

## HAVALİMANI KARBON AKREDİTASYONU SÜRECİ UYGULAMALARININ İYİLEŞTİRİLMESİNDE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN KULLANILMASI <sup>1</sup>

### USING FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS TO IMPROVE AIRPORT CARBON ACCREDITATION PROCESS APPLICATIONS

**Pınar GÖKTAŞ\***, **Cenk ÖZLER\*\***

\* Yrd. Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İnsan Kaynakları Yönetimi Bölümü, pinargoktas@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5552-1813>

\*\* Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, cenkozler@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7773-2216>

#### ÖZ

Günümüzde Dünya'yı tehdit eden sorunların en başlarında yer alan çevre sorunlarından biri küresel ısınmadır. Küresel ısınmanın ana faktörü karbondioksit olup, şirketler bu bağlamda karbon emisyonunu azaltmak istemektedir. Sera gazı emisyonlarının önümüzdeki yıllarda artacak olmasına rağmen, temel amaç 2050 yılında 1990 yılındaki emisyon seviyesinin %80 altına inilmesidir.

Çalışmanın amacı, şirketlerin karbon envanteri oluşturmaya yardımcı olmak, havalimanı karbon akreditasyon sürecindeki uygulamalarını incelemek ve iyileştirme önerileri sunmaktır. Bu bağlamda TAV İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nda karbon emisyonu nedenlerinin incelenmesi için Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) uygulanmıştır. Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne (HTEA) göre riskler dikkate alınmış ve iyileştirme önerileri sunulmuştur. Şimdiye kadar karbon akreditasyon sürecinin iyileştirilmesi amacıyla bu yöntemin kullanılması örneklerine literatürde rastlanılmaması çalışmanın önemini artırmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, sağlanan katkılar şunlardır: sürecin sistematik olarak gözden geçirilmesi, zayıf yanların tespit edilmesi, karbon emisyonuna etki eden nedenler ve kritik noktaların belirlenmesi, takım çalışması ile şirket içi iletişimin geliştirilmesi, olumsuzluklarının giderilmesi ve şirket imajını olumlu yönde etkilemesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Sera Gazı Etkisi, Sera Gazı Protokolü, Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı, Karbon Emisyonu, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Karbon Ayak İzi

**Jel Kodları:** M00, Q5

#### ABSTRACT

At the present day, one of early in environment problems which threaten the world is global warming. The main factor of global warming is carbondioxide in this context companies want to reduce carbon emission. Although GHG emission will be increase incoming year, the aim in 2050 to reduce emission levels by 80 percent of what they were in 1990.

The purpose of this study to help companies prepare a GHG inventory, to investigate airport carbon accreditation process applications and to offer suggestions for improvement. In this context, Failure

<sup>1</sup> Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından yayınlanan "Havalimanı Karbon Akreditasyonu Süreci Uygulamalarının İyileştirilmesinde Hata Türü ve Etkileri Analizinin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

*Modes and Effects Analysis (FMEA) has been done to investigate causes of carbon emission in TAV İzmir Adnan Menderes Airport. According to Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), risks were considered and suggestions for improvement were offered. Until now, in order to improve carbon accreditation process by using this method is not documented in the literature.*

*According to findings in this study, some contributions are included: revising the process systematically, identification of weaknesses, determining the impact that reason of carbon emission and critical point, the development of communication within the company with teamwork, the elimination of negativity and it has affected the company's image in a positive way.*

**Keywords:** Greenhouse Gas Effect, GHG Protocol, Airport Carbon Accreditation Scheme, Carbon Emission, Failure Modes and Effects Analysis, Carbon Footprint

**Jel Codes:** M00, Q5

## GİRİŞ

İklim değişikliği en öncelikli konulardan biri durumuna gelmiştir. İklim değişikliği ile mücadele için Türkiye'nin de onayladığı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, bu kapsamda ortaya çıkan Kyoto Protokolü ve izleyen süreçler, başta iklim değişikliğine yol açan sera gazlarının salımından birinci derece sorumlu olan gelişmiş ülkeler olmak üzere dünya çapında bir eylem planı oluşturmaktadır. Türkiye açısından, ekonomik büyümeyi daha düşük karbon salımlarıyla gerçekleştirmek, gerek uluslararası yükümlülükleri, gerekse de üzerinde yaşadığımız yer küreye karşı sorumluluklar açısından önemli hale gelmiştir.

Çalışmanın amacı; havacılık sektöründe karbon emisyonunu azaltmayı hedefleyen bir programa kalite geliştirme yöntemini adapte ederek, bu programların daha etkin nasıl yürütülebileceğini ortaya koymaktır. Havalimanı Karbon Akreditasyonu Programı, havalimanı işletmelerinde karbon emisyonunun açıklanması ve azaltılması için ortak bir çerçeve sağlamaktadır. Bu program sayesinde, karbon emisyonunun havalimanlarının karmaşık yapısına uyarlanmış bir çerçeve içinde açıklanması için ilk defa standartlar tespit edilmiştir. Bu standartlar, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD, 2001) ve Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI, 2002, 2003) "Sera Gazı Protokolü" Kurumsal Muhasebe ve Açıklama Standartları ile tamamıyla uyumlu olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada,

belirtilmiş olan protokol ve standarttan yararlanılarak, TAV İzmir Terminal İşletmeciliği A.Ş.'deki havalimanı karbon akreditasyonu sürecinde, karbon emisyonunu artıran nedenlerin, kritik noktaların belirlenmesi ve karbon emisyonunu azaltıcı iyileştirme önerileri sunmak amaçlanmıştır. Çalışmada ortaya çıkan emisyon miktarları ve oluşturacağı risklerin de dikkate alınması açısından kalite geliştirme tekniklerinden olan Hata Türü ve Etkileri Analizi tercih edilmiştir. Şimdiye kadar karbon akreditasyon sürecinin iyileştirilmesi amacıyla bu yöntemin kullanılması örneklerine literatürde rastlanılmaması çalışmanın önemini artırmaktadır.

## 1. SERA GAZI (GREENHOUSE GAS PROTOCOL- GHG) PROTOKOLÜ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği hızla ilerlemektedir. Birçok hükümet, ulusal politikalar vasıtasıyla GHG emisyonlarını azaltmaya çalışmaktadır. Bunu da, emisyon ticaret programları, gönüllü programlar, karbon ya da enerji vergileri, yönetmelikler, enerji etkinliği ve emisyonlar üzerine standartlar ile yaparlar. Sonuç olarak, rekabetçi iş dünyasında şirketler, uzun dönemde başarılı olmak istiyorlarsa, GHG riskini yönetebilmeyi başarmalıdır ve gelecek için ulusal ya da bölgesel iklim politikaları oluşturmalıdır. Sera gazı (GHG) protokolü girişimi, işletme, sivil toplum örgütü ve devletin çoklu paydaşlar ortaklığıdır. GHG Protokol Kurumsal

Standardı, şirketler ve diğer organizasyonların GHG emisyon envanteri oluşturmasında kılavuzluk sağlamaktadır. GHG Protokolü, şirketlerin GHG envanteri oluşturmasında yardımcı olmak, envanterin toplanmasını kolaylaştırmak, maliyetleri ve emisyonları azaltmak için kılavuzluk sağlamaktadır (GHG, 2004: 3)

İyi tasarlanmış ve oluşturulmuş kurumsal GHG envanteri, aşağıda belirtilen çeşitli işletme amaçlarına da hizmet etmektedir (GHG, 2004: 11-14).

