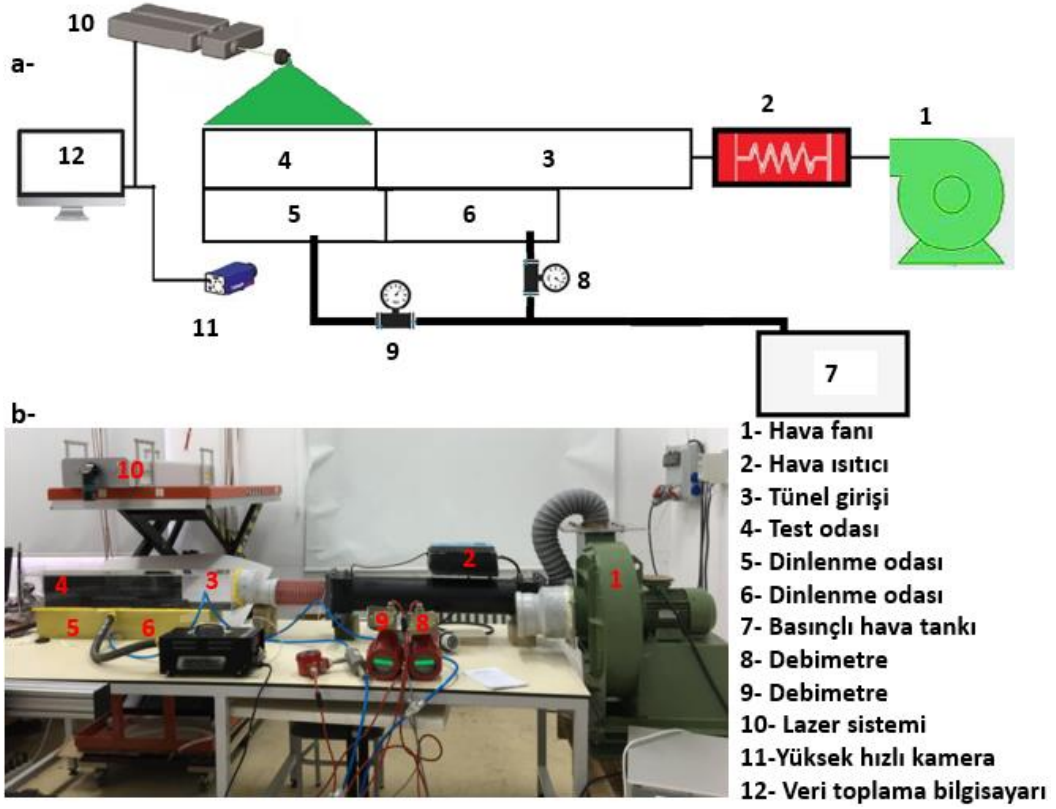
Parametre	Değer
Test Tüneli Kesit Alanı (mm ²)	140 x 140
Test Plakası Uzunluğu (mm)	400
Test Tüneli Giriş Uzunluğu (mm)	800
Ana Akım Sıcaklığı (K)	293
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı (K)	293
Ana Akım Hızı (m/s)	2
Ana Akım Yoğunluğu (ρ_{aa}) (kg/m ³)	1.19 – 0.99
Ana Akım Reynolds (Re)	15850 – 13150
Soğutucu Hava Yoğunluğu (ρ_{sa}) (kg/m ³)	1.19

Test edilen efüzyon soğutma plakalarının üstten (yandan) geometrik karakteristiği Şekil 2a (Şekil 2b)'de ve test edilen efüzyon soğutma plakalarının boyutsal detayları Tablo 2'de gösterilmiştir. Burada

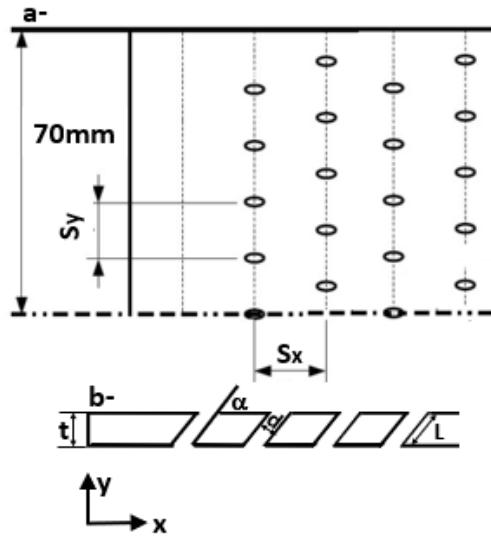
t: test plakası kalınlığını (mm), d: delik çapını (mm), L: efüzyon delik uzunluğunu (mm), S_x : eksenel delik adımını (mm), S_y : yanal delik adımını (mm) ve \square delik açısını ifade eder.

Tablo.2: Test edilen efüzyon soğutma test plakaları boyutları

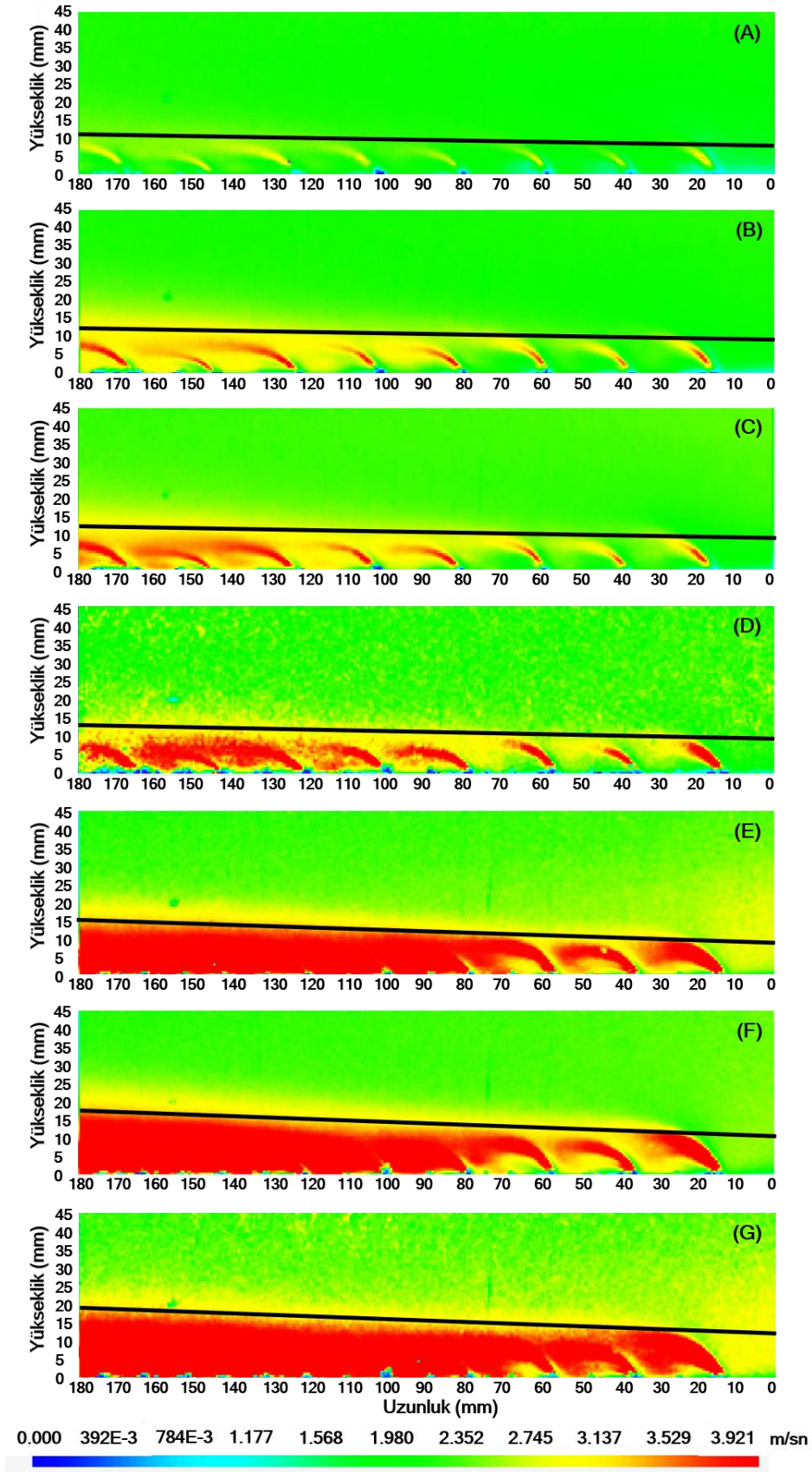
Test Plakası	t (mm)	d (mm)	\square	L/d	S_x (mm)	S_y (mm)	S_x/d	S_y/d
1	10	2.25	30	8.9	11	11	4.9	4.9
2	10	2.25	45	6.3	11	11	4.9	4.9



Şekil.1: Efüzyon soğutma test düzeneği şematik gösterimi (a) ve test düzeneği fotoğrafı (b).



Şekil.2: Efüzyon soğutma test plakası geometrik karakteristiği. (a) Üstten görünüş ve (b) yandan görünüş.



Şekil.3: 2.25 mm efüzyon delik çapı (d) ve 30° üfleme açısında ana akım Reynolds sayısı 15000 iken, A) 0.24 kg/dk ($Re=520$), B) 0.35 kg/dk ($Re=750$), C) 0.48 kg/dk ($Re=1000$), D) 0.70 kg/dk ($Re=1500$), E) 1.05 kg/dk ($Re=2250$), F) 1.40 kg/dk ($Re=3000$), G) 1.65 kg/dk ($Re=3500$) soğutucu akışkan üfleme debilerinde PIV sonuçlarında elde edilen skaler hız haritası ve film oluşumu

3. BULGULAR

Deneyler ana akım sıcaklığı 293K ve ana akım Reynolds sayısı 15000 değerine sabitlenmiş iken, 7 farklı efüzyon debisinde gerçekleştirilmiştir ve film oluşumunun debi değişimine göre etkisi

incelenmiştir. Tablo 3, sabitlenmiş 2.25mm efüzyon soğutma deliği çapı için efüzyon debisi ve efüzyon debisine karşılık gelen Reynolds sayısı, üfleme oranı ve hız oranını göstermektedir.

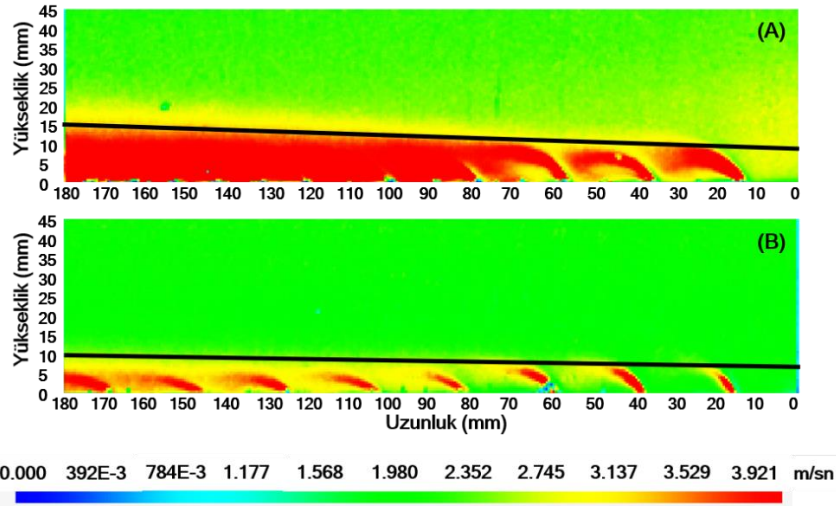
Tablo.3: 2.25 mm delik çaplı efüzyon test plakası için test koşulları

Efüzyon Debisi (kg/dk)	Delik Alanı (m ²)	Re _D	Üfleme Oranı (BR)	Hız Oranı (VR)
0.24	83*10 ⁻⁵	520	2.42	5.17
0.35		750	3.52	7.52
0.48		1000	4.74	10.11
0.70		1500	6.94	14.82
1.05		2250	10.35	22.11
1.40		3000	13.88	29.64
1.65		3500	16.30	34.80

2.25 mm delik çaplı efüzyon soğutma plakası için 30° üfleme açısında film oluşumu Şekil 3'te gösterilmiştir. Ana akım sağdan sola akmaktadır. Film oluşumunun gözlemlenebilmesi amacıyla, üfleme debisi değişse dahi, akış hız dağılımı sabit bir aralıkta tutulmuştur. Bu sayede film kalınlığının değişimi de gözlemlenebilmektedir. Şekil 3'deki (0,0) koordinatları, Şekil 2'deki (x=0, y=0) koordinatlarını ifade etmektedir. Şekil 3'ten anlaşıldığı gibi, düşük üfleme debilerinde (düşük Reynolds sayılarında) film tabaka oluşmamakta, üflenen soğutma havası ana akıma karışmaktadır. Üfleme debisi arttıkça, film oluşumu gözlemlenebilmektedir.

Şekil 3 üzerinde bulunan siyah çizgi, film tabaka oluşumunu ve oluşan film tabakanın yüksekliğinin

üfleme debisinin artışı ile değişimini göstermektedir. Düşük üfleme debilerinde film oluşmamaktadır. Üflenen soğutma havası ana akıma karışmaktadır. Şekil 3 A, B ve C'de görüldüğü gibi, düşük üfleme debilerinde efüzyon soğutma deliklerinden üflenen hava ana akıma karışmaktadır. Şekil 3 A, B, C ve D'de bulunan siyah çizgi tam olarak oluşan filmi ifade etmemekte, fakat film oluşumunun nasıl geliştiğini göstermektedir. Debi artışı ile beraber soğutma film tabakası belirginleşmeye başlamaktadır. Şekil 3 D, E ve F'de bulunan siyah çizgi oluşmuş soğutma film tabakasını ifade etmektedir. Üfleme debisi artışı ile birlikte soğutma film tabakası kalınlığı 20 mm'nin üzerine çıkmaktadır.



Şekil.4: 2.25 mm efüzyon delik çapı için ana akım Re sayısı 15000 iken A)30° ve B)45° üfleme açısında 1.05 kg/dak (Re=2250) soğutucu akışkan üfleme debisinde PIV sonuçlarından elde edilen skaler hız haritası ve film oluşumu

Şekil 4'te 2.25mm üfleme delik çaplı plaka için, 30° ve 45° üfleme açılarındaki 1.05 kg/dakika efüzyon soğutma debisi sisteme verilirken film oluşumu incelenmiştir. Şekil 4'ten de görüldüğü gibi aynı çalışma şartlarında üfleme açısının artışı ile birlikte

film oluşumunun bozulduğu gözlemlenmektedir. Buda beklenen bir sonuçtur. Üfleme açısı arttıkça üflenen hava ana akıma daha hızlı karışmakta ve film oluşumu olumsuz etkilenmektedir. Üfleme açısı azaldıkça, ana akıma karışım azaldığı için daha belirgin film oluşu gözlemlenebilmektedir.

2.25 mm üfleme delik çaplı plaka için 45° üfleme açısında da Şekil 3'te olduğu gibi debi artışı ile film oluşumu gözlemlenmiştir. Bu nedenle film oluşumunun debi artışı ile değişimi Şekil 3'te olduğu gibi ayrıntılı olarak gösterilmemiştir. Ancak, Sekil 4'ten de anlaşıldığı gibi 45° üfleme açısında oluşan film 30° üfleme açısında oluşan film gibi etkin değildir.

4. DEĞERLENDİRME

Bu çalışma ile gaz türbinlerinde kullanılan efüzyon soğutmanın deneysel olarak incelenmesi ve 1/9 oranında ölçeklendirilmiş bir soğutma odası için akış haritasının çıkarılması sağlanmıştır. Bu bağlamda, 2.25 mm delik çaplı efüzyon plakası için delik açıları 30° ve 45° değişiyor iken, efüzyon plakasından 7 farklı üfleme debisi için film tabaka oluşumu incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Efüzyon debisi ile film oluşumu birbiri ile orantılıdır. Düşük debilerde film oluşumu gözlenmezken/zayıfken, yüksek debilerde film oluşumu belirginleşmektedir. Efüzyon deliklerinin üfleme açısının azalması ile birlikte film oluşumu belirginleşmektedir. Buda efüzyon debisinin ve delik açısının film oluşumundaki önemini ifade etmektedir.

Bundan sonraki çalışmada, görüntü alınan test bölgesinin daha da daraltılması (sadece 2-3 sıra deliğin gözlemlenmesi) ile vortekslerin oluşumunun detaylı incelenmesi ve akım haritasının daha küçük bir alanda çıkarılması, efüzyon soğutma fiziği ve akımların birbirine karışması ile ilgili daha detaylı sonuçlar verecektir. Böylece optimize edilmiş parametrelerin elde edilmesi ve türbin kanadı, yanma odası yüzeyi gibi eğimli yüzeylerinde daha detaylı incelenmesi yapılabilecektir. Bunlara ek olarak ana akım sıcaklığını arttırarak sistemin soğutma verimi incelenebilecektir.

YAZAR KATKILARI

Sinan Eren Yalçın, efüzyon soğutma testlerinin yapılmasında, deney datalarının analizinde, grafiklerin hazırlanmasında, taslak yazımında katkıda bulunmuştur. Evren Yılmaz Yakın, efüzyon soğutma test plakalarının basılmasında, testlerin yapılmasında, tabloların hazırlanmasında ve deney datalarının analizinde katkıda bulunmuştur. Melih Cemal Kuşhan, taslak yazımında katkıda bulunmuştur. Tahir Hikmet Karakoç, testlerin organize edilmesinde, PIV laboratuvarının kullanılmasında, sonuçların incelenmesinde ve taslak yazımında katkıda bulunmuştur.

SEMBOLLER DİZİNİ

BR	Üfleme oranı (Efüzyon debisi/Ana Akım Debisi) (-)
d	: Efüzyon delik çapı (mm)
t	: Test plakası kalınlığı (mm)
L	: Efüzyon delik uzuluğu (mm)

Re	Reynolds sayısı (-)
S _x :	: Eksenel delik adımı (mm)
S _y	: Ydelik adımı (mm)
□	: Efüzyon delik açısı (-)
ρ _{aa}	Ana akım yoğunluğu (kg/m ³)
ρ _{sa}	Soğutucu akışkan yoğunluğu (kg/m ³)

KAYNAKLAR

- Andrei, Luca, Antonio Andreini, Cosimo Bianchini, Gianluca Cacioli, Bruno Facchini, Lorenzo Mazzei, Alessio Picchi, and Fabio Turrini. 2014. "Effusion Cooling Plates for Combustor Liners: Experimental and Numerical Investigations on the Effect of Density Ratio." *Energy Procedia* 45. Elsevier B.V.: 1402–11. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.147>.
- Andreini, Antonio, Riccardo Becchi, Bruno Facchini, Alessio Picchi, and Antonio Peschiulli. 2017. "The Effect of Effusion Holes Inclination Angle on the Adiabatic Film Cooling Effectiveness in a Three-Sector Gas Turbine Combustor Rig with a Realistic Swirling Flow." *International Journal of Thermal Sciences* 121 (x). Elsevier Masson SAS: 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.07.003>.
- Cho, Hyung Hee, Dong Ho Rhee, and R. J. Goldstein. 2008. "Effects of Hole Arrangements on Local Heat/Mass Transfer for Impingement/Effusion Cooling With Small Hole Spacing." *Journal of Turbomachinery* 130 (4): 041003. <https://doi.org/10.1115/1.2812325>.
- Goldstein, R. J., Eckert, E. R G, and F. Burggraf. 1974. "Effects of Hole Geometry and Density on Three-Dimensional Film Cooling." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 17 (5): 595–607. [https://doi.org/10.1016/0017-9310\(74\)90007-6](https://doi.org/10.1016/0017-9310(74)90007-6).
- Goldstein, R. J., D.R.Pedersen, E.R.G. R. G. Eckert, R. J. Goldstein, D. R. Pedersen, E.R.G. R. G. Eckert, and R. J. Goldstein. 1977. "Film Cooling With Large Density Differences Between the Mainstream and the Secondary Fluid Measured by the Heat-Mass Transfer Analogy." *ASME Journal of Heat Transfer* 99 (November): 620–27. <https://doi.org/10.1115/1.3450752>.
- Gustafsson, K. M. Bernhard, and T. Gunnar Johansson. 2001. "An Experimental Study of Surface Temperature Distribution on Effusion-Cooled Plates." *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power* 123 (2): 308. <https://doi.org/10.1115/1.1364496>.
- Huang, Zheng, Yan Bin Xiong, Yuan Qing Liu, Pei Xue Jiang, and Yin Hai Zhu. 2015. "Experimental Investigation of Full-Coverage

- Effusion Cooling through Perforated Flat Plates.” *Applied Thermal Engineering* 76. Elsevier Ltd: 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.11.056>.
- Ito, S, R Goldstein, and E Eckert. 1978. “Film Cooling of a Gas Turbine Blade.” *J. Eng. Power* 100 (July 1978): 476–81. <https://doi.org/10.1115/1.3446382>.
- Ji, Yongbin, Bing Ge, Zhongran Chi, and Shusheng Zang. 2018. “Overall Cooling Effectiveness of Effusion Cooled Annular Combustor Liner at Reacting Flow Conditions.” *Applied Thermal Engineering* 130. Elsevier Ltd: 877–88. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.11.074>.
- Kadotani, K., and R. J. Goldstein. 1979. “On the Nature of Jets Entering A Turbulent Flow: Part B—Film Cooling Performance.” *Journal of Engineering for Power* 101 (3): 466. <https://doi.org/10.1115/1.3446602>.
- Krewinkel, R. 2013. “A Review of Gas Turbine Effusion Cooling Studies.” *International Journal of Heat and Mass Transfer* 66. Elsevier Ltd: 706–22. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.07.071>.
- Lampard, D. 1980. “Effectiveness Following Injection through a Row of Holes” 102 (July): 584–88.
- Ligrani, P. M., J. M. Wigle, and S. W. Jackson. 1994. “Film-Cooling From Holes With Compound Angle Orientations: Part 2—Results Downstream of a Single Row of Holes With 6d Spanwise Spacing.” *Journal of Heat Transfer* 116 (2): 353. <https://doi.org/10.1115/1.2911407>.
- Ligrani, Phil, Matt Goodro, Mike Fox, and Hee-Koo Moon. 2012. “Full-Coverage Film Cooling: Film Effectiveness and Heat Transfer Coefficients for Dense and Sparse Hole Arrays at Different Blowing Ratios.” *Journal of Turbomachinery* 134 (6): 061039. <https://doi.org/10.1115/1.4006304>.
- Schmidt, D. L., B. Sen, and D. G. Bogard. 1996. “Film Cooling With Compound Angle Holes: Adiabatic Effectiveness.” *Journal of Turbomachinery* 118 (4): 807. <https://doi.org/10.1115/1.2840938>.
- Shine, S. R., S. Sunil Kumar, and B. N. Suresh. 2012. “A New Generalised Model for Liquid Film Cooling in Rocket Combustion Chambers.” *International Journal of Heat and Mass Transfer* 55 (19–20). Elsevier Ltd: 5065–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2012.05.006>.
- Singh, Kuldeep, B. Premachandran, and M. R. Ravi. 2017. “Experimental and Numerical Studies on Film Cooling with Reverse/Backward Coolant Injection.” *International Journal of Thermal Sciences* 111. Elsevier Masson SAS: 390–408. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2016.09.027>.
- Thole, Karen A., and Daniel G. Knost. 2005. “Heat Transfer and Film-Cooling for the Endwall of a First Stage Turbine Vane.” *International Journal of Heat and Mass Transfer* 48 (25–26): 5255–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2005.07.036>.
- Xiao-ming, Tan, Zhang Jing-zhou, and Xu Hua-sheng. 2015. “Experimental Investigation on Impingement/Effusion Cooling with Short Normal Injection Holes.” *International Communications in Heat and Mass Transfer* 69. Elsevier Ltd: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2015.09.005>.
- Yao, Yu, Jing zhou Zhang, and Xiao ming Tan. 2014. “Numerical Study of Film Cooling from Converging Slot-Hole on a Gas Turbine Blade Suction Side.” *International Communications in Heat and Mass Transfer* 52. Elsevier Ltd: 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2014.01.008>.
- Yao, Yu, Jing Zhou Zhang, and Li Ping Wang. 2013. “Film Cooling on a Gas Turbine Blade Suction Side with Converging Slot-Hole.” *International Journal of Thermal Sciences* 65. Elsevier Masson SAS: 267–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2012.10.004>.
- Zhang, Jing-zhou, Xing-dan Zhu, Ying Huang, and Chun-hua Wang. 2017. “Investigation on Film Cooling Performance from a Row of Round-to-Slot Holes on Flat Plate.” *International Journal of Thermal Sciences* 118. Elsevier Masson SAS: 207–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.04.029>.
- Zhang, Luzeng, Juan Yin, and Hee Koo Moon. 2009. “The Effect of Compound Angle on Nozzle Pressure Side Film Cooling.” *ASME Conference Proceedings* 2009 (48845): 53–62. <https://doi.org/10.1115/GT2012-68357>.

HAVAYOLU TAşIMACILIĞININ KÜRESEL DEĞER ZİNCİRLERİNDE YÜKSELMEYE ETKİSİ

Osman Seraceddin SESLİOKUYUCU¹, Rüstem YANAR²

¹Gaziantep Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, osmansesliokuyucu@gmail.com

²Gaziantep Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, yanar@gantep.edu.tr

DOI: [10.23890/SUHAD.2018.0208](https://doi.org/10.23890/SUHAD.2018.0208)

ÖZET

19.yüzyıldan itibaren hızlı bir ivme kazanan uluslararası ticaret hacimleri bu alanı inceleyen teorilerin de sürekli olarak değişim ve gelişim göstermesine yol açmıştır. Dünya genelinde özellikle son bir asırlık süreç içerisinde oldukça farklı bir yapıya bürünmeye başlayan ve ulusaldan uluslararasına geçişin yaşandığı üretim süreçleri ise ticari genişlemelerle birlikte ülkelerin ekonomik, sosyal ve politik altyapıları ile ilişkili süreçlerdeki değişimi de beraberinde getirmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin dünya ekonomisine daha derin bağlantılarla entegre olması bu ülkelerin küresel üretim zincirleri içerisindeki faaliyetlerini arttırmalarına ve bu zincirler içerisinde katma değeri daha yüksek üretim süreçlerine geçmelerine yol açmaktadır. Bu doğrultuda çalışma uluslararası ticaretin değişen yapısını; üretim süreçlerinde yer alan tüm aktörlerin ticari ilişkilerdeki rollerini ortaya çıkarmayı temel alan Küresel Değer Zincirleri başlığı altında ele alarak zincir içerisinde katma değeri daha yüksek üretim süreçlerine geçişte hava kargo taşımacılığının etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Çalışmada dünya ülkelerinin küresel değer zincirlerinde ileri yönlü yükselme süreçlerini; hava kargo taşımacılığı faaliyetlerinin nasıl etkilediğini göstermek için OECD ve Dünya Bankası'ndan elde edilen ikincil veriler kullanılmıştır. 2000-2011 yılları arasında 45 ülke için elde edilen veriler dinamik panel veri analizi yöntemlerinden olan genelleştirilmiş momentler yöntemi (GMM) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen bulgular hava kargo taşımacılığının küresel değer zincirleri içerisinde ileri yönlü katılımı etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava Taşımacılığı, Küresel Değer Zincirleri, Yükselme, Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi

THE EFFECTS OF AIR TRANSPORTATION ON GLOBAL VALUE CHAIN UPGRADING

ABSTRACT

International trade volumes that have grown at a high rate since the 19th century also led to the continuous change and development theories as to research this area. The production processes that started to take on a very different structure especially in the last century with commercial expansions and the transition from the national to the international have brought about the changes in the processes related to the economical, social and political infrastructures of the countries along. The fact that developing countries are integrated with deeper links to the world economy leads them to increase their activities in global value chains and increase their value-added production processes in the chain. Accordingly the changing structure of international trade the study is examined under the title Global Value Chains, which is based on revealing the roles of all actors involved in production processes in commercial relations. However the study examine that the relations between forward-participation processes (upgrading) in the global value chains and: air cargo transportation volumes of countries. Data have collected from World Bank and OECD Data Banks for 45 countries between 2000-2011. For analyzing the effects of air Cargo transportation volumes on upgrading the generalized methods of moments (GMM) which is a type of dynamic panel data analysis has used. The findings show that upgrading in global value chains is influenced by air Cargo transportation volumes of countries.

Keywords: Air Transport, Global Value Chain, Upgrading, Generalized Methods of Moments

1. GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşı'ndan itibaren yeni bir küreselleşme sürecine giren dünya ekonomisi özellikle ülkeler arasındaki entegrasyonun yeniden sağlanması ve artırılması neticesinde daha önceki

dönemlere kıyasla daha hızlı büyüme sağlamıştır. 1970'li yıllarla birlikte ulusların mal, hizmet ve finansal sermaye akışlarıyla birlikte birbirlerine daha bağımlı hale gelmeleri küreselleşme olgusunun 20. yüzyılın sonlarında uluslararası ticaret için daha

önemli bir rol oynamasına yol açmıştır. Ulaşım ve iletişim maliyetlerinde meydana gelen önemli düşüşlerin de etkisi ile birlikte Çok Uluslu Şirketler (ÇUŞ)'in hem coğrafik hem de maliyet açısından avantajlı bölgelerde daha etkin olarak faaliyet göstermeleri, teknolojik gelişmelerin hız kazanması, üretim süreçlerinin birçok bölge ve ülkeye dağılması neticesinde üretime ve uluslararası ticarete ilişkin neredeyse tüm süreçlerin köklü değişimi gerçekleştirmeye başlamıştır.

Baldwin (2006), geçtiğimiz yüzyılda üretim ve uluslararası ticarete ilişkin dönüşümü iki temel ayrıştırma şeklinde tanımlamıştır. Bunlardan ilki; 19. yüzyılın sonlarına kadar süren ve üretim süreçlerinde parçaların ve/veya bileşenlerin sırayla veya tüketicilerin yakınında bulunan bitişik birimler halinde üretildiği entegre üretim yapısına sahip süreçleri kapsamaktadır. Birinci ayrışma olarak adlandırılan üretim ve tüketimin uzamsal ayrıştırılması, buhar gücünden kaynaklanan taşıma maliyetlerindeki yüksek derecedeki azalışlarla mümkün olmuştur. Taşıma maliyetlerindeki düşüşle birlikte ürünün üretilmesi uluslararası düzeyde dağılmış olsa da, ortaya çıkan nihai ürünün ticaretine yol açmak ve koordinasyon maliyetlerini en aza indirmek için üretim yerelde kümelenmiştir. Bu paradigmanın yerini ikinci ayrışma olarak adlandırılan, üretim sürecinin belirli safhalarında uzmanlaşan ve farklı ülkelerde bulunan uluslararası ve bireysel özerk tedarikçi ağları izlemektedir. Daha önce ulusal düzeyde kümelenen üretim aşamalarının uzamsal ayrıştırılması (ikinci ayrıştırma), iletişim ve koordinasyon maliyetlerinin keskin düşüşünden ve uluslararası ticaret ve yatırım doğasının kökten değişiminden yararlanmıştır.

Uluslararası ticarete aynı endüstri içindeki malların ticaretinin artması, üretim süreçlerini farklılaştırmasının yanı sıra maliyetlerin azaltılması ve engellerle daha az karşılaşılması adına bu süreçlerin farklı coğrafyalara taşınmasına neden olmuştur. Literatürde; dış kaynak kullanımı (Outsourcing), dikey uzmanlaşma (vertical specialization), üretim paylaşımı (production sharing), ürün içi uzmanlaşma (intra-product specialization), değer zincirini dilimlendirme (slice up the value chain) ve ara mal içi ticaret (intra-mediate trade) (Krugman vd., 1995; Feenstra, 1998; Hummels vd., 2001; Bhagwati vd., 2004; Spencer, 2005; Helpman, 2006) gibi farklı başlıklarla ele alınan uluslararası üretim bölümlendirmesi; üretimin, dikey olarak entegre olmuş üretim süreçlerini daha küçük aşamalara ayırarak ve her bir aşamayı daha uygun bölgelere taşıyarak yapılmasını ifade etmektedir (Yamashita, 2010). 1980'li yıllarda ulusların dünya ekonomisine daha fazla entegre olmaya çalışması ve buna bağlı olarak ortaya çıkan küreselleşmenin hız kazanması, derinleşen entegrasyonu daha karmaşık hale getirmiştir. Uluslararası ticarete konu olan mal ve hizmetlerle ilişkili üretim süreçlerindeki bu karmaşık yapının

temelinde yatan en önemli nokta ise iletişim ve taşımacılık maliyetlerindeki düşüşler olmuştur. Bunun yanı sıra firmaların farklı piyasalara girişlerinin önündeki engellerin azalması ve ulusların dış ticaret ile ilgili engelleri azaltması da üretim bölümlendirilmesinin daha yoğun hale gelerek farklı yapısal özelliklere sahip ülkelerin de üretim süreçlerine katılmalarına yol açmıştır.

