

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİ
UYGULAMASI**

**2013
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ**

Muharrem ÜNVER

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME
YÖNTEMİ UYGULAMASI**

Muharrem ÜNVER

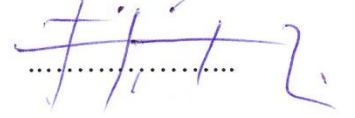
**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ocak 2013**

Muharrem ÜNVER tarafından hazırlanan “İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİ UYGULAMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ercüment N. DİZDAR

Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

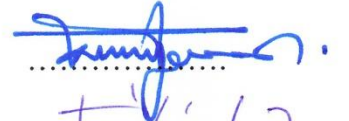


Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 10/ 01/ 2013

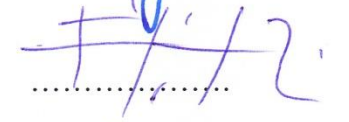
Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Naci KURGAN (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ercüment N. DİZDAR (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Fuat ŞİMŞİR (KBÜ)

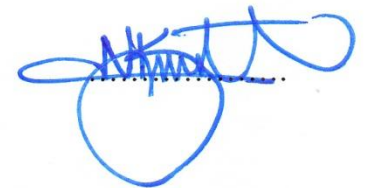


...../...../2013

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nizamettin KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Muharrem ÜNVER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİ UYGULAMASI

Muharrem ÜNVER

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Ercüment N. DİZDAR

Nisan 2010, 77 Sayfa

Bu çalışma, çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından “Oran Analizi Ve Tam Çarpım Formuna Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon” (MULTIMOORA) ve “Veri Zarflama Analizi” (VZA) kullanılarak, iş kazaları ve meslek hastalıkları ait vaka sayılarının değerlendirilmesi üzerine yapılmıştır.

Yöntemler, iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında, karar verme birimi (KVB) ve zaman serisi olarak kullanılan yılların analizi ve sıralamasının belirlenmesi için, Türkiye’de 2003 ve 2010 yılları arasındaki çalışan sayısı ile iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekim sayılarının artışının, iş kazaları ve meslek hastalıkları vaka sayıları ve bunların olumsuz sonuçlarındaki değişimlere göre değerlendirilerek analizine dayalıdır. MULTIMOORA Yöntemi ile elde edilen dereceler, son üç yıl olan 2008’den 2010’a kadar olan yılların iş kazaları ve meslek hastalıkları konusunda diğer yıllara nazaran iyi durumda olduğunu göstermekte iken 2007’nin en etkin

olmayan bir yıl olduğunu göstermiştir. Veri zarflama analizine göre ise etkinlik yıldan yıla artarak daha iyi hale gelmiştir.

Değerlendirmede, MULTIMOORA ve VZA yöntemlerinin az hesaplama zamanı gerektiren, anlaşılması kolay ve basit yöntemler olduğu söylenebilir.

Anahtar Sözcükler : İşçi sağlığı ve iş güvenliği, istatistiksel analiz, çok ölçütlü karar verme yöntemleri.

Bilim Kodu : 906.2.069

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE APPLICATION OF MULTI-ATTRIBUTE DECISION MAKING METHOD ON OCCUPATION SAFETY AND HEALTH

Muharrem ÜNVER

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Ercüment N. DİZDAR

April 2010, 77 Pages

This study focuses on the evaluation of the occupational accidents and diseases according to the number of cases by using, The Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis Plus The Full Multiplicative Form (MULTIMOORA) and Data Envelopment Analysis (DEA) method which are the multi-criteria decision making approaches.

The methods determines the ranks of the years as decision-making units (DMU), that enabled to role the time series analysis to control the occupational safety and health studies on the basis of increasing the number of employees with the number of occupational safety experts and workplace doctors to consider the fluctuation of the case numbers of the occupational accidents and diseases with their negative conclusions that occurred in Turkey between the years 2003 and 2010. The final ranks which are obtained from MULTIMOORA show a good efficiency for the last three years from 2008 to 2010 in terms of occupational accidents and diseases, while

2007 is found to be the most inefficient year. The effectiveness has become well year by year according to DEA Method.

It can be said that the MULTIMOORA and DEA are easy to understand and simple method requiring less computational time.

Key Word : Occupation safety and health, statistical analysis, multi-attribute decision making methods.

Science Code : 906.2.069

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütölmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle alıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren Sayın Hocam Yrd. Do. Dr. Ercüment N. DİZDAR'a ve istatiksels analizleri yapmamda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Filiz ERSÖZ'e teőekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımcı esirgemedens yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	4
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	4
2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN TANIMI VE KAPSAMI.....	4
2.2. İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI, SONUÇLARI VE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	6
2.2.1. İş Kazası ve Meslek Hastalığının Tanımı ve Nedenleri.....	6
2.2.2. İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Artışı.....	9
2.2.3. İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Ekonomik ve Teknik Sonuçları... ..	10
2.2.3.1. Ekonomik Sonuçları.....	10
2.2.3.2. Teknik Sonuçları	12
2.3. TÜRKİYE’DE İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ BOYUTU VE MALİYETİ.....	13
2.4. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ İSTATİSTİKLERİN TUTULMASI.....	16
BÖLÜM 3	18
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME (ÇÖKV) YÖNTEMLERİ.....	18
3.1. ÇÖKV YAKLAŞIMI.....	18

	<u>Sayfa</u>
3.2. ÇÖKV PROBLEMLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	19
3.3. ÇÖKV SÜRECİ VE AŞAMALARI.....	20
3.4. ÇÖKV PROBLEMLERİNİN YAPISI VE UNSURLARI	23
3.5. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER.....	24
3.5.1. Puanlama ve Ağırlıklandırılmalı Modeller	24
3.5.1.1. SMART (Basit Çok Nitelikli Rejting Tekniği).....	25
3.5.1.2. SAW (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi)	25
3.5.1.3. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi	25
3.5.1.4. Nesnel Ağırlık Belirleme: ENTROPİ Yöntemi	26
3.5.2. Hiyerarşik Yapılı Modeller	26
3.5.2.1. AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci).....	27
3.5.3. Uyum-Uyumsuzluk Modelleri (Üstünlük Yöntemleri).....	27
3.5.3.1. ELECTRE Yöntemi	28
3.5.3.2. PROMETHEE Yöntemi.....	29
3.5.4. Uzlaşma Modelleri	29
3.5.4.1. TOPSİS Yöntemi	29
3.5.4.2. VIKOR Yöntemi	30
3.5.4.3. Veri Zarflama Analizi	30
3.5.4.4. MULTIMOORA Yöntemi	30
BÖLÜM 4	31
MOORA-MULTIMOORA YÖNTEMLERİ VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRME	31
4.1. MOORA-MULTIMOORA YÖNTEMLERİ.....	31
4.1.1. Yöntemlerin Nitelikleri	31
4.1.2. Yöntemlerin Uygulama Alanları.....	32
4.1.3. Yöntemlerin Yapısı	32
4.1.3.1. Oran Metodu	34
4.1.3.2. Referans Noktası Yaklaşımı.....	35
4.1.3.3. Tam Çarpım Formu.....	35
4.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	36
4.2.1. Veri Zarflama Analizinde Yöntemler	38

	<u>Sayfa</u>
4.2.1.1. CCR Yöntemi.....	38
4.2.1.2. BCC Yöntemi.....	40
4.2.1.3. Toplamsal Yöntem.....	40
4.2.2. Veri Zarflama Analizinin Avantajları Ve Dezavantajları	41
4.2.3. Veri Zarflama Analizi Süreci.....	42
4.2.3.1. Karar Noktalarının Seçimi	42
4.2.3.2. Girdi Ve Çıktı Faktörlerinin Seçimi.....	42
4.2.3.3. Modelin Seçimi	43
4.2.3.4. Sonuçların Yorumlanması.....	44
BÖLÜM 5	45
UYGULAMA ÇALIŞMALARI	45
5.1. TÜRKİYE’DE YAŞANAN İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARINA İLİŞKİN İSTATİSTİKİ BİLGİLER	45
5.2. İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ MULTIMOORA YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	49
5.3. İŞ GÖREMEZLİK VE ÖLÜMLERİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	53
BÖLÜM 6	56
UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	56
6.1. MULTIMOORA YÖNTEMİ UYGULAMA SONUÇLARI.....	56
6.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMA SONUÇLARI.....	58
BÖLÜM 7	60
SONUÇLAR	60
KAYNAKLAR	62
EK AÇIKLAMALAR A. LINDO PAKET PROGRAMI ÇÖZÜMLERİ	68
ÖZGEÇMİŞ	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Tipik çok amaçlı (ölçütlü) karar verme süreci aşamaları	21
Şekil 3.2. Tipik bir ÇÖKV problemi	23
Şekil 4.1. MULTIMOORA yöntemi diyagramı	33
Şekil 6.1. MULTIMOORA yöntemlerinin sonucu elde edilen rank'ların kıyaslamasının grafikte gösterimi.....	57
Şekil 6.2. LINDO ile hesaplanan yıllar bazındaki etkinlik değerlerinin grafikle gösterimi.....	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	Türkiye’de yıllara göre iş kazası, meslek hastalığı ve ölüm sayıları	14
Çizelge 2.2.	İş kazaları ve meslek hastalıkları sebebiyle kaybedilen iş günü sayısının yıllara göre dağılımı.....	15
Çizelge 2.3.	İş kazası ve meslek hastalığı sigortasından gelir alanların sayısı.....	15
Çizelge 4.1.	Altı farklı ÇÖKV yönteminin karşılaştırılması	32
Çizelge 4.2.	Başlangıç karar matrisi	34
Çizelge 5.1.	Türkiye’de meydana gelen iş kazası ve meslek hastalığı rakamları (2003-2010).....	45
Çizelge 5.2.	Türkiye’de meydana gelen iş kazası ve meslek hastalığı rakamlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	46
Çizelge 5.3.	Türkiye’de meydana gelen iş göremezlik ve ölüm rakamları (2003-2010)	46
Çizelge 5.4.	Türkiye’de meydana gelen iş göremezlik ve ölüm rakamlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	47
Çizelge 5.5.	Türkiye’deki çalışan ve belgelendirilmiş personel sayıları (2003-2010)	48
Çizelge 5.6.	Türkiye’deki çalışan ve belgelendirilmiş personel sayılarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler	48
Çizelge 5.7.	MULTIMOORA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verileri..	49
Çizelge 5.8.	MULTIMOORA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verilerine ait korelasyonlar	50
Çizelge 5.9.	Çarpım formunun hesaplaması ve sonuç değerleri	51
Çizelge 5.10.	Oran metodu hesaplamaları	51
Çizelge 5.11.	Oran metodu hesaplamaları ve sonuç değerleri.....	52
Çizelge 5.12.	Referans noktası yaklaşımı hesaplamaları ve sonuç değerleri	52
Çizelge 5.13.	VZA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verileri.....	53
Çizelge 5.14.	VZA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verilerine ait korelasyonlar	54
Çizelge 6.1.	MULTIMOORA yöntemleri sonucu elde edilen rank’ların kıyaslaması	56
Çizelge 6.2.	LINDO ile hesaplanan yıllar bazındaki etkinlik değerleri	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- Sig. : Önemlilik/Anlamlılık Düzeyi
 S^+ : Girdi Fazlası (Surplus)
 S^- : Çıktı Eksikliği (Slackness)
 θ : Teta, Etkinlik Değeri (Kutupsal Açı)

KISALTMALAR

- ÇF : Çarpım Formu
ÇÖKV : Çok Ölçütlü Karar Verme
ÇS : Çalışan Sayısı
ÇSGB : Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
GSMH : Gayri Safi Milli Hasıla
ILO : Uluslararası İş Örgütü (International Labour Organization)
İKS : İş Kazası Sayısı
İSG : İş Sağlığı Ve Güvenliği
İSGGM : İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İUS : İş Güvenliği Uzman Sayısı
MHS : Meslek Hastalığı Vaka Sayısı
OECD : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OM : Oran Metodu
RN : Referans Noktası Yaklaşımı
SGK : Sosyal Güvenlik Kurumu
TTB : Türk Tabipler Birliği
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
WHO : Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Teknolojik gelişmenin getirdiği tehlikeler sonucunda meydana gelen iş kazalarında hayatlarını kaybedenlerin ve sakat kalanların sayısı her geçen gün daha da artmaktadır [1]. Bu iddiayı, SGK-SSK İstatistik Yıllıkları kanıtlamaktadır [2]. Bu nedenle, bu tehlikeler iş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışanların meslekleri ne olursa olsun asgari bir teknik bilgi edinmelerini ve daha fazla önlem almalarını gerektirmektedir.

İş kazaları ve meslek hastalığı riskleri konusunda çalışanların bilinçlendirilmesi, riskler karşısında alınması gerekli önlemlerin yerine getirilmesinde bilimsel davranılması “İş Sağlığı ve Güvenliği” (İSG) kavramını doğurmuştur. İşte bu kavram zamanımızda iyice oluşmuş ve uygulamalı bir bilim dalı haline gelmiştir. Günümüzde kalkınma ve sanayileşme çabalarında başarıya ulaşmanın yolu verimlilik artışına bağlı olduğu artık herkesin bilmesi gereken bir gerçektir [3].

İş kazaları ve meslek hastalıkları, bir ekonomik faaliyetle uğraşırken meydana gelen beklenmeyen ve istenmeyen, bir veya birden çok çalışanın yaralandığı veya yaşamını yitirdiği olaylar olarak tanımlanabilir [1]. İş kazaları çalışanların arkadaşları, aileleri ve kurbanları üzerinde ciddi olumsuz etkiler doğurur [4]. İş kazaları ve meslek hastalıklarının meydana gelme oranı, gelişmekte olan ülkelerde iş hayatının en önemli göstergelerindedir [5]. Gelişmekte olan ülkelerdeki iş kazaları oranı gelişen ülkelere oranla oldukça yüksektir [6].