- GHG riskini yönetmek ve azaltma olanaklarını tespit etmek: İlerideki GHG kısıtlarıyla ilişkilendirilmiş riski tespit etmek. Azaltma olanaklarının maliyetini tespit etmek. GHG hedeflerini, ölçme ve raporlama sürecini belirlemek.
- Gönüllü GHG programlarına katılım ve kamu raporlama GHG emisyonlarının gönüllü paydaşlara raporlanması ve GHG hedeflerine doğru ilerleme. Hükümete raporlama ve sivil toplum örgütleri raporlama programları (GHG sicilini içeren) GHG sertifikasyonu ve eko sınıflandırma
- Zorunlu raporlama programlarına katılım Ulusal, bölgesel, yerel seviyede hükümet raporlama programlarına katılım
- GHG pazarına katılım İçsel GHG ticaret programını destekleme Dışsal katılım ve ticaret programları izni Karbon/GHG vergi hesaplama
- Gönüllü faaliyetlerin tanınması, Destek olmak için bilgi sağlamak ve /ve ya öncelikli faaliyetler için kredi sağlamak (GHG, 2004: 11-14).

Bu standart, işletmelerin GHG envanteri oluşturmaları için yazılmış olup ayrıca, sivil toplum örgütleri, devlet kurumu ve üniversiteler de bu standarttan yararlanabilmektedir. Politikacılar ve

GHG programının mimarları, hesaplama ve raporlama gereksinimleri için bu standardın ilgili kısımlarını temel alabilmektedir.

GHG Protokol girişimi ve diğer GHG programları arasındaki farkı ayırt etmek önemlidir. GHG Protokol Kurumsal Standardı, emisyonların sadece raporlanması ve hesaplanmasına odaklanır. Doğrulama sürecinin nasıl yapılacağını açıklamaz. GHG Protokol Kurumsal Standardı, program ya da tarafsız bir politika olarak tasarlanmıştır. Bununla birlikte, birçok mevcut GHG programı, kendi hesaplama ve raporlama gereksinimleri için bu standardı kullanır. Aşağıda belirtilenler ile GHG Protokol kurumsal standardı uygun düşmektedir (GHG, 2004: 4):

- Gönüllü GHG azaltma programları, örneğin Doğal Hayatı Koruma Fonu (WWF- World Wildlife Fund), İklim Koruyucuları, US Çevre Koruma Ajansı (EPA, 1999), İklim Öncüleri, Tarafsız İklim Ağı ve İklim Değişikliği Üzerine İşletme Liderlerinin Girişimi (BLICC)
- GHG Sicili, örneğin California İklim Eylem Sicili
- Ulusal ve bölgesel endüstri girişimi, örneğin Yeni Zelanda Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi, Tayvan Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi
- GHG Ticaret Programları, örneğin İngiltere Emisyon Ticaret Sistemi (UK-ETS), Chicago İklim Borsası (CCX) ve Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi (EU-ETS)
- Özel protokoller, örneğin Uluslararası Alüminyum Kuruluşu, Uluslararası Demir ve Çelik Kuruluşu, Uluslararası Petrol Endüstrisi Çevre Koruma Birliği (IPIECA, 2003) (GHG, 2004: 4).

## 2. HAVALİMANI KARBON AKRE- DİTASYON PROGRAMI

GHG Protokol temel alınarak Uluslararası

Havalimanları Konseyi (ACI) tarafından hazırlanmış Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı aracılığıyla havalimanında karbon yönetim sürecinin gerçekleştirilmesi ve farklı proje seviyelerinde akreditasyona ulaşılması konusunda kılavuzluk sağlamaktadır. Böylece havalimanı, kamusal kabul görme, tanınırlık kazanmaktadır. Programın tüm amacı, karbon ve enerji yönetiminin gelişmiş performansının tasdik edilmesini sağlamak ve karbon nötrleşmesinin ilkelerini destekleyen yönetim uygulamalarının gelişmesi konusunda teşvik etmektir (ACI, 2009: 2).

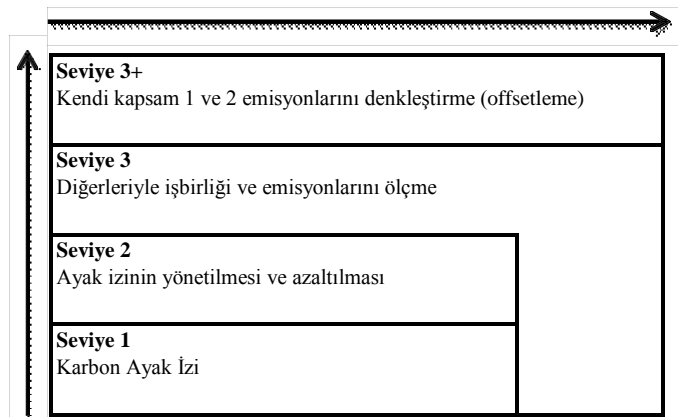
ACI Europe (2009), iklim değişikliği üzerine çözüm konusunda, üye havalimanlarına, karbon ayak izini azaltmaları için destek olmaktadır. Bu program, ACI Europe ve WSP arasındaki bir ortaklık içinde tasarlanmıştır. Havalimanında karbon yönetim sürecinin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır ve farklı proje seviyelerinde akreditasyona ulaşılmasıyla, kamusal kabul görme, tanınırlık kazanılacaktır. İlk aşama olarak karbon ayak izi hesaplanmaktadır. İleriki aşamalarda ise karbon denkleştirmeye kadar devam etmektedir. Karbon denkleştirmesini başaran havalimanı için, katılımın en üst seviyesinde ödüllendirilme yapılmaktadır (ACA, 2012: 3).

Havalimanı karbon akreditasyon projesinin tüm amacı, karbon ve enerji yönetiminin

gelişmiş performansının tasdik edilmesini sağlamak ve karbon nötrleşmesinin ilkelerini destekleyen yönetim uygulamalarının gelişmesi konusunda teşvik etmektir. Proje, iş ortaklarının yükümlülüğü ve yönetimin yüksek seviyesini artırmayı gerektiren 3 seviye içermektedir (ACA, 2012: 5):

- Seviye 1, havalimanının direkt kontrol sınırları içerisinde karbon ayak izi emisyonunun doğrulanmasını (GHG Protokol kapsam 1 ve 2 emisyon kaynakları) içermektedir.
- Seviye 2, Seviye 1'e ek olarak, kararlaştırılmış emisyon azaltma hedefleriyle, karbon yönetim planı geliştirilmesi ve kapsam 1 ve 2 emisyon kaynaklarından, emisyon seviyelerinin sürekli iyileştirilmesini içermektedir.
- Seviye 3, Seviye 2'ye ek olarak, paydaşların işbirliği planının ve bazı Kapsam 3 emisyonlarını içeren havalimanı karbon ayak izinin genişletilmesinin belirtilmesini içermektedir.
- Seviye 3+, Seviye 3'e ek olarak, havalimanının kontrol sınırları içerisindeki faaliyetler için karbon nötrleştirilmesini (kapsam 1 ve 2 emisyon kaynakları) içermektedir (ACA, 2012: 5).