Ülkeler arasında üretim süreçlerinin bölümlendirilmesi sonucu ekonomik yapılarla ilişkin değişimlerin yanı sıra ülkelerin ihracatçısı olduğu nihai ürünlere ilişkin hesaplamalarda da bir takım farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ortaya çıkan bu problemlerin çözülmesi çok sayıda ürün ve bu ürünlere ilişkin üretim süreçlerinin komplike olması nedeniyle gün geçtikçe daha da zorlaşmaktadır. Bu probleme ilişkin çözümlerin sağlanabilmesi adına Hopkins ve Wallerstein (1977, 1986) tarafından ortaya konulan Meta Zincirleri ve Küresel Meta Zincirleri (KMZ) kavramları temelinde yaklaşımlar geliştirilmiştir. Temelde küresel üretim sistemlerini şekillendirmede devletin gücünün vurgulandığı yaklaşımlar olan meta zincirleri ve KMZ kavramları "Nihai bir malı ortaya çıkaran işgücü ve üretim süreçlerinin bir ağı" olarak tanımlanırken (Hopkins ve Wallerstein, 1986); bu ağın; dünya ekonomisi içindeki hane halkları, işletmeler ve devletleri birbirine bağlayan ve metaller ile üretimin etrafında kümelenmiş örgütsel ağ kümelerinden meydana geldiği ifade edilmektedir (Gereffi ve Korzeniewicz, 1994).

Temelde KMZ yaklaşımına dayanan ve 90'ların başından itibaren literatürde yer almaya başlayan değer zincirleri yaklaşımı; bir hizmet veya ürünün ilk gelişim noktasından başlayarak ve birçok üretim sürecinden geçerek nihai tüketiciye erişiminden, kullanım sonrasına dek tüm operasyonları içeren (Kaplinsky ve Morris, 2001) bir süreç olarak ifade edilmektedir. Değer zincirleri her bir bağlantısı içerisinde farklı faaliyetleri içeren bir yapıya sahiptir. Bu gelişim süreci ile birlikte temelleri önemli ölçüde atılmış olan Küresel Değer Zincirleri (KDZ) özellikle geride bıraktığımız yirmi yıllık süre içerisinde uluslararası endüstriyel gelişimin önemli bir belirleyicisi olarak ifade edilmektedir (Cattaneo vd., 2010).

Farklı ölçümler aracılığı ile ortaya çıkarılmaya çalışılan ve ülkelerin katma değerli üretim faaliyetleri için de önemli bir yaklaşım olan KDZ

analizleri yerel üreticilere; üretim süreçlerini nasıl iyileştirecekleri, istikrar ve yüksek kaliteyi nasıl elde edecekleri ve geri dönüş süreçlerini nasıl hızlandıracakları konusunda önemli bilgiler sunmaktadır (Humphrey ve Schmitz, 2002). Gelişmekte olan ülkelerin dünya ekonomisine daha derin bağlantılarla entegre olması bu ülkelerin KDZ içerisindeki faaliyetlerini arttırmaları ve zincir içerisinde katma değeri daha yüksek üretim süreçlerine geçmelerine yol açmaktadır. Bu açıdan ele alındığında artan rekabetçi baskılar ve karın maksimum hale getirilmesi için en önemli motivasyonun zincir içerisinde yükselmek olduğu ifade edilebilir. KDZ'de yükselme süreçleri, daha yüksek katma değerli aktivitelere doğru hareket edilmesi anlamına gelmektedir (Milberg ve Winkler, 2013). KDZ'de yükselme süreçleri; üretim süreçlerinin yeniden organize edilerek daha değerli çıktılar elde etmek (Üründe Yükselme), daha karmaşık ürün hatlarına geçerek birim değerini arttırmak (Süreçte Yükselme), fonksiyonları azaltarak veya arttırarak sahip olunan becerilere ilişkin içeriği arttırmak (Fonksiyonel Yükselme) veya yeni verimli aktivitelere geçmek (Zincirde Yükselme) şeklinde ortaya çıkabilmektedir. KDZ'de yükselme süreçleri; uluslar açısından ekonomik kalkınmanın ve beraberinde sosyal, kültürel, politik ve çevresel birçok alanda gelişimin ortaya çıkmasına yol açan süreçlerdir. Yüksek karlılığa geçişte önemli bir nokta olan yükselme süreçleri, ulusal ekonomi içerisinde yer alan firmaların rekabet edebilirliğini etkileyerek, yerelden küresele geçişlerinde ciddi katkılar sunmaktadır (Humphrey ve Schmitz, 2002). Temelde İleri ve Geri Yönlü katılım olarak ele alınan süreçlerde; ülkelerin ürünlerin üretimindeki ara girdileri ithal ederek zincire dahil olmaları geri yönlü KDZ katılımı olarak adlandırılırken; ülkelerin ürünleri ihraç etmeleri sonucu diğer ülke tarafından ek bir işlem yapılarak satılması ileri yönlü KDZ katılımı olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2013).

Özellikle lojistik altyapıya ilişkin hizmetlerin iyileştirilmesi KDZ'ye katılımında etkin bir rol oynamaktadır. Yüksek kaliteli lojistik altyapısının ticareti mesafe veya nakliye maliyetlerinden daha fazla etkilediği ifade edilirken; hazır ürünlerin ihracat ve ithalatı için ihtiyaç duyulan her ek günün, potansiyel olarak ticaret akışlarını % 4'e kadar azaltabileceği belirtilmektedir (OECD, WTO, UNCTAD, 2014).

Maliyet azaltma ile ilgili olarak KDZ, tarifeler gibi geleneksel ticaret engellerine ilişkin perspektifi değiştirmiştir. Ele alınan yeni çalışmalarda ticarete getirilen sınırlamaların, yönetim, ulaştırma ve iletişim altyapısı ile ilgili hizmetler için arz zinciri engellerini azaltılmasının, tarifelerin tamamen ortadan kaldırılmasından daha fazla GSYH ve ticaretin büyümesine etkisi olacağı ifade edilmektedir (Kummritz vd., 2017). Tarife giderlerinin tamamının kaldırılması durumunda %1 ile %10 arasında artışa kıyasla tedarik zincirindeki

engellerin kaldırılması GSYH'yi yaklaşık yüzde 5 ve ticareti de yüzde 5 oranında artırabilmektedir (WEF 2013). Gelişmekte olan ülkeler ise ticarete meydana gelen bu kolaylıklardan başlıca faydalanan taraf olabilecektir. Ancak ulaşım maliyetleri, gelişmekte olan ülke tedarikçileri için KDZ'ye katılmak, kuruluş gerçekleştirmek veya yükselmek için ana engel olmaya devam etmektedir (OECD-WTO 2014).

Lojistik operasyonlar sadece lojistik altyapının etkinliğine değil, aynı zamanda hedef ülkedeki düzenleyici çerçeveye de dayanmaktadır. Doğrudan sevkiyat gereksinimleri (malların üçüncü ülkelerden sevk edilmesini önleme), belirli bir gümrük limanından geçme şartları ve kısıtlayıcı hava, deniz ya da kara taşımacılığı düzenlemeleri, ihracatçıların gönderim maliyetlerini artırıcı etkide bulunur. İdari işlemler gibi, gümrük formaliteleri ile ilgili uygulanabilir vergilerin tespiti ve ithalat izni de dahil olmak üzere teknik önlemler işleyişte hantallığa sebep olarak; taşımacılığa ve gümrük prosedürlerine ilişkin maliyetlerin yükselmesine yol açmaktadır. KDZ'de ticarete konu olan ürünler için ise birden fazla sınırın aşılacak olması bu maliyetlerin katlanarak artmasına neden olmaktadır. Bu tür engellerin birikimli etkisi, sadece parasal açıdan değil aynı zamanda teslimatın gecikmesi açısından da maliyetleri arttırmaktadır (OECD, 2013). Bu bağlamda değerlendirildiğinde değer olarak yüksek maliyetli ürünlerin taşınmasında yoğun olarak kullanılan hava kargo taşımacılığı özellikle ülkelerin bu alanda gerçekleştirecekleri altyapı yatırımlarının artması ile birlikte KDZ içerisinde daha yüksek katma değerli süreçlere geçiş hızlandıracaktır.

Özellikle bileşen parçalarının taşınması konusu KDZ içerisinde yer alan lider firmaların ağlarını oluşturmasında ve bu ağları yönetmelerinde kilit noktalardan biridir. Birçok bileşenin ağırlık bakımından yüksek bir değere sahip oldukları düşünüldüğünde hava kargo taşımacılığı, ürünlerin üretim yerleri arasında hızlı ve güvenilir bir şekilde taşınabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu imkanlar dahilinde hava kargo üretime ait girdilerin hızlı bir şekilde birleştirilmesi ve yeni üretim süreçlerinin desteklenmesinde etkilidir. Hava kargo taşımacılığı üretim süreçlerinin yanı sıra KDZ'de yer alan tüketim ürünlerine ilişkin ağlarda da hızlı olması nedeniyle tercih edilmektedir. Tarım ve ilaç sektörlerinde yer alan ürünlerin çabuk bozulmaları ve tüketici ihtiyaçlarında ortaya çıkan değişimler nedeniyle üretildikleri bölgelerden farklı bölgelere aktarılmasında ticarete konu olan ülkelerin hava kargo taşımacılığı altyapısı önemli bir etkidir (Shepherd vd., 2016).

Bu bilgiler ışığında çalışma KDZ içerisinde yükselme süreçlerine ülkelerin hava kargo taşımacılığı faaliyetlerinin etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

KDZ yaklaşımının alt boyutlarından olan ve üretim ağlarında yer alan aktörlerin (ülke, firma vb.) küresel üretim ağları içerisinde katma değeri daha yüksek etkinliklere geçiş süreci olarak tanımlanan yükselme yaklaşımının ileri yönlü KDZ katılımında hava kargo taşımacılığının etkisini incelemek üzere gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ilişkin 2000-2011 yılları arasındaki veriler ele alınarak kurulan model test edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen ülkelerin belirlenmesinde bağımlı değişken olarak ele alınan ileri yönlü KDZ katılımı değişkenine verinin varlığı etkili olmuştur. Bu doğrultuda 45 ülkeye ilişkin ileri yönlü KDZ bağlantısı değişkeni verileri OECD veri tabanından ve hava kargo taşımacılığı değişkeni verileri Dünya Bankası veri tabanından derlenerek analize dahil edilmiştir. Çalışmada yer alan ülkeler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo.1: Analize dahil edilen ülkeler

Ülke Adı	Ülke Adı	Ülke Adı
Avustralya	Yunanistan	Norveç
Avusturya	Hırvatistan	Yeni Zelanda
Belçika	Macaristan	Polonya
Bulgaristan	Hindistan	Portekiz
Brezilya	İrlanda	Romanya
Kanada	İsrail	Rusya
Şili	İtalya	Suudi Arabistan
Çin	Japonya	Singapur
Fransa	Kore	Slovakya
Almanya	Litvanya	Slovenya
Danimarka	Letonya	İsveç
İspanya	Fas	Tayland
Estonya	Meksika	Tunus
Finlandiya	Malezya	Türkiye
Çek Cumhuriyeti	Hollanda	Amerika Birleşik Devletleri
İngiltere		Güney Afrika

Literatürde KDZ yaklaşımını temel alan çalışmalar genel olarak OECD tarafından yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen ve ülkelerin KDZ içerisindeki yerini farklı açılardan değerlendiren değişkenlere ilişkin verileri temel almaktadır. Ülkelerin yaratmış oldukları katma değerlere ilişkin verilerin çeşitliliği ve hesaplamada karşılaşılan sorunlar bu değişkenlerin kullanımını ve güvenilirliğini kısıtlamaktadır. KDZ katılım indeksi, zincirde yukarı ve aşağı yönde bağlantıları yansıtan iki bileşenden oluşmaktadır. Temel olarak ekonomiler KDZ’ye ürün ve hizmetleri üretmek için yabancı girdileri ithal ederek katılım gösterirler (Geri Yönlü KDZ Katılımı) ve aynı zamanda yurtçinde ürettikleri girdileri partnerlerine satarak aşağı yönde bağlantı sağlayarak da KDZ katılım sağlayabilirler (İleri Yönlü KDZ Katılımı) (OECD-WTO, 2017).

Bu açıdan değerlendirildiğinde çalışmada ele alınan KDZ İleri Yönlü Katılım değişkeni; Üçüncü ekonomilere gönderilen katma değerle ilişkili bir değişkendir. Temel olarak değer zincirlerinde yer alan tedarikçilerle ilişkilidir ve değer zincirleri içerisindeki üçüncü ülkelere gönderilen çıktılar içerisindeki katma değerlerin hesaplanması ile elde edilmektedir. Bu değişken kaynakların ve ihracat endüstrilerinin toplam değerlerini hesaplamaktadır. Bu hesaplama birinci ülkeden kaynaklanan ve ikinci ülkenin ihracatı içerisinde bulunan katma değerine birinci ülkenin toplam ihracatına bölünmesi sonucu tahmin edilmektedir. Değişkenin hesaplanmasına ilişkin denklem (1) aşağıda verilmiştir:

$$FEXDVApSH_{ac} = \frac{EXGR_BSCI_{aitc;it}}{EXGR_a} \times 100 \quad [1]$$

Denklemde yer alan $FEXDVApSH_{ac}$ (Forward Participation in GVCs: Domestic Value Added Embodied in foreign exports, % of total gross exports of the source country) KDZ İleri Yönlü Katılımı ifade eden kaynak ülkenin toplam ihracatı için yüzde olarak hesaplanan ikinci ülkenin ihracatı içerisindeki yerli katma değeri göstermektedir. Bu değer; a ülkesinden b ülkesine ihraç edilen ürünler içerisinde a ülkesinin toplam katma değerini ifade eden $EXGR_BSCI_{aitb;it}$ değişkeninin; a ülkesinin toplam ihracatı olan $EXGR_a$ değişkenine bölünerek yüzdesinin alınması ile ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada Dinamik Panel Veri Yöntemleri’nden biri olan Genelleştirilmiş Momentler Metodu (Generalized Methods of Moments-GMM) kullanılmıştır. Bu yöntemin temel kullanım nedenleri (Roodman, 2009; Baltagi, 2008):

- Çok sayıda yatay kesit biriminin olması,
- Zaman boyutunun kısalığı,
- Doğrusal fonksiyonel ilişki,
- Bağımlı değişkenin dinamik olması ve bir önceki dönemlere ait değerlerinden etkilenmesi,
- Tahmin için gerekli olan araç değişkenlere ilişkin diğer analizlere nispeten daha basit varsayımlara dayanmasıdır.

Bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin bağımsız değişkenler içerisinde yer aldığı Dinamik Modellerin temel gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + x'_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad [2]$$

Denklem (2)’de δ bağımlı değişkenin t-1 dönemine ait gecikmeli değerinin ($y_{i,t-1}$) katsayısını ifade etmektedir. x_{it} , $1 \times K$ boyutundaki bağımsız değişken vektörünü; β ise $K \times 1$ boyutundaki katsayılar matrisini ifade etmektedir. u_{it} ise hata terimini belirtmektedir:

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad [3]$$

$\mu_i \sim \text{IID}(0, \sigma_\mu^2)$ ve $v_{it} \sim \text{IID}(0, \sigma_v^2)$ şeklinde tanımlanan hata terimleri kendi aralarında ve birbirinden bağımsızdır. Denklem (2) ve denklem

(3) ile ifade edilen dinamik panel veri regresyonu zaman içinde süreklilik arz etmektedir. Bu durumda otokorelasyon regresyonlar arasında gecikmeli bağımsız değişken bulunması nedeniyle ortaya çıkarken, bireysel etkiler ise değişkenlerin kendi aralarında homojen olmamasını ifade etmektedir (Baltagi, 2008).

Statik panel veri modellerinde, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin kullanılması, bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri ile hata terimi arasında bir ilişkinin ortaya çıkmasına neden olmakta bu da önemli problemlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, dinamik panel modelleri ile sabit veya rastlantısal etki modelleri arasında farklılıklar bulunmaktadır (Greene, 2000). Bu bağlamda Anderson ve Hsiao (1981), $Y_{i,t-1}$ için ya $Y_{i,t-2} - Y_{i,t-3}$ ya da $Y_{i,t-2}$ veya Y gibi farklı gecikme düzeylerine sahip gecikmeli değişkenlerin araç değişken olarak kullanılmasını önermektedirler. Bu gecikmeli değişkenlerin açıklayıcı değişkenlerle korelasyon içerisinde olduğunu ancak hata terimi ile herhangi bir ilişki içerisinde olamayacaklarını vurgulamaktadırlar. Bu tarzdaki araç değişkenler yöntemi ile dinamik panel veri modelleri tahmini tutarlı olmakta ancak etkin olmayan tahmin ediciler elde edilmektedir (Arellano ve Bond, 1991).

Arellano ve Bond (1991) tarafından öne sürülen genelleştirilmiş momentler yöntemi ise otokorelasyon ve heteroskedasite problemlerine çözüm getirmektedir. Anderson ve Hsiao (1981) tarafından μ_i birim etkilerini modelden dışlamak amacıyla ilk fark dönüşümlerin kullanılması önerilmiştir (Baltagi, 2008); ancak ilk fark dönüşümlerinin tutarsız tahminler vermesi sonucu bağımlı değişkenin ikinci dereceden gecikmeli değeri ile üçüncü dereceden gecikmeli değeri arasındaki farkı araç değişken olarak kullanılmıştır. Bu tahmin yöntemi tutarlı olmakla birlikte etkin değildir. Daha sonra Arellano ve Bond (1991) tarafından geliştirilen yöntemle daha fazla araç değişken kullanılarak daha etkin tahminler elde edilmiştir. Bu geliştirilen yöntemde bağımlı değişkenin tüm olası gecikmeli değerlerini içeren momentler kullanılarak model tahmin edilmektedir. Arellano ve Bond (1991) tarafından geliştirilen GMM tahmin edicisinin tutarlı sonuçlar vermesi için ilk koşul birinci fark denkleminde, ikinci dereceden veya daha yüksek dereceden otokorelasyonun

bulunmamasıdır. Otokorelasyonu test etmek için Denklem (4) kullanılmaktadır:

$$D.\varepsilon_{it} = \varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1} \quad [4]$$

Dinamik bir yapıya sahip olan GMM modelinde birinci dereceden otokorelasyon beklenmektedir; çünkü hata teriminin birinci farkı t dönemi ile t-1 dönemi farkından oluşmaktadır.

$$D.\varepsilon_{it-1} = \varepsilon_{it-1} - \varepsilon_{i,t-2} \quad [5]$$

Hata teriminin birinci gecikmelisinin farkını gösteren denklem (5)'da görüleceği üzere iki ifade de yer alan ε_{it-1} hata terimleri arasında ilişkinin olduğunu göstermektedir:

$$cov(D.\varepsilon_{it}, D.\varepsilon_{it-1}) \neq 0 \quad [6]$$

GMM tahmin yönteminde bir diğer önemli nokta ise araç değişkenlerin dışsal olmasıdır. Bu durumda araç değişkenlerle hata terimi arasında ilişki bulunmaması gerekmektedir. Bu ilişkinin test edilmesi için Sargan (1958) ve Hansen (1982) tarafından geliştirilen yöntemler kullanılmaktadır. Testlerden hangisinin değerlendirmeye alınacağını ise modelde ortaya çıkan yapısal sorunlar belirlemektedir.

3. ANALİZ VE BULGULAR

Çalışmanın analizinde kullanılan dinamik panel veri analizlerinden GMM yönteminin önemli varsayımlarından biri olan değişkenlerin durağan olması şartını (Jung ve Kwon, 2007) test etmek amacıyla modele ait değişkenler için yapılan durağanlık testlerinde Im, Pesaran ve Shin (IPS) (2003) tarafından geliştirilen birim kök testi kullanılmıştır. IPS testinde "ortak birim kök vardır" şeklindeki sıfır hipotezi test edilmektedir (Dökmen, 2012).

Tablo 2 incelendiğinde modele ait değişkenlerin IPS testlerine göre düzeyde durağan olmadıklarının görülmesi üzere birinci dereceden farkları alınarak durağan hale getirilmişlerdir. Modele ait değişkenler durağan hale getirilerek GMM analizine geçilmiştir.

Tablo.2: Değişkenlere ilişkin birim kök testleri

	IPS	
	Sabit	Sabit + Trend
FGVC ⁱ	0.72295 (0.7651) -10.7098 (0.0000)***	-2.44774 (0.0072)*
AIRFRE ⁱ	1.85997 (0.9686) -15.3709 (0.0000)***	-2.98233 (0.0014)**
ⁱ : Birinci dereceden farkları alınarak durağan hale getirilmişlerdir. ***:0,01 düzeyinde anlamlı; **: 0,05 düzeyinde anlamlı; *:0,10 düzeyinde anlamlı		

Çalışma modeli için ele alınan hava kargo taşımacılığı değişkeninin KDZ İleri Yönlü Katılımı üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak üzere yapılan GMM analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarının değerlendirilmesinden önce analizin geçerliliğine ilişkin testlerin yorumlanması analizin tutarlılığı açısından önemlidir. Modelde otokorelasyona ilişkin yapılan AR(1) ve AR(2) testlerinin sonuçları değerlendirildiğinde; birinci dereceden otokorelasyonun varlığının söz konusu olduğu ($z=-3,90$; $p<0,001$) ancak ikinci dereceden

otokorelasyonun olmadığı ($z=-1,01$; $p>0,10$) görülmektedir. Bu sonuçlar GMM tahmin edicisinin tutarlı sonuçlar vermesi için gerekli koşulu ele alınan modelin sağladığını göstermektedir. GMM tahmininde araç değişkenlerin geçerliliğine ilişkin bir diğer ölçüm olan Hansen aşırı belirlenme testi (J İstatistiği) sonuçlarına bakıldığında; araç değişkenler ile hata terimleri arasında ilişkiyi gösteren sıfır hipotezinin test edilmesi sonucu araç değişkenlerin geçerli olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Tablo.3: GMM analizi sonuçları

Değişkenler	Katsayı	St. Hata	t-Değeri	Olasılık
FGVC(-1)	-0.066518	0.003856	-17.24937	0.0000***
AIRFRE	0.277589	0.014070	19.72924	0.0000***
Tutarlılık Testleri				
AR(1) Arellano&Bond Otokorelasyon Testi				-3.909150 (0.0001)***
AR(2) Arellano&Bond Otokorelasyon Testi				-1.012611 (0.3112)
Hansen Aşırı Belirlenme (J İstatistiği) Testi				44.78282 (0.396902)
***:0,01 düzeyinde anlamlı; **: 0,05 düzeyinde anlamlı; *:0,10 düzeyinde anlamlı				

Çalışma modeli için Panel GMM analizi sonuçları değerlendirildiğinde; bağımlı değişken olan FGVC değişkeninin geçmiş dönemdeki değerinden negatif olarak etkilendiği ve aralarında istatistiksel açıdan %1 düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($\beta=-0,06$; $p<0,001$). Modelde bağımsız değişken olarak yer alan AIRFRE değişkeninin ($\beta= 0,277$; $p<0,001$) ileri yönlü KDZ katılımını etkilediği görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

KDZ içerisinde ülkelerin daha katma değerli süreçlere geçişlerini ifade eden yükselme kavramı kapsamında ülkelerin hava kargo taşımacılık faaliyetlerinin etkisini belirlemeyi temel alan çalışmada 2000-2011 yılları arasında 45 ülkeye ilişkin veriler ele alınarak Panel GMM yöntemi tahminlerine yer verilmiştir.

Ülkelerin KDZ içerisinde yükselme kabiliyetini etkilemesi muhtemel faktörlere ilişkin literatürde ele alınan çalışmalar temelde vaka incelemelerine dayanırken (Engel ve Taglioni, 2017), son dönemde ekonometrik model kurularak ele alınan çalışma Kummitz vd. (2017) tarafından yapılmıştır. Çalışmada ekonomik yükselme ölçütü olarak belirli sektörler tarafından üretilen katma değeri ve geri ve ileri yönlü KDZ katılımı ile ilgili ölçütleri kullanarak (üçüncü ülkeler tarafından ihracatta yabancı katma değeri ve yeniden ihracatta yerli katma değeri) KDZ katılımı yoluyla ekonomik iyileştirme ile ilişkili olabilecek ulusal özelliklerin etkisi test edilmiştir. Kurulan modelde; altyapı, bağlantı, yatırım ve ticaret politikası, iş ortamı ve kurumları, finansal ve işgücü piyasaları, beceri ve eğitim, inovasyon ve ürün

standartlarının yanı sıra emek, sosyal ve çevresel standartlar KDZ’de ekonomik yükselme açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucu ulaşılan bulgular genel KDZ entegrasyonunun bir ülkenin yerli katma değerini artırdığını ve bunun yanı sıra KDZ içerisinde yer alan aktörlerle ticari ilişkiler sürdüren firmaların gelirleri üzerinde önemli etkiler doğurduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışma bulguları sonucunda bu çalışmada ele alınan ve hava taşımacılığı sonucu özellikle zincirler içerisinde daha fazla yer alınmasına yol açan hava kargo taşımacılığı altyapısının önemli bir yere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu altyapı değişkenleri hava kargo taşımacılığı açısından ele alındığında zincirler içerisinde yer alan diğer ortaklara bağlanabilirlik, eğitim ve becerilere ilişkin yüksek standartların oluşturulması ve bu standartlara uyum KDZ içerisinde yer alan her bir bağlantı için son derece önem arz etmektedir. Özellikle son dönemlerde ortaya çıkan ve farklı coğrafyalarda yer alan ekonomik aktörlerin kültürel, sosyal ve ekonomik anlamda birbirine yakınsaması durumu, hava kargo taşımacılığının kullanım alanlarının farklılaşmasına yol açarak zincirler içerisindeki paydaşların fayda ve maliyet avantajlarının artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde en önemli kısıtlarından biri ele alınan zaman aralığının kısıllığı olan çalışma sonucu elde edilen bulgular; ülkelerin KDZ içerisinde daha yüksek katma değerli üretim süreçlerine geçişlerinde hava kargo taşımacılığının etkisi olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Arellano, M., ve Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, vol. 58 no. 2, pp. 277-297.
- Baldwin, R. (2006). Globalisation: the great unbundling (s). *Economic Council of Finland*, vol. 20, no. 3, pp. 5-47.
- Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- Bhagwati, J., Panagariya, A., ve Srinivasan, T. N. (2004). The muddles over outsourcing. *Journal of Economic perspectives*, vol. 18, no. 4, pp. 93-114.
- Cattaneo, O., ve Miroudot, S. (2013). From global value chains to global development chains: An analysis of recent changes in trade patterns and development paradigms. *21st century trade policy: back to the past*.
- Dökmen, G. (2012). Kamu Harcamaları ve Kamu Gelirleri Arasındaki İlişki: Panel Nedensellik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı 27, No. 2, ss. 115-143.
- Engel, J., ve Taglioni, D. (2017). The middle-income trap and upgrading along global value chains. *Global Value Chain Report 2017*.
- Feenstra, R. C. (1998). Integration of trade and disintegration of production in the global economy. *Journal of economic Perspectives*, vol. 12, no. 4, pp. 31-50.
- Gereffi, G., ve Korzeniewicz, M. (Eds.). (1994). *Commodity chains and global capitalism* No. 149. ABC-CLIO.
- Hansen, L. P. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 1029-1054.
- Helpman, E. (2006). Trade, FDI, and the Organization of Firms. *Journal of economic literature*, vol. 44, no. 3, pp. 589-630.
- Hopkins, T. K., ve Wallerstein, I. (1977). Patterns of development of the modern world-system. *Review (Fernand Braudel Center)*, pp. 111-145.
- Hopkins, T. K., ve Wallerstein, I. (1986). Commodity chains in the world-economy prior to 1800. *Review (Fernand Braudel Center)*, vol. 10, no.1, pp. 157-170.
- Hummels, D., Ishii, J., ve Yi, K. M. (2001). The nature and growth of vertical specialization in world trade. *Journal of international Economics*, vol. 54, no. 1, pp. 75-96.
- Humphrey, J., ve Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional studies*, vol. 36, no. 9, pp. 1017-1027.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., ve Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, vol. 115, no. 1, pp. 53-74.
- Jung, H., ve Kwon, H. U. (2007). An alternative system GMM estimation in dynamic panel models.
- Kaplinsky, R., ve Morris, M. (2001). *A handbook for value chain research* (Vol. 113). Ottawa: Idrc.
- Krugman, P., Cooper, R. N., ve Srinivasan, T. N. (1995). Growing world trade: causes and consequences. *Brookings papers on economic activity*, vol. 1, pp. 327-377.
- Kummritz, V., Taglioni, D., ve Winkler, D. (2017). *Economic Upgrading through Global Value Chain Participation*. Policy Research Working Paper, no. 8007.
- Milberg, W., ve Winkler, D. (2013). *Outsourcing Economics: Global Value Chains in Capitalist Development*. Cambridge University Press.
- OECD (2013), *OECD Economic Outlook, Volume 2013 Issue 1*, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2013-1-en.
- OECD, WTO, UNCTAD (2014) *Implications of Global Value Chains for Trade, Investment, Development and Jobs*, Paris.
- OECD-WTO (2014) *OECD-WTO Database on Trade in Value-Added*, Paris.
- OECD-WTO (2017) *OECD-WTO Database on Trade in Value-Added*, Paris.
- Porter, M. E. (1985). Technology and competitive advantage. *Journal of business strategy*, vol. 5, no. 3, pp. 60-78.
- Raikes, P., Friis Jensen, M., ve Ponte, S. (2000). Global commodity chain analysis and the French filière approach: comparison and critique. *Economy and society*, vol. 29, no. 3, pp. 390-417.
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system gmm in stata. *Stata Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 86-136.
- Sargan, J. D. (1958). The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 393-415.
- Shepherd, B., Shingal, A ve Raj, A. (2016). *Value of Air Cargo: Air Transport and Global Value Chains*. IATA.
- Spencer, B. J. (2005). International outsourcing and incomplete contracts. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, vol. 38, no. 4, pp. 1107-1135.
- Yamashita, N. (2010). International fragmentation of production: The impact of outsourcing on the Japanese economy. *Edward Elgar*

HAVACILIK TARİHİ İÇERİSİNDE BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ

Murat MUŞTU¹ Erhan BÜTÜN²

¹Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı muratmustu78@hotmail.com

²Serbest Araştırıcı erhanbutun@yahoo.com

DOI: [10.23890/SUHAD.2018.0209](https://doi.org/10.23890/SUHAD.2018.0209)

ÖZET

Bir sistemin güvenilirliği, onun üretim sahasındaki tasarım ve imalat güvenilirlikleri ile kullanım sahasındaki bakım güvenilirliğinin toplamına eşittir. Havacılıkta bakım güvenilirliği, maliyet-etkin bir hava aracı bakım yönetiminde temel standart olarak elde edilmesi gereken esas hedeftir. Çünkü, bakım güvenilirliğini sağlayamayan herhangi bir havayolunda sadece mal değil, aynı zamanda can, para, zaman ve itibar kayıpları da yaşanabilmektedir. Havacılık tarihine baktığımızda, kökeni Güvenilirlik Merkezli Bakım kavramına dayanan bakım güvenilirliği kavramının öneminin 1970 sonrasında anlaşıldığı görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, havacılık tarihi içerisinde hava aracı bakım güvenilirliği kavramının gelişimini incelemektir. Çünkü, havacılık bakım teşkilatlarını yönetmede önemli bir araç haline gelmiş olan bakım güvenilirliği kavramının öneminin ülkemizde de anlaşılabilmesi için, öncelikle bu kavramın tarihsel gelişiminin bilinmesinin çok faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Çalışmada, havacılık tarihi içerisinde bakım güvenilirliği kavramının nasıl ortaya çıktığı ve nasıl geliştiği, ayrıca günümüzde hava araçlarının son derece emniyetli bir sistem haline gelmesine nasıl katkı sağladığı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bakım Güvenilirliği, Hava Aracı Bakımı, Havacılık Bakım Güvenilirliği Tarihi, Havacılık Emniyeti.

MAINTENANCE RELIABILITY WITHIN THE AVIATION HISTORY

ABSTRACT

Reliability of a system is equal to total amount of its design and manufacture reliability in production field and maintenance reliability in operation field. In aviation, maintenance reliability is the main goal which should be reached as the basic standard of a cost-effective aircraft maintenance management. Because, in any airways which can not obtain the maintenance reliability, there may be losses of not only properties, but also life, money, time and prestige. When we look at the aviation history, the importance of the maintenance reliability term, based on the Reliability Centered Maintenance concept, is understood after 1970. The aim of this work is studying the development of maintenance reliability term within the aviation history. As for the importance of the maintenance reliability term which has become a critical tool for managing the aviation maintenance organizations can also be understood in our country, it is evaluated that knowing primarily the historical development of the maintenance reliability is very useful. In this article, it is revealed that how the maintenance reliability term was firstly come to light and developed in the aviation history, and besides how it contributes to aircrafts' becoming a highly safe system in today.

Keywords: Maintenance Reliability, Aircraft Maintenance, Aviation Maintenance Reliability History, Aviation Safety.

1. GİRİŞ

Havacılıkta bakım güvenilirliği, maliyet-etkin bir hava aracı bakım yönetiminde ön plana çıkan en önemli kavramdır. Çünkü, hava aracı uçuş ve görev faaliyetlerinin başarısı, uçuş emniyetini temel alt kriter olarak sağlayan sürekli uçuşa elverişlilik yönetimi olarak da adlandırabileceğimiz etkin bir bakım yönetimini zorunlu kılmakta, bakım güvenilirliği kavramı ise bir havayolunda bakım etkinliğini sağlamada temel standart olarak elde edilmesi gereken esas hedef olarak karşımıza çıkmaktadır. Bakım güvenilirliği kısaca “Bakıma ne kadar güvenebilirim?”, “Bakım işlemleri kusursuz mu/etkin mi/mükemmel mi?” sorularına aranan cevaptır. Güvenilirlik ve bakım kavramlarından yola çıkılarak yapılan tanımlamaya göre bakım güvenilirliği, bakım faaliyetlerini bir sistem haline getirdiğimizde, bakım faaliyetlerinin kalitesi/sağlamlığı veya bakım aksaklığı yaşanmaması ihtimalidir. Havacılıkta bakım faaliyetlerinin bir sistem haline getirilmiş şekli bakım programı olduğuna göre, bakım güvenilirliği aslında havacılık bakım teşkilatınca uygulanan söz konusu bakım programının güvenilirliği olacaktır (Muştu ve Bütün, 2017).