Hızla gelişen dünyada, iş kazaları diğer birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de önemli sorunlara yol açar [7]. Türkiye gelişmekte olan bir ülke olarak, Avrupa'da iş kazalarını önlemeye yönelik bu kıtada en düşük performansa sahiptir [8]. Özellikle

ölümcül veya ölümcül olmayan hastalıklar ve kalıcı sakatlık açısından dünyadaki en yüksek oranlardan biri de Türkiye’dedir.

Güvenilir kaynaklardan elde edilen istatistiksel veriler, kaza ve hastalıkların sayısının değerlendirilmesinde önemlidir. Temelde veri toplama ve mantıksal analiz, iş kazalarını önleyici uygulamalar ve planlamalar için ilk anahtardır [9,10]. Çoğu istatistikî tanımlar ve veri kaynakları resmi kurumlarca düzenlenir [11]. Benzer şekilde Sosyal Güvenlik Kurumu(SGK) tarafından yayınlanan istatistik yıllıkları, bir veri kaynağı olarak kullanılmıştır [12]. Ayrıca, İşverenler SGK’ya iş kazalarını bildirmekle sorumludur [7]. İş kazaları ile ilgili en kapsamlı bilgiler Türkiye'nin bir kamu kurumu olan SGK tarafından toplanır ve yayınlanır. Bir dönemde meydana gelen olaylarda artış ya da azalışa göre bir karar verirken Çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanarak kazalar için alınan önlemlerin etkinliğini görmek iyi bir yol olabilir.

Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) bilimde, iş ve mühendislik dünyasında en yaygın olarak kullanılan karar metodolojilerinden biridir. Çok ölçütlü karar verme problemleri (Çok Amaçlı Karar Verme veya Çakv olarak da bilinir) alternatiflerin veya karar verme birimlerinin karar ölçütlerine göre sıralanması veya seçimine dayanır. Çok ölçütlü karar analizi problemlerinde alternatiflerin değerlendirilmesi ve çeşitli ölçütler kullanılarak karşılaştırılması gerekmektedir. Çoğu zaman ölçütlerin maksimize edilmesi ve minimize edilmesi hususunda zıtlıklar olabilir [13]. ÇÖKV'nin amacı alternatifler arasında seçim yapma sürecinde karar verici'ye (KV) destek sağlamaktır [14].

Çok ölçütlü karar vermede birçok teori ve yöntem ileri sürülmüştür. Bu yöntemlerden en bilinenleri; İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma (TOPSIS), Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi (SAW), Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Gri İlişkisel Analiz (GRA), Gerçeklik Temelli Eleme ve Seçim (ELECTRE), VIKOR, PROMETHEE ve MULTIMOORA” gibi yöntemlerdir [15]. Problemlerin yapısına göre bu yöntemlerden bir veya daha fazlası karar verme problemlerinin çözümü için kullanılabilir.

Bu alışmada; İş Sağlığı ve Güvenliğinin değerlendirilmesinde iş kazaları ve meslek hastalıklarına ilişkin istatistikî verilerin, yıllara göre MULTIMOORA ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri ile incelenerek değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK), İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü ve Türk Tabipler Birliği (TTB) tarafından sağlanan istatistikî verilere dayanılarak yapılmış olup ve 2003-2010 yılları arasındaki dönemini kapsamaktadır [12].

BÖLÜM 2

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN TANIMI VE KAPSAMI

İnsanlar binlerce yıl öncesinden beri iş kazaları ile karşı karşıya kalmaktadır. İçinde bulunduğumuz 21. yy.'da bile çalışmanın savaştan üç kat daha tehlikeli olduğu, içki, uyuşturucu veya savaşlardan daha fazla insan öldürdüğü; savaşılar yüzünden yılda 650 bin insan ölürken, iş kazaları ve meslek hastalıkları sebebiyle her yıl 2 milyon insanın öldüğü belirtilmektedir [16].

Yaşamın sürdürülmesi için yapılan zorunlu uğraşlar, işçilerin sağlığı ve çevresi için tehlikeler yaratabilir. Bununla birlikte, iş çevresindeki zararlı etkenlerin oluşması önlenebilir [17]. Sağlık hakkı, bireylerin temel bir insan hakkıdır [18]. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) hakkı sosyal devlet niteliğinden kaynaklanan bir hak olup, İSG düzenlemeleri, yaşam ve sağlık hakkının hayata geçirilmesinde önemli bir adım teşkil eder [19].

Sağlık kavramı, organizmanın yaşadığı çevreye uyumunu ifade etmekte ve günümüzde sadece hastalık ve sakatlıkların yokluğu değil, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik durumu biçiminde tanımlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Anayasası'ndaki bu tanım, bir hedef ortaya koymakta ve bu hedefe ulaşılmasında, kişinin yaşadığı ve özellikle çalıştığı ortam büyük önem taşımaktadır [20].

Geniş olarak iş sağlığı; “tüm mesleklerde çalışanların bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını sürdürmek, çalışanların çalışma koşullarından kaynaklanan risklerden korunmasını sağlamak, sağlıklarının bozulmasını önlemek, kendilerine uygun işlere yerleştirmek ve işin insana ve insanın işe uyumunu sağlamak” olarak

tanımlanmaktadır [21]. İş güvenliği çalışmalarının amacı ise; çalışanları korumak, rahat ve güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamak, işletme güvenliğini sağlayarak tehlikeli durumları ortadan kaldırmaktır [22].

İSG; çalışanların, işyerlerinde işin yürütümü nedeniyle oluşabilecek çeşitli tehlikelerden korunması, işyeri içi ve dışındaki çalışma koşullarının iyileştirilerek refahının artırılması amacıyla yapılan sistemli çalışmalardır. Günümüzde “İş Sağlığı” kavramına geçişle birlikte asıl vurgunun işçinin sağlığından çok iş üzerine yapıldığı ve emeğin korunmasına dönük koruyucu ilkenin zedelendiği, artık iş kendisinin özne olduğu kimi yazarlarca belirtilse de; günümüzde dar kapsamlı iş güvenliği önlemleri yerine, işyeri içi ve dışında işçi ve iş sağlığını ilgilendiren her türlü konunun kapsam içine girmesi İSG ifadesinin benimsenmesine yol açmıştır [23]. Bu alanda günümüzde önemli yaklaşımlardan biri de İSG’yi, yönetimler için maliyet olma düşüncesinden çıkarıp verimlilik unsuruna dönüştürmektir. İSG uygulamalarının, işletmelerin rekabet gücünü de arttırdığı artık anlaşılmıştır.

İSG’nin konusunu, işin yapılmasından doğan tehlikelerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için gerekli yolların araştırılması ve bu yolda getirilen hükümler oluşturmaktadır [24]. İSG, işin tüm süreçlerini etkileyen ve kapsayan bir konudur. Birçok disiplinden etkilenmekte, birçok disiplin bu konuda çalışma yapmaktadır. İşyerinde iş sağlığını etkileyen her faktör bir kaza faktörü olabileceğinden, bilimsel araştırmalar ışığında kaza kaynaklarına gidilmesi ve önlem alınması gerekmektedir [25].

İşyerindeki makineler, üretim teknolojisi, teknik bakım, koruyucu donanımlar, risk değerlendirmesi, ergonomik koşullar, personelin eğitimi, hukuki düzenlemeler, organizasyon yapısı, sağlık organizasyonu, personelin yaş durumu, işe uygunluğu, işyerinin bulunduğu yerin coğrafi özellikleri, fiziksel ortam (gürültü, toz, ısı, aydınlatma, havalandırma vb.), insan kaynakları ve İSG politikası, ücretler, sosyal hizmetler, çalışma saatleri gibi sayısız unsur İSG’yi etkilemektedir [25].

İSG konularına yaklaşım genellikle “çalışanlara yönelik işçi güvenliği, çalışma ortamına yönelik işyeri güvenliği, üretim teknolojisine yönelik üretim güvenliği”

başlıkları altında toplanmaktadır. Bir kesim iş güvenliğinin, başka bir kesim de işyeri güvenliğinin daha önemli olduğunu ileri sürmektedir. Günümüzde, çalışma şekilleri ve üretim yapısının değişmesi ve yeni yönetim teknikleri, çalışan kapsamını genişletmiş ve İSG politikasının, sadece işçileri değil işteki tüm kişi ve unsurları ve işyerini kapsamaya gerektiği ortaya çıkmıştır. Öte yandan, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının, işçilerin refah ve huzurunu geliştirerek işçilerin moral ve motivasyonunu yükselttiği, üretim ve yönetimin kalitesini arttırdığı da ortaya konmuştur. Sağlık ve güvenlik kavramları sadece kazanın olmamasını değil, çalışma ortamını ve çalışanları bedenen ve ruhen daha iyi bir hale getirilmesini ve çalışma hayatının kişiler üzerinde oluşturduğu bedensel, ruhsal ve sosyal tehlikeleri ortadan kaldırmayı da kapsamaktadır [26].

ILO, henüz 1950 yılında İSG tanımına, “çalışanların sağlık ve refahlarının en üst düzeye yükseltilmesi; işyeri koşullarının, çevrenin ve üretilen malların getirdiği sağlığa aykırı sonuçların ortadan kaldırılması; çalışanların uygun işlere yerleştirilmesi ve gereksinimlere uygun bir iş ortamı yaratılması” gibi yeni unsurlar ekleyerek dışsal faktörleri de İSG kapsamı içine almıştır [27].

2.2. İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI, SONUÇLARI VE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

2.2.1. İş Kazası ve Meslek Hastalığının Tanımı ve Nedenleri

İş kazası çeşitli kurum ve yazarlar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamıyla kaza; dikkatsizlik, bilgisizlik, ehliyetsizlik, ihmal ve tedbirsizlik gibi nedenlerle arzu edilmeden ve ansızın, beklenmedik bir anda oluşan, insana, hayvana, eşyaya ya da doğaya zarar veren bir olaydır. Eğer kaza, işyerinde, iş yapılırken ve işçinin işi ile ilgili bir nedenle oluşmuşsa iş kazası olarak nitelendirilmektedir. İş kazasında önemli olan, işçinin hemen ya da sonradan bedensel ve ruhsal açıdan bir rahatsızlıkla karşılaşmasıdır [25].

ILO'ya göre iş kazası, “belirli bir zarara ya da yaralanmaya neden olan, beklenmeyen ve önceden planlanmamış bir olay”; WHO tanımına göre “önceden planlanmamış,

çoğu kez kişisel yaralanmalara, üretimin bir süre durmasına yol açan bir olaydır”. Başka bir tanıma göre ise iş kazası; güvenliksiz fizik-mekanik koşullarla, güvenliksiz kişisel davranışlardan meydana gelen kazalardır [28].

Öte yandan iş kazaları, işçinin yaşayışı ve sağlığı için bir tehdit olması yanında, işletmede malzeme kayıpları, makine ve donanımın zararlanması, zaman kaybı gibi çeşitli kayıplara da neden olurlar. Yapılan araştırmalara göre iş kazalarının % 98’i önlenabilir özelliktedir [28].

Meslek hastalığı ise, “işçinin işverenin emir ve talimatı altında çalışmaktayken, işin niteliğine göre yinelenen bir nedenle ya da işin yürütüm koşulları nedeniyle maruz kaldığı bedeni ya da ruhi arıza” biçiminde tanımlanmaktadır [29]. Sigortalının sırf belirli bir mesleği yapmasından ötürü veya üretimden kaynaklanan nedenlerle hastalanması halidir.

Ülkemizde iş kazası ve meslek hastalığının yasal tanımı, önce 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu’nda (m.11) ve daha sonra 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nda (SSGSSK) yapılmıştır. SSGSSK m.13.’e göre;

1. Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
2. İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle,
3. Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
4. Kanunun 4. maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi kapsamındaki emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,
5. Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında,

meydana gelen ve sigortalıyı hemen ve sonradan bedence ve ruhça arızaya uğratan olaydır [30].

Meslek hastalığı ise, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun 14. maddesinde; “sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özür lülük halleridir” şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca aynı maddede, bu kanuna göre tespit edilmiş olan hastalıklar listesi dışında herhangi bir hastalığın meslek hastalığı sayılıp sayılmaması üzerine çıkabilecek uyuşmazlıkların, Sosyal Sigortalar Yüksek Sağlık Kurulu'nca karara bağlanacağı da belirtilmektedir [30].

İş kazası aniden ortaya çıkarken meslek hastalığı ise belirli bir süreç içinde ve yavaş yavaş ortaya çıkmaktadır. Örneğin, ani bir patlama nedeniyle işçinin yaşadığı işitme kaybı iş kazası iken, uzun yıllar boyunca gürültülü ortamda çalışmış işçinin yaşadığı işitme kaybı meslek hastalığıdır. Dünyada genel kabul gören görüşe göre; kişilerde bir yıldan daha uzun süreli maruziyet nedeniyle oluşan zararlar meslek hastalığı, bir yıldan daha kısa süreli maruziyet sonucu oluşan zararlar iş kazasıdır [31].

Ülkemizde meslek hastalıklarının sınıflandırması, Sosyal Sigortalar Sağlık İşlemleri Tüzüğü'nde yapılmış ve meslek hastalıkları 5 gruba ayrılmıştır [22]:

1. Kimyasallardan Kaynaklanan Meslek Hastalıkları
2. Mesleki Deri Hastalıkları
3. Pnömonyozlar ve Diğer Solunum Sistemi Hastalıkları
4. Mesleki Bulaşıcı Hastalıklar
5. Fiziksel Etkenlerden Kaynaklanan Meslek Hastalıkları

Çağımızda, iş hayatında insan ile ilgili sorunlar daha bilimsel ve insancıl yaklaşımlar ile ele alınmaktadır. Artık işçi ve işveren söylemlerinde İSG, çalışma süreleri, sosyal güvenlik, ücret gibi önemli sorunlar konu edilirken; sağlık bilimleri, yönetim teknikleri, çevre bilinci, teknoloji seçimi, psiko-sosyal etmenler, verimlilik ve ergonomi gibi bilimsel ve teknik yaklaşımlar da gündeme getirilmektedir.