Şekil 1: Proje Seviyeleri



## Ayak İzi Kapsamı

**Kaynak:** ACA (2012), Airport Carbon Accreditation Guidance Document, Manchester, s. 5.

Projenin kapsamında, havalimanının direkt kontrol edebildiği ve seviye 3 ve 3+ faaliyetleri, havalimanının yönlendirebildiği ya da etkileyebildiği kritik faaliyetlerden emisyonlar dahil edilir. GHG gaz kapsamında, projede zorunlu olarak CO2

içerir. Havalimanı gönüllü olarak diğer GHG emisyonlarına yer verebilmektedir (ACA, 2012: 6).

Projenin her bir seviyesi için gerekliliklerin özeti Tablo 1’de bulunmaktadır.

Tablo 1: Her Bir Seviyede Proje Gerekliliklerinin Özeti

	Karbon Ayak İzi- Doğrulama	Karbon Yönetimi	Emisyon Azaltma Başarıları	Karbon Ayak İzi	Paydaş İşbirliği	Kalan Emisyonların Denkleştirilmesi) Offsetlenmesi
	Havalimanının direkt kontrolü altındaki emisyonlar	Havalimanının direkt kontrolü altındaki emisyonlar	Havalimanının direkt kontrolü altındaki emisyonlar	Havalimanının yönlendirebildiği ve etki edebildiği seçilmiş emisyonlar	Havalimanının yönlendirebildiği ve etki edebildiği emisyonlar	Havalimanının direkt kontrolü altındaki emisyonlar
Seviye 1 Ölçme	*					
Seviye 2 Azaltma	*	*	*			
Seviye 3 Etki	*	*	*	*	*	
Seviye 3* Offset-Karbon nötrleşmesi	*	*	*	*	*	*

**Kaynak:** ACA (2012), Airport Carbon Accreditation Guidance Document, Manchester, s. 6.

Karbon ayak izi yıldan yıla karşılaştırma yapmaya olanak tanır. Eğer bir havalimanı, bir sonraki yılda ayak izi kapsamını genişletirse, orijinal kapsam ile karşılaştırma yapılabilir. Karbon ayak izi, kuruluş tarafından onaylanan havalimanının

direkt kontrolü altındaki (kapsam 1 ve 2 emisyonları) emisyonlarının doğrulama kanıtını sunmalıdır (ACA, 2012: 9).

Tablo 2’de Havalimanı Karbon Ayak İzi Kapsamının Tipik Örneği’ne yer verilmiştir.

Tablo 2: Havalimanı Karbon Ayak İzi Kapsamının Tipik Örneği

Kontrol	Yönlendirme	Etki
Havalimanı şirketinin sahibi olduğu/kontrol edebildiği tesisler, hizmetler, faaliyetler ve ekipmanlar	Taşıeron, yakın ortak ve tedarikçilerin sahip olduğu(kontrol edebildiği), havalimanı şirketinin ise yönlendirme sağlayabildiği tesisler, hizmetler, faaliyetler ve ekipmanlar	Serbest ortakların, kiracıların, müşterilerin, devlet kurumunun vb sahip olduğu(kontrol edebildiği, havalimanı şirketinin ise sadece etki sağlayabildiği tesisler, hizmetler, faaliyetler
<b>Kapsam 1- Direkt Emisyonlar</b>		

	<b>Kontrol</b>	<b>Yönlendirme</b>	<b>Etki</b>
	Havalimanı şirketinin sahibi olduğu/kontrol edebildiği tesisler, hizmetler, faaliyetler ve ekipmanlar	Taşeron, yakın ortak ve tedarikçilerin sahip olduğu(kontrol edebildiği), havalimanı şirketinin ise yönlendirme sağlayabildiği tesisler, hizmetler, faaliyetler ve ekipmanlar	Serbest ortakların, kiracıların, müşterilerin, devlet kurumunun vb sahip olduğu(kontrol edebildiği), havalimanı şirketinin ise sadece etki sağlayabildiği tesisler, hizmetler, faaliyetler
Sabit Kaynaklar	Kazan,ocak, brülör, türbin, kalorifer, yakma finni, motor, yangınla mücadele faaliyetleri, alev alma		
Hareketli Kaynaklar	Otomobiller(hava tarafı/kara tarafı), kamyon, personel otobüsü, ground power birimleri, iş seyahatleri		
Süreç Emisyonları	Yerinde atık yönetimi, atık su yönetimi		
Diğerleri	Kaçaklar; özellikle soğutucu, yangın söndürme, CO2,metan, yakıt tankı (opsiyonel)		
<b>Kapsam 2- Enerji Dolaylı Emisyonlar</b> Dolaylı	Satın alınan elektrik, ısıtma, soğutma vb.den kaynaklı emisyonlar		
<b>Kapsam 3- Diğer Dolaylı Emisyonlar</b>			
Uçak		Uçak yer hareketleri,uçığa yaklaşma için motoru boşa çalıştırma, motoru geri itme, taksileme, APU, PCA	Havalanma, inme, yaklaşma, tutanma, seyir etme
Sabit Kaynaklar		Yakın ortaklar ya da taraflar tarafından işletilen kazan,ocak, brülör, türbin, kalorifer, yakma finni, motor, yangınla mücadele faaliyetleri, alev alma	3. taraf kazan,ocak, brülör, türbin, kalorifer, yakma finni, motor
Hareketli Kaynaklar	Havalimanı şirket personelinin iş seyahatleri	Üçüncü taraflar tarafından işletilen araçlar, GSE ekipmanı, ground power birimleri, kendi araçlarıyla personel seyahatleri/günlük geliş gidiş, nakliye	İş seyahatleri (3. taraflar), yolcu erişimi, personel seyahati/günlük geliş gidiş (3.taraflar), 3.taraf kendi araçları
Süreç Emisyonları		Offsite yönetimi/havalimanı atıklarının bertaraf edilmesi	3. taraflar tarafından bertaraf düzenlemesi yapıldığı yerde atık yönetimi
Altyapı		Yakın ortaklar tarafından şebeke güç ve yakıt tüketimi	Diğer 3. taraflar tarafından satın alınan şebeke güç ve yakıt tüketimi

**Kaynak:** ACA (2012), Airport Carbon Accreditation Guidance Document, Manchester, s. 8.

### 3. TAV İZMİR TERMİNAL İŞLETMECİLİĞİ A.Ş. KARBON AKREDİTASYON SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE SÜREÇ HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ ÇALIŞMASI

Dünya Kaynakları Enstitüsü (World

Resources Institute-WRI, 2004) ve Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (World Business Council For Sustainable Development-WBCSD) tarafından yayınlanan The Greenhouse Gas (GHG) Protocol A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition ve Uluslararası Havalimanları Konseyi

(Airports Council International Europe-ACI Europe) ve WSP tarafından yayınlanan Airport Carbon Accreditation Scheme Documentation and Scheme kaynaklarına göre TAV İzmir Terminal İşletmeciliği A.Ş.'de karbon akreditasyon süreci uygulamalarına değinilmiş ve süreci iyileştirmek ve karbon emisyonuna etki eden nedenlerin risk analizi için Hata Türü ve Etkileri Analiz örneği yapılmıştır.