Bu çalışmada, havacılık tarihi içerisinde bakım güvenilirliği kavramının ortaya çıkışı ve tarihsel gelişiminin incelenerek açıklanmasında yarar görülmüştür. Çünkü, enstrümantasyon ve bilgi sistemlerinin daha ucuz ve daha güvenilir hale geldiği günümüzde, bir havayolunu işletmede veya bir havacılık bakım teşkilatını yönetmede önemli bir araç haline gelmiş olan bakım güvenilirliği kavramının öneminin ülkemizde de anlaşılması için, öncelikle bu kavramın tarihsel gelişiminin bilinmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Çalışma, “belge tarama” temeline dayanmakta ve amaç açısından değerlendirildiğinde çalışmanın yöntemi “açıklayıcı ve betimleyici” olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. HAVACILIKTA BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ KAVRAMI

2.1. Bakım Güvenilirliğinin Ortaya Çıkışı (1903-1970 Dönemi)

Wilbur ve Orville Wright kardeşlerin 17 Aralık 1903 tarihinde ilk motorlu uçak uçuşunu gerçekleştirmesiyle başlayan havacılık endüstrisinde güvenilirliğin Birinci Dünya Savaşı sonrasında ilgi alanı olmaya başladığı söylenebilir (Ouedghiri and Baskcomb, 2015). 1940 öncesi dönemde havacılıkta güvenilirliğin gelişimine yönelik girişimlerin çoğu, deneme ve hata bulmayı esas alıyordu. Bir sistem arıza yaptığında yerine, teknolojik gelişmeler ve sistemin arıza incelemesinden kazanılan tecrübeler ışığında yenisi tasarlanıp üretiliyor ve hatalı sistem yenisiyle değiştiriliyordu (Ouedghiri and Baskcomb, 2015). 20’nci yüzyılın başlarından itibaren, standart mekanik parçaların toplu üretimine geçilmesiyle, hatalı parçalar, imalat işlemi süresince kontrol

“inspection” ve test yöntemleriyle kolaylıkla tanımlanabilmiş ve kalite kontrol prosedürleri vasıtasıyla imalat güvenilirliği kontrol edilebilmiştir (Smith, 2011).

İkinci Dünya Savaşı sürerken Almanlar tarafından uzaktan kumandalı keşif uçaklarından sonra geliştirilen uzun menzilli seyir (V1) ve güdümlü balistik (V2) füzeleri, güvenilirliklerinin iyileştirilmesi maksadıyla güvenilirlik konsepti uygulamasının yapıldığı örnek hava araçları olarak sayılabilir (Dhillon, 2006). Yine bu dönemde, Amerikan ve İngiliz Silahlı Kuvvetleri, elindeki güvenilirliği ve sürdürülebilirliği düşük olan askeri ekipmanlar yüzünden, kaynaklarının çoğunu operasyondan çok bakıma ayırdıklarını fark etmişler, güvenilirlik ve sürdürülebilirliği yüksek askeri teçhizat tasarımına (tasarım güvenilirliği) önem vermişlerdir (Ouedghiri and Baskcomb, 2015).

Güvenilirlik kavramının modern anlamda ilk kullanımı 1940’larda ABD ordusu tarafından bir ürünün beklendiği kadar çalışması tanımıyla olmuştur (McInn, 2010). Elektronik çağın gelişine bağlı olarak İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde, elektronik komponentlerin toplu üretimi gibi üretim işlemlerinin kalite kontrolü için istatistiksel metotlar geliştirmiş olan diğer endüstrilerin başarılı uygulamaları, havacılık endüstrisine de ışık tutmuş ve gelecekte havacılıkta oluşturulacak güvenilirlik programlarının temelini oluşturmuştur (Marusic, Alfirevic and Pita, 200).

1940 ve 1950 yılları arasında askeri ekipmanın kullanım sahası güvenilirliğinin düşük olarak tecrübe edilmesi, güvenilirlik mühendisliğinin daha resmi metotlarına duyulan ihtiyaç üzerinde dikkatleri toplamıştır. Bu ihtiyaç, ekipmanın, hem kullanım sahasından hem de test verisi yorumundan arıza bilgisi toplanmasında artışa yol açmıştır (Smith, 2011). 1950 yılında ABD Savunma Bakanlığı tarafından askeri alanda güvenilirlik üzerine geçici bir komite kurulmuş ve bu komite 1952 yılında AGREE (Advisory Committee on Reliability of Electronic Equipment “Elektronik Ekipman Güvenilirliği Tavsiye Komitesi”) isimli daimi bir gruba dönüştürülmüştür (Dhillon, 2006). Bu grup, komponent güvenilirliğinin artırılmasını, tedarikçiler için kalite ve güvenilirlik gereksinimlerinin tanımlanmasını, saha verilerinin toplanarak arızaların temel nedenlerinin bulunması (kök analizi)’ni çalışma usulü olarak tavsiye etmiştir. AGREE komitesi ilk raporunu 1957’de yayımlamıştır. Bu dönemde ayrıca, 1945 yılında ilk olarak ATA (Air Transport Association “Amerikan Hava Taşımacılığı Birliği”) adıyla IATA (International Air Transport Association “Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği”), 1947

yılında Birleşmiş Milletlere bağlı olarak ICAO (International Civil Aviation Organization “Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu”) kurulmuştur.

1950’lerde önleyici bakım kavramı ortaya çıkmış, 1957’de bakım mühendisliği konusunda bir el kitabı yayımlanmıştır (Dhillon, 2006). Bu dönemde, hava aracı bakım faaliyetleri sadece zaman sınırlı (Hard Time) bakım yöntemine dayandırılmıştır (Gerede, 2007). Bu yöntemde, her bir parçanın düzenli bir “overhaul” zamanına sahip olduğu fikrinden hareketle, parçalara bir “overhaul” zamanı (kullanım ömrü) biçilmiş ve güvenilirliğin sağlanması için “overhaul” zamanlarında parçaların değişimi veya revizyonu öngörülmüştür.

1957’de SSCB’nin ilk yapay dünya uydusu Sputnik-1 uzay aracının dünya yörüngesine fırlatılmasıyla uzay çağı başlamıştır. 1958’de hem NASA (National Aeronautics and Space Administration “Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi”), hem de havacılık emniyetini denetleyecek FAA (Federal Aviation Administration “Amerikan Federal Havacılık İdaresi”) kurulmuştur.

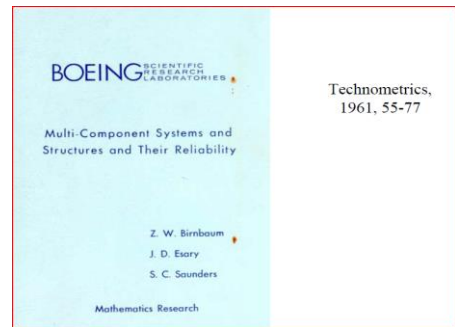
ABD’de hava aracı bakımının federal düzenlemeleri 1958 tarihli Federal Havacılık Yasasıyla belirlenmiştir (FAA, 1978). Yine 1958’de, havacılıkta güvenilirlik kavramının temeli olan istatistiksel çalışmalar yapmak üzere Boeing Bilimsel Araştırma Laboratuvarı kurulmuştur. Ayrıca, dünyanın ilk ticari jet uçağı DH 106 Commet’lerin metal yorgunluğu nedeniyle kaza kırma uğradığı bu dönemde, tasarım aşamasını geçen Boeing 707 havacılık tarihinde ilk başarılı jet yolcu uçağı olarak hizmete girmiştir.

1950’lerin sonunda havacılık endüstrisindeki önleyici bakım işlemlerinin maliyeti, bakım etkinliğinin özel olarak soruşturulmasını gerektirecek kadar yüksek hale gelmiştir (Nowlan and Heap 1978) (Rose, 2002). Mesela, FAA MRB’si tarafından 1959 yılında Douglas DC-8 uçağı için hazırlanmasına izin verilen ilk planlı bakım programı, uçak ve motorunun planlı “overhaul”lerine ilave olarak 339 malzemeye yönelik “Hard Time Overhaul”ünü de içermesi nedeniyle yüksek bakım maliyetine sahipti. (Nowlan and Heap, 1978) Aynı dönemde FAA ve havayolları, Wright R-3350 motorlarının yüksek arıza oranını gidermek amacıyla bakım politikasındaki “Hard Time Overhaul” limitlerinin ayarlanması vasıtasıyla motor çalıştırma güvenilirliğini kontrol etmeye çalışmışlar, ancak bahse konu değişikliklerin motorun güvenilirliğinde önemli bir iyileştirmeye yol açmadığı gerçeğini görmüşlerdir (Nowlan and Heap, 1978).

Bu kapsamda, ilk defa 1960 yılında uçak motorlarının çalıştırma güvenilirliği ve “overhaul” politikası arasındaki ilişkinin daha iyi kavranmasını sağlamak, o zamanki en büyük ticari uçak olan Boeing 747’ye yönelik mevcut önleyici bakım görevlerinin etkinliğini araştırmak ve maksimum

emniyet ve güvenilirliği minimum maliyetle sağlayabilen bakım görevlerinin geliştirilmesinde kullanılabilecek mantıklı ve uygulanabilir bir yaklaşımı belirlemek amacıyla, FAA tarafından ATA aracılığı ile Boeing firmasına MSG (Maintenance Steering Group “Bakım Yönlendirme Grubu-BYG”) kurdurulmuştur (Kinnison, 2004) (Gerede, 2007). Bahse konu BYG içerisinde, uçağı satın almakla ilgilenen havayollarının ve tedarikçi firmaların temsilcileri ile birlikte Boeing firmasının tasarım ve bakım programı temsilcileri ve düzenleyici gerekliliklerin programa düzgün ve doğru bir şekilde yansımaları sağlamak için FAA temsilcileri yer almıştır (Kinnison, 2004). Bu grubun çalışmaları sonucunda,

- Kasım 1961 ayında FAA/Endüstri Güvenilirlik Programı ortaya çıkmıştır. Bu program, bir malzemenin “overhaul” aralıklarının uzunluğunun onun arıza oranında önemli bir faktör olmadığını ve belirlenen periyotlarda uygulanan önleyici bakımların bir çok durumda etkin olmadığını ortaya çıkarmıştır (Nowlan and Heap 1978). Böylece önleyici bakım gerekliliklerini belirlemede Hard Time bakım yönteminden daha iyi bir metoda açıkça ihtiyaç duyulmaya başlanmış ve bu kapsamda, 1950’lerin sonunda “overhaul” zamanları ve güvenilirlik arasındaki esas ilişkiyi tanımlamak için bir çok çalışma yapılmıştır (Nowlan and Heap, 1978).
- Komponent ve sistem seviyesinde güvenilirlik testleri yapılması önem kazanarak güvenilirlik teorileri geliştirilmeye çalışılmış, Boeing Bilimsel Araştırma Laboratuvarı çalışanlarından Z.W.Birnbaum, J.D.Esary ve S.C.Saunders’in Şekil-1’de kapak resmi gösterilen “Çok Komponentli Sistemler ve Yapılar ile Güvenilirlikleri” (Scholz n.d.) adlı eserinin 1961 yılında yayımlanmasıyla Güvenilirlik Teorisi ayrı bir kavram olarak ele alınmaya başlamıştır (Barlow, Fussell and Singpurwalla, 1975).



Şekil.1: “Çok Komponentli Sistemler ve Yapılar ile Güvenilirlikleri” konulu eserin kapağı

- 1960’larda ayrıca, hava aracı sistem ve komponentlerinin güvenilirlik tahmininde aşağıdan yukarı analitik bir yaklaşımı esas alan tasarım güvenilirliğine yönelik uluslararası kabul görmüş arıza oranı veri bankalarından faydalanan standartlar geliştirilmiştir. Ünlü 781 Nu.lı Askeri Standart bunlardan biridir. Yine, MIL-HDBK-217F “Elektronik Ekipmanın Güvenilirlik Tahmini El Kitabı”, kompleks yapıdaki askeri elektronik komponentlere yönelik güvenilirlik veri bankası olarak ABD Savunma Bakanlığınca geliştirilen ve
- daha sonra sivil uygulamalarda yaygın şekilde kullanılan bir standarttır. Bu el kitabında güvenilirlik tahmini verisi olarak
- yer alan değerler, elektronik parçaların gerçek kullanım sahası arızalarının istatistiksel analizinden ortaya çıkarılıp komponentlerin arıza oranlarının hesaplanmasında kullanılan verilerdir (Ouedghiri and Baskcomb, 2015). Hava aracı gibi kompleks/entegre sistemlerin üreticilerince tasarım güvenilirliğinin sağlanmasında, bu komponent güvenilirlik verileri kullanılmaya başlanmıştır.
- 31 Aralık 1964 tarihinde, güvenilirlik kontrol metotlarını kullanarak hava aracı bakım kontrol programlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanılabilir bilgiyi ve rehberliği sağlamak maksadıyla, FAA tarafından Tavsiye Genelgesi olarak AC 120-17 sayılı el kitabı yayımlanmıştır (FAA, 1978). Bahse konu el kitabı, havacılıkta güvenilirlik kontrol metotlarıyla bakım etkinliğinin sağlanmasına yönelik ilk prosedürleri içeren rehber doküman olması nedeniyle, bakım güvenilirliği kavramının ortaya çıkmasındaki temel doküman olarak düşünülebilir.
- 1965 yılında United Havayollarında, hava aracı önleyici bakım programlarının tasarımında uygulanabilir genel bir yaklaşımın tanımlanmaya çalışılması sonucunda, ilkel bir karar diyagram tekniği tasarlanmış ve bu teknik sonraki yıllarda geliştirilmiştir (Nowlan and Heap, 1978).

Uçak sistemlerinin çalışması, bakım kritik malzemeleri ve ilişkili fonksiyonları, arıza modları, arıza etkileri ve arıza sebepleri hakkında bilgiyle donanmış olan BYG çalışma grubu, bakım gerekliliklerini belirlemede, United Havayolları tarafından 1965’te geliştirilen bahse konu karar diyagramı tekniğinden faydalanmış (Nowlan and Heap, 1978) ve kavram olarak 1978 yılında ortaya çıkacak olan RCM (Reliability-Centered Maintenance, “Güvenilirlik Merkezli Bakım”) (Rose, 2002) konsepti esaslarını kullanarak, her malzemeyi analiz etmiştir.

BYG vasıtasıyla, havayolları ve uçak üreticileri tarafından gelecekte kendi hava araçlarının önleyici bakım programlarının oluşturulmasında kullanılmak üzere geliştirilmeye başlanan rehber dokümanlar serisinin (Rose, 2002) ilki, 1968 yılında, Boeing 747’ye yönelik ATA tarafından yayımlanan “Bakım Değerlendirme ve Program Geliştirme” isimli ve BYK-1 (Bakım Yönlendirme Kılavuzu-1) (Gerede, 2007) olarak da adlandırılabilir MSG-1 dokümanıdır. BYK-1, RCM konseptinin uygulandığı ilk önleyici bakım programı (Nowlan and Heap 1978) olan Boeing 747 Bakım Programının geliştirilmesinde mantıksal karar süreçlerinden oluşan bir karar destek sistemi olarak kullanılmıştır (Gerede,2007). Şekil-2’de gösterildiği üzere, Boeing 747, 1970 yılında ticari hizmete başlamıştır.



Şekil.2: Boeing 747’nin Ticari Hizmet Başlaması

Aslında RCM kavramı, hava aracı ve ekipmanlarının tasarımındaki dahili güvenilirlik imkanlarını anlamak üzere bir planlı (önleyici) bakım programının oluşturulmasını amaçlamaktadır (Nowlan and Heap, 1978). BYK-1 dokümanında, bakım gerekliliklerini belirlemede bir dayanak olarak kullanılan RCM analizlerinin ilk defa kullanılmaya başlanması birlikte bakım güvenilirliği kavramının da 1968’de ortaya çıktığı söylenebilir. MSG süreci, hava aracı üzerindeki her parçanın (sistem/komponentin) analiz edilerek belirlenen 3 temel bakım yöntemi (zaman sınırlı “Hard Time”, Duruma Göre “On Condition” ve Durum Takibi “Condition Monitoring”)’nden birine tahsis edildiği aşağıdan yukarıya bir yaklaşım olmuştur (Kinnison, 2004).

Yine, Güvenilirlik programları da ilk olarak bu dönemde geliştirilmiş ve 1970’lerde FAA tarafından tavsiye edilmiştir (Marusic, 2009). Ayrıca, masaüstü bilgisayar olanaklarının artması ve düşük maliyeti, güçlü ve çok yönlü yazılım paketleriyle birlikte, olay verilerini daha az çalışma saati harcayarak listelemeyi ve kullanmayı sağlamıştır. Verinin hızlı ve otomatik olarak sınıflandırılması, arıza analizinin arıza modları şeklinde yapılmasını daha çok teşvik etmiştir (Smith, 2011). Böylece güvenilirlikte FMEA (Failures Modes and Effects

Analysis “Arıza Modları ve Etkileri Analizi”) kavramı ön plana çıkmıştır.

2.2. Bakım Güvenilirliğinin Gelişimi (1970 Sonrası)

Bakım güvenilirliğine yönelik 1968 yılında ABD’de yayımlanan BYK-1, 1970’te ticari hizmete başlayan B747 üzerinde o kadar başarılı olmuştur ki, diğer hava araçlarında da kullanılmak üzere B747’ye yönelik spesifik ifadeler kaldırılarak genelleştirilmiş (Kinnison, 2004) ve 1970 yılında ortaya MSG-2 Havayolu/Üretici Bakım Programı Planlama Dokümanı isimli BYK-2 dokümanı çıkmıştır (Nowlan and Heap, 1978) (Gerede, 2007). BYK-2, Lockheed üretimi L-1011 ve McDonnell-Douglas üretimi DC-10 uçaklarının bakım programlarının geliştirilmesinde kullanılmıştır (Rose, 2002) (Kinnison, 2004).

McDonnell F4J ve Lockheed P-3 askeri uçaklarına da uygulanan BYK-2 üzerinde (Nowlan and Heap, 1978), 1972 yılında Avrupalı uçak üreticilerince bazı küçük modifikasyonlar yapılmasıyla oluşan ve Avrupa’da Airbus A300 ve Concorde uçaklarına yönelik kullanılmaya başlanan kılavuzun adı EMSG (European Maintenance Steering Group “Avrupa Bakım Yönlendirme Grubu”) dokümanı olmuştur (Gerede, 2007).

BYK-1, BYK-2 ve EMSG dokümanlarının ortak amacı, üretici tarafından kullanıcı havayoluna teslim edilen ilk jenerik hava aracı bakım programının oluşturulmasında BYG tarafından hava aracı sistem ve komponentlerinin fonksiyonlarının, arıza modlarının ve güvenilirliklerinin tanımlanması (Nowlan and Heap, 1978) suretiyle, sadece etkin bakım görevlerini belirleyerek bakım maliyetlerini düşürmektir. Bahse konu dokümanlarda yer alan bakım yaklaşımından elde edilen ekonomik kazançlar örnek olarak, standart bakım teknikleri kullanılarak bakımı yapılan bir DC-8 uçağının bakım gereksinimleri, BYK-2 kullanılarak bakımı yapılan bir DC-10 uçağıninkilerle karşılaştırılmıştır. DC-8 uçağı bir overhol gerektiren 339 adet bakım işlemine sahipken, DC-10 uçağının toplam bakım işleminin sadece 7 adet olduğu görülmüştür. Başka bir örnek olarak, orijinal Boeing 747, 20 bin uçuş saatindeki büyük bir ağır bakım öncesi temel yapısal kontrol “inspection”ler için 66 bin adam-saat işçilik gerektirirken, o zamanın standart bakım programını kullanan daha küçük ve daha az kompleks yapıdaki bir DC-8 uçağının, 20 bin uçuş saatine ulaşmadan önce adam-saat işçiliğinin 4 milyonun üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Nowlan and Heap, 1978) (Rose, 2002). Dolayısıyla, BYK-2 vasıtasıyla RCM konseptine dayalı geliştirilen yeni bakım programlarında, bakım işlemlerini sayısı ile işçilik sürelerinde önemli miktarda azalma sağlanarak bakım maliyetlerinin düştüğü görülmüştür. RCM, doğru uygulanırsa rutin bakım iş yükü miktarını %40-%70 arası düşürebilmektedir (Moubroy, 1999). RCM’nin faydaları genellikle riskin düşürülmesi ve

maliyet tasarrufu şeklinde iki geniş kategoride izlenebilmektedir (Niu, Yang, and Pecht 2010). 1972 yılında, United Havayolları tarafından işletilen tüm yaşlı uçak filolarına yönelik güvenilirlik programlarının geliştirilmesinde, temel bir yaklaşım olarak RCM konseptlerini içeren BYK-2 kılavuzu kullanılmıştır (Nowlan and Heap, 1978).

1974 yılında ABD Savunma Bakanlığı, hava aracı bakım programlarının geliştirilmesine yönelik sivil havacılık endüstrisinde kullanılan süreçler hakkında United Havayolları firmasını bir rapor yazmakla görevlendirmiştir. ABD ordusu tarafından kendi ekipmanlarının ilk bakım programlarını geliştirmek amacıyla kullanılmak üzere, sivil havacılık tarafından kullanılan MSG yaklaşımlarına benzer şekilde geliştirilen bu sürecin adı RCM olmuştur (Kinnison, 2004) (Moubroy, 1997). Stan Nowlan ve Howard Heap tarafından hazırlanan ve 1978 yılında yayımlanan bu rapor, müteakip tüm RCM yaklaşımları için rehber doküman olmuştur (Rose, 2002). Ayrıca, arıza karakteristikleri detaylı olarak ilk defa bu raporda açıklanmıştır (NASA, 2008). Bu raporda anlatılan RCM süreci, tıpkı MSG yaklaşımı gibi esas olarak planlı bakımlara yönelik olmuş ve “Halihazır ilgi alanımız, ekipmanın emniyetli ve güvenilir çalışmasını sağlamak için gerekli planlı bakım görevlerinin programı olan önleyici bakımdır. (Nowlan and Heap, 1978)” şeklinde sadece önleyici bakımı tanımlamıştır (Kinnison, 2004). RCM, 1978’den itibaren ABD Deniz Kuvvetleri tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Moubroy, 1997) (NASA, 2008).

Ayrıca, 27 Mart 1978 tarihinde FAA tarafından yayımlanan AC 120-17A sayılı ve “Güvenilirlik Metotları Vasıtasıyla Bakım Kontrolü” konulu tavsiye genelgesi, Nowlan ve Heap’in RCM raporu doğrultusunda hava aracı bakım yöntemleri arasında Durum Takibi (Condition Monitoring) sürecini de dahil ederek 1964 tarihli AC 120-17 dokümanının yerine geçmiştir (FAA, 1978). Durum Takibi sürecinde, hava aracı ve komponentlerine ait mevcut çevrimiçi veya çevrimdışı performans verisi beklenen/olması gereken değerlerle karşılaştırılarak analiz edilmekte ve gerektiğinde önceden belirlenmiş operasyonel limitlere bağlı olarak alarmlar üretilmektedir (Niu, Yang, and Pecht, 2011). Hava aracı bakımında daha sonraki bakım gerekliliklerini belirlemek için önceden işaret veren durum takibine dayalı bakımın kullanılmasının, havayollarında uçuşların teknik iptali ve/veya ertelenmesi gibi operasyon aksaklıklarının azaltılmasına katkı sağlayarak dispatch güvenilirliğini ve bakımın etkinliğini artıran bir yol olduğu görülmüştür (Demirci and Hacıyev, 2010). 1979 yılına kadar RCM raporu vasıtasıyla kazanılan deneyimler BYK-2’nin bazı olumsuz yanları olduğunu göstermiş ve güncellenmesi gerektiğini

ortaya çıkarmıştır (Gerede, 2007). Bu kapsamda, bakım güvenilirliğine yönelik geliştirilen MSG yaklaşımlarının sonuncusu 1980 yılında yayımlanan BYK-3 dokümanı olmuştur. FAA, İngiltere sivil havacılık otoritesi CAA (Civil Aviation Authority), ABD ve Avrupalı uçak ve motor üreticileri, bazı havayolu işletmeleri ve ABD Deniz Kuvvetleri BYK-3'ün geliştirilmesinde aktif rol oynamıştır (Gerede, 2007). BYK-3'te esas alınan MSG-3 yaklaşımı, arızaları önlemek ve sistemin öz güvenilirlik seviyesini sürdürmek için uygun planlı bakım görevlerini tanımlamak üzere arızaların emniyet veya ekonomi kategorisine tahsis edildiği bir "Yukarıdan Aşağıya" veya "Arızanın Sonucu" yaklaşımı olmuştur (Kinnison, 2004). 1978 tarihli RCM Raporunu esas alarak hazırlanan BYK-3 kılavuzunun amacı, sadece maliyet-etkin bakım görevlerini belirlemek vasıtasıyla, hava aracı tasarımındaki emniyet ve güvenilirlik seviyelerini minimum bakım maliyetiyle sürdürmek olmuştur. Günümüzde tüm hava aracı türlerinin bakım programlarının geliştirilmesi ve iyileştirilmesinde halen MSG-3 yaklaşımı kullanılmaktadır (Moubray, 1997). Başka bir deyişle, günümüzde bir hava aracının planlı bakımları, BYK-3 vasıtasıyla geliştirilen periyodik kontrol "inspection" ve parça değişimi gibi yüzlerce bakım görevinden oluşmaktadır. İlk yayımlandığı tarihten itibaren bir çok revizyon görmüş olan BYK-3 Havayolu/Üretici Planlı Bakım Geliştirme Dokümanının en güncel hali 2007 yılında yayımlanmış olan ATA MSG-3 Revizyon 2007.1 dokümanıdır (Bris, 2016). MSG-3 yaklaşımıyla sistemsel düşünme ön plana çıkmıştır. Bu dönemde, birçok endüstri önleyici bakım çabalarını neredeyse diğer tüm ürünlere yayarken, Nowlan ve Heap'in yolundan giden havacılık endüstrisi farklı bir yaklaşım göstererek, sistem fonksiyonlarını, arıza etkilerini ve arıza modlarını esas alan MSG-3 bakım yaklaşımını geliştirmiştir. Bu yaklaşım ile birlikte, geleneksel önleyici bakım programına alternatif olarak Durum-Esaslı Bakım kavramı gelişmiştir. Havacılık endüstrisinin çalışmaları RCM yaklaşımının daha da gelişmesine yol açmıştır (NASA, 2008).

1980'ler boyunca, önemli yazılım elemanlarını içeren sistemlerin bütünlüğünü değerlendirme ihtiyacı da mühim seviyede artarak yazılım güvenilirliği kavramı gelişmiştir. Ayrıca, bir sistemi çalışır durumda tutmak için uçuş esnasında onarım veya çabuk onarım kavramları ön plana çıkmıştır. Kam Wong, 1981 yılında banyo küveti eğrisini inceleyen bir makale yayımlamıştır (Mclinn, 2010). Bilgisayar gücü, güvenilirlik ölçüm ve kontrollerinde ilk defa arıza ihtimallerini belirtmek suretiyle periyot-esaslı bakımları desteklerken, 1990'lardan itibaren ortaya çıkan teknolojik ilerlemeler havacılık bakım uygulamalarına hala katkı sağlamaya devam etmektedir (NASA, 2008). Örnek olarak, FMEA, güvenilirlik tahmini, blok diyagramlar ve Weibull analizi gibi güvenilirlik

değerlendirme işlemleri, bilgisayar paket programları vasıtasıyla kolayca yapılabilir hale gelmiştir. WEB-tabanlı bilgi sistemlerinin yaygınlaşmasıyla, güvenilirlik bilgisinin gerçek zamanlı çevrim içi paylaşılma imkânı sağlanmıştır (Mclinn, 2010). 1980 yılından günümüze kadar, bakımdan beklentiler; daha yüksek ürün hazır olabilirliği ve güvenilirlik, daha çok emniyet, daha iyi ürün kalitesi, çevre dostu olma, daha uzun ekipman ömrü ve daha çok maliyet-etkinlik olarak sıralanırken (Moubray, 1997), bu beklentileri karşılamak üzere kullanılan bakım teknikleri olarak; Durum Takibi yaklaşımı, güvenilirlik ve sürdürülebilirlik tasarımı, tehlike/risk incelemeleri, FMEA analizi, akıllı sistemler, çok yeteneklilik ve takım çalışması gibi kavramlar ön plana çıkmıştır (Moubray, 1997).

1990'lara gelindiğinde bir çok komponentin arıza oranı düşmüş, sistemlerin güvenilirliğinde yazılım kritik öneme sahip olmuştur. Komponentlerin arıza oranları düşmeye devam ederken sistem seviyesi olayların daha çok öne çıkması, sistemsel düşünmeyi daha önemli hale getirmiştir. Son 30 yılda, güvenilirlikte sistem modellemesinin, FMEA analizi ve hata ağacı analizi metotları vasıtasıyla daha çok tasarım güvenilirliğine yönelik olarak geliştirilmiş olduğu söylenebilir. Kullanım sahasında ise esas olarak emniyet ve kaza önleme sistemi geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. Havacılık endüstrisinde de, uçuş emniyeti ve bakım emniyetine yönelik olarak, uçak kaza-kırım önleme programı veya SMS (Safety Management System "Emniyet Yönetim Sistemi") modellemesi (Gerede, 2014), bakım güvenilirliğine yönelik olarak da havayolu bakım güvenilirlik programları oluşturulmuştur (Marusic, Alfrevic, and Pita, 2009) (Kinnison, 2004).

Bu son dönemde hava araçları, son derece emniyetli bir sistem (yani milyon üretim çevriminde bir yıkıcı emniyet arızası yaşayan bir sistem) haline gelmiştir. Bunun temelinde, günlük operasyon verilerinin güvenilirlik kavramında olduğu gibi rutin olarak toplanması ve analiz edilmesine dayanan, güvenilirlik ve emniyet yönetimine iş benzeri yaklaşımın kabul edilmesi yatmaktadır. İşletme verilerinin rutin olarak toplanması ve analizi ile birlikte, iş yönetimi uygulamalarının havacılıktaki emniyet ve güvenilirliğe uygulanmasıyla emniyet alanı daha da gelişmiştir (SHGM, 2011). Bugün bu yaklaşımı benimseyen ABD Deniz Hava Komutanlığı, havacılık bakım yönetiminde uygulamak üzere, bakım kaynaklarının verimli kullanımı yoluyla havacılık materyal hazırlık durumunun ve emniyetinin sürekli olarak gelişmesini amaçlayan Deniz Havacılık Bakım Programını (NAVAIR, 2017) kurmuştur. Bu yaklaşım yardımıyla, bakım programı yönetiminin tüm bakım yetki seviyelerini desteklemede kullanılacak verileri toplaması, analiz etmesi ve kullanması sağlanarak bakım güvenilirliğinin sürekli iyileştirildiği söylenebilir.

3. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Havacılık tarihine baktığımızda,

- Havacılıkta bakım güvenilirliği kavramı ortaya çıkmadan önce, güvenilirlik kavramı istatistiksel metotlarla birlikte daha çok sistemi oluşturan komponentlerin dizayn ve imalat güvenilirliği şeklinde gelişmiş,
- Askeri havacılık ve sivil havacılığın sürekli birbirinden etkilenecek bakım güvenilirliğinin tarihsel gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.
- Zamanla teknolojik gelişime bağlı olarak bakımdan beklentilerin ve bu beklentileri karşılamak üzere kullanılan bakım tekniklerinin değişmesiyle birlikte bakım güvenilirliği kavramının da geliştiği, bakım faaliyetleri ise sadece onarım ve "Hard Time" bakım yöntemine dayandırılmıştır.
- Kökeni RCM kavramına dayanan bakım güvenilirliği kavramının maliyet-etkinlik üzerindeki önemi ise havacılık düzenlemeleri ve havacılık otoriteleri ortaya çıktıktan sonra anlaşılmıştır.
- Havacılık otoriteleri aynı zamanda uçakların güvenilirlik ve emniyetini denetleyen kurumlar haline gelmiştir.

Havacılıkta bakım güvenilirliğinin tarihsel gelişimi hakkında ise, Günümüzde gerek güvenilirlikte sistem modellemesi ve iş yönetimi yaklaşımlarının uygulanmasının benimsenmesi, gerekse enstrümantasyon ve bilgi sistemlerinin daha ucuz ve daha güvenilir hale gelmesi sonucunda, bir havayolunu işletmede veya bir havacılık bakım teşkilatını maliyet-etkin olarak yönetmede bakım güvenilirliği kavramı önemli bir araç haline gelmiştir. İstatistiklere göre 2017 yılı, havacılık açısından tarihin en emniyetli dönemi olmuştur. Bu emniyet rekorunun önemli bir parçası havacılık bakım alanında bakım güvenilirliğini sürekli sağlamak üzere tanımlanan emniyet gerekliliklerini benimseyen ve bu doğrultuda çalışan makinist, teknisyen, mühendis ve yöneticilerin çabalarına atfedilebilir.