İşyerinde işçilerin karşı karşıya bulunduğu mesleki riskler fiziksel- ergonomik, kimyasal, kişisel-psikososyal riskler olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır.

İSG'nin konusunu, bu üç temel başlık kapsamında kabul edebileceğimiz çeşitli fiziki, teknik ve beşeri risklerden korunmak oluşturur [32].

Günümüzde, bu risklere karşı korunmakla ilgili çalışmalar, İSG bilimi kapsamında özel ve ayrıntılı çalışmalar gerektiren birer uzmanlık alanı haline gelmiştir. Toz, ısı, titreşim, gürültü, makineler, çalışma çevresi gibi unsurlardan kaynaklanan riskler; her sektörde, işkolunda hatta aynı işi yapan farklı işyerlerinde, farklı olasılık ve şiddette söz konusu olabilir. Hatta her meslek dalı için yüksek riskli görülen konularda özel çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, maden ocaklarında toz, makine gürültüsü ve zehirli ve patlayıcı gazlardan kaynaklanan kazalar ve meslek hastalıkları ön planda olup; “Madencilikte İSG” ayrı bir çalışma konusudur. Aynı şekilde “Tozlu Ortamda Çalışmalarda İSG” konusu da; risk altında bulunan iş kolları, buralardaki işçilerin karşı karşıya bulunduğu riskler ve alınması gereken tedbirler üzerinde durur [28].

2.2.2. İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Artışı

Sanayileşme ve teknolojik gelişme, büyük sosyo-ekonomik kayıplar doğuran iş kazalarına ve çevresel risklere yol açmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, iş kazalarına yol açan risklerin % 98'i önceden tahmin edilip ortadan kaldırılabiliyor nitelikte olduğundan, bu kayıpları önlemek devlet, işveren ve işçilerin görevidir [28].

ILO her yıl işyerlerinde, 335 bini ölümlerle sonuçlanan 250 milyon iş kazası olduğunu belirtmektedir. Kirlilik, toksik materyal ve süreçler sebebiyle oluşan 160 milyon hastalıktan her yıl bir milyon insan ölmektedir [10]. Yapılan araştırmalar, günümüzde dünya ölçeğinde, her saniyede en az üç işçinin iş kazaları sonucunda yaralanmakta olduğunu, her üç dakikada bir işçinin iş kazası ya da meslek hastalığı sonucu ölmekte olduğunu ortaya koymaktadır [6]. Dünyada özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) ekonomik krizleri anında hissettikleri için, attıkları ilk adım genellikle İSG önlemlerini ortadan kaldırmaktır. Tercih yapmaya zorlanan insanlar sağlıksız ortamlarda çalışmayı tercih etmektedir.

Günümüzde, daha iyi çalışma standartları ve teknolojik gelişmelere rağmen, iş kazaları ve meslek hastalıkları dünya genelinde artmaya başlamıştır. Bu duruma, sanayileşmiş ülkelerdeki emek yoğun sanayi üretiminin, emeği ucuz ve sosyal koruma düzeyi düşük gelişmekte olan ülkelere kaydırılmasının neden olduğu çeşitli kaynaklarda ifade edilmektedir [8].

Küreselleşme ile birlikte, gelişmekte olan ülkelerde kurulan tehlikeli endüstriler, bu ülke çalışanlarının sağlığını olumsuz etkilemektedir. Gelişmiş ülkelerde ise, iş kazalarında azalma gözlenmektedir. Bununla birlikte, bu ülkelerde hizmet sektörünün büyümesiyle ortaya çıkan yeni mesleki risklerden (özellikle kas–iskelet hastalıkları ve psiko–sosyal riskler) söz edilmektedir [8].

WHO'ya göre, dünyada çalışan toplam 3 milyar işçinin % 80'inden fazlası temel iş sağlığı hizmetlerinden yoksundur. Küreselleşme süreci, dünyada tüm ekonomik yapıları ve işyerlerini etkilemekte; ILO, WHO ve diğer otorite kuruluşlar bu hizmetlere olan ihtiyacın gittikçe arttığını yıllardır vurgulamaktadır. Bu açıdan, dünya üzerinde yaşanan eşitsizliklerin, korumadan yoksun işçilerin ve işyerlerinin önüne geçmek için İSG'ye önem verilmesi gerekmektedir [17].

İSG uygulamalarının hem sosyal hem de ekonomik getirisi vardır. En büyük sosyal getirisi, insanların ölmelerini ve sakatlanmalarını en aza indirmektir. Önleme çalışmalarının uygulamaya geçirilmesi, iş barışı ve sosyal adalete hizmet eder. Ayrıca, İSG çalışmalarıyla oluşturulacak riskin en aza indirildiği çalışma ve yaşam koşulları, sosyal güvenlik sistemleri üzerindeki yükü de en aza indirecektir [25].

2.2.3. İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Ekonomik ve Teknik Sonuçları

2.2.3.1. Ekonomik Sonuçları

İş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu oluşan maliyetler, ülke ekonomisi açısından büyük kayıplara yol açmaktadır. WHO'ya göre, mesleki kaza ve hastalıkların maliyeti dünya gayri safi hâsılasının % 4–5'ini bulmaktadır. ABD'de yapılan bir araştırma sonuçlarına göre, hasarlı ve yaralanmalı iş kazalarının ortalama maliyetinin

7.000–13.000 dolar, ölümlü kazaların ortalama maliyetinin 800.000–1.200.000 dolar arasında olduğu tespit edilmiştir [33].

ILO'ya göre, her yıl 1.25 trilyon dolar İSG ile ilgili sorunlar nedeniyle kaybedilmektedir [33].Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2007 yılı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla rakamlarına göre ise, ülkemizde iş kazalarının toplam maliyeti yılda yaklaşık 35 milyar TL'yi bulmaktadır [34].

Ekonomik kayıplara bir başka örnek de iş günü kayıplarıdır. Ülkemizde, “çalışma barışının bozulmuş olduğu 1975–1980 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemde, iş kazaları ve meslek hastalıklarının yarattığı iş günü kayıplarının, grev ve lokavtların yarattığı iş günü kayıplarından iki kat fazla olduğu tespit edilmiştir” [34].

Kazaların ülke ekonomileri üzerinde meydana getirdiği kayıplar hesaplanırken, işgücü kaybı yanında kültür ve eğitim harcamalarının kaybı da dikkate alınmalıdır. Ayrıca, sosyal güvenlik sistemleri artık hiç çalışmayacak bir kişiye yaşadığı sürece gelir bağlayacaktır.

İSG, kaynak dağılımı yönünden de önem taşır. Ekonomik kaynakların bir bölümü iş güvenliği eğitimi ve iş güvenliği organizasyonuna ayrılabilirse, bunların sağlayacağı verimlilik ve üretim artışları ekonomik gelişme ve kalkınmaya hız kazandırabilir. “İş kazalarının zararlarını ortadan kaldırmak üzere yapılacak giderlerin, önlemek üzere yapılacak giderlerden çok daha yüksek olduğunun anlaşılması, günümüzde İSG önlemlerinin önemini daha da arttırmaktadır” [34].

İş kazası ve meslek hastalıklarını azaltmanın yollarından biri, işverenlerin konuya ilişkin yükümlülükleri ve sorumlulukları hakkında yeterli bilgi sahibi olmalarıdır. İşverenler, yükümlülüklerini yerine getirdikleri takdirde hem iş kazası ve meslek hastalıklarında önemli bir azalma olacak, hem de söz konusu kaza ve hastalık hallerinde idari, cezai ve hukuki yaptırımlarla karşılaşmayacaklardır [26].

İş kazası veya meslek hastalıklarının, işletme ve ülke ekonomilerinde yarattığı kayıplar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır [35]:

1. İnsan gücünün kaybı veya iş günü kayıpları,
2. Sosyal güvenlik kuruluşlarının, sakat kalan ya da ölen işçinin yakınlarına yaptığı ödemelerin sosyal güvenlik sisteminde oluşturduğu yük,
3. İşçinin gelecekte yaratacağı üretim ve hâsılanın kaybı,
4. İşletmenin ve devletin yaptığı ödemelerinin ülke ekonomisine yarattığı yük,
5. Maddi–manevi tazminat ve destekten yoksun kalma tazminatı sonucu sorumlu olan kişi veya işverenin uğradığı kayıplar (rücu),
6. İşçinin çalışmamasından dolayı, Sosyal Güvenlik Kurumuna (SGK) ödeyeceği primlerin kaybı,
7. İşçinin çalışmadığı günlerin tazmini ve yerine çalışacak işçiye ödenecek ücretlerin işletmeye getireceği yük,
8. İşçinin yetiştirilmesi için yapılan eğitim harcamalarının kaybı,
9. Mahkeme masrafları,
10. Yapılan harcamaların fırsat maliyeti.

2.2.3.2. Teknik Sonuçları

20. yüzyıl, yoğun makineleşme ve üretim sürecine giren binlerce kimyasal maddenin neden olduğu iş kazaları ve meslek hastalıklarının ve bunlar sonucu ölümlerin yoğunlaştığı bir yüzyıl olmuştur [36].

Teknik boyut; tıp, hukuk, yönetim, psikoloji, sosyoloji gibi çok çeşitli bilim dallarından yararlanan İSG biliminin en önemli boyutudur. Çünkü tıp, hukuk, psikoloji gibi bilimler genellikle tedavi edici ya da düzeltici (onarıcı) İSG faaliyetlerine ağırlık vermişken; teknik ve mühendislik bilimleri açısından önleyici İSG faaliyetleri daha fazla önem arz eder. Önleyici İSG yaklaşımı, iş kazası–meslek hastalığı oluşmadan risklerin tespit edilmesi ve bu riskleri kaynağında bertaraf etmek üzere alınması gereken teknik ve yönetsel tedbirleri ifade eder. Önleyici yaklaşım, tedavi edici–düzeltici yaklaşıma göre çok daha az masraflıdır [37].

2.3. TÜRKİYE’DE İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ BOYUTU VE MALİYETİ

Ülkemiz gibi sanayileşme ve teknolojik gelişme aşamasındaki ülkelerde, İSG konusunda bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar çalışanların sağlığının yanı sıra, iş verimini de etkilemektedir. SGK verilerine göre, 2006 yılı itibarıyla ülkemizde meydana gelen 79.027 iş kazası ve 574 meslek hastalığı vakasından 1601’i ölümlü sonuçlanmıştır. 2007 yılı istatistiklerinde ise, iş kazası sayısının yaklaşık % 2 artarak 80.602’e yükseldiği görülmüştür. Ölümlü kaza sayısı ise dikkate değer bir düşüş göstermiştir. Sürekli iş göremezlik sayısı da azalmıştır [2].

İstatistiklerde en dikkat çekici nokta ise, meslek hastalığı sayısında görülen % 110’luk artıştır. Bu artış nedeniyle 2007 yılı, 1998’deki 1400 vakadan sonra son 10 yılda en çok meslek hastalığı bulgusuna rastlanan yıl olmuştur. Ancak bu rakam sadece, tanı koyma konusunda biraz ilerleme sağlandığının bir göstergesidir. Gerçekten ülkemizde önemli sayıda meslek hastalığı olduğu bilinmesine rağmen, bu hastalıkların çoğu, tanı sistemlerinin ve iş teftişinin yetersiz olması nedeniyle mesleksel olduğu kanıtlanamamakta ve kayıtlara yansımamaktadır.

Ülkemizde son yirmi yıldır kaza ve hastalıklar inişli çıkışlı bir seyir izlemekte, ancak, genel olarak olumsuz bir tablo sergilemektedir. SGK istatistiklerine yansımayan kayıplar da dikkate alınmalıdır. Ülkemizde çalışanların % 40,8’i kayıtdışıdır. Öte yandan, bu veriler sadece önceki SSK sistemine ait kayıtları kapsamaktadır [2].

Örneğin, TÜİK’in 2008 yılında yayınladığı, “İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Araştırma Sonuçları” na göre ise, son 12 ay içinde istihdam edilenlerin % 2,9’u bir iş kazası geçirmiştir. Bu orana göre ülkemizde yıllık iş kazası sayısının 650 bin civarında olması gerekmektedir (Bilinenden 8 kat fazla). İş kazası sıklık hızı ise, 2007 yılında 100 kişide 0,81 olarak gerçekleşmiştir ki, bu oran AB ortalamasından 8 kat fazladır [27].

Çizelge 2.1. Türkiye’de yıllara göre iş kazası, meslek hastalığı ve ölüm sayıları.

	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	2003	%	2004	%	2005	%	2006	%	2007	%
İK																				
İş Kazası	91.895	-6.5	77.955	-15.1	74.847	-3.9	72.367	-3.3	72.344	0	76.668	6	83830	9.3	73.923	-11.8	79.027	6.9	80.602	1.9
M																				
Meslek Hastalığı	1400	32.7	1025	-26.7	803	-21.6	883	10	601	-31.9	440	-26.7	384	-12.7	519	35	574	10.6	1.208	110
Değişim Oranı																				
Ölüm	1252	-15	1333	6.4	1173	-12	1008	-14	878	-12.9	811	-7.6	843	3.9	1096	30	1601	46	1044	34,8

2006 Yılı SGK İstatistik Yıllığı’ndan derlenmiştir.

İş kazası sayılarında, Çizelge 2.1’de görüldüğü üzere 2002 yılından sonra görülen artış dikkat çekicidir. Ülkemizde kayda geçen iş kazası 2006 yılında 2005 yılına göre yaklaşık % 7, 2007 yılında ise % 2 oranında artarken; ölümlü iş kazaları iki yılda % 80 arttıktan sonra 2007 yılında % 35 azalmıştır. Bu durumun, özellikle ölümlü kaza riski yüksek sektörlerde, iş hacminde yaşanan dönemsel değişiklikler ve bu sektörlerde alınan İSG tedbirlerinin yetersiz olmasından kaynaklandığı söylenebilir [27].