GHG envanteri raporu, ACI-Havalimanı Karbon Akreditasyon Sertifikası- Seviye 1 Karbon Ayak İzinin Tanımlanması için hazırlanmıştır. TAV İzmir, havalimanı karbon akreditasyon süreci ve karbon ayak izinin doğruluğunun tanımlanmasında Türkiye'de ilktir. Bu nedenle iç ve dış benchmarking (kıyaslama) bulunmamaktadır. Tüm 6 GHG'lerden sadece CO2 gazı, bu envantere ölçülecektir. Emisyonları hesaplamak için tüm araçlar, GHG Protokol Hesaplama Worksheet'lerinden sağlanmıştır. Operasyonel data için açık ve kesin ispatlayıcı delilden ötürü, operasyonel kontrol kriterleri, GHG emisyonlarını konsolide etmek için oluşturulur. Tanımlanmış teknik sistemleri kullanarak, GHG'ye neden olan operasyonel faaliyetler ayrı ayrı listelenmiştir. Bunlar, kapsam 1 ve kapsam 2'de direkt kontrol edilmektedir ya da yönlendirilebilir ya da Kapsam 3 için etkileyebilir.

TAV İzmir organizasyonu, GHG Protokol kılavuzuna göre, organizasyon sınırlarındaki tesislerden direkt GHG emisyonlarını ölçmektedir. Rapor, baz yıl olarak seçilen Haziran 2008'den, Mayıs 2009'a 12 aylık envanteri kapsamaktadır. TAV İzmir Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nin Haziran 2008-Mayıs 2009 dönemine ait GHG emisyon datası, kapsam 1 ve kapsam 2 olarak incelenmiştir. Kapsam 1: Isıtma, jeneratörlerin yakıt tüketimi, atık su arıtma tesisi, TAV İzmir tarafından kontrol edilen kiralık araçlar, personel taşıma, hareketli liftlerin yakıt tüketimi, kazanların ve dizel pompaların yakıt tüketimi kapsam 1'de ele alınmıştır. Kapsam 2: Satın alınan elektrik, satılan elektrik, uçaklar için satılan elektrik

(400Hz) kapsam 2'de ele alınmıştır.

TAV İzmir Terminal İşletmeciliği A.Ş. karbon akreditasyon sürecinin iyileştirilmesi üzerine bir süreç HTEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) çalışması ele alınmıştır. Öncelikle HTEA ekibi oluşturulmuştur. HTEA çalışması ile karbon emisyonuna etki eden ekipmanlar, hata modu, hata etkileri, hatanın potansiyel nedenleri, varsa mevcut süreçte önleyici ve keşfedilebilir kontroller belirlenmiştir. Ayrıca TAV İzmir Çevre Mühendisi'nin görüşü alınarak, şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değer kriterlerinin belirlendiği risk analiz tablosu oluşturulmuştur. Risk analiz tablosuna göre HTEA tablosu puanlandırılmıştır. Amaç, karbon emisyonuna etki eden nedenlerin belirlenerek, risk öncelik sayısı yüksek değerlerde olanlar için iyileştirme önerileri getirmektir.

Hata türü ve etkileri analizi, riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniği olup bu teknikte hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması ilkesi temel alınmaktadır. Bu bağlamda analiz çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik tahmini yapılmaktadır. Dolayısıyla her hatanın nedenleri ve etkenleri belirlenmekte, olası hatalar tanımlanmakta, olasılık şiddet ve keşfedilebilirliğe bağlı olarak hataların önceliği ortaya çıkmakta ve sorunların izlenmesi ve düzeltici faaliyetler yapılmaktadır (Akın vd., 1998: 342). Hata türü ve etkileri analizi tekniği kapsamında günümüzde genel olarak Tasarım, Süreç, Hizmet, Sistem ve Yazılım HTEA olmak üzere 5 çeşidi bulunmaktadır. Tasarım HTEA; bileşenlere ve alt sistemlere Süreç HTEA; imalat ve montaj işlemlerine, Hizmet HTEA; hizmet faaliyetlerine, Sistem HTEA; global sistem fonksiyonlarına, Yazılım HTEA yazılım fonksiyonlarına odaklanmaktadır (FMEA, 2016). Bu çalışmada Süreç HTEA uygulanmasının nedeni karbon akreditasyon sürecindeki hata etkilerini azaltmaktır. Bu bağlamda ilk olarak TAV İzmir'de karbon emisyonuna yoğunlukla etki eden

departmanların çalışanlarından oluşan bir HTEA ekibi oluşturulmuştur. HTEA ekibiyle birlikte analizin amacı belirlenmiştir. Amaç, karbon emisyonuna en çok etki eden kritik ve önemli özelliklerin belirlenerek, iyileştirme sağlamak için öneriler geliştirmektir. Beyin fırtınası şeklindeki toplantılarla, sürecin akış şemalarından da yararlanılarak, ekipmanlar ve hata modu belirlenmiştir. Daha sonra hata modu oluştuğunda gerçekleşebilecek potansiyel sonuçlar tanımlanmıştır. Karbon salımını artıran nedenler incelendiğinden dolayı, potansiyel sonuçların ortak noktası karbon salımını artırmalarıdır. HTEA tablosunda potansiyel hata etkisi bölümünde sonuçlar belirtilmiştir.

TAV İzmir Çevre Mühendisi'nin görüşü alınarak, karbon salımına etkisine göre şiddet kriterleri, mevcut önleyici kontrollere rağmen hatanın ortaya çıkabilme sıklığına göre olasılık kriterleri, süreç kontrolü ile belirleme ihtimaline göre keşfedilebilirlik kriterleri belirlenerek risk analiz tablosu oluşturulmuştur. Risk analiz tablosunda 1-10 arası skala değerleri kullanılmıştır. Karbon emisyonuna etkilerine göre oluşturulan şiddet kriterleri, o konunun önem derecesini belirtmektedir. HTEA çalışmasının amacı, karbon salımını azaltmak olduğu için, şiddet kriteri olarak karbon salımına etkisi ele alınmıştır. Karbon salımına etkisi; çok yüksek seviyede ise 9-10, yüksek seviyede ise 7-8, orta seviyede ise 4-5-6, düşük seviyede ise 2-3, çok düşük seviyede ise 1 değerleri kullanılmıştır. Bu değerler GHG envanter raporunda belirtilen faaliyet datasındaki karbon emisyon miktarlarına göre derecelendirilmiştir. Daha detaylı bir karbon hesaplaması gerektirmesine rağmen, kriter mevcut verilere göre belirlenmiştir. HTEA tablosunda iklimlendirme ekipmanı, klima santrali, soğutma kulesi, sıcak su kazanı ve izolasyon malzemesi için karbon salımını çok yüksek seviyede etkilediği için şiddet derecesi 9 olarak belirlenmiştir. Potansiyel hata etkisi ve şiddet değerleri belirlendikten sonra, hatanın potansiyel nedenleri, yani hata türünün ortaya

çıkmasında etkili olan unsurlar tanımlanmıştır. Hatanın potansiyel nedenleriyle ilgili mevcut süreçte önleyici bir kontrol varsa belirtilmiştir. Yine risk analiz tablosundan yararlanılarak, potansiyel hatanın nedenlerinin, mevcut önleyici kontrollerin yapılmasına rağmen ne sıklıkta oluştuğu "Olasılık" kısmına yazılmıştır. Risk analiz tablosunda, olasılık kriteri, TAV İzmir teknik ekibin görüşü alınarak, bu zamana kadar hataların ortaya çıkma sıklıkları göz önüne alınarak belirlenmiştir.