KAYNAKÇA

Barlow, Richard E., Jerry B. Fussell and Nozer D. Singpurwalla, ed. 1975. Reliability and Fault Tree Analysis, Washington, D.C.: The George Washington University.

Bris, Amaury. 2016. Scheduled Maintenance Development, Training Part N.1.2. Germany: Philotech Academy.

Demirci, Şeref, and Cingiz Hacıyev. 2010. "Durum İzlemeye Dayalı Bakımın Uçak Motor Güvenilirliğine ve Bakım Etkinliğine Etkisi." İTÜ Dergisi/d Mühendislik, 9(5): 95-106.

Dhillon, Balbir S. 2006. Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers. Boca Raton-FL: Taylor&Francis Group.

FAA. 1978. Advisory Circular, AC-120-17A Maintenance Control by Reliability Methods. FAA Department of Transportation.

Gerede, Ender. 2007. "Önleyici Bakım Programlarının Tasarlanması Aracı Olarak Bakım Yönlendirme Kılavuzları." Mühendislik ve Makine 48(566): 22-31.

Gerede, Ender. 2014. "A Study of Challenges to the Success of the Safety Management System in Aircraft Maintenance Organizations in Turkey." Safety Science 73: 106-116.

Kinnison, Harry A. 2004. Aviation Maintenance Management. New York: McGraw Hill Professional.

Marusic, Zeljko, Izidor ALFIREVIC, and Omer PITA. 2009. "Maintenance Reliability Program As Essential Prerequisite of Flight Safety." Transport Engineering 21(4):269-277.

Mclinn, James. 2010. "A Short History of Reliability." Rel-Tech Group, April 28, 2010. http://ksccddms.ksc.nasa.gov/Reliability/Documents/History_of_Reliability.pdf.

Muştu, Murat ve Erhan Bütün. 2017. "Maliyet-Etkin Bir Havacılık Bakım Yönetiminin Temel Standardı: Bakım Güvenilirliği." 4.Ulusal Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kongresi Bildiri Kitabı, editörler Şamil Temel ve Alperen Doğru, 206-215. Izmir, Türkiye: UHAT Sekreteryası.

Moubray, John. 1997. Reliability-Centered Maintenance. London: Butterworth-Heinemann Ltd.

NASA. 2008. Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment. Washington D.C.

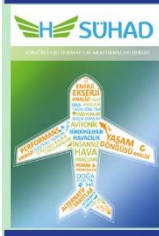
NAVAIR. 2017. "COMNAVAIRFORINST 4790.2C, Chapter 3." The Naval Aviation Maintenance Program (NAMP). Last modified January 15, 2017. <http://www.navair.navy.mil/logistics/4790/>.

Niu, Gang, Bo-Suk Yang and Michael Pecht. 2010. "Development of an Optimized Condition-Based Maintenance System by Data Fusion and Reliability-Centered Maintenance." Reliability Engineering and System Safety 95: 786-796.

Nowlan, F. Stanley, and Howard F. Heap. 1978. Reliability-Centered Maintenance. Washington, D.C.: U.S. Department of Commerce National Technical Information Service.

Ouedghiri, Driss and Stuart Baskcomb. 2015. "Design for Reliability in Aviation (A must to improve Life Cycle Cost, Safety and Availability)." In Space Safety is No Accident, edited by Tommaso Sgobba and

- Isabelle Rongier, 333-341. London: Springer Cham
- Rose, Al. 2002. "Reliability Centered Maintenance." Cadick Corporation TB014, August 1, 2002. http://www.cadickcorp.com/download/TB014-Reliability_Centered_Maintenance_White_Paper.pdf.
- Scholz, Fritz. n.d. "Statistics in Aviation Celebrating 100 Years of Flight." The Boeing Math Group, Accessed March 21, 2017. <http://www.stat.washington.edu/fritz/Reports/Daytonnew0.pdf>.
- SHGM. 2011. Emniyet Yönetimi El Kitabı. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Smith, David J. 2011. Reliability, Maintainability and Risk. UK: Butterworth-Heinemann.



TÜRKİYE SAVUNMA SANAYİİ İHRACATININ GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER

Uğur KAKAŞCI¹, Bülent ORHAN²

^{1,2}Savunma Sanayii Başkanlığı ukakasci@ssm.gov.tr, borhan@ssm.gov.tr

DOI: [10.23890/SUHAD.2018.0210](https://doi.org/10.23890/SUHAD.2018.0210)

ÖZET

Bir ülkenin politik gücünü, büyük oranda silahlı kuvvetleri ve bu kuvveti destekleyen güçlü bir savunma sanayiinin varlığı belirlemektedir. Türkiye, jeopolitik olarak dünyanın en riskli bölgelerinin birinde yer almaktadır. Maruz kaldığı tehditler nedeniyle ülkemiz, Cumhuriyetin kuruluşundan itibaren caydırıcı bir askeri güce sahip olmayı amaçlamıştır. 3238 sayılı kanun ile 1985 yılında Savunma Sanayii Müsteşarlığı'nın kuruluşu ile Türk Savunma Sanayii sektörü sürekli bir gelişme içindedir. Bunun yanında, Türk Savunma sanayiinin ürün ve pazar seçenekleri açısından oldukça büyük bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin tutarlı bir şekilde geliştirilmesi ve ihracat potansiyelinin artırılmasına yönelik yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, Savunma Sanayisinde önde gelen ülkelerin savunma sanayi ve ihracat modelleri göz önünde bulundurularak mevcut savunma sanayisinin ihracat etkinliğinin geliştirilmesi için öneriler ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Savunma ve Havacılık Sanayii, İhracat, Savunma ve Havacılık Sanayii Yapılanması.

PROPOSALS FOR THE DEVELOPMENT OF TURKISH DEFENSE INDUSTRY EXPORTS

ABSTRACT

The political power of an country is substantially determined by the existence of military forces and a strong defense industry that supports this force. Turkey is located in one of the world's most geopolitically risky region. Our country aims to have a deterrent military power due to the threats from the foundation of the Republic. With the law numbered 3238, in 1985, the establishment of the Undersecretariat of Defense Industry and the Turkish Defense Industry sector are in a continuous development. In addition, Turkish defense industry has a considerable potential in terms of product and market options. There is a need for new ways to improve this potential consistently and to increase export potential. This study examines the defense industry and export models of the leading countries in the Defense Industry and presents a new model proposal for increasing the export competence of the existing defense industry in our country.

Keywords: Defence and Aerospace Industry, Defence and Aerospace Industry Reconstruction

1. GİRİŞ

Bir ülkenin politik gücünü, büyük oranda silahlı kuvvetleri ve bu kuvveti destekleyen güçlü bir savunma sanayiinin varlığı belirlemektedir. Türkiye, jeopolitik olarak dünyanın en riskli bölgelerinin birinde, savaşların yaşandığı bir coğrafyanın tam ortasında yer almaktadır. Maruz kaldığı tehditler nedeniyle ülkemiz, Cumhuriyetin kuruluşundan itibaren caydırıcı bir askeri güce sahip olmayı amaçlamıştır.

Bu kapsamda, çeşitli kanallardan tedarik edilen savunma araçlarının kullanılmasında yaşanan müdahaleler, sınırlamalar nedeniyle, 1980'lerin başından itibaren, milli, yerli ve dışa bağımlı olmayan bir savunma sanayii alt yapısının

kurulmasına ilişkin stratejilere ağırlık verilmiştir. 1985 yılında 3238 sayılı Kanun'la "Savunma Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı" (SAGEB) kurulmuş, daha sonra Başkanlık 1989 yılında 390 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) olarak yeniden yapılandırılmıştır. SSM'nin kuruluşu ile bir devlet politikası olarak ele alınan Türk Savunma Sanayii sektörü, sürekli gelişme göstererek küresel pazarda faaliyet gösterebilme yetkinliğine erişmiştir.

Türkiye'nin Stratejik Vizyonu 2023 Projesinde (TASAM, 2008) belirtilen 10 stratejik sektör arasında savunma sanayii 2'nci sırada yer almaktadır. Türkiye'nin 2023 savunma sanayii vizyonu "Geliştirdiği teknolojiler ile ürettiği silah ve askeri araç-gereç ve mühimmatı büyük çapta ihraç eden ve bunu ciddi bir ekonomik değere dönüştüren ülkelerden biri olmaktır." şeklinde belirtilmiştir. Bu karar gereğince, 2000'li yılların başlarında Türkiye'nin kendi savunma ihtiyaçlarını karşılama oranı yaklaşık %25 iken, 2016 itibarıyla bu oran %75 seviyesini aşmıştır (SSM, 2016). Bu zamana kadar genel anlamda başarılı sayılabilecek mevcut yapı ve stratejilerle, Türk Savunma Sanayii uluslararası rekabet ortamında sürdürülebilir rekabet üstünlüğüne ulaşabilme yolunda hızla ilerlemektedir. Bu kazanımların sürdürülmesinin ülke savunması ve ekonomisi açısından çok önemlidir. Bu nedenle, ihracat konusunda mevcut potansiyel yitirilmeden, ihracatı artırmaya yönelik yeni düzenlemelere gidilmesinin önemli olduğu değerlendirilmektedir.

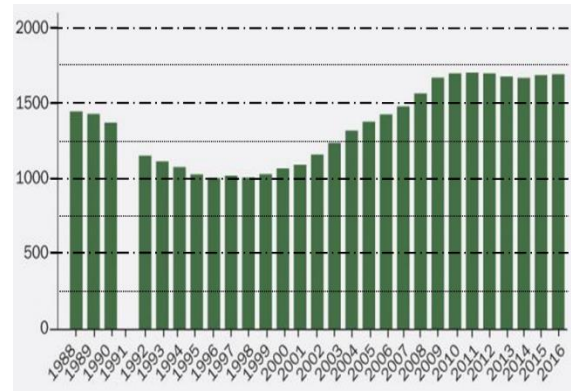
2. SAVUNMA SANAYİİ PAZARI

Dünya ekonomisine genel bir perspektifle bakıldığında, savunma sanayisinin dünya ekonomisindeki yeri, büyüklüğü ve önemi dikkat çekicidir. Dünya siyasetinde yaşanan gelişmeler, kurulan ortaklıklar ve uluslararası siyasette yaşanan rekabet ile ABD ve Rusya'nın başını çektiği savunma ve havacılık sanayisinin gelişimi hız kazanmıştır. Dünya genelindeki silah satışlarını 5 yıllık dönemler halinde inceleyen "Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI)", son 5 yıl içinde silah ihracatında, bir önceki 5 yıla göre % 8.4'lük artış kaydedildiğini bildirmiştir. SIPRI verilerine göre Küresel Savunma harcamaları 1990'lı yılların ortalarından itibaren artış göstermiş ve Şekil-1'de görüldüğü üzere son 7 yıl içinde 1.500-1.750 Milyar ABD Doları bandında yer almaktadır. (SIPRI, 2016).

SIPRI tarafından ilk 10 büyük silah ihracatçısı ülke ile ihracat hacimleri hibe ile verilen silahlar hariç Tablo.1'de verilmiştir. Dünyanın en büyük silah ihracatçıları olan ABD, Rusya, Çin, Fransa ve Almanya'nın, toplam silah ihracatının yüzde 74'üne yön verdiği Şekil 2'de görülmektedir. Defence News tarafından belirlenen ilk 10 büyük silah üreticisi firma ise Çin firmaları hariç Tablo.2'de verilmiştir. Tablo 2'de gösterdiği üzere, Defence News Top 100 listesinde bulunan ilk 10 firma ABD, İngiltere, AB, Fransa ve İtalya'ya ait firmalardır ve ilk 10 büyük silah ihracatçısı devletleri gösteren Tablo 1 ile uyduğu görülmektedir. Şekil.3'de ilk 10 büyük silah ithalatçısı ülke ve payları yer almaktadır. Savunma ve havacılık sanayii pazarı uluslararası rejimlere ilave olarak belirli büyük devletler tarafından uygulanan ticari ambargolar ile kontrol edilmekte, ülkelerin çoğu zaman ticari tercihleri kısıtlanmaktadır. ABD ve Rusya, süper güç olmanın

sağladığı üstünlük ile müttefik ülke silahlı kuvvetlerinin silah tercihlerini önemli ölçüde etkilemekte ve şekillendirebilmektedir. Soğuk Savaş döneminde her iki kutupta yer alan devletlerin silahlı kuvvetlerinin envanterlerine ABD ve Rusya üretimi savunma ve havacılık sanayii ürünleri egemen olmuştur. Bununla birlikte, Orta Doğu ve Afrika'daki eski sömürge devletlerinin ordularında İngiltere, Fransa, İtalya gibi devletlerin hem askerî gelenekleri, hem de teçhizat ve silahları egemen durumdadır.

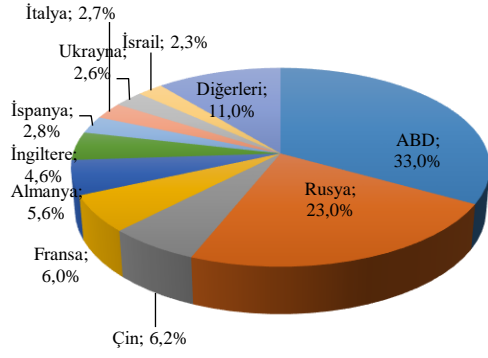
Bu devletler oluşturdukları ihracat mekanizmalarının yanında politik, askerî ve ekonomik güç vasıtalarıyla pazarı şekillendirmektedir. Bu durumda yeni aktörlerin, pazarın büyük tedarikçileri ile hem kalite hem de fiyat bakımından rekabet edebilmesi güçlükle mümkün olmaktadır. Güçlü konsorsiyumlar tarafından paylaşılan savunma sanayii pazarının, serbest rekabet koşullarına açık olmadığı görülmektedir. Çin, Hindistan, Kore gibi yeni aktörler dengeleri değiştirmeye çalışmaktadır.



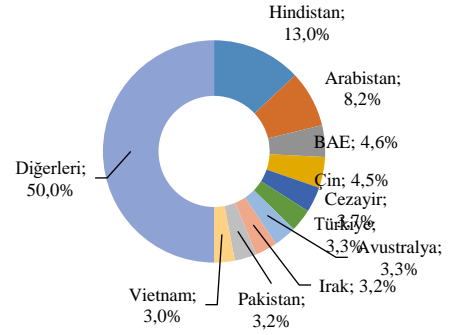
Şekil.1: Küresel Savunma Harcamaları (Milyar ABD Doları)

Tablo.1: İlk 10 büyük silah ihracatçısı ülke (SIPRI, 2016)

Sıra	Ülke	2012-2016 yılları arası Hacim (Milyon ABD Doları)
1	ABD	47,169
2	Rusya	33,186
3	Çin	8,768
4	Fransa	8,561
5	Almanya	7,912
6	İngiltere	6,586
7	İspanya	3,958
8	İtalya	3,823
9	Ukrayna	3,677
10	İsrail	3,233



Şekil.2: Küresel Savunma İhracatı Payları



Şekil.3: Silah İthalatı Payları (2012-2016 yılları arası)

Tablo.2: İlk 10 büyük silah ihracatçısı firma (Defence News, 2017)

Sıra	Firma	Ülke	2016 yılı Askeri Satış (Milyon ABD Doları.)
1	Lockheed Martin	ABD	43,468.00
2	Boeing	ABD	29,500.00
3	BAE Systems	İngiltere	23,621.84
4	Raytheon Company	ABD	22,384.17
5	Northrop Grumman	ABD	20,200.00
6	General Dynamics	ABD	19,696.00
7	Airbus	AB	12,321.00
8	L3 Technologies	ABD	8,879.00
9	Leonardo	İtalya	8,526.22
10	Thales	Fransa	8,362.00

3. TÜRKİYE' DE MEVCUT DURUM

Türk savunma sanayisini, yapısal özellikleri ve nitelik bakımından göstermiş olduğu aşamalar itibarıyla dört dönemde incelemek mümkündür: Cumhuriyetin ilk yıllarına karşılık gelen Birinci Dönem (1923-1951), Türkiye'nin NATO'ya girmesi ile Kıbrıs Barış Harekâtı arasında kalan İkinci Dönem (1952-1973), Kıbrıs Barış Harekâtı sonrasında kritik ihtiyaçların millî imkânlarla karşılanmasına yönelik olarak tam bir sistemik bütünlüğün sağlanamamasına karşın yeniden yapılanma gayretlerine odaklanılan Üçüncü Dönem (1974-1984) ve Yeniden yapılanma çalışmalarının tamamlanmasını müteakip uluslararası pazarlarda rekabet kabiliyetinin kazanılmaya başlandığı ve Savunma Sanayi Müsteşarlığının dönemin ihtiyaçlarına göre düzenlenerek kurulduğu günümüze kadar devam eden dördüncü dönem (1985-2016).

Bu noktadan hareketle, milli bir savunma sanayii altyapısının tesisine ilişkin politikaların tespiti ve bu politikaları tatbik etme yetki ve sorumluluğuna sahip mekanizmaların oluşturulmasına 1980'lerde ağırlık verilmiştir. Bu amaca uygun 1985 yılında 3238 sayılı Kanun'la "Savunma Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı" kurulmuş, daha sonra Başkanlık, 1989 yılında 390 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) olarak yeniden yapılandırılmıştır. 3238 sayılı Kanun ile Savunma Sanayii Yüksek Koordinasyon Kurulu, Savunma Sanayii İcra Komitesi, SSM ve Savunma Sanayii Destekleme Fonu oluşturulmuştur. 2017 yılında, Savunma Sanayii Müsteşarlığı'nın faaliyet alanlarına ilişkin birtakım düzenlemeler yapılarak 696 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile Cumhurbaşkanlığı'na bağlanması kararlaştırılmıştır. 15 Temmuz 2018 tarihli Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Savunma ve Sanayi Müsteşarlığı Savunma Sanayii Başkanlığı'na dönüştürülmüştür.

SSB'nin görevlerinin başında mevcut milli sanayii, savunma sanayii ihtiyaçlarına göre yeniden organize ve entegre etmek, yeni teşebbüsleri teşvik ve bu entegrasyona ve ihtiyaçlara göre yönlendirmek, yabancı sermaye ve teknoloji katkısı imkanlarını araştırmak, teşebbüsleri yönlendirmek, bu konudaki Devlet katılımını planlamak ile Savunma sanayii ürünleri ihracatı ve ofset ticareti konularını koordine etmek bulunmaktadır (SSM, 2016).

Bu amaçla kullanılan en büyük enstrüman Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (TSKGV) olarak görünmektedir. Vakfın amacı "Türk Milli Harp Sanayisinin geliştirilmesi, yeni harp sanayi dallarının kurulması, harp silah araç ve gereçlerinin satın alınması suretiyle; Türk Silahlı Kuvvetlerinin savaş gücünün artırılmasına katkıda bulunmak üzere; Türk vatandaşlarının maddi ve manevi desteğini sağlamaktır". Vakfın bir kuruluş kanunu olup, kurucuları arasında Milli Savunma Bakanı, Genelkurmay Başkanı, MSB ve SSM Müsteşarı bulunmaktadır (TSKGV, 2017). 696 sayılı KHK ile yapılan düzenleme ile Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı bir müteveli heyetle yönetilmesi ve bu müteveli heyetin başkanlığını Cumhurbaşkanlığı'nın yapması kararlaştırılmıştır. Ayrıca, müteveli heyette, Milli Savunma Bakanı, Genelkurmay 2'nci Başkanı, Savunma Sanayii Başkanı ve Milli Savunma Bakanlığı Müsteşarı bulunacaktır.

Sektörü yönlendiren bir diğer kurum kısa ismi SaSaD olan, Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği'dir. 1990 yılında Ankara'da kurulan derneğin amacı; "Savunma Sanayii imalatçıları bir araya getirerek; Türk Savunma Sanayii'nin; bir bütünlük içinde kurulup, topyekûn Türk savunma sanayii ile birlikte geliştirilmesi ve zamanla dünyada mevcut ve kurulmakta olan ileri savunma, havacılık ve uzay sanayileriyle bütünleşebilecek üreticilik ve teknolojik olgunluk seviyelerine çıkarılabilmesini ve bu suretle savunma, havacılık ve uzay araç ve gereçleri ihracatının geliştirilmesini" sağlamaktır. Başlangıçta 12 kurucu üye ile çalışmaya başlayan SaSaD'ın, 2017 yılı itibarı ile 113 asil üyesi ve 75 özel üyesi bulunmaktadır (SaSaD, 2016).

Savunma ve havacılık sanayinde faaliyet gösteren ihracatçı/ imalatçıları bir araya getirmek ve sektörün ihracat kapasitesini artırmak amacıyla 2011 yılında Savunma ve Havacılık Sanayi İhracatçıları Birliği (SSİ) kurulmuştur. Ekonomi Bakanlığı'na bağlı olarak, MSB ve SSB ile de yakın işbirliği içerisinde faaliyetlerine başlayan SSİ, ana hedef olarak "Türk savunma ve havacılık sanayii firmalarının mevcut kapasitelerini daha organize bir şekilde dışa açarak sektörün pazar payını artırmak" olarak belirlemiştir. Kurulduğu 2011 yılında 60 üyesi olan SSİ'nin şu anki üye sayısı 300'ün üzerindedir (SSİ, 2016).

SSİ tarafından, kuruluş amaçları arasında yer alan "yurtdışına yönelik faaliyetler yürütür" maddesi kapsamında, ihracatın geliştirilmesi, yeni pazarlar

bulunması ve sektörün dünyada daha bilinir hale gelmesi amacıyla 2013 yılında Savunma ve Havacılık Tanıtım Grubu kurulmuştur. Türk savunma ve havacılık sektörünün yurtdışına yönelik tanıtımlarındaki yüzü olarak Haziran 2013 itibarıyla faaliyetlerine başlayan Tanıtım Grubu'nun amacı, sektörün mevcut pazarlarda süreklilik kazanmasını, hedef pazarlarda ise tanıtımını sağlamak; özellikle Türkiye'nin hedef ve potansiyel pazarlarına dönük iletişim faaliyetlerine hız vererek markalaşma, reklam-tanıtım, pazarlama ve benzeri alanlardaki girişimleriyle sektörün yurtdışı ayağını güçlendirmektir (TDA, 2017)

Mevcut durumda, Türkiye'nin Savunma Sanayii cirosu 6 Milyar ABD Dolarını aşmıştır. 2017 yılında savunma ve havacılık sanayii ihracatı bir rekorla 1.74 Milyar ABD Dolarına ulaşmıştır. Bu sonuçla Türkiye 16'ncı sırada yer alırken, Savunma Sanayii firmaları içerisinde Aselsan 57, TAI 61 ve Roketsan 98'inci sırada gösterilmektedir (Defence News, 2017).

2007-2011 yılları verilerine göre, 2012-2016 yılları arasında Türkiye'nin ihracatını %180 artırmış olması büyük başarıdır. Bununla birlikte, Türkiye, Savunma Sanayii harcamaları açısından 18'inci sırada ve en büyük silah ithalatçıları listesinde 6'ncı sırada yer aldığı görülmektedir (SIPRI, 2016). İhracatın yapıldığı ülkeler incelendiğinde, ABD, Almanya gibi devletlerin üst sıralarda yer alması, büyük bir kısmının ortak üretimlerden geldiğini göstermektedir.

Diğer yandan Türkiye İhracatçıları Meclisi (TİM) alt sektör verilerine göre ihracat birim fiyatı 2017'de 1,28 ABD Doları olarak gerçekleşmiştir. Buna karşılık, Türkiye'nin ihracatçı sektörleri içinde, görece olarak yüksek birim değer beklenen sektörlerdeki düşüklük dikkati çekmektedir. Savunma ve havacılık için birim fiyat 27 ABD Doları iken hazır giyim ve hazır giyim sektörü 15,30 ABD Doları birim fiyata ulaşmıştır. Bu durum, savunma ve havacılık sanayiinin getirisinin henüz beklenen seviyeye ulaşmadığını göstermektedir.

4. SAVUNMA SANAYİİNDE YAPILANMAYA VE İHRACATIN ARTIRILMASINA YÖNELİK ÖNERİLER

Tüm dünyada yaşanan ekonomik sorunlar Savunma Sanayii'nde de odaklanmayı, ortak üretim, ortak Ar-Ge ve şirket birleşmelerini zorunlu kılmaktadır. Yeni aktörlerin, gelişmiş veya büyük yatırım maliyeti ile elde edilebilecek ürünlerinin, Savunma Sanayii pazarın büyük tedarikçi ürünleri ile rekabet edebilmesi güçlüğüle mümkündür. Bütün dünyada savunma sanayii ve devlet organizasyonları yeniden gözden geçirilmekte, sektör yeniden yapılandırılmaktadır. Sektörün uluslararası rekabet gücünü ve sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik bu kapsamdaki düzenlemeler, ABD ve Avrupa'da özel sektör-devlet hibrit yapısıyla, Rusya, Çin ve

Ukrayna gibi ülkelerde ise devlet eliyle yapıldığı görülmektedir.

Bu kapsamda, Türkiye'nin Güvenlik ve Savunma Politikası uluslararası alanda rekabet gücüne sahip bir Türk Savunma Sanayiine ihtiyaç duymaktadır. Türkiye'nin lokomotif sektörlerinden olan Savunma Sanayiinin modern ve güçlü yapıda olması için, misyon olarak; *“İlgili kanun çerçevesinde uygulanan temel politikaya paralel olarak; yerli sanayi altyapısından azami ölçüde yararlanılması, ileri teknolojiyi yeni yatırımların yönlendirilmesi ve teşvik edilmesi, yabancı teknoloji ile iş birliği yapılması ve sermaye katkısının sağlanması, Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesi ve böylece her türlü silah, araç ve gerecin mümkün olduğunca Türkiye’de üretiminin sağlanmasının esas alınması”* öngörülmüştür. Milli bir savunma sanayii altyapısının tesisini öngören bu yaklaşımlar ile vizyon olarak; *“Özel sektöre açık, dinamik bir yapısı olan, ihracat potansiyeline sahip, yeni teknolojilere adapte olmakta güçlük çekmeyen, teknolojik gelişmeler doğrultusunda kendini yenileme kabiliyeti bulunan, Türkiye’yi başta NATO ülkeleri olmak üzere, diğer pek çok ülke karşısında sürekli alıcı konumundan çıkararak ve dengeli iş birliğini mümkün kılan bir savunma sanayii kurulması”* öngörülmektedir (SSM, 2016).

Küresel pazarlarda her ne kadar devletlerin değil firmaların rekabet ettiği görülse de, firmaların rekabet gücü devlet politikalarından doğrudan etkilenmektedir ve bu kapsamda devletin rolü oldukça önemlidir. Bu amaçla kurulan *Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (TSKGV), Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği (SASAD), Savunma ve Havacılık Sanayii İhracatçıları Birliği (SSİ)* vb. dernekler ve vakıflar sektörümüz adına büyük fayda sağlamaktadır. Diğer yandan, rekabet gücünün tek belirleyicisinin fiyat rekabetinde avantajlı konumda bulunmanın olmadığı da birçok örnekte görülmektedir. Teknolojiye dayalı, katma değeri yüksek ürünlerin üretimi de rekabet üstünlüğünü sürekli kılmak konusunda önemli olduğu anlaşılmaktadır. Sürekli değişen pazar şartları, rekabetin yoğunluğu ve küreselleşme Türkiye açısından yeni yöntemlerin uygulanması gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

4.1. Türk Savunma Sanayii Holdingi'nin Kurulması

Rekabetçi bir savunma sanayii oluşturulabilmesi için doğrudan Cumhurbaşkanlığına bağlı görev yapan, Singapur'un Temasek Modeline benzer bir yapıda savunma sanayii şirketlerinin stratejik hedeflerini belirleyen, sektöre yön veren, yatırımları düzenleyen, sivil-askeri pazar bağlantısını kuran, ihracatı artırmak üzere çeşitli politikalar ve hedefler belirleyen, bütün bu işlemler sırasında devletin gücünü doğrudan kullanabilen, bağımsız bir holding kurulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Sonuçta, sektörün sürdürülebilirliği ve buna bağlı

olarak ihracatın kişilere ve kurumlara bırakılması yerine daha yukarıdan ve organize bir biçimde yönetilmesi gereken bir konu olduğu değerlendirilmektedir. Örneğin, Temasek Holding, DBS Bank, SingTel, Singapore Airlines ve Keppel Corporation'ın aralarında bulunduğu birçok büyük şirkete sahiptir. Temasek, mülkiyet kontrolünü CEO'ları atayarak ve performanslarını izleyerek uygulamaktadır. Bir şehir devletinin, gelişmekte olan bir üçüncü dünya ülkesinden, ekonomik merkez olarak başarıyla dönüşmesi Temasek modeline atfedilmiştir (Chang, 2016). Bu modeli örnek olarak reform faaliyetlerini sürdürmeye çalışan Rusya'da *“State Corporation for Assistance to Development, Production and Export of Advanced Technology Industrial Product”* (ROSTEC), Çin'de *“State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council”* (SASAC) veya Ukrayna'da *“Ukrainian Defense Industry”* (Ukroboronprom) askeri-endüstriyel komplekslerin ve işletmelerinin yönetimini üstlenmektedir. Her bir ülkenin ilgili şirketine bağlı olarak görev yapan ve tek merkezden ihracat faaliyetlerini sürdüren şirketleri (Rosoboronexport, Ukrspecexport, vb.) de bulunmaktadır. Ancak, Türkiye için, Çin, Rusya veya Ukrayna'da olduğu üzere tamamen devletçi bir yaklaşım yerine hibrit bir sistem daha uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Bu yeni yapılanma sayesinde:

- Özel sektör, TSKGV firmaları, askeri fabrikalar ve bakım üslerinin tek merkezden etkin koordinasyonunun yapılabileceği,
- Benzer alanlarda görev yapan TSKGV şirketlerinin (ve gerekiyorsa diğer şirketlerin) birleştirilerek daha güçlü mali yapı ve teknik imkânlarla sahip, rekabet gücü daha yüksek şirketler oluşturulmasının sağlanabileceği,
- Sektör (havacılık ve uzay, kara araçları, deniz araçları vb.) bazında kümeleşmenin gerçekleştirilebileceği,
- Hedef pazarların ve ihracatın tek merkezden daha etkin yönetilebileceği,
- Pazar paylaşımının ve firmaların koordinasyonunun daha etkin gerçekleştirilebileceği,
- Pazar ülkelerdeki yerel firmalarla daha kolay ortaklıklar kurulabileceği,
- Sektörün daha maliyet etkin çalışmasının sağlanabileceği,
- Farklı ürünlerin (örneğin, Milgem, Hürkuş, Anka, SOM füzesinin tek seferde satışı) ihracatının tek çerçeve sözleşme ile yapılmasına imkân vereceği,
- Devletten devlete satışların, takas mekanizmalarının, başka sektörlerdeki ticaret imkânlarının vb. uygulamasının daha kolay gerçekleştirilebileceği,

- Lobi, koordinasyon, ilişki kurma gibi stratejilerin bir merkez tarafından yönlendirilmesinin sağlanabileceği,
- Stratejik kararların daha etkin uygulanabileceği,
- Rekabetçi ve başarılı bir yönetim yeteneği oluşturulabileceği,
- Somut, nesnel ve gerçekçi hedeflere dayanan yol haritalarının uygulanmasının sağlanabileceği,
- AR-GE faaliyetlerine yönelik gerekli düzenlemelerin tek merkezden daha rahat yapılabileceği,
- Sektördeki firmaların savunma sektörü dışında nitelikli iş yapmalarını sağlayacak bir politika benimsemelerine yönlendirilebileceği,
- Daha fazla KOBİ ve yan sanayii kullanımının sağlanabileceği,
- Kazandıran ortaklıkların (JV, Yabancı Ortak, Konsorsiyum vb.) farklı alanlar için tek seferde kurulabileceği,
- Pazar ülkelerin ofset imkânlarının etkin değerlendirilebileceği,
- Kredilendirme ve fonlama sisteminin daha kolay uygulanabileceği,
- Lojistik desteğin daha etkin sağlanabileceği,
- İhraç kısıtları ve kaynağın tek elden yönetiminin gerçekleştirileceği,
- Gerekli mevzuatın düzenlenmesi sonrasında, hibe, ihtiyaç fazlası satış gibi işlemlerin etkin koordinasyonunun sağlanabileceği,

değerlendirilmektedir.

Yeniden yapılanma ve buna yönelik stratejilerin ve politikaların geliştirilmesi, Rusya'yı 2007'de 630 Milyar Ruble zararda iken 2016 yılında 35 Milyar ABD Doları satış ile dünyanın 2'nci büyük silah ihracatçısı konumuna getirmiştir. Benzer şekilde, Çin Savunma Sanayii 2008'de 6,5 Milyar ABD Doları net karı varken, 2016 yılı itibariyle 31 Milyar ABD Doları net kar ile hızla büyüyen dünyanın 3'üncü büyük silah ihracatçısı durumundadır. Ukrayna kısıtlı imkânlarla sahip olmasına ve Rusya ile yaşadığı sıkıntılara rağmen neredeyse Türkiye'nin 4 katı silah ihracatına sahiptir (SIPRI, 2016).