Tahminlere göre, mesleki kaza ve hastalıklar sonucu ülkelerin karşılaştıkları maliyetler, genel bütçelerin % 5’i ölçülerine varabilmekte; bu rakamın endüstrileşmiş ülkelerde dahi GSMH’ların % 1’i ile % 3’ü arasında değiştiği belirtilmektedir [38].

İş kazaları ve meslek hastalıklarının işletme ekonomisine verdiği zararlar, aynı zamanda ülke ekonomisine verilmiş zarardır. Bu nedenle sosyal güvenlik kuruluşlarının yaptığı ödemeler kadar, işletme maliyetleri de makro ekonomik zararlar kapsamında değerlendirilmelidir. Ülkemizde bu maliyetler, ancak sosyal güvenlik harcamaları olarak görülebilmektedir. Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3 dikkate alınacak olursa, sadece iş günü kayıpları ve iş göremezlik ödenekleri göz önüne alındığında dahi, tablo oldukça kötü durumdadır [10].

Çizelge 2.2. İş kazaları ve meslek hastalıkları sebebiyle kaybedilen iş günü sayısının yıllara göre dağılımı.

Yıllar/ Değişim Oranı	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	2003	%	2004	%	2005	%	2006	%	2007	%
İş günü kaybı	2.030.186	1,8	1.893.436	-6,7	1.697.695	-10,3	1.852.502	9,1	1.831.252	-1,1	2.111.432	15,3	1.983.410	-6	1.797.917	-9,3	1.895.235	5,4	1.876.524	-1

2006 ve 2007 Yılı SGK İstatistik Yıllığı'ndan derlenmiştir.

SGK verilerine göre, 2006 yılında oluşan iş günü kaybı önceki yıla göre % 5,4 artmış, 2007 yılında da artmaya devam etmiştir. İş günü kaybı 2003 yılında en üst seviyeye çıktıktan sonra düşüş göstermiş, 2006 yılında kaza sayısındaki artışa bağlı olarak tekrar yükselmeye başlamıştır. 2007 yılındaki iş kazalarının % 90,6'sı üç günden fazla iş göremezliğe neden olmuştur. Sürekli tam ve kısmi iş göremezlik sayısında, bir önceki yıla göre % 38,3 artış yaşanmıştır. Ölüm ve iş göremezlik ödeneği alanların sosyal güvenlik sistemine yükü giderek büyümektedir.

Çizelge 2.3. İş kazası ve meslek hastalığı sigortasından gelir alanların sayısı.

Gelir Alanlar	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sürekli İş Göremezlik	51.431	51.959	53.063	53.584	54.857	56.105
Ölüm Aylığı	74.929	74.969	74.406	73.428	73.375	73.180
Toplam	126.360	126.928	127.469	127.012	128.232	129.285

2006 ve 2007 Yılı SGK İstatistik Yıllığı'ndan derlenmiştir.

İş kazaları ve meslek hastalıklarının sadece SGK'ya maliyeti 4 milyar TL'ye yaklaşmaktadır. Emekli Sandığı, Bağ-Kur ve kayıtdışı çalışanlar hakkındaki bilgimiz sınırlıdır. TÜİK'den alınan 2007 yılı GSYİH rakamlarına göre ise, iş kazası ve meslek hastalıklarının toplam maliyeti yılda yaklaşık 35 Milyar TL'yi bulmaktadır [12].

2.4. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ İSTATİSTİKLERİN TUTULMASI

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de İSG ile ilgili önemli problemlerden biri, iş kazaları, meslek hastalıkları ve İSG ile ilgili diğer kayıtların uygun biçimde tutulamamasıdır. Dünya’da meslek hastalığı sayısı iş kazası sayısının çok gerisinde kalmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) Sağlık ve Güvenlik Programı Şefi Dr. Jukka Takala; her yıl işyerlerinde, 335 bini ölümlle sonuçlanan 250 milyon iş kazası olduğunu belirtirken; kirlilik, toksik materyal ve süreçler sebebiyle oluşan 160 milyon hastalıktan her yıl bir milyon insan ölmektedir [6].

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün tahminlerine göre dünyada 1,2 milyarı kadın olmak üzere 3 milyar civarında bir işgücü bulunuyor. Bunun da ötesinde iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu her yıl 2,3 milyon insan maalesef hayatını kaybediyor. Çok daha fazla insan ise sakat kalıyor. Sadece bu rakam dahi çalışma hayatında yapılacak her iyileştirmenin dünya üzerindeki herkesi yakından ilgilendirdiğini ortaya koyuyor [6].

Yapılan araştırmalara göre iş kazalarının % 98, meslek hastalıklarının % 100’ ü önlenemez iken; gerekli önlemler alınmadığı için maalesef her yıl iş kazaları ve meslek hastalarından dolayı birçok ülke nüfusuna denk insan topluluğu hayatını kaybetmektedir. İstatistiki olarak, rakam vermek gerekirse; dünya da her dakika da dört kişi iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu hayatını kaybetmektedir [10].

İş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemeye yönelik çalışmalardan, iş güvenliği uzmanlığı ve iş yeri hekimliği bulundurma zorunluluğu bu problemi azaltmak ve gidermek üzere uygulama halinde olan etkili bir iş güvenliği politikası olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’de bu sertifikaları yetkilendirilmiş 75 kurum vermekte, eğitimlere katılanlardan, Milli Eğitim Bakanlığı'nın yaptığı merkezi sınavda 70 ve üzerinde puan alanlar sertifikaya hak kazanmaktadır [10].

İş kazası ve meslek hastalığı sayısını ve İSG düzeyi hakkındaki bilgileri doğru tespit edip yayınlamak, özellikle gelişmekte olan ülkeler için çok önemlidir. Son yıllarda, işçi ve toplum sağlığı açısından yüksek riskli ağır sanayi üretimi, maliyet ve pazar

avantajı gibi nedenlerle gelişmekte olan ÷lkelere kaydırılmaktadır. Bu ÷lkelerin iř piyasalarının genel karakteristik özelliği ise, işçiler açısından dūřuk çalışma koşulları ve yetersiz sosyal g÷venliktir. Bu ÷lkelerde sanayileşme dūřuk çalışma koşullarıyla birleştiğinde, çalışanların sağlık ve g÷velik koşullarında ciddi bir gerileme s÷z konusu olmaktadır [22]. Bu ÷lkelerde gereken önlemleri isabetli biçimde belirleyebilmek için, İSG istatistiklerinin hem makro anlamda hem de işletme d÷zeyinde gerçekçi biçimde tutulması gerekmektedir.

İş sağlığı ve g÷venliği konusu çalışma hayatının en önemli konularından olmakla beraber artması beklenen istihdam ve en az olması istenen iş kazaları ve meslek hastalıklarına ilişkin verilerin bir arada değerlendirilebilmesi için her bir amacı sağlamak için değerlendirme modellerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle “ok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri” bilimsel altyapılı değerlendirme sunmak üzere ideal bir yaklaşımdır.

BÖLÜM 3

ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME (ÇÖKV) YÖNTEMLERİ

3.1. ÇÖKV YAKLAŞIMI

Bir karar vericinin, ölçülebilen ya da ölçülemeyen miktarlar ve çoklu kriterler arasında seçim yapması gerekebilir. Kriterler genellikle birbiriyle çelişir ve bu durumda bir çözümün, uzlaşmanın olabilmesi, büyük ölçüde karar vericinin tercihlerine bağlıdır. Her problemin çok amaca sahip olması, ölçütlerin genellikle birbirleriyle çatışması, amaçların sayısal ve sayısal olmayan farklı ölçme birimlerine sahip olması, ÇÖKV problemlerinin başlıca özellikleridir [39].

Günlük hayatta kişisel kararlardan stratejik ve kritik kararlara kadar çeşitlilik gösteren ÇÖKV problemleriyle çok geniş bir alanda karşılaşılmaktadır. Bu nedenle ÇÖKV uygulamaları; imalat sistemleri, teknoloji yatırımlarının değerlendirilmesi, su ve tarım yönetimi, enerji planlaması, şirket performansının ölçülmesi gibi çok farklı alanları içermektedir [40].

Çok ölçütlü karar verme (Multiple attribute decision making); Sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir [40].

Çoklu ve genellikle birbiriyle uyuşmayan ölçütlerin olduğu durumlarda, bir probleme çözüm getirecek çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler, çok az bilgi gerektiren basit yaklaşımlardan farklı olarak her bir amaca ilişkin geniş bilgi gerektiren ve matematiksel programlama tekniklerine dayanan yöntemlerdir [41].

Karar probleminin elemanlarından birisi karar kriteridir ve kriterin tanımı “hedeflere ulaşma ölçütleri” olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla, alternatifler arasında bir seçimin yapılmasında karar kriterleri önemli bir rol oynar. Tek bir ölçütün bulunduğu karar probleminde, seçim bu ölçüte göre yapıldığından temel bir sorunla karşılaşılmamaktadır, çünkü beklenen değer ölçüt cinsinden hesaplanmakta ve en olumlu beklenen değer hangi alternatifte ise, o alternatif seçilmektedir. Ancak, çoğu karar probleminde ölçüt sayısı birden çoktur. Bu tür karar problemlerinin karmaşıklığını arttıran diğer bir unsur da, bu ölçütlerin birbirleri ile çelişmesidir. Zaten Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) kavramı, birden fazla ve genelde birbiri ile çelişen / çatışan ölçütlerin varlığında karar vermek olarak tanımlanır [42].

3.2. ÇÖKV PROBLEMLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Genel olarak, farklı problem yapılarına göre iki farklı ÇÖKV problemi türü vardır; birinci türde sonsuz sayıda alternatif çözüm, diğer türde ise sonlu sayıda alternatif çözüm vardır. Normal koşullarda seçme ve değerlendirme ile ilgili problemlerde alternatif çözüm sayısı sınırlıdır; öte yandan dizayn ile ilgili problemlerde bir özellik bir aralıktaki herhangi bir değeri alabilmekte, bu durum da sonsuz sayıdaki alternatif çözüme yol açabilmektedir. Böyle bir problem, çok ölçütlü karar problemi yerine, çok amaçlı optimizasyon problemi olarak ele alınabilir; bu çalışma bu tür problemlere yoğunlaşmamakta, sonlu sayıda alternatif çözümlerin olduğu ÇÖKV problemlerine odaklanmaktadır [43].

ÇÖKV problemi, karar matrisi kullanılarak tanımlanabilir. Bir problemde ki alternatif sayısı m ise ve bu alternatiflerin kıyaslanacağı özellik sayısı n ise; karar matrisi $m \times n$ matrisi olacak ve bu matrisin her Y_{ij} elemanı ise, i sırasındaki alternatifin, j özelliği açısından aldığı değer olacaktır.

Her ne kadar tüm ÇÖKV problemlerinin farklı yapıda olsa da, bu problemler aşağıda belirtilen bazı ortak özelliklere sahiptir [43];

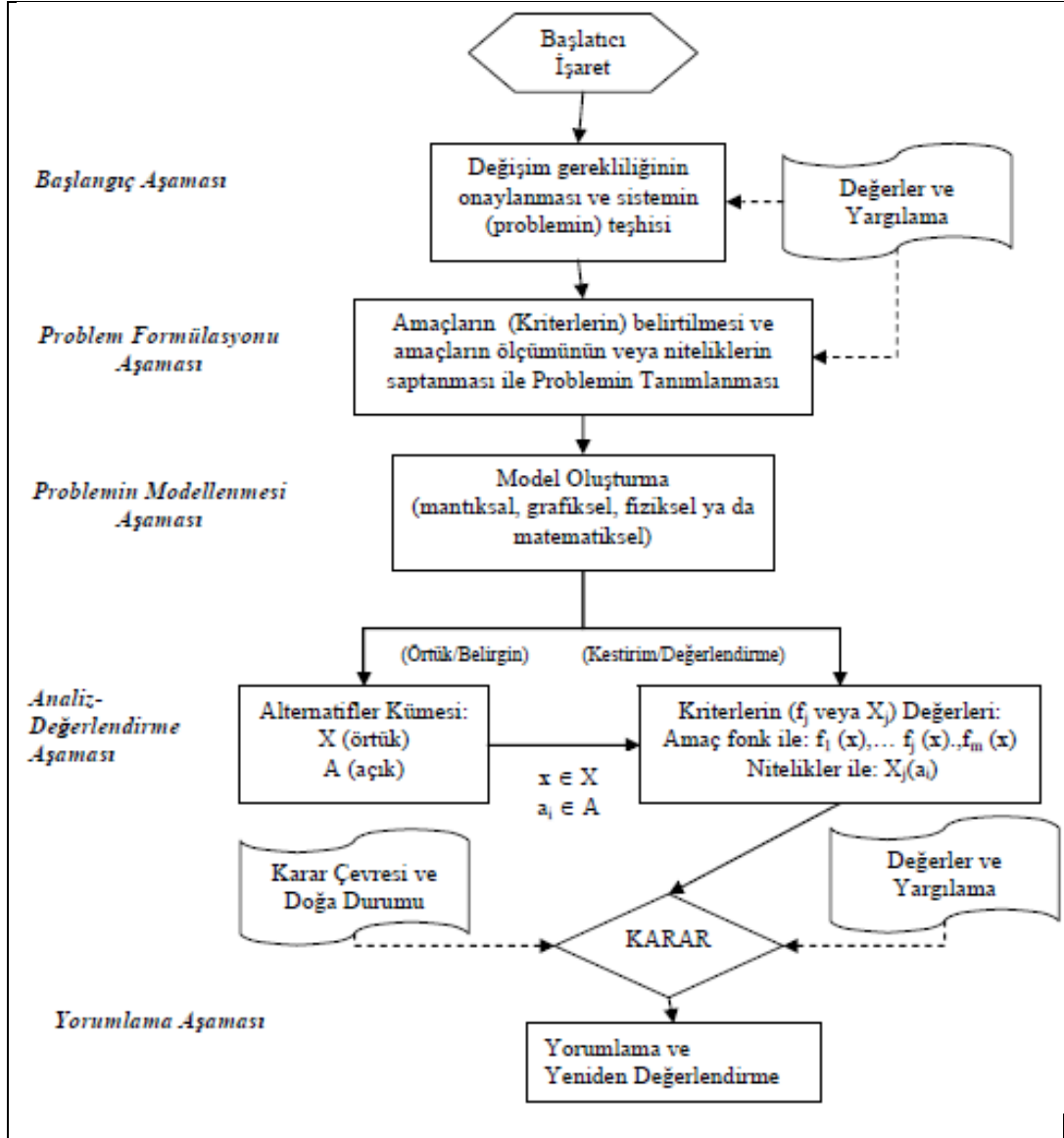
1. Çok ölçütlülük genelde hiyerarşik bir yapı oluşturur: Bir organizasyon, bir hedef planı veya bir ürün için oluşturulacak alternatifler, ölçütler bazında

değerlendirilebilir. Bir ölçüt; alternatifin özelliğinin, kalitesinin veya rolünün sorgulanmasıdır. Bazı ölçütler, alt ölçütler olarak adlandırılan kollara ayrılabilir ve ayrıntılı analiz gerektiren, karmaşık problemlerin analizinde bu özellik her zaman mevcuttur.