- Hatanın olabirliği çok yüksek ise yani hemen hemen sürekli veya günde 1 defa ise 9-10,
- Hatanın olabirliği yüksek yani haftada bir defa ve ya ayda bir-üç defa ise 7-8,
- Hatanın olabirliği ortalama yani üç, altı dokuz ayda bir, bir ile on defa arası ise 4-5-6,
- Hatanın olabirliği az yani yılda bir ve ya yılda bir ile on defa arası ise 2-3,
- Önleyici kontrol ile başarısızlık önlenmiş ise 1 kriterleri belirlenmiştir.

HTEA tablosunda güneş kısıtıcı perdenin olmaması ve bina tasarımında tavanın yüksek olması sebebiyle, ısıtılması gereken hacmin fazla olmasının olasılık değerleri 10 olarak belirlenmiştir.

Mevcut süreçte keşfedilebilir kontroller varsa belirtilmiştir. Keşfedilebilirlik kriterleri TAV İzmir teknik ekibin görüşü alınarak, karbon emisyonuyla ilgili süreç içerisindeki kontroller ile belirleme ihtimaline göre değerlendirilmiştir.

- Karbon emisyonuyla ilgili süreç kontrolü yok ise 10,
- Süreç kontrolü az ise 8-9,
- Yılda bir kontrollerle belirlenebiliyorsa 7,
- Altı ayda bir kontrollerle belirlenebiliyorsa 6,
- Üç ayda bir kontrollerle belirlenebiliyorsa 5,
- Ayda bir kontrollerle belirlenebiliyorsa 4,
- Günlük kontrollerle belirlenebiliyorsa 3,



- Sistem otomatik olarak emisyon artışını önliyorsa 2,
- Karbon emisyonu süreci kontrol altında olup olumsuz etkisi yok ise 1 kriterleri belirlenmiştir.

Risk analiz tablosundaki kriterlere göre HTEA tablosunda keşfedilebilirlik değerleri verilmiştir. HTEA tablosunda güneş kırıcı

perdenin olmaması ve bina tasarımında tavanın yüksek olması sebebiyle, ısıtılması gereken hacmin fazla olmasının keşfedilebilirlik değerleri 10 olarak belirlenmiştir, yani süreç kontrolü bulunmamaktadır. Tablo 3 'te TAV İzmir için oluşturulan risk analiz tablosu örneğine yer verilmiştir.

Tablo 3: TAV İzmir Risk Analiz Tablosu Örneği

ŞİDDET		OLASILIK			KEŞFEDİLEBİLİRLİK		
Değer	Kriter	Değer	Kriter	Olabilirlik	Değer	Kriter: Süreç Kontrolü İle Belirleme	Keşfedilebilirlik
10	Karbon salımına etkisi çok yüksek seviyede	10	Hemen hemen sürekli (saatte 1-5) arası)	Çok Yüksek	10	Karbon emisyonuyla ilgili süreç kontrolü bulunmamaktadır.	Hemen hemen imkansız
9		9	Günde bir defa		9		Çok çok az
8	Karbon salımına etkisi yüksek seviyede	8	Haftada bir defa	Yüksek	8	Karbon emisyonuyla ilgili süreç kontrolü azdır. (Yılda 1 kontrolden daha az)	Pek az
7		7	Ayda 1-3 defa		7	Karbon emisyonuna etkisi, yılda bir kontrollerle belirlenebiliyor.	Çok düşük
6	Karbon salımına etkisi orta seviyede	6	3 ayda 1-10 defa	Ortalama	6	Karbon emisyonuna etkisi, altı ayda bir kontrollerle belirlenebiliyor.	Düşük
5		5	6 ayda 1-10 defa		5	Karbon emisyonuna etkisi, üç ayda bir kontrollerle belirlenebiliyor.	Orta
4		4	9 ayda 1-10 defa		4	Karbon emisyonuna etkisi, ayda bir kontrollerle belirlenebiliyor.	Biraz Yüksek
3	Karbon salımına etkisi düşük seviyede	3	Yılda 1-10 defa	Az	3	Karbon emisyonuna etkisi, günlük kontrollerle belirlenebiliyor.	Yüksek
2		2	Yılda bir defa		2	Sistem otomatik olarak emisyon artışını önlemektedir.	Çok Yüksek
1	Karbon salımına etkisi çok düşük seviyede	1	Önleyici kontrol ile başarısızlık önlenmiştir.	Çok az	1	Karbon emisyonu süreci kontrol altındadır, olumsuz etkisi bulunmamaktadır.	Hemen hemen kesin



Risk analiz tablosunda belirlenen kriterler, HTEA tablosuna adapte edilmiştir. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik bileşenlerinin belirlenen rakamsal değerleri birbirleriyle çarpılarak, Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanmıştır. RÖS ile her bir hata nedeni için riskler tanımlandığından en büyük RÖS'e sahip olandan başlayarak uzun dönemde ortadan kaldırılması kısa dönemde en aza indirilmesi için alınacak düzeltici önlemler belirlenir. RÖS değeri 100'den büyük olanlar için iyileştirmeler önerilmiştir. Tablo 4'de TAV İzmir Dış Hatlar Terminali Karbon Akreditasyon Süreci uygulamalarını iyileştirmek için süreç HTEA tablosuna yer verilmiştir.