Etkin bir şirket yapılanması için Çin'in "*Commercial Aircraft Corporation of China*" (COMAC) firması örnek gösterilebilir. COMAC firması Çin'in büyük ticari yolcu uçağı projelerini yönetmektedir. Sivil uçak ve ilgili ürünlerin araştırma, geliştirme, üretim ve uçuş testlerinin yanı sıra pazarlama, servis, kiralama ve sivil uçakların operasyonlarının hepsini içeren modern bir yönetim sistemine sahiptir. Bu amaçla, şirketin 9 ayrı alt şirketi bulunmaktadır. Tasarım, araştırma ve geliştirme merkezi olarak *Shanghai Aircraft Design & Research Institute* ve *Beijing Aeronautical Science & Technology*

Research Institute, üretim ve nihai montaj merkezi olarak *Shanghai Aircraft Manufacturing Co. Ltd.*, müşteri hizmetleri ve lojistik desteğin sağlanması için *Shanghai Aircraft Customer Service Co. Ltd.*, uçuş test merkezi olarak *Shanghai Aviation Industrial (Group) Co. Ltd.*, iletişim merkezi olarak *Shanghai Commercial Aircraft Magazine Co. Ltd.* bulunmaktadır. *COMAC Sicuan Branch* ve *COMAC America Corporation* adı altında ofisleri bulunmaktadır. Ayrıca, Şangay'da bir finansal servis merkezi kurulmuştur. *Chengdu Airlines Co., Ltd.* ve *SPDB Financial Leasing Co. Ltd.* firmalarında ortaklığı bulunmaktadır. Nihayetinde, COMAC Çin Savunma Sanayii yapılanmasının bir parçası olarak SASAC'a bağlı görev yapmaktadır (COMAC, 2017).

4.2. Koordinasyon Kurulu Oluşturulması

Savunma Sanayii İhracat performansının artırılması için daha yukarıdan ve organize bir biçimde adım atılması gerekmektedir. İhracat tüm ülkeye yapılabilecek bir faaliyet gibi anlaşılmalıdır.

Sanayimizin ithalat bağımlılığını azaltacak, rekabet gücünü artıracak programların hayata geçirilmesi amacıyla çalışmalar yürütmek üzere ekonomiden sorumlu Başbakan Yardımcısı başkanlığında; Bilim, Sanayi ve Teknoloji, Ekonomi, Gümrük ve Ticaret, Kalkınma ve Maliye Bakanları ile gündemdeki konulara göre ilgili bakanların katılımından oluşan "Yerlileştirme Yürütme Kurulu" 24 Ocak 2018 tarih ve 2018/1 Sayılı Başbakanlık Genelgesi ile oluşturulmuştur. Kurulun sekreteryaya hizmetlerinin Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Müsteşarı tarafından gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır. Söz konusu Kurulun çalışmaları ile ortak akıl oluşturulması, yurt içi sanayimizin uluslararası pazarlara entegre olarak geliştirilmesi, orta-yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerin sanayi ve ihracatımız içerisindeki payının artırılması hedeflenmiştir. Kurula ilgili tüm bakanlıklar ile kamu kurum ve kuruluşları katkı vermesi kararlaştırılmıştır.

Mevcut yapıda, bu kurulun çalışmalarının genişletilerek tüm savunma sanayisini kapsayacak şekilde, yol haritaları ve stratejilerin belirlenmesi adına bir koordinasyon kurulu oluşturulması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu kurulun, Cumhurbaşkanlığı başkanlığında Bakanlıklar, Türk Savunma Sanayii Holdingi, Genelkurmay Başkanlığı, Milli İstihbarat Teşkilatı, SSB, Akademik Danışma Kurulu, Üniversiteler, Araştırma Merkezleri ve Enstitüler ile diğer belirlenecek temsilcilerden oluşması faydalı olacaktır.

4.3. Devletin Daha Katılımcı Rol Üstlenmesi

Gelişmiş ülkeler, savunma sanayisini ulusal egemenliğin bir şartı olarak görmektedir. Bu nedenle, savunma sanayii sektörünü devletçi bir yaklaşımla bizzat yönlendirmekte ve desteklemektedir. Savunma teknolojilerinin

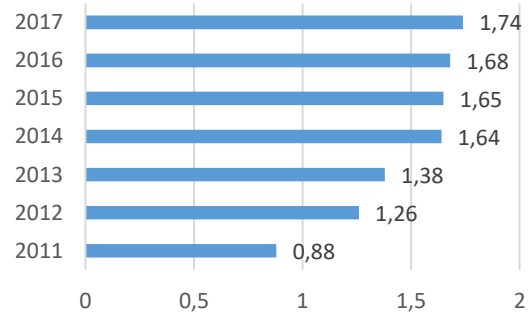
gizliliğini yasal düzenlemelerle korumakta ve savunma tedariklerini, herhangi bir serbest ticaret gibi değerlendirmemektedir. Örneğin, ABD'de savunma sanayiinde %1'lik yabancı payının dahi riskli olacağı ve hükümetin mevcut yasaları uygulayarak böyle bir durumun oluşmasına meydan vermemesi gerektiği savunulmaktadır. Bu nedenle, ABD gibi gelişmiş ülkelerde, savunma sanayiinde çalışan firmalardaki yabancı sermayeyi kontrol etmek, ulusal sanayii korumak ve desteklemek yasalarla kontrol altına alınmıştır. Büyük devletler, bu durumu savunma sanayii ürünlerinin ihracatında da göstermektedir. Çünkü söz konusu silah satışları sadece bir alışverişten ibaret olmayıp, aksine siyasi ve stratejik yönleri çoğu zaman ekonomik boyutundan daha önemli olmaktadır. Tedarikçi ülke, ekonomik kazanç elde etmesinin yanı sıra alıcı ülkeyle yoğun bir siyasi ilişki içine girmektedir.

Türk Savunma Sanayii'nin satışlarının artırılması yönünde, sivil ve askeri diplomatik görevlilerin (pazar ülkelerde açılacak ilgili ofislerle birlikte) savunma ürünleri ihracatına yönelik daha etkin lobi faaliyetlerinde bulunmaları ve sektörün tüm paydaşlarına gerekli veri akışını sağlamaları gerekmektedir. SSB tarafından çeşitli ülkelerde açılan ofislerin ne kadar faydalı olduğu çeşitli vesileler ile anlaşılmıştır. Boeing, Lockheed Martin, Airbus, BAE gibi büyük firmaların silah satışına, ilgili ülkenin Silahlı Kuvvetleri de aktif olarak destek vermektedir.

Ayrıca, Afrika ve Orta Doğu pazarı dâhil gelişmekte olan pazarlarda yer alan bazı ülkeler karşılarında güvence olarak devlet garantisini görmeyi arzulamaktadırlar. Bu ise devletten devlete satış veya doğrudan firma üzerinden yapılan satışlarda devlet garantisinin verilebilmesi isteğini gündeme getirmektedir. Ülkemizde böyle bir uygulamanın yasal zemini bulunmamaktadır. Bu uygulamaya imkân verecek yasal uygulama mevzuatının oluşturulması ihracat potansiyelini artıracaktır.

4.4. Farklı Ticaret Yöntemleri için Gerekli Altyapının Oluşturulması

Dünyada ve Türkiye'de savunma sanayii ürünlerinin gelişme süreci ve pazar büyüklüğü farklı ticaret yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu durum, dünyada iyi bir pazar payı elde etmek açısından önem teşkil etmektedir (Şekil 4). Kredilendirme, ofset, takas gibi uygulamalar bu açıdan önem kazanmaktadır. Bu kapsamda öneriler aşağıda sunulmuştur.



Şekil.4: Yıllara sair savunma sanayii ihracatımız (6 Milyar ABD Doları)

4.4.1. Türk savunma finansman sistemi kurulması

Gelişmiş ülkeler, kendi ülkelerinden yapılacak ihracatın artırılması amacıyla, ülkesinden ithalat yapacak firmalara, ilgili İhracat Kredi Kuruluşları aracılığıyla finansman sağlayan krediler sunmaktadır. Bu krediler, vadesinin uzun olması ve faizinin nispeten daha düşük olması nedeniyle banka kredilerine göre daha avantajlıdır. ABD, özellikle FMS kanalı ile tedarik edilmesi durumunda, müşteri ülkelere/kuruluşlara geri ödemesiz FMS kredisi, geri ödemesiz FMS Kredisi veya hibe kaynaklı Askeri Yardım Programlarından faydalandırmaktadır. Almanya'nın Hermes Finansman Desteği azami 5 yıl vadeli olabilmekte ve ithalatçı ve ihracatçı arasında yapılan satış sözleşmesinin % 85'ini finanse etmektedir. Sözleşme tutarının geri kalan %15'lik kısmı ise ithalatçı tarafından peşin olarak ödenmektedir. Finansman Desteğinin geri ödemesi sabit taksitler halinde altı aylık devrelerle yapılmaktadır. Almanya, Suudi Arabistan'a sattığı 100 hücum botluk (1.9 Milyar ABD Doları) ihalede Hermes Kredisini kullanmıştır (Spiegel, 2014). Benzer biçimde, Meltem-1 Projesi kapsamında Sahil Güvenlik Komutanlığı için tedarik edilen 3 adet CN235-100M kargo uçakları için İspanya'nın "Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, S.A." (BBVA) Bankası Kredisi kullanılmıştır. BBVA İspanya'da birçok Savunma Sanayii Projesi'ni kredilendirmektedir.

Diğer yandan, dost ve müttefik ülkelerin, birçoğu Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinde yer alan Türk Savunma ve Havacılık Sanayii ürün ve hizmetlerini tercih etmek için zaman zaman finansman desteğine ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Eximbank kredileri diğer ülke örnekleri ile karşılaştırıldığında sektör açısından yetersiz kalmaktadır. Uzun vadeye yayılmış, belirli bir süre ödemesiz, uygun şartlarda bir kredinin söz konusu durumlarda önem taşıdığından hareketle ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliğiyle firmalarımızın sistematik olarak kullanabileceği bu tür bir kredi mekanizması tasarlanması ve uygulamaya alınması planlanmaktadır. Türkiye'nin yabancı devletlere kredi açması konusunda mevcut düzenlemeler ve uygulamaların detaylı ve kapsamlı olarak

incelenmesi sonrasında ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon sağlayarak savunma ve havacılık sanayisinin etkin şekilde yararlanabileceği yeni bir finansman destek modeli oluşturulması hedeflenmektedir. Bu bağlamda geliştirilecek model önerisinin ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından değerlendirmeye alınması ve sahiplenilmesi için gerekli koordinasyon SSB tarafından sağlanmasına karar verilmiştir. Türkiye'nin de böyle bir finansman desteği sistemine ivedilikle sahip olmasının, özellikle 3'üncü dünya ülkelerine satışlarda avantaj sağlayacağı değerlendirilmektedir.

4.4.2. Devletten devlete satış için gerekli altyapının oluşturulması

Devletten devlete satışlar, ABD, Rusya, Çin gibi pazar payı yüksek ülkelerin uyguladığı yöntemlerdir. Türkiye'nin de kullandığı “*Foreign Military Sales*” (FMS) bunlardan birisi olup, ABD tarafından uygulanan ve dost yabancı ülkelere askeri malzeme ve hizmet transferine olanak sağlayan ABD Güvenlik Yardımı kapsamına giren programlardan birisi olup bazı sistemlerin satışı için FMS tedariki tek alternatiftir. Yıllık ortalama 40 Milyar ABD Doları satış bu yolla gerçekleştiği bildirilmektedir (DSCA, 2015). Devletten devlete satış, özellikle proje yönetimi hususlarında zayıf olan pazar devletler için avantajlı görülmektedir. Satıcı ülkenin garantisi de bulunduğu için alıcı kendini daha rahat hissetmektedir.

Türkiye’de, 3212 sayılı “*Silahlı Kuvvetler İhtiyaç Fazlası Mal Ve Hizmetlerinin Satış, Hibe, Devir ve Elden Çıkarılması; Diğer Devletler Adına Yurt Dışı ve Yurt İçi Alımların Yapılması ve Eğitim Görecek Yabancı Personel Hakkında Kanun*”u bulunmaktadır. Söz konusu kanunun, yabancı askeri satış tanımının sadece bir cümle içerisinde dolaylı yer aldığı için devletlerarası askeri satış sürecine yönelik yeterli hukuki zemini oluşturmadığı görülmektedir. Bu yöntem, şimdiye kadar bazı eğitimlerin verilmesi dışında neredeyse hiç kullanılmadığı dikkate alındığında devletten devlete satış faaliyetlerinin artırılması için gerekli hukuki zemini oluşturmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

4.4.3. Sivil ofset olanaklarının geliştirilmesi

Türkiye'nin büyük enerji ve madencilik projeleri ve THY'nin çok sayıda yolcu uçağı alımı gibi tedarik faaliyetleri gibi sivil alana yönelik bulunmaktadır. Söz konusu proje ve alımların Savunma Sanayii'ne pazar oluşturulması için fırsat olarak kullanılabilirliği değerlendirilmektedir. Bu nedenle, askeri projelerde “Sivil Ofset” kavramının uygulamaya konulmasına ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

4.4.4. Barter/Takas mekanizması için gerekli altyapının oluşturulması

Dünyada barter/takas sistemi oldukça yaygın kullanılmaktadır. Özellikle yeterli finansman bulamayan ülkeler, bu yolu sıklıkla kullanmaktadır. Örneğin, Birleşmiş Milletler ambargosu sırasında, Rusya'nın Arjantin'e sattığı 12 adet kullanılmış savaş uçağına karşılık buğday ve sığır eti alınmıştır (Defence World, 2015). Diğer bir örnekte, Rusya Cezayir'e sattığı askeri ürünlerin karşılığında Petrol ve Gaz Şirketlerinin Cezayir'in zengin yeraltı kaynaklarını kullanma hakkı etmiştir. Cezayir, elde ettiği gelirden Rusya'ya düzenli olarak ödeme yapmıştır. Yakın zamanda, Rusya tarafından, Endonezya ile 11 adet Su-35 uçağı'nın kahve, palm yağı ve bazı başka ürünlerle takası hususunda anlaşığı bildirilmiştir (Defence News, 2017). Türkiye'nin petrol, gaz, maden vb. ihtiyaç duyduğu ürünlerle savunma sanayii ürünlerini takas yapabileceği değerlendirilmektedir. Bu yönde yasal düzenlemelerin yapılması ve buna yönelik mekanizmalarının geliştirilmesinin önemli olduğu değerlendirilmektedir.

4.4.5 Karşılıklı mal ve hizmet tedariki modelinin geliştirilmesi

Bu model, ülkelerin karşılıklı kazan-kazan durumudur. En yakın örneği İtalya ve İsrail arasında yaşanmıştır. İsrail'in aldığı 30 adet M-346 eğitim uçağına karşın İtalya 1 adet OPSAT-3000 yüksek çözünürlüklü askeri gözlem uydusu ve 2 adet Havadan Erken Uyarı (CAEW) sağlamıştır. İsrail'in sağladığı sistemler için İtalyan firmalarının (Telespazio ve Selex firmaları) ve İtalya'nın sağladığı sistemler için İsrail Firmalarının (IAI Elta ve Elbit firmaları) iş payı almaları sağlanmıştır. İsrail ve İtalya benzer şekilde eğitim helikopterleri satışına karşılık söz konusu helikopterlerin 20 yıl boyunca bakım ve idamesine yönelik Elbit firmasının kabiliyet kazanmasına yönelik görüşmeler yapmaktadır (The Times of Israel, 2016). Türkiye'nin Ukrayna, Azerbaycan, Pakistan gibi ülkelerle benzer çalışmalar yapabileceği değerlendirilmektedir.

4.4.6. Tasarımdan lojistik desteğe ihracat felsefesinin yerleştirilmesi

Savunma sanayii ürünlerinin ihracatında başarıya ulaşmak için, tasarımdan lojistik desteğe kadar ihracat felsefesinin yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla;

- Ürün geliştirme faaliyetlerinde yurt içi pazardaki isterler yanında, küresel pazardaki taleplerin dikkate alınmasının,
- İhracatı engelleyen alt sistem veya teknolojilerin projelendirilmesi ve lisans kısıtları olmayan alternatif tedarikçilere yönelmenin,
- Savunma stratejisi ve teknoloji yol haritaları ile uyumlu olarak AR-GE projelerinin desteklenmesinin,

- İhtiyaçların belirlenmesinden envanterden çıkarılmasına kadar geçen zaman boyunca, tedarik ve lojistik süreçlerini yönetecek kapsamlı bir yapılanmaya gidilmesi ve bu amaçla “Ömür Devri Yönetimi” yaklaşımının tam olarak uygulanmasının,
- Kritik teknolojilerin ve buna bağlı olarak teknoloji yönetiminin SSM, TSK, araştırma enstitüleri, firmalar, üniversiteler arasında tartışıldığı ve paylaşıldığı bir yapıya geçişin sağlanmasının,
- Sektörde yer alan ana ve alt yüklenicilerin uluslararası rekabetin gereklerine uygun olarak yapılandırılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

4.4.7. TSK altyapısı ve stoklarının kullanılmasına ilişkin gerekli altyapının oluşturulması

Yakın dönemde, TSK'nın yapı ve işleyişi olmak üzere, Türkiye'nin savunma ve güvenlik mekanizması önemli yapısal değişikliklere tabi tutulmuştur. Bu dönüşüm ile askeri bakım, ikmal merkezleri ve tersanelerin ekonomiye daha çok katkı yapacak şekilde maliyet-etkin çözümlerle işletilmesine yönelik tedbirler alınması için uygun bir yönetim şekline kavuştuğu söylenebilir. Bu tesislerin kapasitelerinin sanayii ile birlikte daha verimli işletilebilmesi için, özel sektör benzeri yönetim sistemi geliştirilerek yurt içi ve yurt dışı ihalelere katılabilme imkânının sağlanması üzerinde çalışılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. TSK'nın sahip olduğu bazı imkânların, altyapıların ve yatırımların, uygun koşullarda ve proje gereklerini karşılayacak şekilde özellikle ihraç projelerinde kullanılmasına olanak verecek düzenlemelerin yapılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca, acil durumlarda TSK stoklarının da kullanılabilecek düzenlemenin yapılmasının da, ihracata yönelik üretimin sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir.

4.4.8. Sivil-Askeri sanayii işbirliğinin artırılması

ABD, Almanya, Çin, Fransa gibi devletler sivil sektörü savunma sanayiinin bir parçası olarak görmekte, tedarik kanallarının çeşitliliğini sağlayarak mükerrer yatırımları önleyecek şekilde maliyet etkin çözümlere yönelmektedir. Çin'in en büyük başarısı olarak, sivil-askeri sektör birleşmesi olarak gösterilmektedir. Çin Devlet Başkanı Xi Jinping bir konuşmasında bu hedefi “*Ekonomimizin gelişimini ve savunma yeteneklerimizi koordine etmeliyiz. Ülkemizi müreffeh ve askeri güç haline getirmek için çabaları birleştirmeliyiz. Askeri ve sivil kalkınmanın büyük entegrasyonu ile tüm altyapı ve diğer önemli tesislerin kullanımının derinlemesine entegrasyonunu sağlamak üzere çalışmalıyız*” diye açıklamıştır (Pointe Bello, 2016). Ülkemiz sanayii altyapısının maliyet etkin

kullanımının sağlanabilmesi amacıyla bu yönde bir çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

4.4.9. Çift kullanımlı sistemlere ve teknolojilere yönelimin sağlanması

Çift kullanımlı ifadesi hem sivil ve savunma amaçlı kullanımı bulunan sistemler/teknolojiler için kullanılmaktadır. Gelişmiş devletler ve büyük firmalar çift kullanımlı sistemlere yönelmektedir. Tablo.2'de yer alan ilk 10 büyük savunma ihracatçısı firmaların hepsi sivil pazara da ürün üretmektedir. Türk Savunma Sanayii'nin, iç ve dış piyasada, sivil ürünler kapsamında ilgili diğer sektörlerle ilgili duymaması; pazar ve ürün seçeneklerini çeşitlendirmemesi büyük bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, Türkiye'nin Kalkınma Planınının 681nci maddesi olarak da belirtilmiştir: “*Savunma sanayii rekabetçi bir yapıya kavuşturulacaktır. Savunma sistem ve lojistik ihtiyaçlarının özgün tasarıma dayalı olarak ülke sanayisiyle bütünleşik ve sürdürülebilir bir şekilde karşılanması, uygun teknolojilerin sivil amaçlı kullanımı ile yerlilik oranının ve Ar-Ge'ye ayrılan payın artırılması sağlanacaktır. Belirli savunma sanayii alanlarında ağ ve kümelenme yapıları desteklenecektir.*” (Resmi Gazete, 2013) Savunma sanayiinin enerji, ulaştırma, haberleşme, sağlık, eğitim ve kent güvenliği gibi sektörün üretim alanlarına yakın ihtiyaçlarla ilişki kurabilmesinin sağlanması gerekmektedir.

4.4.10. İhracat için ürün geliştirme

Türk Savunma Sanayii'nin, TSK envanterine alınması planlanmasa dahi, ihracata dönük ürün geliştirme faaliyetleri yürütmeye başlaması ve bu hususun devlet tarafından teşvik edilmesi gerekmektedir. Böylece, Türk Savunma Sanayii firmalarının yurtdışı rekabet gücü artacaktır.

5. SONUÇ

Türkiye'nin savunma ihtiyaçlarını milli ve yerli olarak karşılayabilme çabaları sonucunda kendi savunma ihtiyaçlarını karşılama oranı 2016 itibarıyla %75 seviyesini aşmıştır. Bununla birlikte, bu oranın arzu edilen seviyelere çıkarılabilmesi için kaynakların verimli ve etkin kullanılacağı, mükerrer yatırımların önleneyeceği yeni modellere ve yaklaşımlara ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir. Gelişmiş ülkelerin ihracat yöntemleri ile son 10 yılda Savunma Sanayii ihracatını ciddi artırmış, Rusya, Çin, Ukrayna vb. devletlerin reform faaliyetleri derinlemesine incelendiği takdirde; holdingleşmenin, yol haritaları ve stratejilerin belirlenmesi adına bir koordinasyon kurulu oluşturulmasının ve bir dizi farklı ticaret yöntemleri için gerekli altyapının oluşturulmasının (devletten devlete satış, takas, yeni finansman sistemi vb.) ihracatın artırılması adına önemli olduğu değerlendirilmektedir. İhracat yukarıdan ve organize

bir biçimde tüm ülkece yapılabilecek bir faaliyet gibi görülmelidir. Türk savunma sanayiinin mevcut sorunlarını aşarak gerekli atılımı yapabilmesi için gerekli ekonomik büyümenin, büyük ölçüde küresel iş yapabilme yetkinliğinin artırılmasında olduğu değerlendirilmektedir. Bu çalışmada ortaya konulan önerilerin ülkemizde uygulanabilir hale getirilmesi için gerekli idari ve hukuki yeni düzenlemelere gidilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Chang, Sea-Jin ve Jin, Sandy Yuan (2016), THE PERFORMANCE OF STATE OWNED ENTERPRISES IN CHINA: An Empirical Analysis of Ownership Control through SASACs, <https://bschool.nus.edu.sg/Portals/0/docs/CGIO/soe-china-research-report-2016.pdf>. (Erişim 18.09.2017)
- COMAC (2017), Company Profile, <http://english.comac.cc/aboutus/introduction/>. (Erişim 18.09.2017)
- Defence World (2015), *Russia May Barter Su-24 Aircraft With Argentina For Beef, Wheat*, http://www.defenseworld.net/news/11800/Russia_May_Barter_Su_24_Aircraft_With_Argentina_For_Beef__Wheat#.Wb_PB2cUlhE. (Erişim 18.09.2017)
- Defence News (2017), Sukhois for palm oil: Russia and Indonesia announce new barter arrangement, <http://www.defensenews.com/global/europe/2017/08/08/sukhois-for-palm-oil-russia-and-indonesia-announce-new-barter-arrangement/>. (Erişim 18.09.2017)
- Defence News (2017), *Top 100 for 2017*, <http://people.defensenews.com/top-100/>. (Erişim 18.09.2017)
- Defence World (2015), *Russia May Barter Su-24 Aircraft With Argentina For Beef, Wheat*, http://www.defenseworld.net/news/11800/Russia_May_Barter_Su_24_Aircraft_With_Argentina_For_Beef__Wheat#.Wb_PB2cUlhE. (Erişim 18.09.2017)
- DSCA (2015), *Fiscal Year 2015 Sales Exceed \$47B*, <https://www.dsca.mil/news-media/news-archive/fiscal-year-2015-sales-exceed-47b>. (Erişim 18.09.2017)
- Pointe Bello (2016), *Blurred Lines: Military-Civil Fusion and the "Going Out" of China's Defense Industry*, https://static1.squarespace.com/static/569925bfe0327c837e2e9a94/t/593dad0320099e64e1ca92a5/1497214574912/062017_Pointe+Bello_Military+Civil+Fusion+Report.pdf. (Erişim 18.09.2017)
- Resmî Gazete (2013), *X. Kalkınma Planı (2014-2018)*, www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130706M1-1-1.doc. (Erişim 18.09.2017)
- SaSad (2016), *SaSad Performans Raporu 2016*, <http://www.sasad.org.tr/uploaded/Sasad-Performans-Raporu-2016.pdf>. (Erişim 18.09.2017)
- SIPRI (2016), *Trends in International Arms Transfers, 2016*, https://www.sipri.org/sites/default/files/Trends_in-international-arms-transfers-2016.pdf. (Erişim 18.09.2017)
- Spiegel (2014), *Berlin Backs Large Defense Deal with Saudi Arabia*, <http://www.spiegel.de/international/germany/germany-backing-billion-euro-defense-deal-with-saudi-arabia-a-950759.html>. (Erişim 18.09.2017)
- SSİ (2017), *Hakkımızda*, <http://www.turksavunmasanayi.gov.tr/tr>. (Erişim 18.09.2017)
- SSM (2016), *Yıllık Faaliyet Raporu – 2016*, <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Faaliyet%20Raporlar/2016%20Y%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.PDF>. (Erişim 18.09.2017)
- The Times of Israel (2016), *Final plane in billion-dollar deal with Italy lands in Israel*, <https://www.timesofisrael.com/final-plane-in-billion-dollar-deal-with-italy-lands-in-israel/>. (Erişim 18.09.2017)
- TASAM (2008), *Türkiye'nin Stratejik Vizyonu 2023 Projesi*, <http://www.tsv2023.org/>. (Erişim 18.09.2017)
- TDA (2017), *Hakkımızda*, <http://tda.gov.tr/Tda>. (Erişim 18.09.2017)
- TSKGV (2017), *Hakkımızda*, <http://www.tskgv.org.tr/>. (Erişim 18.09.2017)

HAVALİMANI YÖNETİMİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Alper Dalkıran¹

¹Hill International Inc., Maskat, Umman, alper@kobilisim.com

DOI: [10.23890/SUHAD.2018.0211](https://doi.org/10.23890/SUHAD.2018.0211)

ÖZET

Havalimanları oldukça geniş alanlara yayılmış, birbiri ile bütünleşik birçok işlevi bir arada ya da ayrı ayrı gerçekleştiren; bölümlere ayrılmış ve bu bölümlerin genellikle ayrı binalar halinde görüldüğü yerleşkelerdir. Bu yerleşkeler yolcu taleplerine bağlı olarak kullanılır. Havalimanlarının kullanılma oranı bir bölgenin ticaretinin ve ekonomisinin gerek üretim gerekse hizmet olarak ne kadar geliştiğini ve gelişeceğini anlatan bir göstergedir. Havalimanları işletme şartları düşünülerek planlanır, geleceğe dönük olarak kolaylıkla işletilebilecek şekilde tasarlanır ve yapılırlar. Sürdürülebilir bir havalimanı yönetimi, anahtar etmenlerin neler olduğunun, planlanma, tasarım, yapım ve işletme ömrü evreleri boyunca bilinmesi ile mümkün olur. Bu çalışmada, sürdürülebilir bir havalimanının hangi etmenlere odaklanarak planlanıp, projelendirilip, işletileceği geniş bir bakış açısı ile tanımlanmış; ana hatları ile ortaya konulmuş ve bütünsel bir yaklaşım içinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Havalimanı Yönetimi, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Havalimanı Tasarımı, Sürdürülebilir Havalimanı Projesi, Sürdürülebilir Havalimanı İşletimi

ABSTRACT

Airports are quite big campuses, divided into the groups of buildings, generally separated groups of buildings which are achieving lots of functions, both integrated and stand alone. These campuses are using by the demands of the passengers. Airport usage statistics should be understood as a vital index of the how the local trade, economy, production, and services developed and how this trend will develop. Airports do plan by the operational conditions, design to be operated easily in the future, and build. A sustainable airport management can be achieved by knowing of the key factors during the planning, designing, building, and operating in life cycle phases. This paper describes factors to focus for planning, projecting, and operating of the sustainable airport as a wide point of view; exposed in outlines and represented in a holistic approach.

Keywords: Airport Management, Sustainability, Sustainable Airport Design, Sustainable Airport Project, Sustainable Airport Operations

1. GİRİŞ

Havalimanı projelerinin tasarımı ve yapımı sırasında uygulanacak sürdürülebilirlik tavsiyeleri, uygulamaları ile birlikte havalimanı işletmelerini açılışından itibaren ekonomik, işletmesel, çevresel ve sosyal alanlarda artı değerler katar. Projeler ve işletmeler açısından sürdürülebilirlik ya da sürdürülebilir etkileri olan uygulamalar kavramı

sadece bir bölge için değil tüm dünyanın üzerinde düşünmesi gereken önemli bir konudur. Havalimanlarının birbiri ile hava köprüsü ile bağlanması, küresel olarak çevresel etkileri de arttırmış ve çevresel sorunların yanında işletimsel, sosyal ve ekonomik olarak kendi ayakları üzerinde durabilen, yaşanan çevreye zarar vermeyen varlıkları tanımlar hale gelmiştir. Havalimanları etrafında

yaşayan insanlar düşünüldüğünde ise, havalimanlarının bulunduğu kampüslerin yöneticilerinin aldıkları kararlar ile çevre, ekonomik ömür, sosyal alanlarda etkilerinin olduğu görülür. Bu anlamda yönetim kademeleri sürdürülebilir bir havalimanı açısından ana sorumlu haline gelir. Havalimanlarının sürdürülebilir yönetimi, yoğun sorumluluk gerektiren bir kavram haline gelmiştir. Sürdürülebilir Havalimanı Yönetimi kavramındaki temel amaç daha az zarar verilerek, ya da hiç zarar vermemek hedefiyle, bu ekonomik varlıkların ömürlerini daha uzun yıllar boyunca, kârlılıklarını koruyabilecek şekilde yenilikçi yöntemleri keşfedilerek uygulanması olmalıdır.

Sürdürülebilir Havalimanı konusunda yapılan taramalarda, havalimanlarında yenilikçi yöntemler ile hizmetlerin oluşturulabilmesi ve bu hizmetlerin yolculara sunulması konusunda havalimanlarının yapabileceklerinin listelendiği Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık Yönetiminin içerisinde yer alan Havalimanı Müşterek Araştırma Programının (Airport Cooperative Research Program – ACRP) 18 nolu raporunda Martin, havayollarının kontrol edebileceği etkenleri, yerel nüfusun harekete geçirilmesi ile başlayacağını belirtmektedir (Martin, 2009).

Bu duruma ek olarak McKelvey, yayınlamış olduğu kitapta, (Planning and Design of Airports) havalimanı planlamasını ve projelendirmesini ele almış ayrıca havalimanının standart planlama çalışmalarının dışında çevresel ve finansal etkenler olarak iki önemli noktayı da incelemiştir (Horonieff, 2010). Bu çalışma sırasında havalimanı projelerinin finansal stratejisinin neler olabileceği, nasıl planlanacağı ve bu yatırımların nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili bilgiler verilmektedir. Bununla birlikte, çevresel etkiler ekolojik ve sosyolojik etmenler etrafında incelenmiş işletme konuları ekonomik kazanımlar ile tariflenmiştir. Bütünsel bir anlamda bir bakış ile kullanıcılar ve yerel yönetimin kalkınması noktasına odaklanmıştır.

Havalimanı tasarımı ve mühendisliği hakkında yazılmış bir başka kitap (Airport Engineering), havalimanının tasarım kriterleri için trafik tahmini konusunu temel bir parametre olarak aktarılmaktadır (Ashford, 2011). Birçok tahmin ve bireysel yaklaşımın kullanılabilirliğini belirten kitap bu konuda havacılık organizasyonlarının büyüme rakamlarının ve yolcu, uçak hareketleri ve yolcu başına kat edilen kilometre gibi değerlerin detaylıca incelenmesi ve havalimanının

kurulması planlanan bölge için ekonomik koşulların değerlendirilmesini işaret etmektedir.

Trafik tahmini ile ilgili aktarılan geleneksel yöntemler aşağıdaki gibidir.

- Bilirkişi görüşü,
- Oranlar ve ulusal istatistikler,
- Trend analizleri,
- Pazar payı
- Ekonomik modeller

Bununla birlikte aşağıdaki yöntemler de tümleşik çözümlerdir.

- En yüksek sezon tahminleri,
- Rota seçimi modelleri,
- Şekilsel modeller ile yapılan tahminler

Bu açıdan bakıldığında, ICAO raporları (IATA Report, 2016) içerisinde elde edilecek bilgiler oldukça büyük önem taşır. Bu bilgilerin düzgün olarak değerlendirilmesi havalimanlarının kapasite planlamaları için can alıcı öneme sahiptir. Bu rapor içerisindeki bölgesel (Tablo 4, Sayfa 5) ve ülke içi (Tablo 5, Sayfa 6) verilerinin incelenmesi gelecek için en önemli tahminin yapılmasını sağlar. Bu tablolardaki veriler ve yatırım kararlarının tutarlı şekilde incelenmediği durumlarda havalimanı yatırımlarının geri ödemesinin tahmin edilen süreden sonra gerçekleştiği ya da hiç gerçekleşmediği görülür.