2. Ölçütler arasında çatışma vardır: ÇÖKV problemlerinde, Ölçütler arasında neredeyse her zaman bir çatışma vardır. Araba dizaynı için kurulan bir ÇÖKV probleminde yüksek yakıt tasarrufu özelliği ile araç konforu özelliğinin çatışması gibi.
3. Karışık yapıdadırlar: ÇÖKV problemlerinde ele alınan herhangi bir özellik (fiyat, uzunluk, ağırlık gibi) farklı bir ölçüm birimi ile ölçülebilmektedir. Bir çok karar probleminde, nitelikler sayısal olarak ölçülebilen ve ölçülemeyen bir karma oluşturabilir. Bir niteliğin ölçülmesi sayısal ifadelerle yapılabilirken, başka bir nitelik sadece sözselsel olarak ölçülebilmektedir; ayrıca sözkonusu niteliklere ait ölçümler kesin veya tahmini olabilmektedir.
4. Belirsizlik vardır: Karar vericiler sübjektif yargılarıyla karar verirler ve bu kesindir ki; insanlar sübjektif kararlarında %100 emin olamazlar. Ayrıca, bazı niteliklere ait veriler ya tamamen ya da hiç elde edilemeyebilir.
5. Geniş Bir Ölçeklendirme Vardır: Gerçek hayattaki bir Çok Ölçütlü Karar Verme problemi yüzlerce nitelik barındırabilir. Tedarikçi seçimi için oluşturulan karar problemlerinde; 13, 18 hatta 60 ölçütlü modeller kullanılmıştır.
6. Değerlendirme Kesin Olmayabilir: Bilgi eksikliği, ölçütler arası çatışma, sübjektif kararlardaki belirsizlik ve karar vericilerin kararlarındaki farklılıklar gibi nedenlerden dolayı, son kararlar en mükemmel ve en kesin kararlar olmayabilir.

3.3. ÇÖKV SÜRECİ VE AŞAMALARI

Çok Ölçütlü Karar Verme Süreci terimi, problem çözmenin aşağıdaki şekilde gösterilen ve beş aşamadan oluşan bütüncül yapısını tanımlar [44].



Şekil 3.1. Tipik çok amaçlı (ölçütlü) karar verme süreci aşamaları.

Başlangıç aşaması: Süreç, karar verici ilgilendiği sistemin (problemin) akışını değiştirme ihtiyacını algıladığı anda başlar. Durum teşhis edilir ve nihai amaç ifadesi ortaya konulur.

Problemi Formüle Etme Aşaması: Bu aşamada yapılması gereken farklı görevler/işler vardır. Bunlar;

1. Soyut bir şekilde ortaya konmuş üst amacın daha işlevsel ve spesifik amaçlar halinde ifade edilerek alt amaçlar (ölçütler) kümesinin oluşturulması,

2. Sistemin tüm gerekli elemanlarının, problemin sınırlarının ve sistemin çevresel koşullarının açıkça ortaya konulmasıdır.

Model Oluşturma Aşaması: Sistemin çevresi ve amaçlar kümesi bir kere iyice tanımlandığında, probleme uygun modeller oluşturulabilir [45].

"Model", birlikte etkin ve anlamlı bir biçimde sistemin ilgili yönlerinin kapsamlı bir analizini sağlayacak anahtar değişkenlerin ve bunların mantıksal (veya fiziksel) ilişkilerinin toparlaması ile oluşan yapıdır. Modellerin çeşitli biçimleri vardır; basit mantıksal modeller, grafik modeller, karmaşık fiziksel modeller, matematiksel modeller vb. Modeller, alternatifler başlangıçta veri değilse, probleme uygun alternatif hareket tarzları üretmek işlevini yerine getirebilirler [45].

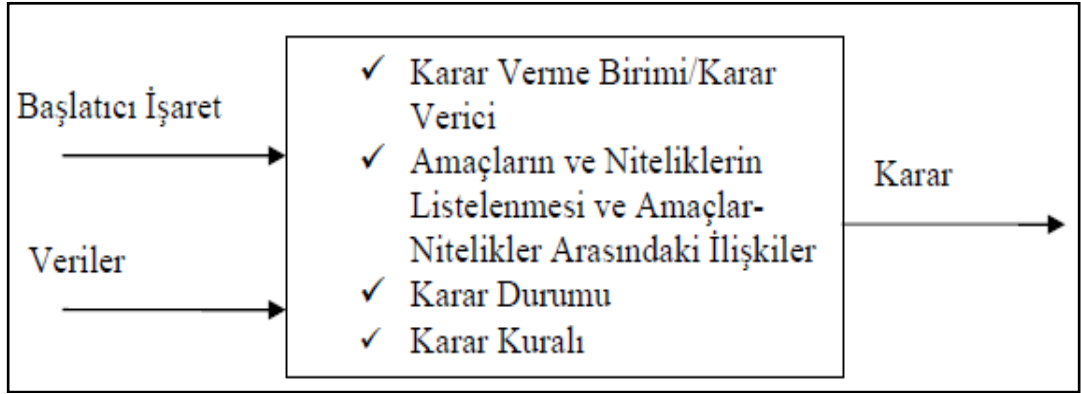
ÇÖKV problemlerinde, alternatiflerin karşılaştırılması gerektiğinden, nitelikler (amaçlar/ölçütler için bir ölçüm seti) açıkça belirlenmeli ve ortaya konulmalıdır. Bu ölçüm seti, “performans ölçümleri/ölçütleri/endeksi” veya “amaç (ölçüt) fonksiyonu” gibi farklı adlar alabilir. Veri bir alternatif için niteliklerin ölçüm seviyeleri, uygun bir ölçekte/skalada belirlenir [46]. Burada söz konusu ölçekler birer karşılaştırma veya ölçüm standardı olarak işlev görürken, belirlenen ölçüm seviyeleri bir önceki aşamada ifade edilmiş olan amaçlara ulaşma derecesi olarak atanırlar. Belli bir alternatif için ilgili niteliklerin ölçüm değerleri ya modelden çıkarılır (kestirilir) ya da öznel yargıların değerlendirilmesi yoluyla doğrudan belirlenir [47].

Analiz ve Değerlendirme Aşamaları: Analiz etme ve değerlendirme aşamasında, her alternatif diğerlerine göre, önceden tanımlanmış ve alternatifleri derecelendirmek için kullanılan bir karar kuralı veya kurallar setine bağlı olarak değerlendirilir. Karar kuralına göre en üst dereceyi alan alternatif yorumlanmak üzere seçilir.

Süreç bir açık döngüsel süreç ise, işlem adımları bu noktada son bulur. Eğer elde edilen sonuç karar vericiyi tatmin etmiyorsa, bir diğer deyişle yetersiz bulunuyorsa, gözlemlenen çıktı için elde edilen bilgi kullanılarak problem formülasyon aşamasına (ikinci adım) geri dönülür. Bu yapıdaki bir süreç ise kapalı döngüsel süreç olarak tanımlanır [48].

3.4. ÇÖKV PROBLEMLERİNİN YAPISI VE UNSURLARI

ÇÖKV probleminin çıktısı bir “Karar”dır. Bu çıktı, en-iyi uzlaşık çözüm veya alternatiflerin derecelendirilmiş (sıralanmış) bir listesi şeklinde olabilir. Problemin girdileri ise, “karar verici”ye bir kararın verilmesi gerekliliğini anlatan ve karar verme sürecini başlatan bir işaret ve “karar durumu”nun açıklanmasına yardımcı olan verilerden oluşur. Tipik bir ÇÖKV problemi aşağıdaki şekilde şematize edilebilir:



Şekil 3.2. Tipik bir ÇÖKV problemi.

Dolayısıyla bir ÇÖKV probleminin açıklanması ve çözümünde, aşağıdaki unsurlar açıkça belirlenir [49]:

1. Karar Verme Birimi veya Karar Vericinin kim ya da kimler olacağı
2. Bir Amaçlar / Ölçütler kümesi ve Amaçlar (Ölçütler) - Nitelikler arasındaki ilişkiler ve bunların hiyerarşik bir gösterimi
3. Uygun Alternatifler Kümesi,
 X : x karar değişkeninin N -boyutlu vektörlerinden oluşan örtük küme veya
 A : $\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$ açık - belirgin alternatifler (aksiyonlar) kümesi
4. Değerlendirme için uygun amaç fonksiyonları veya nitelikler kümesi,
 F_j : f_1, f_2, \dots, f_n
 X_j : X_1, X_2, \dots, X_n
5. Alternatifler kümesinin tanımı, karar değişkenlerinin ve niteliklerin türü, bunların ölçüm düzeyleri / ölçekleri, problemin doğal durumu, nedensel ve araç amaç ilişkilerinin türü.

6. Karar Kuralının ne olacağı veya Karar vericinin tercih yargılarının modellenmesi için ihtiyaç duyulan bilgisinin türü.

ÇÖKV problemlerinin yapısının daha iyi ortaya konulabilmesi için bu unsurların daha detaylı ele alınması faydalı olacaktır.

3.5. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

ÇÖKV yöntemleri, karar vericinin elde edebileceği bilginin yapısı düşünülerek dört farklı gruba ayrılabilir. İlk grup yöntem, ilk olarak Spearman (1904, 1906 ve 1910) tarafından önerilen sıra korelasyonu yöntemleri ile puanlama ve ağırlıklandırılmalı yöntemlerdir. Alternatifleri karşılaştırmak için birkaç ölçüt kullanan uyumsuzluğa dayalı nicel ölçümlere dayanan ELECTRE ve PROMETHEE gibi yöntemler ikinci grubu, başlangıçta nitel olup daha sonraki aşamada nicel şekil alan sonuçlara dayanan oyun teorisi ve bulanık kümelerle dayanan hiyerarşik yapıli yöntemlerle analitik hiyerarşi (AHP) yöntemi üçüncü grubu oluşturmaktadır. VZA, TOPSIS, VIKOR, MULTIMOORA ve hedef programlamada kullanılan Referans (İdeal) Nokta Yöntemi gibi hedef ya da referans noktasına dayanan yöntemler de uzlaşma modelleri olarak son grubu oluşturmaktadır [50]. Aşağıda kısaca bu modeller ve içeriğindeki bazı modellerden bahsedilmektedir.

3.5.1. Puanlama ve Ağırlıklandırılmalı Modeller

Puanlama ve ağırlıklandırılmalı modeller çok çeşitli olmakla beraber en çok kullanılanları şöyledir [51]:

1. SMART (Basit Çok Nitelikli Rejting Tekniği)
2. SAW (Basit Toplamli Ağırlıklandırma Yöntemi)
3. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi
4. Nesnel Ağırlık Belirleme: ENTROPİ Yöntemi

3.5.1.1. SMART (Basit Çok Nitelikli Rejting Tekniği)

W. Edwards tarafından geliştirilen birçok nitelikli değer analizi metodolojisi olan ‘‘Basit ok Nitelikli Rejting Tekniği’’ (Simple Multiattribute Rating Technique-SMART) ağırlıkların çıkarımı için bu prosedürü kullanır [52].

SMART, on adımda çok nitelikli analiz yapar. İlk dört adım çok nitelikli analizin yapılandırma aşamalarını kapsar: Bunlar karar çerçevesinin tanımlanması, alternatiflerin ve ölçülecek niteliklerin belirlenmesi gibi işlerdir. Beş-yedinci adımlar ise oran tahmini yöntemi ile ağırlıkların çıkarımı işlevini yerine getirir. Sekizinci adımda doğrudan atamalar ile alternatiflerin niteliklere göre değerleri belirlenir. Son iki adımda ise ağırlıklandırılmış toplamsal model ile her alternatifin toplamsal değerleri hesaplanır ve en yüksek değere sahip alternatif seçilir [53].