TAV İzmir Dış Hatlar Terminali'ndeki karbon akreditasyon sürecindeki uygulamalar göz önünde bulundurularak hazırlanmış Süreç HTEA çalışmasının sonucunda, RÖS değeri 100'den büyük olanlar için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Güneş kırıcı perdenin yapılması. Çünkü güneş kırıcı perdenin olmaması; Chiller Soğutma Grubu'nun fazla çalışmasına, elektrik tüketiminin artmasına ve dolayısıyla karbon salımının artmasına çok yüksek derecede etki etmektedir. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=900'dür.
- Isıtılan hacmin homojen dağılması için projeler geliştirmek. Bina tasarımında tavanın yüksek olması sebebiyle, ısıtılması gereken hacmin fazla olmasından kaynaklı ısıtma grubu gereğinden fazla çalışmaktadır ve dolayısıyla karbon salımının artmasına yüksek derecede etki etmektedir. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=900'dür.
- Klima santrallerinin filtre tıkanmasını önlemek için üç ayda bir düzenli aralıklarla filtre yıkanması ve yılda bir filtre değişimi yapılabilir. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=225'tir.
- Personelin Fan Coil'i açık unutmasını önlemek için, otomatik lamba kapaması hareket sensörü kullanılabilir. Sıcaklık değerinin kontrolünün yapılması konusunda personele bilinçlendirme eğitimi verilebilir. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=216'dır.
- Kazan çıkışındaki ölçüm cihazının düzenli aralıklarla kalibrasyonunun yapılması. Böylece kazanın çıkış ısı ile yakıt miktarının kontrolü sağlanmış olacaktır. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=162'dir.
- Rulmanda titreşim analizinin yapılması. Eksen kayması yani hizalama probleminin giderilmesini sağlamada yardımcı olacaktır. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=135'tir.
- Fan-coil'in filtre tıkanmasını önlemek için üç ayda bir düzenli aralıklarla filtre yıkanması ve filtre değişimi yapılabilir. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=120'dir.
- Çift kapı yapılması, rüzgârlık yapılması enfiltirasyon kayıplarını önlemede yardımcı olacaktır. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=108'dir.
- Operatörün personel tarafından yanlış bilgilendirilmesini önlemek için personel bilinçlendirme eğitimlerinin düzenlenmesi, aydınlatma otomasyonunun etkin kullanılmasında yardımcı olacaktır. Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri sonucu RÖS=105'tir.
- TEDAŞ'ın çalışmaları nedeniyle de RÖS değeri yüksek çıkmıştır. Ancak, kontrolü bizde olmadığı için iyileştirme önerilmemiştir.

- Şirket araçları ve personel servisleri için de sürücü eğitimleri ve bakımların zamanında yapılmasıyla risk aşağıya çekilebilir.
  - “O” değeri “Olasılık”
  - “K” değeri “Keşfedilebilirlik” değerini ifade etmektedir.
  - Şiddet (Ş), Olasılık (O) ve Keşfedilebilirlik (K) değerlerinin çarpımı sonucu Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanmaktadır.
- Tablo 4’te TAV İzmir Karbon Akreditasyon Süreci Uygulamalarını İyileştirmek İçin Süreç HTEA Tablosu'na yer verilmiştir. Tablo 4’te
- “Ş” değeri” Şiddet”

Tablo 4: TAV İzmir Karbon Akreditasyon Süreci Uygulamalarını İyileştirmek İçin Süreç HTEA Tablosu

EKİPMAN	MEVCUT DURUM									İYİLEŞTİRME AŞAMASI	
	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	Ş	HATANIN POTANSİYEL NEDENİ	MEVCUT SÜREÇTE ÖNLEYİCİ KONTROL	O	MEVCUT KESİF. KONT.	K	RÖS		ÖNERİLER
İklimlendirme Ekipmanı	Chiller Soğutma Grubu'nun gereğinden fazla çalışması	Elektrik tüketiminin artması	9	Güneş kırıcı perdenin olmaması		10		10	900	Güneş kırıcı perdenin yapılması	
	Isıtma grubunun gereğinden fazla çalışması	Karbon salımının artması		Bina tasarımında, tavanın yüksek olması sebebiyle, ısıtılması gereken hacmin fazla olması		10		10	900	Isıtılan hacmin homojen dağılımı için projeler geliştirmek.	
				Enfiltrasyon kayıpları	Bina sızdırmazlık ve yalıtım elemanlarının kullanılması		3		4	108	Çift kapı yapılması, rüzgarlık yapılması
Klima Santrali	Filtre tıkanması	Enerji tüketiminin artması	9	Zamanında düzenli bakım yapılmaması		5		5	225	3 ayda bir filtre yıkanması ve yılda bir filtre değişimi yapılması	
				Doğru filtre seçimi yapılmaması	6 ayda bir genel klima santrali bakımı		2		4	72	
	Rulman arızası	Karbon salımının artması		Yataklamanın düzgün olmamasından kaynaklı nedenler	Ömrü bitince mutlaka değiştirilir.		2		5	90	
				Hızalama problemi	3 ayda bir bakımın yapılması		3		5	135	Titreşim analizi yapılması

Soğutma Kulesi	Rullman arızası	Soğutma kulesinin gereğinde n fazla enerji sarfetmesi	9	Redüktör dışısının bozulması	Ömrü bitince mutlaka değiştirilir.	2		5	90	
		Karbon salımının artması		Fanın salınım yapması	3 ayda bir bakımın yapılması	2		5	90	

**Tablo 4 (Devam) TAV İzmir Süreç HTEA**

Sıcak Su Kazanı	Brülör ayarının bozulması	Kazanlardaki hava gaz karışımının belirtilen oranlarda gerçekleşmemesi	9	Brülör bakımının yapılmamasından dolayı hava klape ayarının bozulması	Majör Bakım (yılıda 2 kere, servis gelir)	3		3	81	
		Yakıt tüketiminin artması		Hava klape servo motorunun bozulması	Minör Bakım (yılıda 2 kere, temizlik vb)	2		3	54	
		Karbon salımının artması		Modülasyon tambur ayarının kaçması	Günlük Kontroller	2		3	54	
				Elektriksel problemler nedeniyle fan motorunun bozulması		2		3	54	
				Yataklama problemi		2		3	54	
				Kazan çıkışındaki ölçüm cihazının kalibrasyonunun yapılmaması		2		9	162	Kalibrasyonların düzenli yapılması
İzolasyon Malzemesi	İzolasyon malzemesinden kaynaklı istenilen konfor sıcaklığının sağlanamaması	Isıtma ve soğutma sisteminin gereğinden fazla çalışması neticesinde, karbon salımının artması	9	Isı yalıtımını sağlayan malzemenin uygun olmaması (Kalınlığının yetersizliği gibi)	İklim şartlarına uygun yalıtımı sağlayacak türlerin kullanılması	2		3	54	
				Personelden kaynaklı nedenler (İzolasyon malzemesinin zarar görmesi, ezilmesi, montaj hatası, personel dikkatsizliği gibi)		2		5	90	Termal kamera kullanımı ile ısı kaçağı tespit edilir.

**Tablo 4 (Devam) TAV İzmir Süreç HTEA**

Fan Coil	Filtre tıkanması	Enerji tüketiminin artması	6	Zamanında düzenli bakım yapılmaması	4	5	120	3 ayda bir filtre yıkanması ve filtre değişimi yapılması	
				Doğru filtre seçimi yapılmaması	2	4	48		
	Personelin Fan Coil'i bilinçli kullanmaması	Karbon salımının artması	Personelin Fan Coil'i sürekli çalıştırması, sıcaklık kontrolünü doğru yapmaması	9	4	216	Otomatik lamba kapaması, Hareket sensörü, Personel eğitimi		
Aydınlatma Ekipmanını	İhtiyaçtan daha fazla elektrik tüketilmesi	Elektrik tüketiminin artması	5	Operatörün yanlış bilgilendirilmesinden ya da dalgınlığından kaynaklanan nedenlerle, aydınlatma otomasyonunun etkin kullanılmaması	7			Kameralarla kontrol, Polis, Güvenlik Personel ve Terminal İşletme Müdürlerinin kontrolü	
				Elektronik karttaki arızadan dolayı aydınlatmanın sürekli açık kalması	3	3	45	Personel Bilinçlendirme Eğitimleri	
		Karbon salımının artması	Müşteri şikayeti	3	3	45			
			Armatür yerinin yanlış seçimi	3	4	60			
Enerji Analizörü	Enerji portföyünün doğru oluşturulması-	Enerji kaçağı doğru tespit edilememesinden dolayı	2	Enerji analizörünün yeterli sayıda olmaması	6	Varsayımsal kontrol	7	84	

	elektrik ölçüm istatistiklerinin detaylı tutulmaması	karbon salımının artması							
--	------------------------------------------------------	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