Benzer bir çalışma olan, (Kazda'nın 2007) yılında yayınlamış olduğu Havalimanı Tasarımı ve İşletmesi isimli kitapta ise havalimanı tasarımının yapılacağı trafik tahmini için birden fazla tahminin yapılmasının gerektiği vurgulanmıştır. Benzer yöntemlerin aktarılmasının yanısıra, ekonometrik modeller, seyahat tipinin de hesaplara katılması, dağıtılmış seçimlerin modellenmesi ve sunulacak hizmetin oluşturması beklenen ek trafiğin de hesaplanması gerektiğinin üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte geçmiş uçuş kayıtlarının önemine değinilmiştir.

Havalimanı tasarımı açısından önemli olan bu verilerin yanında yeşil havalimanı yapılabilmesi için bir standart olan yeşil bina sertifikasyonunun kullanılması bir yöntem olarak kullanılmalıdır. Yeşil binaların yapılması konusunda bir standart olmuş LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – Çevresel Tasarımda ve Enerjide Liderlik) havalimanlarının tasarımlarında da kullanılmaktadır (Leed, 2018). LEED, havalimanları açısından bir model olarak Sürdürülebilir Havalimanı Yönergesi (Andolino, 2013), Amerika Birleşik Devletleri,

Şikago, Havacılık Otoritesi tarafından yayımlanmış ve içerisinde çevresel etkilerin hem havalimanı planlaması hem havalimanı projesi ve de havalimanı işletmesinde hangi eylemlerle yapılması gerektiğini aktarmıştır. Bu kitap içerisinde proje ile yapılan faaliyetlerin işletme ile birlikte devamına ilişkin birçok yönerge bulunmaktadır.

Havalimanlarındaki enerji ihtiyacının nasıl karşılandığı ve havalimanlarının çevresel sürdürülebilirliği için ne çeşit bir etkiye sahip olduğu konusunda yapılan neredeyse sıfır ekserjili havalimanı incelemesinde birçok enerji yöntemi incelenmiş ve ekserji optimizasyonları ile düşük ısıtma sıcaklıklarında bu hedefe yaklaşmanın daha uygun olduğu aktarılmıştır (Kılıkış, 2016).

Havalimanlarının işletme şartları ve kullanım oranlarına göre sınıflandırılırlar. Bu anlamda az yolcuya hizmet veren küçük havalimanları ile ilgili yayınlanan, “Küçük Havalimanı Yönetimi için Rehber” isimli yayımlanmış olduğu ACRP 16 nolu raporda havalimanlarının finansal olarak bakışı, organizasyonu, işletmesel etkinlikleri, planlanması ve geliştirilmesi ile ilgili detaylar anlatılmaktadır (Grothaus, 2009). Bu genel bakış havalimanı konusunu bütünsel olarak kapsayan önemli bir belgedir. Ancak bu rapor sürdürülebilirlik konusunda bir yaklaşımda bulunmamıştır.

Sürdürülebilir Havalimanı Yönetimi konusunda Uluslararası Havalimanları Konseyi'nin (Airports Council International – ACI) 2005 yılında yayınladığı ve bütünsel yaklaşımını aktarmış olduğu yaklaşıma yönelik olarak EONS kısaltması ile tariflemiş olduğu yöntem (Economic viability, Operational efficiency, Natural resource conservation,, Social Responsibility – Ekonomik varlık, İşletme verimliliği, Doğal kaynakların korunması, Sosyal sorumluluk) havalimanlarının işletmesine yönelik bir yaklaşımdır (ACI, 2005). Bu belge ile havalimanının tasarımı LEED ile birlikte yapılması konusuna değinse de bu konuda planlama, yapım, işletmeye devir ve sonrasında da işletme açısından bir bakış açısı sağlamamaktadır.

Çalışanlar açısından ele alındığında ise havalimanları ve havacılık sektörünün çevresel etkenlerin nedenleri hakkında bilinçlenmesi ve çalışanlar dolayısıyla artabilecek çevresel etkenler bir girdi olarak kabul edilir. Bu anlamda Maleviti, yapmış olduğu çalışmada havacılık personeli arasında yapmış olduğu bir tarama çalışmasında çevresel yönetim sistemlerinde sürekli gelişime dikkat çekmiş ve

havacılık sektöründe yapılan çalışmaların çalışanlar tarafından algılanmasını araştırmıştır (Maleviti, 2017).

Havalimanlarından salınan karbondioksit miktarını sadece terminal binası olarak değil havayollarının hareketleri de dahil olarak incelemiş olan Kılıkış, büyük havalimanlarının projelendirilmesi sonrasında oluşacak çevre etkilerinin sadece havalimanı terminali ile sınırlı kalamayacağını göstermiştir (Kılıkış, 2014). Bununla birlikte havalimanı yapımı boyunca kesilecek ve sonrasındaki CO₂ salınımı dolayısıyla oluşacak toplam etkininin tahmin edilenin çok üzerinde olabileceğini göstermiştir.

Havalimanlarının sürdürülebilirliğini Yaşam Ömrü Değerlendirilmesi tekniği (Life Cycle Assessment – LCA) ile ortaya koyduğu sonuçlarında, Zanetti havacılık için önemli bir açığın kapatıldığını belirtmiştir (Zanetti, 2016). Sürdürülebilir düşüncüyü anlamak konusunda daha etkili olan LCA hesaplamalarının gelecek proje adımlarının alt bölümlere ayrılarak daha da etkin olarak kullanılabilirliğini tespit etmiştir. Bu çalışma sürdürülebilirlik konusunda daha ileri bir bakış açısı getirmesi açısından önemlidir.

Sürdürülebilir havalimanlarının önemli bileşenlerinden birisi de atık yönetimidir. Özellikle havalimanlarının en büyük çevre kirleticisi olarak hatırlanması, atık yönetiminin verimli olarak yapılması gerekliliğini ortaya çıkarır. İngiliz Havacılık Otoritesinin atık yönetiminin nasıl yapıldığını inceleyen yazısında, yazarlar bu etkinlikleri sosyal sorumluluk ile birleştirmiş ve çevresel etkilerin azaltılması için atık miktarının azaltılması, tekrar kullanımın ve geri dönüşüm çizgisinde olduğunu aktarmıştır (Pitt, 2003).

Havalimanlarının belirli parametrelere göre değerlendirilmesinin yapılması havalimanları açısından bir ölçme sistemi sayesinde kendilerini anlamasını sağlar. Baltazar'ın geliştirmiş olduğu yöntem ile işletme, yönetim, yönetmelikler, havayolları ve yolcular açısından oluşturulan bir indikatör ile havalimanları performansı ve verimliliğini ölçmeyi hedeflemiştir (Emilia, 2018). Bu çalışma içerisinde çevresel değerler incelenmiş ve bu anlamda indeksi, karbon izi, atık geri dönüşümü ve yüzdesi, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji tüketimi ve su tüketimi başlıkları altında incelemiştir.

Benzer bir ölçümleme çalışması havalimanları (Kılıkış, 2016) ve hem havalimanı hem de havayolu çiftleri için (Kılıkış, 2017) yapmış oldukları çalışmalarda

havalimanlarını sürdürülebilirlik parametreleri ile oluşturdukları indekslerle ölçmüşlerdir. Bu ölçüler bir havalimanlarının diğer havalimanlarına göre işletme göstergeleri ile sürdürülebilirlik durumunu incelemiştir. Bu anlamda sürdürülebilirlik anlamında havalimanının işletme performansını en geniş hali ile ele almış iki çalışmadır.

Havalimanlarının yönetimleri için performans kriterlerini ve ölçümlerini kendi yöntemi ile göstermiş olan Bezerra, işletmesel konulardaki güvenlik, ekonomik ve hizmet kalitelerini incelemiştir. Uzun süreli olarak havalimanlarının işletilmesi ile oluşacak sonuçları ortaya koymuş ve çalışması ile havalimanı sektöründeki geçmiş performans ölçümü kriterlerini geliştirmiştir (Bezerra, 2018).

Havalimanı paydaşları ile ilgili yapılan bir çalışmada Amaneshi birbiri ile çatışmakta olan ihtiyaçları pazar ve yönetmelikler açısından ele almış ve sorunun çözümünün tek bir boyutta olamayacağını vurgulamıştır. Havayollarının desteklenerek sürdürülebilir bir havalimanı yönetiminin sağlanacağını vurgulamış olan yayın pratik çözüm yollarını ortaya koymuştur (Amaeshi, 2005).

Havalimanlarını ekonomik olarak sürdürülebilir kılacak olan yeni varış noktalarının havalimanlarına eklenmesini paydaşlar ile yapılacak geliştirme süreçleri açısından incelemekte olan Stephenson, aşağıdaki kriterleri belirlemiştir (Stephenson, 2018).

- Şu anki pazarın büyüklüğü,
- Her iki havalimanındaki nüfus büyüklükleri,
- Bu havalimanını destekleyecek yolcu büyüklükleri,
- İki şehrin ne açıdan birleştirilebilir olduğu,
- Yolcu tiplerinin karışım oranları,
- Kargo potansiyeli,
- İşletme bakış açısı,
- Havalimanları arasındaki mesafe,
- Sezon bilgisi.

Yukarıdaki değişkenlerin detaylıca değerlendirilmesi sonrasında yeni uçuş rotasının eklenmesinin kârlılığı ve faydaları göstereceğini belirtmiştir.

Yukarıda aktarılmış olan tüm taramaların Sürdürülebilir Havalimanı Yönetimi" kavramının bir parçasını detayları ile aktardığı görülmektedir. Ancak Sürdürülebilir bir havalimanının bütün yönleri ile ele alan bir çalışmanın eksikliği hissedilmektedir. Bu makalede süreç en başından sonuna kadar geniş olarak birçok yönüyle incelenecek, okuyucuya aktarılacak ve havalimanı yönetiminin planlamadan başlayarak

işletme boyunca nasıl yapılması gerektiği gösterilecektir.

Bu makale ile aşağıdaki kavramlar üzerinde ayrıca durulmuştur.

- Sürdürülebilirliğin projeler ve işletmeler için ne anlama geldiği,
- Sürdürülebilirlik uygulamalarının birbirlerine etkisi,
- Aktarılan yöntemlerin ve uygulamaların sonuçları,
- Sürdürülebilirliğin sonucunda ne hedeflendiği.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR

HAVALİMANLARININ ÖN ŞARTLARI

Sürdürülebilirlik her kurum, şirket ve kişi için farklı tanımları olabilecek bir kavramdır. Her birimin kendine ait ölçütler ile bu durumu değerlendirmeyi düşünmesi anlaşılabilir. Bunun yanında, tanımların da herkes tarafından kabul edilebilir olması gerekir. ACI sürdürülebilirliği, "Havalimanlarının Ekonomik yaşama gücünü, İşletme verimliliğini, Doğal kaynakların korunmasını ve sosyal sorumlulukların tümleşik bir şekilde, bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi" olarak tanımlar (ACI, 2005). ACRP ise "Havalimanlarının yönetimini içeren çok çeşitli pratikleri kapsayan geniş bir anlatım" olarak tanımlar (Berry, 2008). Türkiye'nin önde gelen Havalimanı İşletmecilerinden TAV, raporunda, sürdürülebilirliği, "uzun vadeli fayda yaratmak üzere çevrenin korunması ve sosyal gelişime olan bağlılığını" vurgulayarak "üçlü yaklaşımı, ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerin yönetimi, bütünsel bir çevrede ele almanın, faaliyetlerinin tümünde kurumsal yaratıcı gücü geliştireceğini" anlatmaktadır (Youseff, 2011).

Genel olarak tüm tanımlar bir özet olarak ele alındığında, aşağıdaki maddeler sürdürülebilirlik tanımı için geçerli olacaktır.

- Enerji tüketiminin azaltılması,
- Su ve hava kalitesine olan etkilerin azaltılması ve kirlenmenin düşürülmesi,
- Atıkların azaltılması,
- Kaynak kullanımının azaltılması,
- İnşaat ve proje tekniklerinin iyileştirilmesi,
- İnşaat, proje ve işletme güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi,
- İnşaatlar sırasında havalimanı işletmesinin aksamasının engellenmesi,
- Havalimanı çevresine etkinin azaltılması,
- Bütün maliyetlerin aşağıya çekilmesi.

2.1. Sürdürülebilir Havalimanı Tasarımı ve Projelendirilmesi

Havalimanı Projelerinde Sürdürülebilirlik konusunda önemli bir kavram 'denetlemek'tir. Bir başka şekilde anlatımı ile 'kontrol' olarak da tanımlanabilir. 'Kontrol'ün sürdürülebilirlik etkisi tasarımın, planlamanın yapıldığı durumlardaki denetlemenin artırılması projenin sürdürülebilirliği ile ilgili becerileri de arttıracaktır. Örnek vermek gerekirse tasarım sırasında hangi malzemelerin kullanılacağı belirlenmesi sürdürülebilir bir proje ve sürdürülebilir bir havalimanı işletmesinin de temellerini atmış olur. Genel olarak inşaat taşeronları kendileri için en ekonomik olan yöntemleri seçmek isterlerse de, bununla birlikte çoğunlukla bilgi ve deneyimleri yeterli olamayabilir. Bahsedilen yetersizlik ve isteksizlik sonucunun işletmenin gelecek 20 ya da 50 yılını ne yönde etkileyeceğinden emin olunması gerekir. Bu sebeple proje planlaması ve tedariki ile tasarımı mutlaka denetlenmelidir, kontrol altında tutulmalıdır.

2.1.1. Sürdürülebilir Proje Pratikleri

Sürdürülebilir Projeler için pratiklerin bir veri tabanı altında toplanması faydalı proje ve işletme adına faydalıdır. Bilgi birikiminin artıyor olması bir sonraki projede veya işletmeye geçiş süreci sonrasında bitirilmiş ya da bitirilmemiş projelerin tanınması açısından bu veri tabanının tasarlanması ve ulaşılabilir durumda tutulması önemlidir. Bu faydalardan tasarım sırasında, inşaat işlerine başlamadan önce, inşaat işleri sırasında ya da işlerin teslimi ve testler sırasında erişilmesi bilgi sürdürülebilirliğini de sağlayacaktır. Bununla birlikte, projelerin temel ya da yardımcı işlevleri olan yöntemler, taşıma ve tedarik, malzeme seçimi, teçhizat seçimi, tekrar kullanım gibi konularda yardımı olabilir. Bu pratikler ACRP'nin yayınlamış olduğu Sürdürülebilir Havalimanları için İnşaat Pratikleri isimli ve 42 numaralı raporunda aşağıdaki gibi listelenmiştir (Greenberger, 2011).

- Kurallar ve Yönetmelikler,
- Yapım ve İnşa Yöntemleri,
- Lojistik,
- Teçhizat,
- Taşıma işleri,
- Malzemelerin Tekrar Kullanımı ve Geri Kazanımı,
- Sürdürülebilir Malzemeler.

Aynı rapor içerisinde yukarıdaki maddelere ek olarak ek filtrelenebilir kriterler de eklenmiştir. Bunlar aşağıdaki gibidir.

- Sürdürülebilirlik hedefleri,
- Planlama,
- Teklif isteme ve talep yönetimi yeterlilikleri,
- Eğitim ve insan kaynakları,
- Toplantılar,
- Pazarlama ve çevre iletişimi,
- İş ve işçi sağlığı,
- Yeterlilik ve performans yönetimi.

Bu başlıklar altında toplanabilecek pratiklerin öğretilmesi, takip edilmesi ve geliştirilmesi sürdürülebilir inşaat ve yapım süreçleri ve sonrasında kurulabilecek sürdürülebilir işletmeleri sağlayacağı kesindir.

Havalimanı tasarımı ve yapımı noktasında en önemli standart örgütü LEED olmaktadır. LEED İngilizce olarak Leadership in Energy and Environmental Design kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Enerji, Çevre Tasarımında Liderlik anlamına gelmektedir (Andolino, 2013). Sürdürülebilir havalimanlarının projelendirilmesi için öncelikle sürdürülebilir bir havalimanı planlanmalıdır.

2.1.2. Sürdürülebilir Havalimanlarının Planlanması

Sürdürülebilir havalimanlarının planlanması yönetsel bir süreçtir ve altı adımda tanımlanabilir. Sürdürülebilirliğin sağlanması için temel motivasyonu sağlayacak bu altı aşamanın izlenmesi ile ortak bir plan üzerinde tasarım ve yapım etkinlikleri uygulanabilir.

- Vizyon tanımının ortaya çıkarılması,
- Paydaşların belirlenmesi,
- Sürdürülebilirlik Temel Değerlendirmesi ve maliyet/kazanç analizleri,
- Sürdürülebilirlik Şemasının oluşturulması,
- Sürdürülebilirlik Şemasının sonuçlandırılması için yapılan proje toplantıları,
- Bir geri değerlendirme akışı oluşturulması.

Projenin vizyonu Proje Yürütücüsü tarafından yazılması ve proje tanımının içerisinde sürdürülebilirlik tanımı belirlenerek yayımlanması proje paydaşlarının sürdürülebilirlik anlayışı için gereklidir. Sürdürülebilir bir havalimanının bütün paydaşları aynı zamanda bu planlamanın en önemli yürütücüleridir. Hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşılabilmesi için paydaşların dikkatlice belirlenmesi ve sürece katılmaları gerekir. Bu şekilde çalışma toplantılarında ortaya çıkabilecek çatışma ve belirsizlikler engellenebilir ve Vizyon Tanımı ile bu hedefler ortaya konuşmuş olur.

Bu aşamadan sonra sürdürülebilirlik fayda analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu durumun tam olarak oraya konulabilmesi için planlama aşamasındaki durumun net olarak kaydedilmesi ve oluşacak faydanın ne olacağının çeşitli bakış açılarından konuşulması, kayıt altına alınması gerekir. Proje boyunca yapılacak analizler ile, çevresel, sosyal ve finansal olarak fayda zarar konusunda ölçülebilir verilere ulaşılabilir. Fayda analizlerinin yapılması ile kurumların ve kişilerin bir arada nasıl çalışacaklarını belirleyen ve tanımlayan bir sürdürülebilirlik organizasyon şeması tanımlanmalıdır. Tüm proje planlama toplantıları boyunca eksik kalan noktalar göre sürdürülebilirlik şeması güncellenmeli ve bu doküman yaşayan bir doküman halinde tutulmalıdır.

Bahsi geçen şema ile belirlenmiş detayların gelişimi ile bir geri bildirim ve değerlendirme tanımı çalışır halde bulunmalıdır. Paydaşların ve projenin iletişimi için bu şemanın kullanımına devam edilmelidir.

2.1.3. Sürdürülebilir Havalimanlarının Tasarımı ve Yapılması

Sürdürülebilir havalimanlarının planlamasının onaylanması sonrasında tercih edilen projelendirme yöntemine göre öncesinde ya da projenin başlaması ile birlikte tasarım ve yapım etkinlikleri dört ana maddede incelenmesi odak noktalarında çalışacak paydaşların iletişimi için önemli olacaktır.

- Hava tarafı yapım işleri,
- Kara tarafı yapım işleri,
- Yolcu ve çalışanların bulunduğu binalar,
- Yapım işlerinin devam ettiği binalar.

LEED ve Sürdürülebilir Havalimanları bu dört bölge içerisindeki tasarım ve yapım etkinliklerine puanlar vererek projeleri ve havalimanlarını aşağıdaki başlıklar altında inceler (Andolino, 2013).

a. Yönetim Prosedürleri

Yönetim prosedürleri tasarım zamanında LEED sertifikasyonu bulunan bir danışman şirket ile birlikte, sürdürülebilir havalimanı ihtiyaçlarını anlayan ekiplerin oluşturulması sonrasındaki çalışmalar ile başlar. Bu süreçte tasarım, sözleşmeler ve tüm destekleyici şartnamelerin hazırlanması sağlanır.

Yapım evresinde ise hazırlanmış olan şartnameler, sözleşmeler ve tasarım detay ve kriterlerinin oluşturduğu çerçevede bu ihtiyaçları anlayan ve yapmaya motive olan bir taşeron seçilir. Bununla birlikte seçilen taşeronun alt taşeronlarının da bu konuda uygun çalışmaları yapması, tasarımın detaylarını, kriterlerini ve sürdürülebilir havalimanlarının ihtiyaçlarını anlaması beklenir. Yapım işlerinin de bu çerçevede ilerlemesinin sağlanması için önemli bir adımdır. Bu aşamalardan sonra elde edilen sonuçlar yeşil uçak puanları ile ödüllendirilir (SAGA Practices, 2015).

b. Sürdürülebilir saha yönetimi

Yapım etkinlikleri sırasında inşaat sahasının etrafı kirlenmeyecek önemleri alacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Örneğin, uçaklara karşı toz oluşumunun azaltılması, toprak kaybının yani erozyonun azaltılması, su kirliliğinin önlenmesi ve genel olarak kirliliğin önlenmesi gerekir. Başka bir örnek ise inşaat aktiviteleri sonrasında kirlenme oluşmuş ve içerisine yabancı inşaat maddelerinin karıştığı yerlerin tekrar kullanılabilmesi için gerekli çalışmaların yapılması ya da bu kirlenmenin azaltılması yönünde olacaktır.

Bununla birlikte bir başka kriter de yönetim pratiklerine uyulup uyulmadığı olacaktır. Havalimanı otoritesi ile kiracılar ve birbirleri ile ilgili ilişkiler, proje paydaşlarının durumu ve istekleri bu anlamda değerlendirilir. İnşaat sahasına ulaşım konusunda da yeşil projeler için beklentiler bulunmaktadır. Otomobil kullanımı yerine toplu taşımanın teşvik edilmesi ya da bisiklet kullanımı, inşaat sahasına daha yakın sosyal alanlar seçilmesi etkili olacaktır. Ulaşım konusunda daha düşük gaz salınımı olan araçların tercihi önerilmektedir. Bununla birlikte çevreci ya da enerji açısından melez araçların kullanılması gerekir. Bu isterlerin yanı sıra çalışma sahasında yeterli park yerinin ayrılmış olması da daha az enerji tüketimini gerektirir ve bu sebeple yeşil bir proje için önemlidir.

Havalimanının tasarımının bugüne kadar gerçekleşmiş doğa olaylarına göre yapılması ve tercihlerin bu noktada yapılması önemli olacaktır. Örneğin sel suyunun tahliyesi ve binaların sel suyuna göre konumlandırılması bir örnek olarak verilebilir.

Tasarım sırasında binanın çevre düzenlemesi sırasında ısı odaklarının ortadan kaldıracak tasarımlara gidilmesi mikro klima etkisinin korunması ve az su tüketen çevre düzenlemesinin tercih edilmesi önemlidir. Aynı zamanda aşırıya kaçan ışık tüketiminden kaçılması ışıklandırmanın geceleri için görüşü normalleştirecek seviyede tutulması, iç ve dış aydınlatmaların çevredeki doğal hayatın devamını sağlayacak şekilde yapılması önemlidir (SAGA Practices, 2015).

c. Su Kullanımı Verimliliği

Şehir suyu kullanımının üzerindeki yükü azaltmak amacıyla su kullanımının azaltılması, kullanımın bir üst seviyede verimliliğe taşınması hedeflenmelidir. Atık su yönetimi yapılması ve içilebilir suyun havalimanı yolcularına sağlanması beklenen tasarım kriterlerindedir. Doğal kaynakların ve yer üstü sularının kullanılması ve sulama kontrolünün yapılması tasarım isterleri arasındadır.

Bununla birlikte atık su teknolojilerinde yenilikçi önlemler alınması ve tasarımların bu yenilikçi yöntemler ile yapılması yeşil havalimanı tasarımı ve inşaatı için önemli etkenlerdendir (SAGA Practices, 2015).

d. Enerji ve Atmosfer

Temel bina sistemlerinin devreye alınması gerekmektedir. Bütün yolcuların ve çalışanların bulunduğu binalardaki enerji tüketiminde bulunan cihazların gerektiği gibi kurulması, kalibrasyonları ve tasarımın gereklerine göre üretici ve yapım dokümanlarına göre bu çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Aşırı enerji kullanımı sonrasında oluşacak çevresel ve ekonomik etkilerin düşürülmesi için en düşük enerji seviyesine göre verimli tasarımlar yapılmalı ve en düşük enerji performansı belirlenmelidir. Beraberinde enerji performansı için optimizasyon yapılmalı, yüksek enerji tüketimleri engellenmelidir. Temel soğutucu yönetimi yapılmalı, ozon tabakasına zarar veren verebilecek malzemelerden kaçınılmalıdır. Havalimanı kampüsünde yenilenebilir enerji üretimi teşvik edilmelidir.

Tasarım sırasında, yapım işlerinin kabulü için gerekli çalışmalar başlatılması ve kabullerin daha verimli

geçmesi için ek maddeler konulmalıdır. Ölçüm ve düzenlemeler yaparak zaman içerisindeki enerji tüketimleri gözlenmeli ve enerji kullanımı konusunda geliştirmeler yapılması beklenmektedir. Sıfır karbon salınımını hedeflemek beklenmektedir. Bununla birlikte yenilenebilir enerji teknolojilerini desteklemek, kullanmak ve geliştirmek istenmektedir (SAGA Practices, 2015).

e. Malzeme ve Kaynaklar

Havalimanı inşaatı sırasında, geri dönüşüm malzemelerinin toplanması ve saklanması konusunda yapılan etkinlikler yeşil havalimanı inşaatı için oldukça büyük bir olanak sağlar. Binaların kazılacağı temelden dolayı oluşan toprakların kullanılacağı başka noktalara nakledilmesi, temel boşluklarının da daha önce yıkılmış olan binanın beton parçaları ile doldurulması buna bir örnek olarak verilebilir. Yapım etkinlikleri sonrasında ortaya çıkacak toprağın havalimanı içerisinde değerlendirilmesi yerel kaynakların kaybedilmemesi olarak karşımıza çıkartacağı ve yeşil bir projeyi destekleyeceği unutulmamalıdır. Bununla birlikte, halen kullanılmakta olan bina ve çevre altyapısının ömrünün uzatılması kaynakların korunması, kültürel kaynakların korunması böylelikle bütün her şeyin yıkılarak yeniden yapılması dolayısıyla ortaya çıkacak yeni çevresel atıkların önlenmesi önemlidir.

Bina yapımı sırasında ortaya çıkan yıkıntıların boş alanların doldurulması için kullanımı, bina yapımında kullanılacak malzemelerin tekrar kullanılacak durumda olanlarının yeniden bina yapımına yönlendirilmesi yeşil yapı yapımı için önemli bir ölçüttür. Bütün malzemelerin hiç kullanılmamış yeni üretimler olması yerine düzgün olarak sökülmüş yapılmış malzemelerin kullanılması havalimanı için önemlidir. Geri dönüşümün kullanımının özendirilmesi yeşil proje ve binalar için önemli kriterlerindedir. Malzeme kullanımında öne çıkan bir diğer madde ise proje bölgesine yakın yerlerde üretilen ve bulunan malzemelerin kullanımı olarak belirtilebilir.

Malzeme kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken bir başka ölçütü ise kullanım ömrü uzun olan malzemelerin kullanılması olacaktır. Özel olarak, ahşap işleri için kesim ve yetiştirme konusunda belgeleri olan endüstriyel ormanlardan bulunmuş ağaçların kullanılması özendirilmelidir. Bu belgeler sağlandığında yapılacak satın alma işlerinin

havalimanı projesinin ekolojik sisteme daha fazla destek olacağını anlamak önemlidir. Ağaç işleri için boyama işleme sırasında kullanılan kimyasalların bina içerisine salınım ve ortam hava kalitesini ters yönde etkilemeyecek şekilde olması önemlidir (SAGA Practices, 2015).

f. İç Ortam Kalitesi

Yeşil binaların projelendirilmesi ve proje yapımı sırasında da olmak üzere “en düşük hava kalitesi” normlarına göre hareket edilmesi ve bu belirlenen ölçütlere göre çalışma ortamının düzenlenmesi önemlidir. Bina içerisinde ya da binaya yakın bölgelerde, esinti yönüne bağlı olarak sigara dumanının proje içerisine, yapımı süren havalandırma kanallarına binmesinin engellenmesi gerekmektedir. Proje ve kullanım ömrü boyunca bu etkenlerin oluşumunun kontrol edilmesi bir yeşil bina şartıdır.

Havalandırmanın bina işletmesi sırasında önemini korumasının yanında, dış hava teminin düzgün ve ihtiyaca göre düzenlenmesinin sağlanması ile artırılmış hava dolaşımı sağlanarak iç hava kalitesinin en iyi hale getirilmesi gereklidir. Bu durumun yapım faaliyetleri sırasında da ortaya koyulması ile hava kalitesinin proje başından itibaren yüksek seviyede tutulması değerlidir. Bu etkinlikleri bir yönetim yöntemi olarak incelemek gerekir.

Projelendirme sırasında satın alma işlerinin boya, kaplama, yapıştırıcı, dolgu macunu, yer kaplaması gibi kalemler için kullanıcılar ve uygulayıcıların hava kalitesini ve ortamın olanaklarını kötü anlamda etkileyen, zararlı, tahriş edici malzeme ve gereçlerin alınmayacağı şekilde düzenlemek gerekir. Binanın kullanıcılarının olası kimyasal kirleticilerin korumasız etkisine bırakılması engellenmeli ya da risk değerlendirmeleri yapılarak en aza indirilmelidir.

İç ortam kalitesi için önemli konulardan birisi de ışıklandırma, ısı konfor tasarımları ve boşlukların birbirleri ile ilişkilendirmesi olarak belirtilebilir. Yapının tasarımının gün ışığının içeri girebileceği şekilde yapılması ayrıca, iç ortamların boşlukların birbirleri ile bu anlamda ilişkilendirilmesi gerekir. Mimari açısından bir çeşit sınav olan bu yöntem binanın yeşil olarak adlandırılabilmesi için gerekli ve önemlidir. Aynı zamanda bu boşlukların zaman içerisinde ısı konforun sağlanabilmesine de yardımcı olması gerekir.

Işıklandırma tasarımının gün içinde ışıklandırmaya ihtiyaç duyulmayacak şekilde ve aynı zamanda geceleri yeterli ışığın, ışık şiddetinin

derecelendirilerek verilebilecek şekilde uygulanıyor olması gerekir. Örnek olarak birbiri ile bağlantılı iki boşluktan birisinin bir dinlenme için kullanılan salon diğerinin ise belge işlerinin yoğun olarak yapıldığı bir yer olması durumunda bu iki boşluğun ışıklandırmasının nasıl yapılacağına çözümünü yapılmalıdır.

Bir diğer önemli unsur ise terminal binası ve çalışma alanları arasında, bir başka deyişle, yolcu hareketi dolayısıyla çalışan sayısının da yüksek olduğu genel alan ile ofislerin bulunduğu gürültü hassas alanların arasına gürültü taşınımı olmayacak şekilde bir tasarım yapılması gerekecektir (SAGA Practices, 2015).

g. Yapım Pratikleri

Tasarım etkinliklerinden sonra yapım etkinliklerinin de planlanmasının yeşil proje gereklerine göre belirlenmesi gerekir. Öncelikle temiz yakıt kullanan araçların tercihi yapım süresince oluşacak hava kalitesindeki etkileri azaltacak yönde olması gerekir. Temiz yakıt kullanımı ve sıfır emisyon mümkün olmayacak ise, düşük emisyonlu araçların kullanımı yapım süresince hava kalitesini olumlu yönde etkileyecektir.

Yapım alanına işçilerin ve diğer çalışanların nasıl ulaşacağı ve bu ulaşımın toplu taşıma araçları ile yapılması gerekir. Aynı şekilde yapım etkinliklerinden ötürü oluşacak olan salınımların en aza indirilmesi ve taşıma etkinliklerinin de en kısa yönlendirmeler ile oluşturulması gerekir. Yapım etkinlikleri boyunca oluşacak dış ortam gürültülerinin sınırlandırılması ve yaşam alanlarının ya da diğer gürültüye hassas olan bölgelerin kullanımın başka alanlara kaydırılması gerekir.

Bir başka önemli unsur ise geçici yapım malzemelerinin daha uzun kullanımının sağlanması adına kullanım tekniklerinin düzenlenmesi olacaktır. Örnek olarak çivi ve tahta kullanmak yerine kalıp ve sıkıştırıcı mekanizmaların kullanılması, inşaat kalıplarının uzun süreler boyunca kullanılması olacaktır (SAGA Practices, 2015).

h. *Tasarım ve Yapım Hakkında Yenilik ile Buluşlar*
Tasarım ve proje ekipleri oluşturularak daha önce belirtilmiş ihtiyaçların çarpıcı uygulamalar ile kullanılmasını sağlayacak bir sürdürülebilir yeşil pratikler bilgi birikimi sağlanmalıdır. Bu bilgi birikimi geliştirilmeli ve yeni teknikler ve buluşlar ile çevreci yapım etkinlikleri desteklenmelidir.

Bir başka önemli konu ise yapım teçhizatlarının iyileştirilerek uzun süreli kullanımının sağlanmasıdır. Eski yapım teknolojilerine göre daha az emisyon oluşturan yapım malzeme ve tekniklerinin kullanılması gerekir. Örnek olarak, güneş panelleri, jeotermal enerji kullanımı, rüzgâr enerjisi kullanımı, yağmur suyu hasadı, yağmur suyu geçirgen kaplamalar kullanılması ve sellerin engellenmeye çalışılması, yağmur ve güneş gibi dış imkanlardan faydalanan duvar tasarımlarının kullanılması, yeşil duvarlar yapımının özendirilmesi, soğuk asfalt gibi yenilikçi teknolojilere imkân tanınması verilebilir.