3.5.1.2. SAW (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi)

SAW (Simple Additive Weighting) yönteminde her ölçütün katkılarının toplamıyla bir indeks oluşturulur. Birbirinden farklı birimler toplanamayacağı için SAW metodunda uygulanacak veriler normalize edilmeli, boyutlu veriler hâline dönüştürülmelidir. Daha sonra her alternatife ait toplam skor, o alternatifin çeşitli ölçütteki normalize edilmiş boyutsuz değerlendirmeleri ile bunlara ilişkin ağırlıklarının çarpılıp, en son olarak hepsinin toplanması ile elde edilir. SAW yönteminde, her ölçütün toplam puana olan katkısı diğerlerinden bağımsızdır. Bu nedenle karar vericinin tercihi bir ölçütün değerinin her ne şekilde olursa olsun diğer ölçütlerin değerlerinden etkilenmemesini gerektirmektedir [54].

3.5.1.3. Ağırlıklı arpım Yöntemi

Ağırlıklı arpım Yönteminde ölçütler birbiriyle çarpılarak ilişkilendirildiklerinden, normalizasyona ihtiyaç duyulmamaktadır. Çarpma işlemi söz konusu olduğundan değerlerin boyutlarının aynı olmasına gerek bulunmamaktadır.

Ölçüt değerleri arasında çarpım yöntemini kullanıldığı zaman, ağırlıklar, her ölçüt değerinin üssü olur. Kâr ölçütleri için pozitif ve maliyet ölçütleri için negatif işaretli üs değerleri kullanılmaktadır [55].

3.5.1.4. Nesnel Ağırlık Belirleme: ENTROPİ Yöntemi

Nesnel ağırlıkları hesaplamak için karar matrisinin verileri bilindiğinde Entropi adı verilen bir yöntem kullanılmaktadır. Fiziksel bilimlerden ve enformasyon biliminden alınan Entropi kavramı üzerine kurulan yöntemde, karar matrisinin nitelik önemine dair bilgiyi bünyesinde barındırdığı düşünülmektedir. Entropi yönteminin temel fikri bu bilginin veri kümeleri arasındaki karşıtlıklardan geldiğidir. Buna göre, niteliklerin nesnel ağırlıkları, alternatiflerin her niteliğe göre çıktılarının (performans puanlarının) ne kadar ayrı veya farklılaşmış olduğu yani "karşıtlığının yoğunluğu" tarafından belirlenir. Bu karşıtlık ne kadar fazla (yoğun) ise ilgili nitelik tarafından kapsanan ve iletilen bilgi de o kadar fazla olur. Ya da tersi olarak, örneğin eğer bir nitelik için tüm alternatifler çok benzer çıktılara sahiplerse ilgili niteliğin kararın verilmesinde fazla bir fonksiyonunun olmayacağı varsayılır. Hatta tüm çıktıların eşit olduğu bir nitelik karar durumundan tamamen çıkarılabilir [40].

3.5.2. Hiyerarşik Yapılı Modeller

Hiyerarşik yapıli modellerde, yapılar, "yukarıdan aşağıya" ve "aşağıdan yukarıya" olmak üzere genel olarak iki yaklaşımla oluşturulabilir. Bunlardan birincisi "analitik yaklaşım" ikincisi "sentezleme yaklaşımı" olarak da adlandırılmaktadır. Analitik yaklaşımda prosedür, KV'nin problemle ilgili en genel yargılarının yani üst amacın açıklanması ile başlar (Örn. en iyi yaşama koşullarını sağlamak, en iyi arabayı seçmek vb.). Analist daha sonra KV'den problem için önemli gördüğü genel değerlendirme kategorilerini (Ör. "maliyet kriterleri", "riskler", "faydalar" vb.) belirlemesini ister. Bu aşamada elde edilen yargılar -üst amaca ulaşmakta her biri birer araç olarak kullanılacak- amaçları belirler. Sonra bu amaçlar (kategoriler) alt-amaçlara/alt dallara ayrılırlar. Son olarak alt amaçların ölçülebilmesi için uygun nitelikler tanımlanır [56].

Sentezleme yaklaşımda bir önceki aşamada hiyerarşinin farklı seviyelerinde elde edilen ağırlık vektörleri, karar alternatiflerinin sonuç değerlerini (önceliklerini) yansıtmak üzere hiyerarşi doğrultusunda bütüncülleştirilir. Bu işlemin çıktısı, her alternatife karşılık bir değerden oluşan bir normalize "birleşik ağırlık vektörü"dür. Alternatifler bu birleşik ağırlık değerlerine göre sıralanırlar. Bu da "en iyi alternatifin seçimi"ni sağlar [56].

3.5.2.1. AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci)

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process, AHP) Yöntemi, özel bir hiyerarşik toplamsal ağırlıklandırma prosedürü ve çok nitelikli karar problemleri için bir yapılandırma, ölçüm ve sentezleme yöntemidir. 1970'lerin sonlarında T.L. Saaty tarafından geliştirilmiş bu yöntem, en standart formunda çok nitelikli alternatifler arasından seçim problemlerinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte yöntemin pratik doğası gereği; kaynak tahsisi, tahmin, risk analizi, planlama, performans yönetimi vb. çok çeşitli alanlardaki çalışmalarda da uygulanmıştır [57].

AHP, bazı yönleri ile Çok Nitelikli Değer Teorisi'nin bir uzantısı olan bir yöntem olarak düşünülebilirken, bazı yönlerden teorinin klasik yapısından ayrılmaktadır. AHP yöntemi, bir ölçüm teorisi olarak, amaçlar, kriterler, nitelikler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik yapıda, bu elemanlar arasında KV'nin "ikili karşılaştırmalar" biçiminde ifade ettiği tercihlerinden, oran-skalasız ağırlıklarının çıkarılması temeline dayanır. Bu ağırlıklar doğrusal toplamsal model yardımı ile ilgili alternatifler için bütüncül ağırlık veya önceliklere dönüştürülür. Böylece alternatifler sonuç öncelik değerlerine göre sıralanabilirler [58].

3.5.3. Uyum-Uyumsuzluk Modelleri (Üstünlük Yöntemleri)

Çok nitelikli analizde klasik modelde, alternatifler arasında tamlık ve geçişlilik şartlarını sağlayan bir tercih sırası (zayıf sıra) kurularak niteliklere göre en iyi alternatifin seçilmesine çalışılır. Klasik yaklaşımın bu varsayımlarının gerçek problemlerde sağlanmasının zor olduğu görüşünden hareketle, hem tercihler arasında

geçişsizliklere izin veren hem de karşılaştırılmama ilişkisini hesaba katan alternatif bir yaklaşım geliştirilmiştir [59].

Bu yaklaşımda, "Üst-Derecelendirme (Outranking) İlişkisi" adı verilen alternatif bir ilişki tanımlanmış ve alternatiflerin bu ilişki yardımı ile karşılaştırılmasının, çoğu durumda KV'nin tercih yapısını daha iyi temsil edeceği öne sürülmüştür. Üst-derecelendirme ilişkisini kullanan modeller genellikle, uygulama prensipleri aşağıda açıklanacak "Uyum-Uyumsuzluk (Concordance - Discordance) Modelleri" adı ile anılırlar. Bu modelleri kullanarak çok ölçütlü karar problemlerine farklı çözümler getirmeye çalışan yöntem ailesi ise genel olarak, İngilizce ya da Fransızca kısaltması ile ELECTRE (Elimination et Choice Translating Reality) ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yöntemleri olarak bilinir [46].

3.5.3.1. ELECTRE Yöntemi

B. Roy tarafından ilk olarak tanımlanan ELECTRE I ile başlayan uyum-uyumsuzluk veya üst-derecelendirme yöntemleri; içerdikleri tercih yapıları, ağırlık bilgisini kullanıp kullanmamaları ve ortaya çıkardıkları sonuçlar (çıktılar) açılarından farklılaşarak, ELECTRE II, III, IV ve ELECTRE TRI gibi isimler almışlardır. Bu yöntemler temel olarak "üst-derecelendirme ilişkisi"ni kullanırlar ve bir A alternatifler kümesinin belirgin elemanları için:

1. Bir elemanın seçilmesi (seçim)
2. Alternatifleri "kabul edilebilir" kabul edilemez" vb. sınıflara ayırma (sınıflandırma)
3. Alternatifleri derecelendirme (tamlik özelliğini içermeyen sıralar: "kısmi sıralar" oluşturma)

ile sonuçlanırlar [49].

3.5.3.2. PROMETHEE Yöntemi

Promethee (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) 1982 yılında J. P. Brans tarafından geliştirilmiş bir çoklu karar verme yöntemidir. Yöntem karar noktalarının sırasını, Promethee 1 (kısmi sıralama) ve Promethee 2 (tam sıralama) ana aşamalarıyla belirler. Promethee yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır [57].

3.5.4. Uzlaşma Modelleri

ÇÖKV'de "ideal çözüm"; tüm niteliklerde ulaşılabilecek en iyi değerlere sahip olan çözüm (alternatif), "anti-ideal çözüm" ise tüm niteliklerde olası en kötü puanları alan alternatif olarak tanımlanmaktadır. Çoklu karar vermede, ölçütler arası çatışma durumu nedeniyle ideal çözüme ulaşmak genelde mümkün olmadığından bir "uzlaşık" çözümden bahsedilir. ÇÖKV yöntemlerinin bir kısmı, ideale olabildiğince yaklaşık olan bir çözüme ulaşmaya çalışan "Uzlaşma (Compromising) Modeli"ni kullanırlar. Benzer şekilde belirli karar verme birimlerini göz önünde tutarak referans alma durumu sözkonusudur [59].

3.5.4.1. TOPSİS Yöntemi

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilen bu teknik, pozitif ideal çözümden en kısa mesafe ve negatif ideal çözümden en uzak mesafe alternatiflerinin seçilmesine dayanmaktadır. Pozitif-ideal çözüm; ulaşılabilir bütün en iyi kriterlerin bileşimidir. Negatif-ideal çözüm ise ulaşılabilir en kötü ölçüt değerlerinden oluşur. TOPSİS Yöntemindeki (İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma) tek varsayım, her ölçütün ya monoton artan ya da monoton azalan tek yönlü bir faydası olduğu varsayımdır [56].

3.5.4.2. VIKOR Yöntemi

VIKOR Yöntemi (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), birbiriyle çelişen ölçütlerin varlığında, karar vericinin nihai bir çözüme ulaşmasına yardımcı olmak amacıyla, alternatifleri sıralamaya ve bir alternatifler kümesinden uzlaşık çözüm bulmaya yarayan etkin bir araçtır. Elde edilen uzlaşık çözüm, çoğunluk için maksimum grup faydasını ve karşıt görüştekiler için minimum pişmanlığı sağlayacağından karar verici tarafından kabul görecektir [56].

3.5.4.3. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi (VZA), birçok girdi ve birçok çıktıyla karakterize edilen her türlü süreç ve birimin etkinliğini ölçmede kullanılan matematiksel programlama tabanlı bir metottur. Ağırlıklı girdi ve çıktıların oranı görelî etkinlik olarak adlandırılan tek bir etkinlik ölçüsü ortaya çıkarır. “1” oranına sahip olan karar birimlerindeki girdiler ve üretilen çıktıların etkin olduğu söylenir. 1’den küçük orana sahip olan karar birimleri en etkin birime göre daha az etkin birimlerdir. Çünkü karar birimlerinin girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıkları oranı maksimize etmek üzere hesaplanır ve daha sonra en iyi performansla sahip karar birimininkiyle karşılaştırılır ve ölçülen etkinlikten de görelî etkinlik olarak bahsedilir [70].

3.5.4.4. MULTIMOORA Yöntemi

MULTIMOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Plus The Full Multiplicative Form) yönteminin; tüm amaçları dikkat ve değerlendirmeye alması, alternatifler ve amaçlar arası tüm etkileşimleri bir bütün olarak göz önüne alması nedeniyle, farklı bir yöntem olduğu gözlenmiştir. MULTIMOORA yönteminde subjektif olmayan yönsüz değerler kullanılarak normleştirme yapılmaktadır [61].

BÖLÜM 4

MOORA-MULTIMOORA YÖNTEMLERİ VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRME

4.1. MOORA-MULTIMOORA YÖNTEMLERİ

MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis) Metodu ve ardından MULTIMOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Plus The Full Multiplicative Form) Metodu; ilk olarak Willem Karel M. BRAUERS ve Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS tarafından bir bütün olarak 2006 yılında ‘Control and Cybernetics’ adlı çalışmaları ile tanıtılmıştır [62].

Çok ölçütlü optimizasyon olarak da bilinen çok ölçütlü optimizasyon, belirli kısıtlara bağlı olarak iki veya daha fazla çakışan kriterleri (ölçütler) optimize işlemidir. MOORA (Oran Analizi ile Çok Amaçlı Optimizasyonu) ve MULTIMOORA (Çarpım Formu ve Oran Analizi ile Çok Amaçlı Optimizasyon) alternatifleri veya karar verme birimlerini sıralayarak değerlendiren Çok Ölçütlü Karar Vermede yeni yaklaşımlardandır [62].

4.1.1. Yöntemlerin Nitelikleri

Bu metodun başlıca öne çıkan üstünlükleri şöyle sıralanabilir [63]:

1. Tüm amaçları dikkate alması ve değerlendirmesi,
2. Alternatifler ve ölçütlerr arası tüm etkileşimler parça parça değil, aynı anda gözönüne alınması,
3. Sübjektif ağırlıklı normalleştirme yerine sübjektif olmayan yönsüz değerler kullanılmasıdır.

4.1.2. Yöntemlerin Uygulama Alanları

MULTIMOORA Yöntemi oldukça yeni bir yöntem olup, MOORA yöntemini içeren uygulamalar; Havacılık taşıma sektörünün değerlendirilmesi [61], Gayrimenkul Satın Alımı İçin Kredi [62], Geçiş Ekonomisinde Özelleştirme [63], Yol Dizaynı Optimizasyonu [64], Tesis Bölgelerinin Kıyaslaması ve MOORA Metodunun Kararlılığı [65], Bölgesel Gelişim Değerlendirmesi Litvanya Uygulaması [66], Proje Yönetimi Uygulaması [67], Yüklenici Firmalar için Sıralandırma [68]'dir. Literatürde çeşitli MULTIMOORA metotları bulunmaktadır [40].