**Tablo 4 (Devam) TAV İzmir Süreç HTEA**

Doğalgaz	Basıncın yüksek veya düşük gelmesi	Karbon salımının artması		Regülatör arızası		2		3	48
	Doğalgaz ölçümünün hatalı olması		8	Sayaç kalibrasyonunun yapılmaması (Cihazın ölçüm kabiliyetine bağlı olarak basıncın yüksek/düşük gelmesi)	Sayaç kalibrasyonunun 10 yılda 1 kere yapılması	2		4	64
Trafo	Trafo arızası	Jenaratörün devreye girmesi nedeniyle karbon salımının artması	5	Mahalin sıcaklığı veya trafo sıcaklığıyla ilgili ve yağ değişiminin yapılmaması sebebiyle trafonun aşırı ısınmadan dolayı arızalanması	Günlük kontrol ve yıllık bakımlar	2	Termometre ölçümü	6	60
				İzole başlarının cıvata kontrolünün yapılmaması sebebiyle trafonun kısa devre yapması ve ya patlaması				6	60
Jenaratör	Jenaratörün devreye girmesi ve ya gereğinden fazla enerji tüketmesi	Enerji tüketiminin artması	5	TEDAŞ'ın planlamadığı çalışmalar nedeniyle.	Günlük, haftalık, aylık, 3 aylık, 6 aylık, yıllık bakım	3		10	150

		Yakıt tüketiminin artması Karbon salımının artması		İçten patlamalı motor arızaları		2		4	40
Şirket Araçları ve Personel Servisi	Yakıt tüketiminin artması	Karbon salımının artması	5	Lastik basıncının düşüklüğü	Araçların üretici firmanın tavsiye ettiği dönemlerde periyodik bakımı (10.000 ve ya 15.000 km'de bir periyodik bakım)	5	3	75	
				Enjektör, enjeksiyon ya da karbüratör kirliliği		3	5	75	
				Hava yakıt ayarlarının uygun olmaması Hava filtre ve buji kirliliği		3	5	75	
				Piston içi kurumlanma (piston içinde zamanla kalan partüküllerin zamansız ateşlenmeye yol açması)		3	5	75	
				Sürücünün sık fren kullanımı, uygun devirde çalıştırmaması, klimayı gereksiz kullanması		9	6	270	Sürücü Eğitimi
Lift	Hidrolik arıza	Elektrik tüketiminin artması	2	Filtre tıkanması Malzeme yıpranması	6 ayda 1 üretici firma tarafından bakımının yapılması	2	4	16	
		Karbon salımının artması				2	4	16	
Cam	Cam kırılması	Isı kaybından dolayı, ısıtma sisteminin daha fazla çalışması nedeniyle karbon salımının artması	2	Yolcu sirkülasyonuna bağlı nedenler	Görselliği artırıcı camın üzerine siyah etiket yapıştırılması	3	8	48	
				Cam		3	8	48	



				hamurundan kaynaklı (genleşme) nedenler					
--	--	--	--	-----------------------------------------	--	--	--	--	--

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün en önemli sorunlarından biri küresel ısınmadır. Küresel ısınmaya sera gazları neden olmaktadır. Sera gazı emisyonlarının %81'i karbondioksit, %15'i metan, %3'ü diazot oksid %1'i florlu gaz'dır. Bu oranlar da bize gösterir ki, küresel ısınmaya neden olan en önemli gaz karbondioksittir. Türkiye dünyada salınan toplam CO<sub>2</sub> emisyonlarının sadece %1'inden sorumludur. Ancak 1990-2006 yılları arasında CO<sub>2</sub> emisyonunu en fazla arttıran ülkedir. 2050 yılına kadar dünyadaki CO<sub>2</sub> emisyonlarının %80'ninin azaltılması gerekmektedir. Bu da bugünden itibaren her yıl %2 azaltmamız gerektiğini açıklar. Eğer ki bugünden karbon emisyonunu azaltma girişimlerine başlarsak GSMH'nin yaklaşık %1-2'si kadar maliyet söz konusudur. Eğer başlamazsak GSMH'nin yaklaşık %20'si kadar harcamamız gerekecektir.

Şirketler de rekabetçi iş dünyasında, uzun dönemde başarılı olmak için düşük karbon ekonomisine geçmenin yollarını aramakta ve nasıl olması gerektiğini bilmek istemektedir. Böylece uluslararası yatırım bankalarından kredi almaları kolaylaşacak, bugünden karbon emisyonunu azaltmaya başlayacağı için maliyetleri azalacak ve hem şirketler hem de diğer paydaşlar ortak bir standartta uyum sağlamış olacaktır. Karbon emisyonunu kontrol altına almanın ve azaltmanın bu gibi faydaları göz önünde bulundurularak bu çalışmada, havalimanı şirketlerinin karbon envanteri oluşturmalarına yardımcı olmak, karbon emisyonlarını azaltmak ve etkin strateji ile yönetmek için işletmeye kılavuzluk sağlayan GHG Protokolü'ne yer verilmiştir. Ayrıca, sivil toplum örgütleri, devlet kurumu ve üniversiteler de bu standarttan yararlanabilmektedir.

ACI Europe'un karbon emisyonunu azaltmaya yönelik başlattığı "Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı" ile sektörel taahhüt net faaliyete dönüştürülmüştür. Bu da havacılığın iklim değişikliği üzerindeki etkisinde, Avrupalı havalimanı topluluğunun üzerine düşeni yaptığını göstermektedir. Havalimanlarının kendi kontrolleri dâhilindeki karbondioksit emisyonlarını yönetmek ve azaltmak üzere havalimanları işlemlerini tanımak ve değerlendirme için başlatılan bir girişim olan "Havalimanı Karbon Akreditasyonu", hava yolları, hava trafik kontrolörleri, yer hizmetleri şirketleri ve havalimanındaki diğer birimlerle ortak paydaları da kapsamaktadır.

Karbon akreditasyonuna hak kazanan Avrupa'da ikinci, Türkiye'de ise ilk havalimanı olan TAV İzmir Terminal İşletmeciliği A.Ş.'de karbon akreditasyonu seviye 1 uygulamaları ele alınarak, yıllık kabaca 6.800 ton karbondioksit salımı hesaplanmıştır. Bunu hesaplamak ilk adımdır ve zamanla bu miktarı azaltmak hedeflenmektedir. Uygulama çalışmasında da, kurumun karbon emisyon miktarını azaltma hedefine ulaşmasında katkıda bulunmak için, kalite geliştirme yöntemlerinden biri olan Hata Türü ve Etkileri analizinden yararlanılmıştır. Bu bağlamda TAV İzmir'de karbon emisyonuna yoğunlukla etki eden departmanların çalışanlarından oluşan bir HTEA ekibi oluşturulmuştur. HTEA ekibiyle birlikte analizin amacı belirlenmiştir. Amaç, karbon emisyonuna en çok etki eden kritik ve önemli özelliklerin belirlenerek, iyileştirme sağlamak için öneriler geliştirmektir. TAV İzmir Çevre Mühendisi'nin görüşü alınarak, şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik kriterleri

belirlenerek, risk analiz tablosu oluşturulmuştur. Risk analiz tablosundaki kriterler HTEA tablosuna adapte edilerek, risk öncelik sayısı hesaplanmıştır. Böylece karbon emisyonuna etki eden nedenler incelenerek, karbon emisyonunu azaltmada yardımcı olacak iyileştirme önerileri sunulmuştur.

Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı'nın daha üst seviyelerine geçmek için (Seviye 2, Seviye 3 gibi) Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin kuruma katkıları şu şekilde özetlenebilir:

- Sürecin sistematik olarak gözden geçirilmesini sağlayarak, süreçteki eksik zayıf yanların ortaya çıkmasını sağlamıştır.
- Karbon emisyonuna etki eden nedenlerin belirlenmesini sağlamıştır.
- Kritik noktaların belirlenmesini sağlamıştır.
- İlgili kişilerden HTEA takımı oluşturularak, ortak bir paydada takım çalışması yapılarak şirket içi iletişimin gelişmesine katkısı olmuştur.
- Çalışanları problemlere odaklayarak sürecin olumsuzluklarının ortaya çıkmasını sağlamıştır.
- Teknik mühendislerin düşünceleri özetlenerek, yapılmış olan HTEA çalışması üst yönetimin değerlendirmesine sunulmuştur.
- Risk öncelik sayısına göre, karbon emisyonunun artmasına neden olan 100'den yüksek değerler için iyileştirmeler önerilmiştir.
- RÖS'e göre eylem önceliğinin belirlenmesini sağlamıştır.
- Önerilen iyileştirmeler ile kurumun Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı'nda bir üst seviyeye geçmesinde katkı sağlanarak şirket imajını olumlu yönde etkileyeceği görüşü savunulmuştur.

Bu konuyla ilgili, havacılık sektöründe

bugüne kadar örnek çalışmaların yapılmamış olması, çalışmanın önemini artırmakla beraber, zorluğunu da beraberinde getirmektedir. Özellikle risk analiz tablosunda kriterlerin oluşturulmasında zorluk yaşanmıştır. Daha detaylı hesaplamalar gerektirmesine rağmen, kriterler TAV İzmir teknik ekibin görüşü alınarak, bu zamana kadar karşılaşılan durumlara göre ve elimizde olan veriler kapsamında oluşturulmuştur. Ayrıca, bir ekipman için belirlenen hata modu, bir diğer ekipman için hata etkisi olabilmektedir. Hata modu belirlenirken de, sadece ekipman arızaları ele alınmamıştır, potansiyel hata modu tanımına tam olarak uymasa da jeneratörün devreye girmesi ve ya sistemlerin gereğinden fazla çalışması gibi tanımlar da potansiyel hata modunda ele alınmıştır. Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin daha etkin uygulanabilmesi için öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Şiddet kriteri belirlenirken, karbon salımına etkisine göre çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük tanımlamaları yerine, daha detaylı karbon emisyon hesaplamaları aracılığıyla, yüzdesel değer verilebilir. Örneğin karbon emisyonunun %80'nin oluşturuyorsa, etkisi çok yüksek seviyededir gibi bir şiddet kriteri daha net bir belirleme sağlayacaktır.
- Karbon emisyonuna etki eden her bir ekipman için karbon emisyonunun hesaplanması, yüzdesel değer belirlenmesinde kolaylık sağlayacaktır.
- Bu alandaki uygulamaların artmasıyla, şiddet kriteri daha net bir şekilde yüzdesel oran yerine, bir değer aralığı olarak da verilebilir. Böylece karbon emisyon miktarının üst sınır ve alt sınırı belirlenerek kriter tanımı yapılması, HTEA'nın daha etkin uygulanmasında yardımcı olacaktır.
- TAV İzmir Dış Hatlar Terminali, Türkiye'de Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı'nı hak eden

ilk havalimanı olduğu için, uygulamada kıyaslama yapılabilecek örneklerinin bulunmaması sebebiyle de kriterlerin belirlenmesi güç olmuştur. İleride diğer havalimanlarının da bu programa katılmasıyla, yapılacak kıyaslama çalışmaları neticesinde, üst sınır ve alt sınır belirlenerek ve diğer havalimanların karbon akreditasyon süreci incelenerek iyileştirmeler önerilebilir.

- Ayrıca HTEA'nın oluşturulmasında

problem çözme tekniklerinden biri olan balık kılıcı tekniğinden de faydalanılabilir. Böylece daha alt nedenlerin belirlenmesi ve sebep sonuç analizinin yapılması kolaylaşacaktır.

Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, etkin enerji yönetiminin sürdürülmesiyle, düzenli bakımların yapılmasıyla, personel eğitimleriyle ve önerilen iyileştirmelerin sağlanmasıyla karbon emisyonunu azaltmanın mümkün olacağı ve kuruma katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### KAYNAKÇA

1. ACA (2012), Airport Carbon Accreditation Guidance Document, Manchester, <http://www.airportcarbonaccredited.org>, (Erişim tarihi: 01.07.2017).
2. ACI, (2009), Airports Council International Guidance Manual: Airport Greenhouse Gas Emissions Management, ACI World Environment Standing Committee, 1<sup>st</sup> Edition, [www.aci.aero](http://www.aci.aero), (Erişim tarihi: 01.07.2017).
3. Airports Council International Europe (2009), Airport Carbon Accreditation Scheme, Scheme Documentation & Guidance, Manchester.
4. Akın, B., Erol, V., ve Çetin, C. (1998) Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım.
5. EPA. (1999), Emission Inventory Improvement Program, Volume VI: Quality Assurance/Quality Control, U.S. Environmental Protection Agency
6. FMEA, (2016) <http://homepages.cae.wisc.edu/~me349/fmea/fmea%20handout.pdf> (Erişim tarihi: 01.07.2017).
7. GHG (2004) The Greenhouse Gas Protocol A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition., <http://www.ghgprotocol.org/standard/s/corporate-standard>, (Erişim tarihi: 01.07.2017).
8. IPIECA. (2003), Petroleum Industry Guidelines for Reporting Greenhouse Gas Emissions, International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, London.
9. TAV İzmir Terminal Operation Co. (2009), GHG Inventory Report, İzmir. Terminal Operasyon Merkezi El Kitabı, (2009), İzmir.
10. WBCSD. (2001), The Cement CO2 Protocol: CO2 Emissions Monitoring and Reporting Protocol for the Cement Industry, World Business Council for Sustainable Development: Working Group Cement, Geneva.
11. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development (2004), The Greenhouse Gas Protocol A Corporate Accounting and Reporting Standard, USA.
12. WRI. (2002), Working 9 to 5 on Climate Change: An Office Guide, World Resources Institute, Washington DC.
13. WRI. (2003), Renewable Energy Certificates: An Attractive Means for Corporate Customers to Purchase

Renewable Energy, World Resources Institute, Washington DC.