Ek olarak LEED sertifikalı çalışanların özendirilmesi çevre farkındalığı için önemlidir. Projelerin üretilmesi aşamasından başlanarak, çevresel olarak sürdürülebilir bir tasarım ile binanın yeşil olarak düzenlenmesi en başından mümkün kılınabilir (SAGA Practices, 2015).

i. Bölgesel Öncelikler

Coğrafi olarak önemli çevresel öncelikler dahilinde yeşil havalimanı kredileri kazanılmasını teşvik etmek gereklidir (SAGA Practices, 2015).

2.2. Sürdürülebilir Havalimanlarının İşletmeye Devredilmesi

Havalimanları ve havalimanı yapım projeleri içerisinde inşaat işleri olduğundan dolayı genel olarak FIDIC olarak adlandırılan ve orijinali Fransızca olan Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils kısaltmasıdır. Anlamı ise Uluslararası Mühendislik Müşavirliği Firmaları Birliği anlamına gelmektedir. FIDIC tipinde işler sözleşmeler ile yapılır ve bu sözleşmelerin FIDIC tarafında tipleri aşağıdaki gibi listelenmektedir (FIDIC, 2007).

- Yeşil Kitap, Kısa tipte sözleşme,
- Kırmızı Kitap, İşveren tasarımının uygulandığı sözleşme,
- Sarı Kitap, Elektrik ya da mekanik işler için tasarım ve yapım sözleşmesi,
- Turuncu Kitap, Anahtar teslimi tasarım ve yapım sözleşmesi,
- Gümüş Kitap, Anahtar teslimi mühendislik, tedarik ve yapım sözleşmesi,
- TYİ Sözleşmesi, Tasarla, yap ve işlet tipi sözleşmesi (Yap İşlet Devret benzeri),

FIDIC sözleşmeleri havalimanlarının devredilmesi ile ilgili süreçleri kendi içlerinde bulunan “Testler ve Devreye Alma” bölümünde incelemektedirler. Sözleşmenin bu bölümünde tanımlı olan “Tamamlama Testleri” (TOC – Tests on Completion), ile havalimanının devri gerçekleşmiş sayılmaktadır.

Ancak pratik olarak tüm dokümantasyonun tamamlanması ve eğitimlerin de işletmeciye verilmesi gerekmektedir.

1990’lı yıllardan itibaren Türkiye ve bulunduğumuz coğrafyada yapılmakta olan “Yap İşlet Devret” tipindeki projeler öncelik kazanmaya başlamıştır. Geniş anlamda Yap-İşlet-Devret modeli, bir kamu alt yapı yatırım veya hizmetinin finansmanı özel bir şirket tarafından karşılanarak gerçekleştirilmesi ve Kamu tarafından belirlenen bir süre için işletilmesi ve yine bu süre içinde ürettiği mal veya hizmeti, tarafların karşılıklı saptadıkları bir tarife uyarınca Kamu kuruluşlarına satması ve sürenin sonunda işletmekte olduğu tesisleri bakımı yapılmış, eksiksiz ve işler durumda ilgili Kamu kuruluşuna devretmesi diye tanımlanabilir (İmre, 2001). Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi Devlet’in hem kiralyan hem de denetleyen bir modele oturtulduğu bu modelde geçici bir kabul yapılarak havalimanı terminallerinin işletmeye alınması mümkün olabilmektedir. İşletici şirket yeterlilikleri ile ihaleyi almış ve işletmeye yeterlidir.

Yap İşlet Devret modeli bir projeden daha çok bir program niteliğinde ve bürokrasisi azaltılmış işlerliği artırılmıştır. Her ne kadar ister FIDIC ister YİD modelinde yapılan proje olsa da projelerin işletmeye alınmasında önemli bir aşama bulunmaktadır. İnsan Faktörü ve hiç çalıştırılmamış bir binanın bir adımda çalışmaya başlaması beklenemez. Bu anlamda çalışacak personelin ve uzmanların havalimanının fonksiyonlarını nasıl kullanılacağını öğrendikleri devir testleri yapılır. Bu testlere ORAT adı verilir. ORAT, İngilizce olan, “Operational Readiness and Airport Transfer” kelimelerinin kısaltmasıdır. ORAT bazı danışmanlık şirketleri tarafından da “Operational Readiness, Activation and Transition” olarak da isimlendirilir. Ancak temel olarak ORAT işlevleri aşağıdaki işler için kullanılmaktadır (ARUP, 2016).

- İşin sahiplenilmesinin proje ekibinden işletmeye verilmesi,
- Yönetimin bir arada çalışması,
- Süreçlerin aktive edilmesi,
- İnsan kaynağının hazırlanması

ORAT süreçleri dört parçaya tanımlanabilir (Fraport, ORAT, 2018).

- Yolcu süreçleri,
- Bagaj süreçleri,
- Hava sahası Süreçleri,
- İletişim Süreçleri.

Havalimanında ORAT testleri yapılırken ve bu testler sonucunda havalimanı işletmeye alınırken havalimanı içerisindeki kavramlar, işletme prosedürleri, eğitimler ve tanıtımlar, işletmeye alma denemeleri ile havalimanının taşınması işleri planlanır ve yapılır. Bu süreç tamamı ile binalar, sistemler, prosedürler ve çalışanlara odaklanır. İşlevlerin tam olarak yapıldığından emin olmaya çalışır. ORAT'ın ayrı bir proje olarak görülmesi ve bu projenin işletmeye projeden eksik kalan işlerin bir listesini teslim ediyor olması da ayrı bir çıktı olarak değerlendirilir.

Başarılı bir devir teslim ve işletmeye alma süreci için havalimanında ne olmasının beklendiğinin çok iyi tanımlanması gerekmektedir. Havalimanlarında işletmenin nasıl yapılması istendiği biliniyor ise ORAT sırasında ne yapılacağına iyi tanımlandığı görülür. Ancak sürdürülebilir bir havalimanı için işletmenin de ihtiyaçlarının neler olduğu tanımlı ve kriterlerini tespit etmek önemlidir. Bu kriterler

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVALİMANI KAVRAMI

Sürdürülebilir Havalimanları kendi başlarına ekonomik, çevresel etkiler, insan kaynağı ve doğal kaynak kullanımı açısından yeterli olan ve ömürlerini sürdürebilen havalimanlarını tanımlar (Karakoç, 2017). Sürdürülebilir Havalimanlarının işletilmesi ise zamanda günlük süreçlerin ve faaliyetlerin havalimanı kuralları çerçevesinde yürütülmeye başladığı zaman olarak tanımlanabilir; bir başka deyişle lastiğin yol ile buluştuğu zaman olarak örneklenebilir. Yapım sırasında ortaya koyulmuş tüm hedeflere ulaşıp ulaşılamadığının anlaşılacağı zamanlardır ve sonuçlar değerlendirilebilecektir.

İşletmelerde bakım süreçlerinden havalimanının kullanılacağı süre boyunca oluşacak maliyetlere odaklanılır. Uzun süreli düşünülme ve yatırımları, güncellemeleri buna göre yapmak gerekecektir. İşletme süreçlerinde büyük resme odaklanmak onu anlamak ve aramak gerekir.

Sürdürülebilir Havalimanı, gelişim, dönüşüm ve gelişerek büyüme anlamlarını da içinde barındırır. Havalimanının kendisi ile sonuca ulaşılır. Aşağıda listelenen maddelerin her birisi için havalimanı uygulama başarıları üzerinden yeşil havalimanı olarak değerlendirilerek bir sürdürülebilirlik puanı kazanır. Bu havalimanları yeşil uçak simgesi kazanırlar. %50 oranında uygulama başarıları ve puanların %50'sini toplayarak 4 yeşil uçak ödülü kazanılır. Puanların %80'i toplandığında en çok beş yeşil uçak ödülü kazanılabilir (Andolino, 2013).

- Su Kullanımı Verimliliği
- Enerji ve Atmosfer
- Malzeme ve Kaynaklar
- İç Ortam Kalitesi
- İşletme ve Bakımda Yenilikçilik
- Eğitim ve Öğretim
- Ölçme ve Değerlendirme

Sürdürülebilir sahaların durumunu ölçmek için bakım faaliyetlerinin çevreye verdiği etkileri takip etmek önemlidir. Bunlara birkaç örnek, teçhizatların yıkanması, kimyasal ve yakıt cihazlarının etkileri, pil toplama prosedürleri, teçhizat ve bakım faaliyetlerinden kaynaklanan atık yönetimi ve bunların nasıl işlendiğinin kontrolü ve teçhizatların fırtına ve sel yağmurlarına karşı önlemleri sayılabilir. Başka bir ölçüm yöntemi ise işletme sırasında yapılacak projelerin LEED tarafından sertifika alıp almadığının kontrolü olabilir. Dış binaların, tali binaların yönetimi ve onların da yeşil havalimanı prosedürlerine dahil edilip edilmediğinin sorgulanması yeşil havalimanı için bir puan kazanılmasını sağlayacaktır.

Kış aylarında pistin buzunun çözülmesi için kullanılacak olan kimyasalların daha az zararlı olanlarının kullanılmaya başlaması yeşil havalimanı için önemli bir göstergeler olacaktır. Bununla birlikte elektrikli cihazların kullanılması ya da daha az gürültülü cihazların seçilmesi de önemlidir. Havalimanı çevresinde vahşi yaşamın korunması ve küçük hayvanların yaşamlarını sürdürmelerinin sağlanması da önemli bir puanlama sağlar. Bununla birlikte zararlı hayvanların da terminal binası içerisinde bulunmalarının engellenmesinin sağlanması gerekir. Bu iki etkinliğin birbiri ile tümleşik olarak devam ettirilmesi gerekir.

Havalimanı ve çevresindeki yapılaşmanın, işletme etkinliklerinin toprak aşınmasına sebep vermemesi ve olanlarının projeler ile iyileştirilmesi gerekmektedir. Ek olarak düşük iş gücü ve bakım işçiliği gerektirecek şekilde tasarlanacak çevre düzenlemelerinin raporlanması havalimanının yeşil bir havalimanı olarak puan kazanmasını sağlayacaktır. Fırtına sonrasında oluşabilecek sel felaketleri için alınacak önlemler de havalimanının çevreye etkisini sınırlandıracağından dolayı bir puanlama getirisi sağlar. Sel suyunun hava tarafında kontrol altına alınması ve bu pratiklerin kimyasal atık bölgeleri dışına yönlendirilmeleri önemlidir.

Havalimanı çalışanlarının işe gelmek için alternatif yöntemleri kullanmaya başlamaları da puanlar kazanılmasını sağlayabilir. Bu durumda bisiklet park alanlarının yapılması, elektrikli araçların şarj istasyonlarının yapılması karbon salınım oranını aşağıya çekeceğinden önemlidir.

Bir başka sorun ise, büyük beton ya da çatı alanları enerji yoğunlaşmaları oluşturduğundan burada sıcaklık yükselecek ve çevresel etkiler artacaktır. Bunun gibi ısı odaklarının azaltılması ya da kontrol edilmesi bir işletme puanı kazanılmasına sebep olur. Sıcaklık ile birlikte geceleri karanlığın yeterince sağlanması havalimanı çevresinde kaliteli uyku uyunamaması ile sonuçlanır. Bu sebeple aşırı aydınlatmadan kaçınılması önemlidir.

a. Su Kullanımı verimliliği

Sürdürülebilir bir havalimanı oluşturmak ve yeşil havalimanı olarak etiketlenebilmek için öncelikle tüketilen suyun miktarının belirlenmesi bir temel kullanım talebinin belirlenmesi gerekmektedir. Su kullanımının daha verimli hale getirilmesi amacıyla, gri su kullanımı, daha az su harcanacak önlemlerin alınması, tesisat bakım periyotlarının belirlenmesi be bunun belirlenmiş tüm envantere göre yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Su verimliliği iç ve dış su verimliliği için ayrıca düşünülmelidir. Dış ortam su verimliliği ve çevre düzenlemeleri için suya en az ihtiyaç duyan bitkilerin seçilmesi, sulama sistemlerinin en az su tüketecek şekilde düzenlenmesi, yağmur suyu hasadının başlanması gibi kademeler puan kazanılması için önemlidir. İçilebilir su ile yapılacak uçak, teçhizat yıkamaları ve soğutma kulesi su ihtiyaçlarının başka kaynaklar ile karşılanması önemli bir etkidir.

Atık su için yenilikçi çözümler geliştirilmesi özel tesisatlar kullanılması yeşil havalimanı hedeflerinden birisidir.

b. Enerji ve Atmosfer

Soğutucuların yönetimi ve atmosfere karışacak gazların ozon etkisinden arındırılmış olması en önemli hedeflerden birisidir. Küçük soğutucuların gazlarının en düşük şekilde kullanılması bir yeşil havalimanı değerlendirmesi sağlamaktadır. Tüm enerji kullanan noktaların ölçümlerinin alınarak kaydedilmesi ve bunların zaman içerisinde değerlendirmelerinin sağlanması önemlidir.

Geçmiş kapsayacak veriler ile yapılacak olan enerji optimizasyonu, iyileştirmeler, geliştirmeler ve enerji verimliliği konusunda yapılacak olan her türlü artı

adım yeşil havalimanı değerlendirmesi için önemlidir. Öncelikle bir envanter çıkarılmalı ve bu envanter üzerinden en çok verimlilik artışı sağlanacak sistemler ya da enerji odaklarından başlanarak ilerlenmelidir. Cihazların boşa iken durmaları, yavaş kalkış kullanmaları uyum sağlayan (adaptive) aydınlatma sağlanması havalimanları için hedefler listesindedir.

Aydınlatma önemli bir enerji odağıdır ve dış ortam ve iç ortam için ayrıca düşünülmelidir. Aydınlatma ile ilgili detaylı analizler yapılarak gerektiğinde LED aydınlatmalara geçilmelidir. Aydınlatma için temel değerlerden düşülen her %5 değer havalimanı için bir puan daha kazanılması anlamına gelecektir. Otomatik olarak açılarak kapanan ve aydınlık ayarlamalı olarak yanan ışıklar, havalimanının enerjisi verimli kullanmasını sağlayacaktır.

Soğutma ve havalandırma oldukça yüksek enerji tüketen bir merkezdir. Enerjinin harcanmasının dışında, enerjinin boşa harcanmasının azaltılması ve önlemlerin bu yönde alınması havalimanlarının daha yeşil olarak etiketlenmesini sağlayacaktır.

Bilgisayar ve bağlı olduğu cihazların “Energy Star” sertifikasına sahip olması, kullanılmakta olan tüm elektronik cihazların az enerji tüketen cihazlar olarak seçilmesi havalimanının yeşil olarak duruşunu güçlendirecektir. Bununla birlikte bina içerisinde denetlemeler gerçekleştirerek enerji yoğun noktaların belirlenmesi, bu denetlemelerde enerji analizi çalışmaları yapılması önemlidir. Bu çalışmalar sonucunda çıkan sonuçlara göre havalimanının yeniden değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu çalışmalar bina otomasyonu ile birlikte değerlendirilmeli ve gerekli değişikliklerin yapılması sağlanmalıdır.

Havalimanı içerisinde ve dışarısında yenilenebilir enerji kullanımı havalimanının yeşil duruşunu güçlendirecektir. Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması ve çevresel etkilerin azaltılması yeşil havalimanı için önemlidir. Raporlamalarda düştüğü hesaplanmış ve ölçülmüş bütün emisyon değerleri havalimanının yeşil etiketini güçlendirecektir. Uluslararası Havacılık Taşımacılığı Birliği (IATA) havacılık sektörü için büyük bir hedef belirlemiş ve 2050 yılında üretilen yakılan karbon miktarının 2005 yılında ölçülen ile karşılaştırıldığında %50 düşüş sağlanması hedeflemiştir (IATA, Fuel Strategy, 2008).

Havalimanlarında oluşan etkiler genel olarak iki kısımda incelenebilir. Bunlar direk olarak taşıma faaliyetlerinden meydana gelen çevresel etkiler ve

taşıma faaliyetlerine dolaylı olarak etki eden binaların faaliyetleri sonrasında ortaya çıkan etkilerdir. Bu iki faktör enerji tüketimi sonrasında ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında dışarıda üretilmiş bir enerjinin kullanım alanı olduğundan dolayı havalimanında çevresel etki oluşturduğu düşünülebilir ve havalimanının etki ölçeğine yazılabilir ancak bu havalimanı çevresinde herhangi ek bir etki bırakmaz. Bu sebeple genel etkinin binaların ısıtılması ve soğutulması ya da varsa havalimanı içerisinde elektrik üretimi çevrim santrallerinin kullanılması ile oluşacak sıvı/katı yakıt tüketimi ve uçak hareketleri olacaktır (Edwards, 2005).

Dünyadaki gelişimin hızı dolayısıyla taşıma sektöründeki talep aynı şekilde havacılık sektörünü de etkilemektedir. Bu durum insan sağlığı üzerinde çevresel etkiler dolayısıyla büyük bir baskı oluşturmaktadır. Havacılık sektörünün tamamı incelendiğinde insan çeşitliliğinde oldukça geniş bir yelpazeye temas etmektedir; yolcular, uçuş ekipleri, havalimanı çalışanları ve havalimanı çevresinde yaşamakta olan insanlar bu yelpaze içerisinde yer bulurlar. Havayolları ile seyahat eden yolcularda uçuş süresi ve sıklığına bağlı olarak düşük hava basıncı, yetersiz hava sirkülasyonu, dolayısıyla oksijensizlik, düşük nem dolayısıyla susuzluk (dehidrasyon) gibi etkiler oluşur (Karakoç, 2005). Bununla birlikte uçak kabininde yakın ve uzun süre boyunca aynı ortamda kalmak yolcuların birbirlerine virüsler yoluyla hastalıkları ya da enfeksiyonları bulaştırmalarında büyük bir rol oynamaktadır (Ellison, 2018). Kabin ekiplerinin bahsi geçen yolculara nazaran yüksek kozmik radyasyon altında kaldığına dair araştırmalar da bulunmaktadır (Bagshaw, 2008).

Bununla birlikte, havalimanlarında bulunan çalışanlar ve havalimanı etrafındaki yaşam alanları etki altında kalmaktadırlar. Uçakların egzoz gazları dolayısıyla oluşan kirlilik uçağa en yakın mesafede çalışanlardan başlayarak rüzgâr yönleri dikkate alınarak havalimanı çevresinde yaşayanlara doğru etkilerde bulunur. En önde gelen problem uçaklar dolayısıyla ortaya çıkan karbon monoksit (CO) ve Azot Oksit (NOx) gazlarının çevreye yayılmasıdır (Hume, 2003). Havalimanlarından dolayı oluşan etkiler Hava Kalitesi ve Hava Kirliliği bölümünde aktarıldığı üzere hava araçları ve kampüs içerisinde yakılmakta olan sıvı/katı yakıtlar dolayısıyla gerçekleşmektedir. Uçakların en çok kalkış rotasında yüksek düzeyde NOx ve CO salınımı yaptığı ortadadır.

Bununla birlikte insan sağlığına olan etkiler içerisinde gürültü etkisi de bulunmaktadır. Bu çeşit gürültünün

insan sağlığı açısından stres ve sonrasında da kardiyak dolaşım sorunlarına yol açtığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Carter, 1995).

c. *Malzeme ve Kaynaklar*

Atık yönetimi havalimanı için en önemli malzeme kullanımı puanlarından birisidir. Bina ve binaların oluşturduğu zehirli atıklar ve diğer atıkların nasıl yok edildiğini ya da yönetildiğinin belirtilmesi ve takip edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte atık miktarının azaltılması, yeşil havalimanı gereklerindedir.

Havalimanı işletmesi boyunca yerel ve bölgesel üretimlerin kullanılması, ithal malzemelerin kullanılmaması havalimanı işletmesinin yeşil bir işletme olduğunu gösterecektir. Bu çeşit satın almaların yapılması, tedarik zincirinin bu şekilde düzenlenmesi ve artan yerel malzeme kullanımı yeşil havalimanı göstergeleridir.

d. *İç Ortam Kalitesi*

Havalimanı binalarının ve özellikle terminalin içerisinde kullanılan dış hava miktarı ve havanın kalitesi sağlık ile yolcu ve çalışanların kendilerini iyi hissetmeleri açısından önemlidir. Havalandırmanın iyileştirilmesi için temiz dış havanın ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Birliği – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning) standartlarına göre sağlanması gerekir. Eğer işletmenin havalandırma imkanları bu çeşit bir standardı karşılama konusunda sorun yaşamakta ise normal şartlarda kişi başı saatlik 17 m³/saat koşulunda havanın sağlanması sürdürülebilir insan sağlığı için önemlidir.

Dış ortamdan kaynaklanan sigara dumanı ya da benzeri zararlı maddelerin havalandırma sistemleri içerisine girmesini ve bina içerisine yerleşiminin engellenmesi de ayrıca önemlidir. Binanın içerisinde sigara içilmesinin engellenmesi de bu anlamda önemlidir.

Binalarda yüksek performanslı ve biyolojik, kimyasal, havaya partikül salan bakım ürünlerinin kullanılması ile insan sağlığı ve çevreye yoğun zarar verilebilir. Bu tarz malzemeler kullanımı yerine sürdürülebilir temizlik malzemelerinin kullanımı, yüzey tiplerine göre temizlik malzemelerinin çeşitlendirilmesi, kişisel hijyenin özendirilmesi, bahsi geçen temizlik malzemelerinin depodan çıkışının sarf malzeme yerine ölçekli olarak verilmesi, temizlik çalışanlarının bilinçlendirilmesi gibi yollara gidilmesi gerekmektedir.

Bu şekilde etkili ve verimli temizlik mümkün hale gelir ve sürdürülebilir bir bakım programının parçası oluşturulmuş olur.

Bir iç ortam hava kalitesi planı oluşturulması sürdürülebilir bir havalimanı için önerilmektedir. Bu şekilde sürdürülebilir bir yeşil havalimanı becerisi artmış olacaktır. Bunun dışında iç hava kalitesinin sürekli olarak ölçülüp değerlendirildiği bir sistemin kurulması sayesinde hava içerisinde bulunan partikül sayısı tespit edilerek daha kaliteli bir hava kalitesi elde edilebilir. Filtrelemenin önem taşıdığı bu yöntem ile hava partiküllerinin azalması hem yolcular hem de çalışanlar için daha yaşanabilir bir ortam sağlayacaktır.

Bir iç ortam kalitesi değerlendirmesi de aydınlatmanın kontrol edilebilmesi olacaktır. Değişik ortamlar için farklı aydınlatma kontrollerinin sağlanması ve bunların sayısının artırılması önemlidir. Aydınlatma gibi insanların iyi hissetmeleri ve çalışanların daha performanslı çalışabilmeleri amacıyla iç ortamda ısı kontrolünün olması önemli bir olanak sağlar. Binanın ısıtma ve soğutma anlamında en az 15 dakikada bir denetlenerek düzeltmelerin yapılması önemlidir.

İç ortam kalitesinin desteklenmesi amacıyla binalara giriş noktalarının yürüyüş yolu boyunca pasif temizlik teçhizatları ile donatılması iç hava kalitesinin korunmasına yardımcı olduğu bilinmektedir. Bu şekildeki pasif önlemler binaları daha yaşanabilir kılmaktadır.

e. İşletme ve Bakımda Yenilikçilik

Bina operasyonları, akım ve yenileme çalışmaları için, basit ama ölçülebilir sistemler geliştirilmesi, stratejiler uygulanması önemlidir. Bina ve binaların verimliliğini yükseltecek çalışmalar yapılması, çevreye verilen zararları sıfıra indirecek çalışmaların uygulanması ve bunların daha da geliştirilmesi yeşil havalimanı çalışmaları için önemli olacaktır.

f. Eğitim ve Öğretim

Sürdürülebilir havalimanı kavramının farkındalığının artırılması ve başka birimlerin şirketlerin bu konuyu algılamaları önemlidir. Bunun için, posterler, basın açıklamaları, kiosklar, çalışma toplantıları, konferanslar, web sayfaları yapılabilir. Ancak en önemli nokta çalışanların bu konuyu kavrayıp olmalarıdır. Şirketin sürdürülebilir havalimanı programının çalışanlara dağıtılması ve bu programın farkında olmalarının sağlanması önemlidir. Bununla birlikte çalışanlar için bir eğitim programının oluşturulup çalışanlara bu konuda bilgilendirmeler yapılması ve görevlerin, kuralların, fırsatların, gelişim

imkanlarının, faydaların, prosedürlerin aktarılması gerekmektedir.

İşletme içerisinde bir çalışanın LEED sertifikasyonu alması yeşil havalimanı sertifikasının alınabilmesi için önemli bir şarttır.

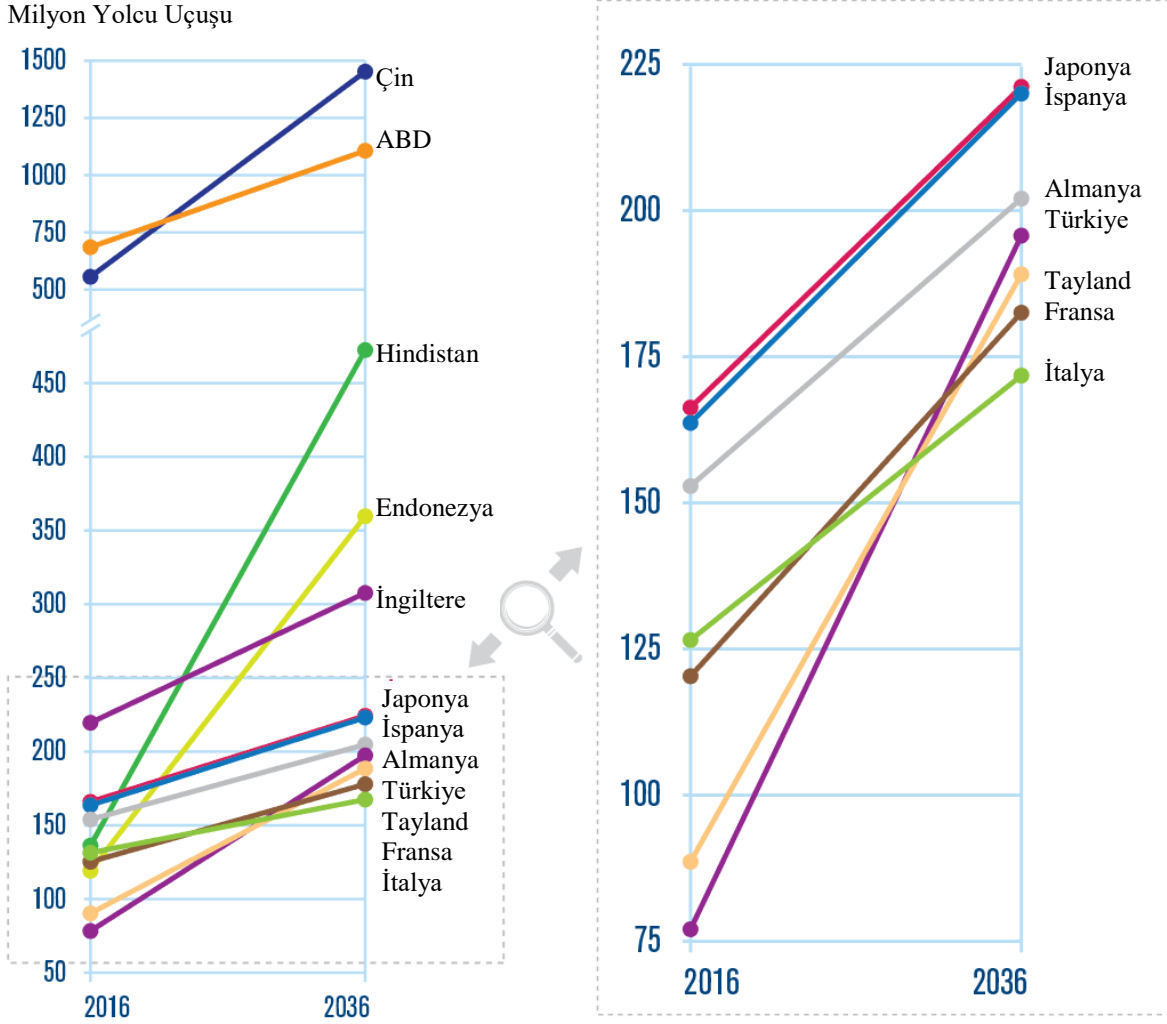
g. Ölçme ve Değerlendirme

Tüm belge ve raporların taranması ve yeşil havalimanı gereklerine göre düzenlenmesi önemlidir. Sürdürülebilirlik için takip ve yeniden değerlendirmenin yapılabilmesi için bir çalışanın görevlendirilmesi buna göre bir takip çizelgesi ile değişimin takip edilmesi önemlidir. İşletme maliyetlerinin sürdürülebilir yöntemlerin kullanılmaya başlamasından itibaren ilerleme olup olmadığı yönünde takip edilmesi gerekir. Bu maliyetlerin içerisinde en azından su, elektrik, atık yönetimi verisinin süregelen şekilde takip edilmesi esastır.

3.2. Havalimanı İşletmelerinin Ekonomik Açından Dengelenmesi ve Sürdürülebilirliği

Uluslararası Hava Taşımacılığı Örgütü (International Air Transport Association – IATA) toplam hava trafiğinin %83'ünü oluşturan 275 havayolu ile birlikte yapmış olduğu araştırmalar sonucunda 2036 yılındaki yolcuların sayısının 7,8 milyar kişiye çıkabileceğini öngörmektedir (IATA 2036 Forecast, 2017). Aynı çalışmada Şekil 1'de görülebileceği gibi Türkiye'nin gelecekte havacılık adına birçok Avrupa ülkesinin ilerisine geçeceği anlaşılmaktadır. Ancak Çin ve Hindistan havacılık sektörünün gelişim hızı dikkat çekicidir. Gelecek yıllarda havacılığın uygulamalarının bu ülkelerin ihtiyaçlarına göre belirlenmesi olasıdır.

Aynı rapor içerisinde Şekil 2'de görülebileceği üzere küresel olarak yolcu sayısının 2019 yılında güncel veriler ile 4,5 milyar civarında olacağı gösterilmektedir. Bununla birlikte gelecek 20 yıl içerisinde hava yolculuğunun ana talep noktasının Asya ve Pasifik bölgesi olan bölgede olacağı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte Humphreys'in 2003 yılında yayınlamış olduğu makalesinde 2019 yılındaki yolcu sayısının 8 trilyon yolcu-kilometre olarak tahmin edildiği görülmektedir. Şekil 3'te ICAO 2000 verileri ile oluşturulmuş bu grafikten görülebileceği üzere bu 2015 yılı için bu tahminlerin 7 trilyon yolcu-kilometre yakınsamasında olduğu anlaşılmaktadır (Humphreys, 2003). Bununla birlikte ICAO'nun sürdürülebilirlik raporlarının bulunduğu adreslerden 2015 yılı için bu sayının 6,6 Trilyon yolcu-kilometre olduğu anlaşılmaktadır (IATA Report, 2016).



Şekil.1: 20 yıllık Ulusal Havacılık Sektörü Şekillenmeleri

Havacılık sektöründe konuşulmakta olan bu uçuş büyüklükleri ve yolcuların talepleri ile ilgili bilgiler ilgi çekicidir. Bu büyüklükler ve havacılık dünyasının büyüklüğü aşağıdaki şekilde ölçülmektedir.

- Yolculuk uzaklığı (km, NM),
- Yük miktarı (Ton),
- Yolcu-uzaklık (passenger-kilometer, pkm),
- Yük-uzaklık (ton-kilometre, kmt),
- Koltuk-kilometre uygunluğu (Available seat kilometres – ASM)
- Yolcu doluluğu oranı,
- İşletme Geliri,
- İşletme masrafları,

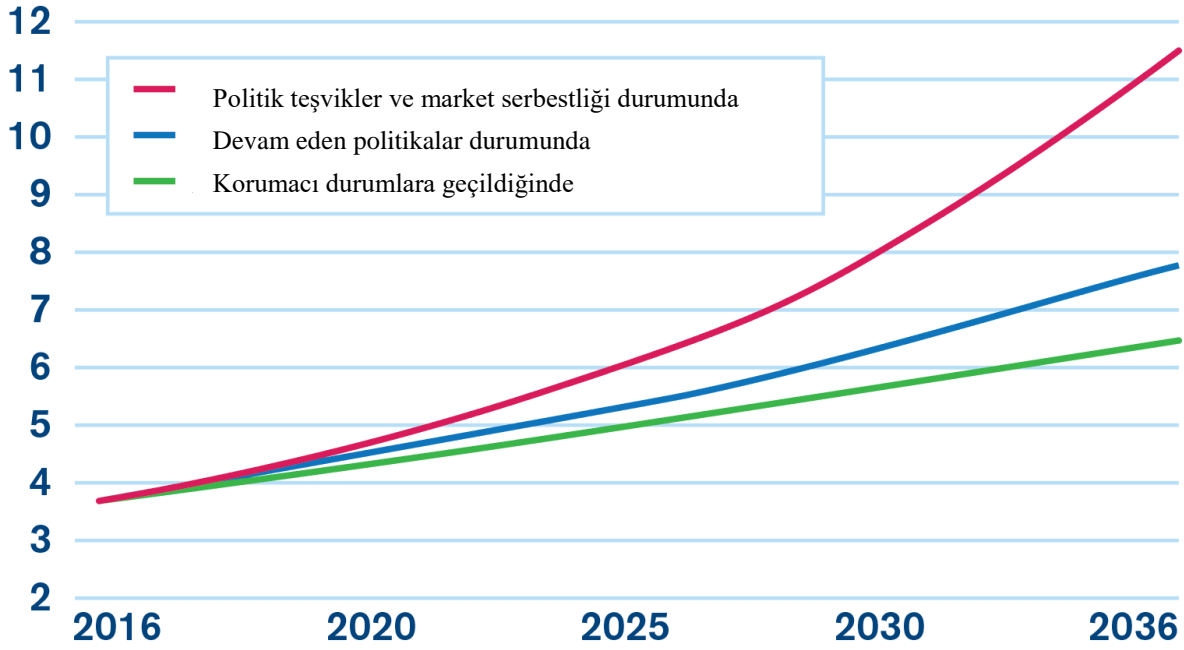
Bahsedilmiş olan bu veriler ve kayıtlar değişik uçak tiplerine ve değişik uzaklıklara göre taşınan yolcu ve yük miktarının bir karşılaştırma birimi üzerinden

değerlendirilmesi için ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, bir geniş gövdeli uçak ile dar gövdeli uçağın birlikte değerlendirilebilmesi için koltuk – kilometre olarak uygunluk verisinin değerlendirilmesi gerekir.