MULTIMOORA ilk olarak 2011 yılında Chakraborty tarafından diğer ÇÖKV Yöntemleriyle karşılaştırılmıştır [65]. MULTIMOORA'nın dayanıklılığının diğer 5 önemli Karar Verme Yöntemiyle Karşılaştırılması Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Altı farklı ÇÖKV yönteminin karşılaştırılması.

	<i>AHP</i>	<i>TOPSIS</i>	<i>VIKOR</i>	<i>ELECTRE</i>	<i>PROMETHEE</i>	<i>MOORA</i> <i>MULTIMOORA</i>
Hesaplama Süresi	Çok Fazla	Orta	Az	Fazla	Fazla	Çok Az
Kolaylık/Sadelik	Çok Hassas	Oldukça Hassas	Sade	Oldukça Hassas	Oldukça Hassas	Çok Sade
Matematiksel Hesaplamalar	Maksimum	Orta	Orta	Orta	Orta	Minimum
Kararlılık / Dayanıklılık	Düşük	Vasat	Vasat	Vasat	Vasat	Yüksek
Bilgi Yapısı	Karışık	Kantitatif	Kantitatif	Karışık	Karışık	Kantitatif

4.1.3. Yöntemlerin Yapısı

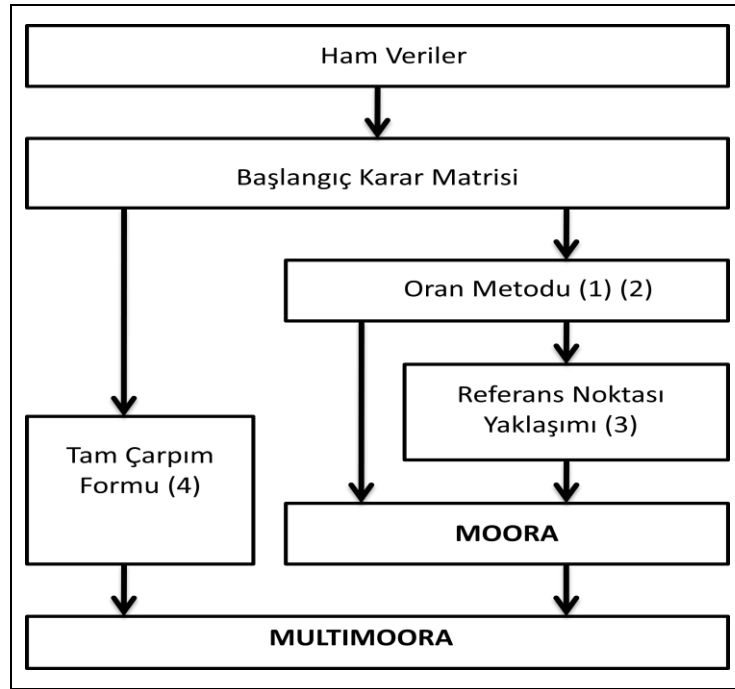
MULTIMOORA Yöntemi, aşağıda belirtilen yöntemleri dikkate alan sıralama oluşturarak değerlendirme yapmayı sağlayan yöntemdir. Bunlar;

1. Oran Metodu
2. Referans Noktası Yaklaşımı
3. Tam Çarpım Formu

olmak üzere üç adet yöntemden oluşmaktadır.

Özellikle ilk iki yöntem olan “Oran ” ve “Referans Noktası Yaklaşımı” sonucu elde edilen sıralamalar ile MOORA Yöntemi Şekillenir. Sonrasında Tam Çarpım Formu ile de Yöntemin belirlemiş olduğu sıralamalar sınanarak objektiflik artırılmış olur.

Bu metotlar temel olarak birinci sırada yer alan Oran Metodu ile başlar (Tam Çarpım Formu Hariç). MULTIMOORA kendi başına bir yöntem ya da model olmayıp; farklı MOORA metotları sonucu yapılan sıralamaları en son baskınlıklarına göre değerlendirerek son bir değerlendirme yapılmasını sağlamakta ve mevcut Çok Ölçütlü Karar Verme Metotları arasında dayanıklılık veya kararlılık (robustness) açısından en üst noktaya taşımaktadır [65]. Şekil 4.1.’de MOORA ve MULTIMOORA yöntemleri diyagramı verilmiştir. Geliştirilen bu metotlar sayesinde model dayanıklılığı arttırılmıştır [66].



Şekil 4.1. MULTIMOORA yöntemi diyagramı.

MULTIMOORA metotları; ham verilerden elde edilen, farklı alternatiflerin veya karar verme birimlerinin (KVB) farklı ölçütlere karşılık gelen değerlerinden oluşan bir matrisin hazırlanması ile başlamaktadır [67]. Bu matris Çizelge 4.2.’deki gibidir.

Çizelge 4.2. Başlangıç karar matrisi.

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	...	Ölçüt i	...	Ölçüt n
KVB 1	X_{11}	X_{21}	...	X_i	...	X_{n1}
KVB 2	X_{12}	X_{22}	...	X_{i2}	...	X_{n2}
...	$X_{1...}$	$X_{2...}$...	$X_{i...}$...	$X_{n...}$
KVB j	X_{1j}	X_{2j}	...	X_{ij}	...	X_{nj}
...	$X_{1...}$	$X_{2...}$...	$X_{i...}$...	$X_{n...}$
KVB m	X_{1m}	X_{2m}	...	X_{im}	...	X_{nm}

X_{ij} : j alternatifinin i. ölçütteki değeri.

MOORA yöntemlerinden, Oran Sistemi (Ratio system) Metoduna bağlı olarak normalleştirilmiş değerler için yapılan hesaplamalar ve Referans Noktası Yaklaşımı (Reference Point Approach) kullanılarak elde edilen referans nokta uzaklıkları ile elde edilen MOORA değerlendirmesi yanısıra MULTIMOORA'yı tamamlayıcı başlangıç matrisine dayalı tam çarpım formu neticesinde daha objektif değerlendirmeler yapılması mümkün olabilecektir.

4.1.3.1. Oran Metodu

MOORA Metodu ile Normalleştirilmiş değerler aşağıdaki formül ile hesaplanır ve işlemlere devam edilir.

1. X_{ij} değerlerinin kareleri alınarak her bir amaç için karelerin toplamı alınır.
2. Her bir X_{ij} değeri, ait olduğu amaca ait kareler toplamına bölünerek X_{ij}^* ler bulunur.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4.1)$$

X_{ij}^* : i alternatifinin j nci amaçtaki değerinin normalleştirilmiş halidir.

Normalleştirilmiş değerler; bölüm ya da çarpım gibi bir metotla elde edilen, herhangi bir birim taşımayan değerlerdir. Burada X_{ij}^* değerleri genel olarak [0,1] aralığındadır.

Ancak bazen bu aralık [-1,1] de olabilir. Bu durumda; X_{ij} 'nin bir değişimi gösterdiği ve bir azalma durumunda ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Yukarıda anlatılan hesaplamaların tamamlanmasından sonra, Oran Metodu için tablo değerler hazırlanmış olmaktadır. Optimizasyon için; bu değerler maksimizasyon ya da minimizasyon amaçlarına ait olma durumlarına göre toplanırlar.

$$y_j^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (4.2)$$

Karara esas tercihler son sıralanmış halini (y_j^*)' lerin sıralanması ile alır. Bu sıralama; ilk geliştirilen MOORA metodu olduğundan, literatürde sadece 'MOORA' olarak da gösterilmektedir [64].

4.1.3.2. Referans Noktası Yaklaşımı

Referans noktası yaklaşımında; Oran Sistemi metoduna ek olarak her ölçüt için ayrı olarak 'Maksimal Amaç Referans Noktaları' belirlenir. Bu noktalar amaç minimizasyon ise min, maksimizasyon ise max noktalarıdır. (Brauers and Ginevicius 2010). Buna dayalı olarak oluşturulan matris "Tchebycheff Min-Maks Metrik" işlemi;

$$\text{Min}_i \langle \text{Max}_j |r_j - x_{ij}^*| \rangle \quad (4.3)$$

uygulanır. Böylelikle sıralama yapılır [64].

4.1.3. 3. Tam Çarpım Formu

MOORA yönteminin daha da geliştirilebileceğini savunan, Brauers ve Zavadskas (2010), her bir karar verme birimi için maximize edilecek ölçütlerle, minimize edilecek ölçütlerin oranı ile yapılacak bir sıralamanın MOORA ile yapılacak sıralamayı test etmek ve objektifliği artırmak üzere katkı sağlayacağını ileri sürmüşlerdir [67].

$$A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij} \quad i=1,2,\dots,m$$

$$B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij} \quad j=1,2,\dots,n$$

Olmak üzere;

$$U_i = A_i \setminus B_i \quad (4.4)$$

işlemi uygulandığında, MOORA yöntemlerini Tam Çarpım Formu ile birleştirerek MULTIMOORA yönteminin oluşmasını ve daha objektif bir değerlendirmenin varlığını ortaya koyar [68].

4.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bir karar verici için birden çok karar noktası varsa, bu karar noktalarının etkinliklerini tahmin etmek ve kararını bu etkinlikler ölçüsünde şekillendirmek önem taşır. Gerçekten de karar noktalarının etkinlik sıralaması karar verici açısından önemlidir ve karar verici diğerlerine nazaran daha az etkin olan karar noktalarının etkinliklerinin arttırılmasını sağlayacak senaryoların kararın bütününe etkinliğini nasıl değiştireceğini bilmek ister [69].

Bu noktada Veri Zarflama Analizi, benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılan ve doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olarak tanımlanabilir. Veri Zarflama Analizini benzer amaçlı diğer yöntemlerden ayıran temel özellik, çok sayıda girdi ve çıktının olduğu durumlarda değerlendirme yapılabilmesini sağlamasıdır. Analiz sonucunda, her karar noktasının etkinlik değeri, etkin olmayan karar noktalarının hangi girdi/çıkıtı oranlarında etkinliklerinin nasıl arttırılabileceği (senaryolar) ve referans olarak kullanılacak karar noktalarına ilişkin bilgiler elde edilir [69].

Veri Zarflama Analizi ilk kez 1957 yılında Farrell tarafından Ortalama Performans ölçütüne karşılık ortaya atılan Sınır Üretim Fonksiyonu önerisi ile şekillenmiş, 1978

yılında Charnes, Cooper, Banker ve Rhodes'in çalışmalarıyla yöntem şimdiki haline gelmiştir [69].

Veri Zarflama Analizinde temel etkinlik ölçütü, çıktıların ağırlıklı toplamalarının girdilerin ağırlıklı toplamalarına bölümüdür. Diğer bir deyişle herhangi bir karar noktasının etkinlik ölçütü (j. Karar noktası), (4.5) formülündeki gibi tanımlanabilir.

$$\frac{u_1y_1 + u_2y_2 + \dots + u_ny_n}{v_1x_1 + v_2x_2 + \dots + v_mx_m} \quad (4.5)$$

(4.5) formülünde j. karar noktası için n adet çıktı ve m adet girdi vardır. Burada;

u_n n. çıktının ağırlığını,

y_n n. çıktının miktarını,

v_m m. girdinin ağırlığını,

x_m m. girdinin miktarını,

göstermektedir.

Aşağıda anlatılan Veri Zarflama Analizinde kullanılan yöntemler, girdi ya da çıktı odaklı olarak çözülebilir. Burada girdi odaklılık, çıktı miktarlarının sabit tutularak girdi miktarlarında meydana gelecek değişimlerin incelenmesi, çıktı odaklılık ise girdi miktarlarının sabit tutularak çıktı miktarlarında meydana gelecek değişimlerin incelenmesi olarak tanımlanmıştır [70].

(4.5) formülünden de görüleceği gibi Veri Zarflama Analizi bir kesirli programlama sürecini içermektedir. Ancak kesirli programlamanın çözümü güçtür. Bu nedenle kesirli programlama seti, (4.5) formülünün paydasının 1'e eşit olacağı ana varsayımı ile doğrusal programlama setine dönüştürülebilir ve çözülebilir [70].

4.2.1. Veri Zarflama Analizinde Yöntemler

Veri Zarflama Analizinde temel olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler [71];

1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Yöntemi
2. BCC (Banker-Chaenes-Cooper) Yöntemi
3. Toplamsal Yöntemdir.

Bu yöntemlerin tümünde, girdi ya da çıktı odaklılık dikkate alınmak şartıyla kesirli programlama-doğrusal programlama dönüşümü kullanılabilir.

4.2.1.1. CCR Yöntemi

CCR yöntemi ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanır. Eğer j . karar biriminin etkinliği h_j ise amaç, bu değerini maksimizasyonu olmalıdır. Bu durumda amaç fonksiyonu girdi odaklılık varsayımı altında (4.6) formülündeki gibi ifade edilebilir [72]:

$$Enbh_j = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \quad (4.6)$$

Kısıtlar ise (4.7) formülündeki gibi gösterilebilir.