Ancak havalimanlarında bu konu biraz farklı olarak incelenebilir. Havalimanlarının uygunluğu farklı kaynaklar ile ölçülebilir. Bunlar,

- Pist doluluk (slot) oranı,
- Havalimanı park yeri sayısı ve doluluğu,
- Havalimanı check-in masası doluluğu,
- Kira getirileri,
- Satış getirileri,

Gibi ölçülerin toplam giderler ile dengelenmesi ve bu giderlerin azaltılarak gelirlerin artırılması çözümüne odaklanmak gerekir.



Şekil.2: Global Yolcu Sayısı (Milyar Yolcu / Yıl)

Bu sebeple havalimanı yönetimleri gelirleri artırıcı çalışmalar yapma yoluna gitmektedirler. Havalimanı yönetimleri uzun yolcu kuyrukları yerine yolcuları rahat ettirebildikleri alışveriş merkezlerine yönlendirerek gelir paylaşımli kiralama anlaşmaları dolayısıyla ek gelirler elde edebilirler. Bununla birlikte, yolcunun havalimanında kalma süresi gelir kaybı için bir dezavantaj oluşturabilir. Yolcunun havalimanında para harcaması mümkün olsa dahi gecikmelerden dolayı yolcu o havalimanını tercih edilmemesi sürdürülebilir büyüme için bir engel olacaktır.

Havayolu taşımacılığı ve dolayısıyla yeni ve büyük havalimanları yapılması olarak şekillenen büyük baskının ve artan talebin bir yarışa dönüştüğü görülmektedir. Çözüm, içerisinde çok karışık yeni sorunlar oluşturan dev yapılar yapmak yerine yeni teknolojilerin üretilerek havalimanı dışında faaliyetler oluşturmak olabilir. Havalimanlarının vermekte oldukları hizmetleri çeşitlendirmeleri havalimanının tercihi için bir sebep olabilir. Özellikle Avrupa'da olan havalimanlarının birbirlerine yakın oldukları, hava trafiğinin yer trafiği ile özellikle raylı ulaşımın tümleşik hale gelmiş hizmetlerin bulunduğu ortamlarda rekabetin bu hizmetler üzerinden düşünülebilir.

Paliska ve grubunun yapmış oldukları araştırmalarda havalimanı tercih sebebinin özellikle turistik seyahatlerde %70'in altına indiği görülmektedir. Bu sebeple havalimanı tercih sebebinin uçuş süreleri, kolay erişim, hizmetlerin sıklığı ve park hizmetlerine doğru kayma sağladığı görülmektedir (Paliska, 2016). Havalimanlarının rekabetinin aralarındaki mesafenin uzun olması ile ters orantılı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte eski çalışmalarda en önemli ölçüt olarak havalimanına ulaşım süresi gösterilmekteydi. Son yapılan çalışmalar ile havalimanlarının tercih sebebinin sadece mesafe olmaktan çıktığını belirtmek yanlış olmayacaktır. Ancak havalimanlarının düşük bütçeli havayollarının tercih ediyor olması o havalimanının tercih sebebinin arttığını belirtmek gerekir.

Bu zamana kadar havalimanları üzerinde oluşan talebin sürdürülebilir olması ve hava taşımacılığı sektörünün sürdürülebilir büyümesi aşağıdaki etmenlere göre değişimler gösterecektir;

- Verilen hizmetler,
- Seyahat gecikmeleri,
- Yolcuların tercihleri,
- Yeni ulaşım teknolojilerinin kullanılması

3.2.1. Havalimanı Hizmetleri

Havalimanı içerisinde bulunan hizmetler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Ulaşım hizmetleri,
- Yiyecek hizmetleri,
- Konaklama hizmetleri,
- Turizm hizmetleri,
- Lüks hizmetler,
- Güvenlik hizmetleri

Hava ulaşımı ile ilgili hizmetlerin ve bir yolcunun havalimanına ve dolayısıyla uçağına ulaşması kadar geçen hizmetlerin tümünü kapsar. Bunun içerisinde evinden uçağına kadar giden lüks hizmetler ve toplu taşıma araçları ile yapılan ulaşım hizmetleri olduğu gibi bireysel olanlar da bu hizmetin içerisinde sayılır. Dolayısıyla bir havalimanı için ulaşım hizmetlerinin çokluğu o havalimanının sürdürülebilir olması ile ilgili en önemli kriterlerden birisi olacaktır.

Havalimanı içerisinde ihtiyaç duyulan bir başka hizmet ise yolcunun havalimanında bulunduğu süre boyunca yemek ve içme olarak adlandırılan hizmetlerin çokluğu ve kalitesi olacaktır. Her yolcunun ihtiyaçları birbirinden ayrı olduğundan dolayı bu ihtiyaçların bir araya getirilmesi ve yolcu ihtiyaçlarına göre en uygun kâr oranında sunulması gerekir. Yolcuların çok pahalı bulunduğu servislerin oluşturacağı ve gelecek için sürdürülemez kötü bir ün havalimanı için en istenmeyen konu olacaktır.

Havalimanında kısa süreli ya da uzun süreli bulunma ihtiyaçları ile havalimanındaki hizmetlerin bir şekli olan turizm hizmetleri, bagajların emanete bırakılması, havalimanı içerisinde konaklama hizmeti verilmesi (otel), araç kiralama hizmeti alınması, turistik hizmetlerdir. Aynı zamanda havalimanlarının entegre tur ve seyahatleri düzenlemesi ya da imkân tanınması da turistik hizmetlerdir.

Havalimanı içerisinde lüks hizmetlerin sınırının pek olamayacağı bilinmelidir. Dünya üzerinde sunulmakta olan tüm lüks hizmetler havalimanlarında da sunulabilir. Bu havalimanı yolcu kitlesinin ihtiyaçlarına göre şekillenmektedir.

Havalimanlarında sunulmakta olan güvenlik hizmetleri havalimanındaki yolcuların güvenliğinden daha çok havayolu güvenliği için konulmuştur. Ancak, ülkemizde havalimanlarında iç içe güvenlik halkaları olarak adlandırılan güvenlik sistemi, güvenli alanın git gide sıkılaştırılması ve uygulanmakta olan başarılı risk yönetimi sayesinde oldukça yüksek güvenliğe sahiptir.

Teknolojinin ilerlemesi sayesinde daha yüksek çözünürlüklü ve sayısal teknolojilerin kabiliyetlerinin artması ile yüz tanıma sistemleri ile havalimanları daha güvenli yerler haline getirilmiştir.

3.2.2. Yolcu Tercihleri

Havayollarının ve havalimanlarının aktiviteleri ile yolcular arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı merak edilmiştir. Havalimanları havayollarına ve havayolları da yolcu ya da malzeme taşımaya ihtiyaç duyarlar. Böylece havalimanları da dolaylı da olsa yolculara kendi varlıklarını sürdürebilmeleri için yolculara ihtiyaç duyacaklardır. Sonunda yolcu olan bu ikili ilişki,

- Kara Tarafı Sürdürülebilir Sınıflandırması
- Hava Tarafı Sürdürülebilir Sınıflandırması

olmak üzere iki alanda incelenmiştir (Kılıkış, 2017). Bu sınıflandırmalar içerisinde ekonomik anlamda etkili olan parçaları incelediğimizde D1 boyutları ihtiyaç duyulan bilgileri vermektedir. Kara tarafı, havalimanı hizmetleri ve kalitesi aşağıdaki bileşenler ile sıralanabilir.

- Yıllık yolcu miktarı,
- Yıllık yolcu büyüme bilgisi,
- Yıllık kargo büyüklüğü,
- Yıllık işletme geliri,
- Toplam çalışan sayısı

Bununla birlikte, hava tarafı yani, havayolu hizmetleri ve kalitesi için aşağıdaki bileşenler önemli olacaktır.

- Kilometre yolcu başına gelir miktarı,
- Kilometre ton başına gelir miktarı,
- Yolcu taşıma oranı,
- Havayolu ödül ve başarı oranı,
- Gelirlerdeki değişim miktarı

Bu verilere göre havayolu ve havalimanı birleşimleri açısından aşağıdaki gibi görüntülenmiştir (Ş1 3.[Ş01]).

Yukarıda bahsedilmiş olan ekonomik indeksin geliştirilebilmesi ya da korunabilmesi havayollarının yeni varış noktalarını uçuş rotaları içerisine eklemeleri ile sağlanabilir. Bununla birlikte havalimanlarının ve havayollarının yolcu isteklerini ya da taşıma hizmetleri ile bağlantılı diğer hizmetleri de içine alacak şekilde istekleri karşılayabilecek esnekliğe sahip olup olmadıkları ile ilgili olacaktır.

Havayollarının yeni varış noktalarını eklemeleri konusunu havalimanları açısından ele almakta olan Halpern, yapmış olduğu çalışmada dünya çapında değerlendirdiği 124 havalimanı verisi içerisinde önemli bir havalimanı çoğunluğunun yeni rota eklenmesi konusu ile çok yakından ilgilendiğini göstermiştir (Halpern, 2015). Bu konu ile yeterince uğraşmayan havalimanlarının gelişimlerinin beklenmediği görülmektedir.

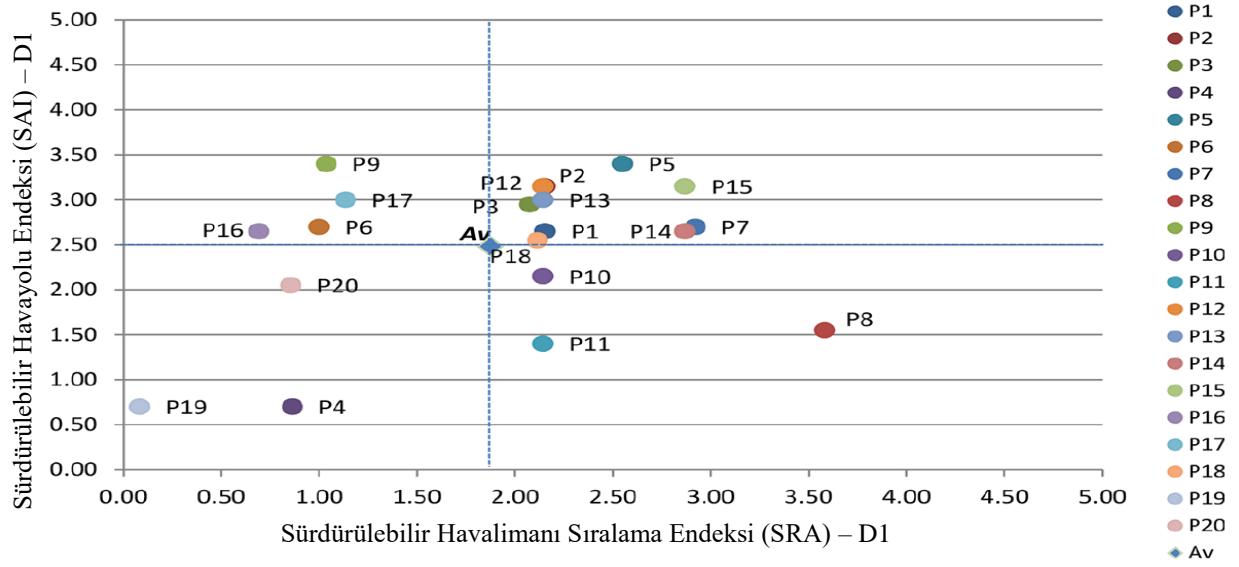
Yeni rotaların eklenmesi havayolları ile toplantılar, paydaşlar ile birlikte yapılan geniş katımlı konferanslar ve gelişim raporlarının yayınlanması ile mümkün olabilmektedir. Bu aktiviteler arasında çekici, başlatıcı ya da ateşleyici eylemlerin ve ardından gelişime açık alanların ortaya konulmasıyla mümkündür (İsona, 2011). Yıllık yolcu miktarını ve yolcu büyüme miktarını dolayısıyla işletme gelirini arttıracak bu çabaların kendi içerisindeki harcama ve gider büyüme miktarları ile eşleştğinde sürdürülebilirlik sağlanmış olacaktır.

Ancak ihtiyaçların ne yönde değiştiğinin anlaşılabilmesi için havalimanı bünyesinde paydaşların ve müşterilerin devamlılıkla yoklanması önemlidir. Kamuoyu algıları ve isteklerinin algılanması ve bunlara çözümler geliştirilmesi yenilikçi hizmetlerin içerisine entegre edilmesi sonrasında ekonomik sürdürülebilirliği mümkün kılacaktır. Bu konu ile ilgili bir başka örnek ise Graham [06] verilmiştir. Yapılan çalışma sonrasında ortaya çıkan sonuçlar havalimanlarındaki gelişimin en büyük destekçisinin düşük bütçeli havayollarının gelişimi olduğu ortaya çıkmıştır. Hava trafiğinin temelde ulaşılabilir olması havayolları ve havalimanları için de bir gelişim imkânı sağlayacaktır.

Aynı çalışma içerisinde düşük bütçeli havayollarından dolayı oluşan havayolu yolcusu artışının gelirler üzerine etkisi incelendiğinde havacılık gelirleri gibi diğer ticari gelirlerin de paralel olarak arttığı görülmektedir. Bu basit olarak ucuz havayolu trafiğini tercih eden yolcular havalimanı içerisinde para harcamaz algısını da yıkmaktadır. Özellikle uzun mesafe uçacak olan yolcuların havalimanı içerisinde oldukça fazla harcama yaptıkları görülmektedir. Havalimanlarının ekonomik olarak sürdürülebilirliği yolcuların ucuz havayolu isteklerine karşı koymak değil, bu isteklerin yerine nasıl getirileceği konusuna odaklanmak olmalıdır.

3.3. Sürdürülebilirlik İçin Gelişim ve İnovasyon (Yenilikçilik)

Havalimanları 1970'li yıllardan bu yana oldukça hızlı geliştiler. Havalimanlarındaki yolcu işleme kapasiteleri endüstriyel yaklaşımlar ile oldukça arttı. Yolcu işlemenin yanında yolculara sunulan hizmetler, ulaşım, yiyecek, içecek, lüks servisler ve bagajların taşınması gibi hizmetlerin yanısıra güvenlik ile ilgili düzenlemeler gelişerek yolculuk için bazı kısıtlar oluşturdu. 2050 yılında havacılık sektörünün ne kadar yolcu işleyebileceğini ve bunu şu anki altyapı ve teknolojiler ile yapıp yapamayacağını hayal etmek gerekmektedir. Ancak şu anki teknolojiler ile devasa havalimanları ile ilerlemek yolcuların çok tercih ettiği, verimliliği düşürdüğü, gereksiz yatırımları desteklemesi ve kaynak israfı dolayısıyla çok olası değildir.



Şekil.3: Havayolu ve Havalimanı ekonomik sürdürülebilirlik indeksleri

2050 yılındaki havalimanı yeniliklerini tahmin edebilmek, ihtiyaçları öngörmek, endüstriyel yenilikleri havacılık ihtiyaçları ile yeniden şekillendirerek ilerlemek, dolayısıyla yenilikçi yaklaşımlar gerekecektir. Yenilikçilik, tam olarak bulunmuş teknolojiler ile süreci hızlandıracak ihtiyaçların birbirleri ile harmanlanarak fayda sağlayacak yönde ilerlemek olarak düşünüldüğünde yukarıda anlatılmış sorunu çözmek için dünyanın ihtiyacı olan ilerleme yöntemidir.

Örneğin;

- Aerodinamik gelişmeler,
- Sürdürülebilir aktarma havalimanları,
- Uçuş planlamasında iklim şartlarının kullanılması,
- Davranışsal güvenlik stratejileri

ileride üzerinde sıklıkla konuşulacak konulardır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Havacılık içerisinde en belirgin olarak yapılacak iki ayırım havayolları ve özelleştirmeler sonrasında havalimanları olarak görülmektedir. Havalimanlarının bilinmeyen etkisi, ticari olarak ele alındığında farkındalık yaratmıştır. Bütün dünya üzerinde etkisini göstermiş olan havalimanı özelleştirmeleri, yerel ekonomiyi geliştirici anlamda etkilere sahiptir. Yakın çevre üzerinden yapılan satın alma ve teknik destek anlaşmaları, bünyesinde çalıştırılan işgücü ve bilgi anlamında sektör ile üniversite iş birlikleri ele

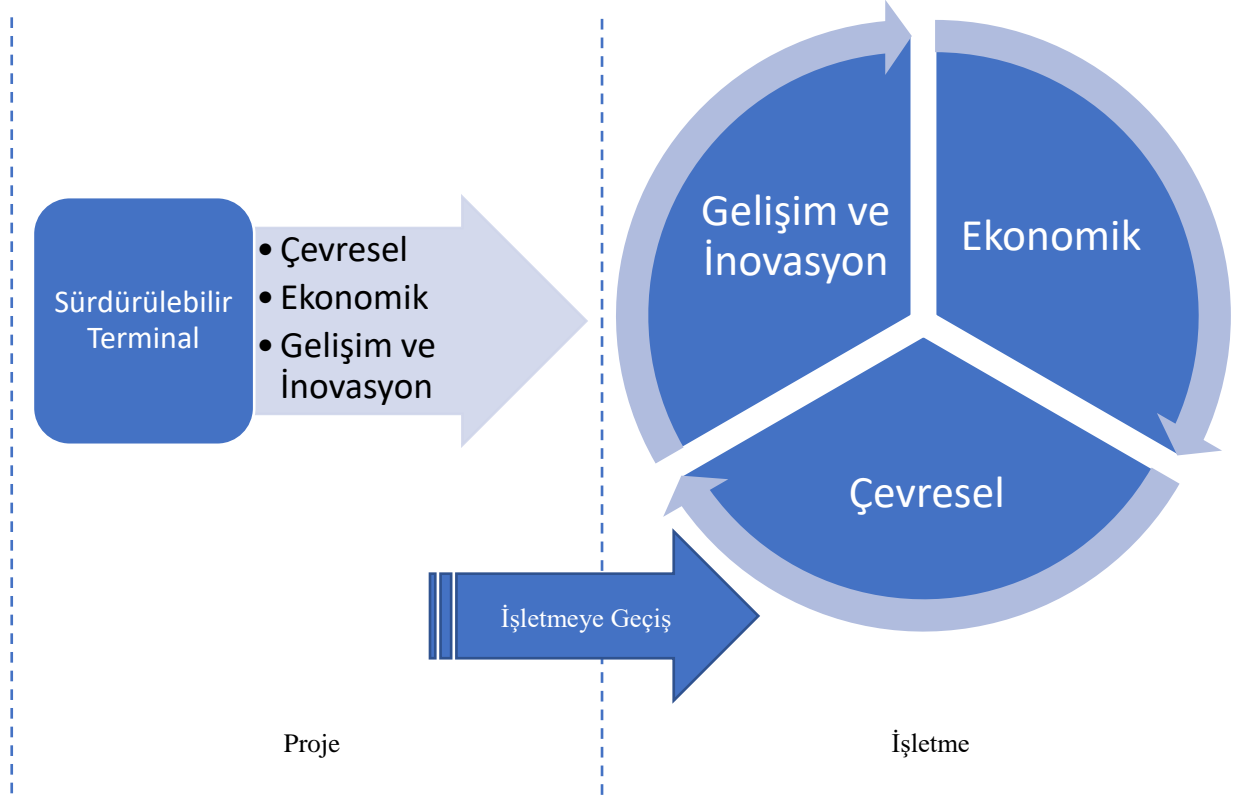
alındığında havalimanları hayatımıza çok hızlı olarak girmiştir.

Havalimanlarının bütünsel olarak ele alındığında iki ayrı konu dikkat çekicidir.

- Havalimanlarının planlanması, tasarımı ve yapımı
- Havalimanlarının işletilmesi

Havalimanlarının kapladığı alan ve içerisinde yapılmakta olan etkinlikler dikkate alındığında ise havalimanlarının çok büyük bir enerji tüketim merkezi ve bu sebeple de kararlı bir ekonomik denge gerektiren yapılar olduğu ortaya çıkmaktadır. Her bir uçak ve bu uçaklara gerektiği bakım hizmetlerini veren yer hizmetleri şirketlerinden, yerel otoritelere, havalimanını işletmekte olan şirket ve bu şirket ile ticari olarak bağlantılı olduğu kiracılarına kadar her birim enerji, kaynak tüketimi yapar.

Şekil 4'te bir sürdürülebilir olarak planlanmış havalimanı projesinin, sürdürülebilir bir havalimanı işletmesine dönmesi için bir görsel bulunmaktadır. Bu görselde bir program olarak düşünülen, bir bitiş tarihi verilmemiş olan işletme sürecinin, bir başlangıcı ve sonu olan projeden geçişi gösterilmektedir. Projeler sonuçları işletmeye devir olan işler ve görevler bütünüdür.



Şekil.4: Sürdürülebilir Havalimanları Projelendirilmesi ve İşletilmesi

Bu birimlerin her birisi düşünüldüğünde havalimanlarını yukarıda yapılmış ayırım ile sınıflandırmak mümkündür;

- Proje
- İşletme

Havalimanlarının sürdürülebilir olarak planlanması, yapımı ardından işletmeye devri ve sürdürülebilir olarak işletilmesi açısından yukarıdaki başlıklarda verilmiş olan anlatımların ver referansların aşağıdaki şekilde düşünülmesi ve işletme boyunca gelişim ve yenilikçiliğe açık olarak devam ettirilmesi gerekir. İşletme döngüsü bir projenin ardından bir gelişim programı olarak ele alınmalı ve bu programın vizyon ilkeleri sürdürülebilir bir havalimanının tüm etmenlerini içerisine alacak şekilde değerlendirilmelidir.

Şekil 4'te gösterildiği üzere havalimanları işletme yaşam döngüsüne devredilen bir proje olarak başlamaktadır. Sürdürülebilir bir havalimanının şartı planlama noktasından başlayarak işletmenin nasıl şekilleneceği ve geliştirileceğinin prensiplerinin ortaya konulduğu planların yapılması ile başlar. Bu planların işletme şartlarına göre planlanması havalimanlarının sürdürülebilir olduğunu belirler.

Havalimanlarının ekonomik olarak dengelendiği her durumdan sonra sürdürülebilirlik için çevresel sürdürülebilirlik incelenmeli, bu değerlendirmelere göre gelişim planları ile yenilikçi yaklaşımlar ile çözümler üretilmeli ve havalimanının ekonomik sürdürülebilirliğine en çok destek veren çözümler ile döngü bir ileri aşamaya ötelenmelidir.

Havalimanı bu döngü içerisinde en önemli kaynağının bilgiyi işleme ve konulara yaklaşım şekli olduğunun farkında olmalıdır. En büyük yatırımını da bu sebeple insana yapıyor olmalıdır. İnsana yapılan yatırım ile havalimanlarının ekonomik sürdürülebilirliği en güçlü şekilde temel atılmış olacaktır. Hedefleri belirli ve ikinci ve üçüncü bölümde anlatılan etmenler göz önünde bulundurularak yapılmış olan eylemler ile havalimanları sürdürülebilir kılınacaktır.

Bununla birlikte havalimanlarının çevresel olarak sürdürülebilirliği ve sıfır sera gazı çıkışı gelecek açısından oldukça büyük sorumluluk yükleyen bir hedefdir. Bu aşamaya gelmiş uluslararası havalimanları kendi marka değerlerini oluşturmaya başladığından dolayı uluslararası konferans ve sempozyumlarda en çok adı anılan kurumlar olarak gündeme gelmeye başlamaktadırlar. Bu çeşit bir

reklam ile rota geliştirmesi konusunda da kendiliğinden birçok gelişme oluşmaktadır.

Havalimanlarının, gerçekçi olarak planlanması ve çevresel etkileri sıfırlayacak şekilde yenilikçi gelişmelere açık şekilde bir strateji uygulaması havalimanının sürdürülebilir olması için en temel şarttır. Bu şekilde bir havalimanının yönetimi bu prensip ve şartları uygulamaktan geçer.

KAYNAKÇA

'Airport Sustainability, A Holistic Approach to Effective Airport Management', 2005, <https://www.aci-na.org/static/entransit/Sustainability%20White%20Paper.pdf>, Erişim Tarihi: 09/09/2018

Anthony Zanetti, Roberto Sabatini, Alessandro Gard, 'Introducing green life cycle management in the civil aviation industry: the state-of-the-art and the future', 2016, International Journal of Sustainable Aviation, Vol. 2, No. 4

Antonın Kazda, Robert E. Caves, 'AIRPORT DESIGN AND OPERATION', 2007, Elsevier, Pages 21 - 41

APPENDIX 1. TABLES RELATING TO THE WORLD OF AIR TRANSPORT IN 2015', 2016, https://www.icao.int/annual-report-2015/Documents/Appendix_1_en.pdf, Pages 20-35

Birol Kılık, Şiir Kılık, 'New exergy metrics for energy, environment, and economy nexus and optimum design model for nearly-zero exergy airport (nZEXAP) systems', 2016, Energy, Vol 140, Pages 1329-1349

Birol Kılık, 'Energy consumption and CO2emission responsibilities of terminalbuildings: A case study for the future Istanbul International Airport', 2014, Energy and Buildings, Vol 76, Pages 109–118

Brian Edwards, 'The Modern Airport Terminal', 2005, Spon Press,

Caitlin Stephenson, Gui Lohmann, Bojana Spasojevic, 'Stakeholder engagement in the development of international air services: A case study on Adelaide Airport', 2018, Journal of Air Transport Management, Vol 71, Pages 45–54

Dejan Paliska, Samo Drobne, Giuseppe Borruso, Massimo Gardina, Dasa Fabjan, 'Passengers'

airport choice and airports' catchment area analysis in cross-border Upper Adriatic multi-airport region', 2016, Journal of Air Transport Management, Volume 57, Pages 143 - 154

George C.L. Bezerra, Carlos F. Gomes, 'Performance measurement practices in airports: Multidimensionality and utilization patterns', 2018, Journal of Air Transport Management, Vol 70, Pages 113–125

Erol İmre, 'Türkiye'de Yap-İşlet-Devret Modeli, Yasal Çatısı, Uygulaması', Ocak 2001, <http://archive.is/V8av1>, Erişim Tarihi: 10/09/2018

Eva Maleviti, Evan Stamoulis, 'Environmental management in aviation and aerospace industries: a baseline analysis on employees' perspectives', 2017, International Journal of Sustainable Aviation, Vol. 3, No. 2 Pages 155

Fiona Berry, Sarah Gillhespy, Jean Rogers, 'ACRP Synthesis 10: Airport Sustainability Practices', 2008, <https://crp.trb.org/acrp0267/acrp-synthesis-10-airport-sustainability-practices/>, Erişim Tarihi: 09/09/2018

Hikmet Karakoç, Alper Dalkıran, 'Sürdürülebilir Havalimanları Sunum Notları - Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Çalıştayı', Şubat 2017, <http://www.gtu.edu.tr/icerik/8/5337/display.aspx?languageId=1>, Erişim Tarihi: 11/09/2018

Hikmet Karakoç, Burhan Işıklı, Ferhat Atmaca, Serkan Toka, Şenol Kaba, 'Uçaklarda İç Hava Kalitesi ve Neden Olabileceği Problemler', 2005, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi/TESKON,

Ian Humphreys, 'Organizational and growth trends in air transport', 2003, Towards Sustainable Aviation, Earthscan Publications, Pages 20-35

IATA Sustainable Alternative Jet Fuels Strategy', 2008, https://www.iata.org/whatwedo/environment/Documents/sustainable_alternative_jet_fuels_strategy.pdf, Erişim Tarihi: 08/09/2018

James H. Grothaus, Thomas J. Helms, Shaun Germolus, Dave Beaver, Kevin Carlson, Tim Callister, 'Guidebook for Managing Small Airports', 2009, Transportation Research Board, Pages 8-89

- Kenneth M. Amaeshi, Andrew Crane, 'Stakeholder Engagement: A Mechanism for Sustainable Aviation', 2005, Corporate Social
- Ken Hume, Adrian Watson, 'The human health impacts of aviation', 2003, Towards Sustainable Aviation, Earthscan Publications, Pages 48-76
- 'LEED is green building', 2018, <https://new.usgbc.org/leed>, Erişim Tarihi: 26/09/2018
- Marci Greenberger, 'Sustainable Airport Construction Practices', 2011, Transportation Research Board, Pages 3-4
- Maria Emilia Baltazara, Tiago Rosaa, Jorge Silvaa, 'Global decision support for airport performance and efficiency assessment', 2018, Journal of Air Transport Management, Vol 71, Pages 220-242
- Michael Pitt, Andrew Smith, 'Waste management efficiency at UKairports', 2003, Journal of Air Transport Management, Vol 9, Pages 103-111
- Michael Bagshaw, 'Cosmic Radiation in Commercial Aviation', Mayıs 2008, Travel Medicine and Infectious Disease, Volume 6, Issue 3, Pages 125-127
- Nigel Halpern, Anne Graham, 'Airport route development: A survey of current practice', 2015, Tourism Management, Vol 46, 213-221
- Norman L. Carter, 'Transportation noise, sleep, and possible after-effects', Mart 1995, Environment International, Volume 22, Issue 1, 1996, Pages 105-116
- Norman J. Ashford, Saleh Mumayiz, Paul H. Wright, 'Airport Engineering', 2011, Joh Wiley, Pages 22 - 70
- 'ORAT', , https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/o/orat_cap_stat_07022016.pdf, Erişim Tarihi: 10/09/2018
- 'Operational Readiness and Airport Transfer - ORAT', https://www.fraport.com/content/fraport/en/misc/binaer/fraport-group/fraport/fraport-worldwide1/products/orat/jcr:content.file/prod/uktdatenblatt-orat_online.pdf, Erişim Tarihi: 10/09/2018
- Richard T. Ellison, 'Airborne Influenza Transmission', Şubat 2018
- Robert Horonjeff, Francis X. McKelvey, William J. Sproule, Seth B. Young, 'Planning and Design of Airports', 2010, Mc Graw Hill, Pages 543, 573
- Rosemarie Andolino, Sam Mehta, Ken Westlake, Doug Widener, 'Sustainable Airport Manual', 2013, CDA - Chicago Department of Aviation, Page PL2-PL24, DC3-DC189
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 28, 443, 444, 446, 448, 449, 455, 461, 478, 485, 498, 511, 513, 521, 552, 834
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 35, 261, 640, 641, 643, 349, 359, 364, 269, 454, 239, 389, 393, 2911, 407, 432, 433
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 456, 696
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 28, 443, 444, 446, 448, 449, 455, 461, 478, 485, 498, 511, 513, 521, 552, 834
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 59, 384, 385, 696, 705, 727, 799, 800, 819, 822, 823, 828, 829, 831, 834, 835, 841, 842, 848, 850, 854, 2876
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 597, 478, 570, 49, 586, 552, 547, 539, 546, 901, 900, 898
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 395, 831, 878, 877, 875, 900, 898, 706, 799, 848, 443, 449, 270, 511, 869, 359, 374, 369
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 130, 2824
- 'SAGA - Sustainable Practices', 2015, <http://www.airportsustainability.org/practice/>, Practice, 1, 217

- Stephen Ison, Graham Francisa, Ian Humphreys, Richard Page, 'UK regional airport commercialisation and privatisation: 25 years on', Kasım 2011, Journal of Transport Geography, Pages 1341-1349
- Steven C. Martin, 'Passenger Air Service Development Techniques', 2009, https://www.aci-na.org/static/en/transition/acrp_passenger_air_service_development.pdf, Pages 22-30
- Şan Kılış, Şiir Kılış, 'Benchmarking airports based on a sustainability ranking index', 2016, Journal of Cleaner Production, Vol 130, Pages 248-259
- Şan Kılış, Şiir Kılış, 'A sustainable aviation sector index to benchmark the landside and airside based on airport-airline pairs', 2017, International Journal of Sustainable Aviation, Vol. 3, No. 3
- Responsibility and Environmental Management, Vol 13, Pages 245–260
- 'The FIDIC Suite of Contracts', 2007, http://fidic.org/sites/default/files/FIDIC_Suite_of_Contracts_0.pdf, Erişim Tarihi: 10/09/2018
- Waleed Youssef, 'TAV Havalimanları Sürdürülebilirlik Raporu', 2011, <http://www.esenbogaairport.com/en-EN/Documents/Surdur10.pdf>, Erişim Tarihi: 09/09/2018, Sayfa 22
- '2036 Forecast Reveals Air Passengers Will Nearly Double to 7.8 Billion', Ekim 2017, <https://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2017-10-24-01.aspx>, Erişim Tarihi: 08/09/2018