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} &\leq 1 \\ u_r &\geq 0 \\ v_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (4.7)$$

Yukarıda da değinildiği gibi kesirli programlama setinin çözümü doğrusal programlamaya göre güçtür. (4.6) ve (4.7) formülleri doğrusal programlama mantığı ile ifade edildiğinde (4.8) ve (4.9) formülleri elde edilebilir [72].

$$Enbh_j = \sum_{r=1}^n u_r y_r \quad (4.8)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_i = 1$$

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^n u_r y_r - \sum_{i=1}^m v_i x_i &\geq 0 \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (4.9)$$

(4.8) ve (4.9) formülleri girdi odaklılık durumu için düzenlenmiştir. Eğer çıktı odaklılık durumu için CCR yöntemi kullanılacaksa bu durumda doğrusal programlama modeli (4.10) ve (4.11) formüllerindeki gibi olacaktır [73].

$$Enkg_j = \sum_{i=1}^m v_i x_i \quad (4.10)$$

$$\sum_{r=1}^n u_r y_r = 1$$

$$\begin{aligned} - \sum_{r=1}^n u_r y_r + \sum_{i=1}^m v_i x_i &\geq 0 \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (4.11)$$

İster girdi odaklı ister çıktı odaklı düşünölsün, bir karar verici karar noktalarının etkinliklerine CCR yöntemiyle karar vermek istiyorsa yukarıda tanımlanan modeli bütün karar noktaları için uygulamalıdır. Kurulan model her bir karar noktası için çözüldüğünde her bir karar noktası için toplam etkinlik ölçütleri elde edilecektir. Bu ölçütleri 1' eşit olması karar noktaları için etkinliği, 1' den küçük olmaları ise karar noktalarının etkinsizliğini gösterir [73].

4.2.1.2. BCC Yöntemi

CCR modelinin varsayımlarında değişiklik yapılarak elde edilmiş bir modeldir. Bu model temelde ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanır. Banker-Charnes-Cooper tarafından geliştirilmiştir. BCC modelini kullanarak tüm karar birimleri için ölçeğe göre getiri tipi de belirlenebilir. BCC sınırı her zaman CCR sınırının altında yer alır. Bu yüzden CCR etkinlik skoru, BCC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olacaktır [74].

BCC modelinin CCR modelinden tek farkı, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında her bir karar birimi için çözülecek doğrusal program sonucu elde edilecek λ (etkin olmayan bir karar noktası için etkin olası girdi çıktı bileşimi oluşturmak için gereken bilgiyi sağlayan değer) değerlerinin toplamının 1'e eşit olmasıdır. BCC yönteminin modeli (4.12) formülünde verilmiştir [74].

Amaç fonksiyonu;

Enk. Θ_k

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_{jk} \geq y_{rk} \quad (4.12)$$

$$\Theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_{jk} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

ile model oluşturularak elde edilecek sonuçlar değerlendirilir.

4.2.1.3. Toplamsal Yöntem

CCR ve BCC modelleri girdiye ve çıktıya odaklı olarak değerlendirmektedir. Eğer bir model, bu iki çeşit odaklanmayı da beraber değerlendiriyorsa toplamsal modeldir. Burada asıl amaç, girdi fazlası (s^+) ve çıktı eksikliğini (s^-) eş zamanlı olarak ele alıp etkinlik sınırı üzerinde etkisiz karar birimine en uzaktaki noktaya ulaşmaya

çalışmaktadır. Etkinsizlik ise (1-Etkinlik) ile bulunur. Bu model sonucunda bir etkinlik skoru değeri elde edilmez. Karar birimlerinin etkin olup olmadıkları aylak değişken değerlerine bakılarak belirlenir. Eğer her iki aylak değişkenin değeri de sıfır ise o karar birimi bu modele göre etkin olacaktır [75].

4.2.2. Veri Zarflama Analizinin Avantajları Ve Dezavantajları

Veri Zarflama Analizi, doğru şekilde kullanıldığı zaman çok etkin bir araçtır. Veri Zarflama Analizinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Veri Zarflama Analizi, çok girdi ve çok çıktıyı işleyecek yetenektedir.
2. Veri Zarflama Analizi, doğrusal form dışında, girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymaz.
3. Veri Zarflama Analizi ile etkinlikleri hesaplanan karar birimleri göreceli olarak tam etkinliğe sahip olanlarla kıyaslanır.
4. Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur [72].

Veri Zarflama Analizinin dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir [72]:

1. Veri Zarflama Analizi, ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır.
2. Veri Zarflama Analizi, karar noktalarının performansını ölçmek açısından yeterlidir, fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez.
3. Veri Zarflama Analizi, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
4. Veri Zarflama Analizi, statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemdeki karar noktası verileri arasında bir kesit analizi yapar. Analiz sonucunda her karar noktası için tek bir etkinlik tahminleyicisi elde edilmektedir ve bu tahminleyicinin istatistiksel özelliklerinin elde edilmesi çok zordur.

5. Her karar noktası için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin Veri Zarflama Analizi ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir.

4.2.3. Veri Zarflama Analizi Süreci

Veri Zarflama Analizinin uygulanabilmesi için gerekli olan adımlar şunlardır [76]:

1. Karar noktalarının seçimi
2. Girdi ve çıktı faktörlerinin seçimi
3. Modelin seçimi
4. Sonuçların yorumlanması

4.2.3.1. Karar Noktalarının Seçimi

Bu aşama Veri Zarflama Analizinin sonuçlarının geçerliliği açısından çok önemlidir. Veri Zarflama Analizinin karşılaştırmalı bir analiz olduğu için yanlış karar birimleri analize alınacak olursa eğer tüm analiz sonuçları bundan etkilenecektir [77].

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

1. Karar noktaları, kullandıkları girdiler ve ürettikleri çıktılar açısından benzer olmalıdır. Diğer bir deyişle karar noktaları, aynı girdi ve çıktı kombinasyonlarını değerlendirebilir olmalıdırlar.
2. Tüm karar noktaları için benzer bir kaynaklar seti olmalıdır.
3. Tüm karar noktaları benzer çevre şartlarında çalışıyor olmalıdır. Dış çevre işletmenin etkinliği üzerinde önemlidir.

4.2.3.2. Girdi Ve Çıktı Faktörlerinin Seçimi

Seçilecek olan girdi çıktı kümesi aşağıdaki özellikleri içermelidir;

1. Tüm karar noktaları için ortak faktörler olmalıdır.

2. İncelenmek istenen tüm faaliyet seviyeleri ve performans ölçütlerini kapsamalıdır.
3. Ölçülebilir, fiziksel ve ekonomik kaynakların tümünü içermelidir.

Veri Zarflama Analizinde girdi sayısı ile çıktı sayısının çarpımı kadar boyut oluşur ve en az boyut sayısı kadar da etkin karar birimi olacaktır. Girdi ve çıktı sayısı arttıkça ayırt edicilik özelliği azalır [77]. (4.13) formülünde karar noktası sayısı tanımlanmıştır.

$$\text{En az karar birim sayısı} = \text{Girdi Sayısı} + \text{Çıktı Sayısı} + 1 \quad (4.13)$$

Bu bir genel kural olmakla beraber, girdi ve çıktılar arasında bir korelasyonun da mevcut olmasının gerekliliği unutulmamalıdır. Girdi ve çıktılarda indeks sayılarının ve normal ölçümlerinin bir arada analiz edilmesi hataya yol açar. Oranlar yerine oranlanmamış ham veriler kullanılırsa hata yapma olasılığı azalır.

Veri Zarflama Analizinde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise, girdilerin artmasının etkinlikte azalışa, çıktılarının artmasının etkinlikte artışa neden olmasıdır [77].

4.2.3.3. Modelin Seçimi

Kullanım alanlarına ve varsayımlara göre pek çok Veri Zarflama Analizi modeli kurulabilir. Hangi modelin seçileceği ya da nasıl bir model kurulacağı girdi ve çıktılarının kontrol edilip edilemediğine bağlıdır. Eğer girdiler üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) çıktı odaklı bir model; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa girdi odaklı bir model kurulmalıdır. Her şeye rağmen bir odak oluşturulamıyorsa toplamsal modelleri kullanmak uygun olacaktır [78].

Eğer karar verici, karar noktalarının etkinlik durumuyla ilgileniyor ve etkinlik türünü önemsemiyorsa tüm modeller kullanılabilir. Ancak karar verici etkinlik türünü önemsemiyorsa toplamsal modeller kullanılmamalıdır. Çünkü bu tür modeller karma etkinliği verir, etkinliklerin türlerine göre ayrışımını incelemez [78].

4.2.3.4. Sonuçların Yorumlanması

Veri Zarflama Analizi modellerinin çözümü için yazılmış çok sayıda paket program vardır. En sık kullanılanlar [68];

1. Excel eklentisi olan DEA-Solver
2. EMS (Efficiency Measurement System)
3. University of Warwick tarafından hazırlanan Warwick DEA
4. DEAP (ekonometrik etkinlik analizlerini de yapar.)

Veri Zarflama Analizinde yukarıda sayılan ve sadece bu amaç için hazırlanmış yazılımlar kullanılabileceği gibi DS for Windows, LINDO, LINGO, QS, QSB gibi doğrusal programlama modülü içeren çok amaçlı paket programlarda kullanılabilir.

Yapılan işlemler sonucunda Veri Zarflama Analizi, verilerdeki hatalara karşı karar vericiyi uyarmaz. Veri toplama aşamasında doğru ve geçerli verileri toplamak için dikkat edilmelidir. Yine bu paket programlar girdi/çıktı faktörlerinin yanlış seçilip seçilmediğini dolayısıyla yanlış model kullanılıp kullanılmadığı konusunda karar vericiye bir uyarı vermez. Bu tip konularda karar verici daha dikkatli olmak zorundadır [72].

BÖLÜM 5

UYGULAMA ÇALIŞMALARI

5.1. TÜRKİYE'DE YAŞANAN İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARINA İLİŞKİN İSTATİSTİKİ BİLGİLER

ILO verilerine göre gelişmekte olan ülkelerin iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu meydana gelen ekonomik kayıplarının gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH)'larının yaklaşık %4'ü kadar olduğu tahmin edilmektedir. Bu doğrultuda ülkemizde SGK'den alınan 8 yıllık GSYİH rakamlarına göre iş kazası ve meslek hastalıklarının toplam maliyeti yılda yaklaşık 35 Milyar TL olarak tahmin edilmektedir.

Türkiye'de iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısında sürekli bir artış gözlemlenmemekle beraber meydana vakaların sayısı OECD ülkelerinin oldukça üzerindedir. Bazı yıllarda, bu sayılar doruk noktalara ulaşmıştır (örneğin 2004 yılında iş kazası vaka sayısı; 2007 yılında meslek hastalığı vaka sayısı). Çizelge 5.1'de görüldüğü üzere bu vaka sayıları değişkenlik gösterse de rakamlar yüksek seviyelerde gözlemlenmektedir.

Çizelge 5.1. Türkiye'de meydana gelen iş kazası ve meslek hastalığı rakamları (2003-2010).

Yıllar	İş Kazası Vaka Sayısı (*)	Meslek Hastalığı Vaka Sayısı (*)
2003	76668	440
2004	83830	384
2005	73923	519
2006	79027	574
2007	80602	1208
2008	72963	539
2009	64316	429
2010	62903	533

İş kazaları ve meslek hastalıklarının tanımlayıcı istatistikleri incelenecek olursa, Çizelge 5.2 'de görüldüğü gibi, iş kazalarında ortalama vaka sayısı 74279, meslek hastalıkları vaka sayısı ise 578 olarak gözlemlenmiştir. Bu tanımlayıcı istatistiklerdeki işin ilginç yanı ise 2004 yılında en çok iş kazası yaşanmış iken, yine aynı yıl en az sayıda meslek hastalığı vakası meydana gelmiştir.

Çizelge 5.2. Türkiye’de meydana gelen iş kazası ve meslek hastalığı rakamlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
İş Kazası	8	62903	83830	74279	7464,067
Meslek Hast.	8	384	1208	578,25	262,631

İş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda arzu edilmeyen durumlar meydana gelebilmektedir. Bunlar Çizelge 5.3’ de belirtildiği gibi, ayaktan ve ya yatarak tedaviyi gerektiren geçici iş görememezlikler, sürekli işgöremezlik ve ölüm vakaları olarak ortaya çıkmaktadır. Elbette ki, bu vakalar işgücü ve işgünü kaybı gibi zararlar doğurmakla birlikte geride telafisi güç maddi manevi problemleri de ortaya çıkarmaktadır.

Çizelge 5.3. Türkiye’de meydana gelen iş göremezlik ve ölüm rakamları (2003-2010).

Yıllar	Geçici İş Görememezlik Süresi (*) (Ayaktan+Yatarak Tedavi Gün Sayısı)	İş Kazası Ve Meslek Hastalıkları Sonucu Sürekli İş Göremezlik Sayısı (*)	İş Kazası Ve Meslek Hastalıkları Sonucu Ölüm Sayısı (*)
2003	2101539	1596	811
2004	1977018	1693	843
2005	1742227	1639	1096
2006	1845451	2267	1601
2007	1876524	1956	1044
2008	1795046	1694	866
2009	1572106	1885	1171
2010	1516024	2085	1454

Geçici iş göremezlik gün sayısında 2003 yılında “2101539” gün ile maksimum seviyeye ulaşılmışken, Sürekli iş göremezlik sayısında “2267” kişi ve Ölüm sayısında “1601” kişi ile 2006 yılı yüksek seviyede yer almaktadır.

Çizelge 5.4. Türkiye’de meydana gelen iş göremezlik ve ölüm rakamlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std.Sapma
Geçici İşgöremezlik Süresi	8	1516024	2101539	1803241,87	194950,208
Sürekli İşgöremezlik Sayısı	8	1596	2267	1851,88	238,917
Ölüm Sayısı	8	811	1601	1110,75	289,806

Ülkemizde iş kazası ve meslek hastalığı gibi istenmeyen vakalar ve sonucunda ortaya çıkan ciddi olaylar ve bunlara ilişkin gözlemlenen ürkütücü rakamlar, 2000’li yıllardan itibaren ilgili kurumları çözüm odaklı ve bu sayıları sürdürülebilir oranda azaltmayı hedefleyen yeni arayışlar içerisine itmiştir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’na (ÇSGB) bağlı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGGM) ile bünyesinde faaliyet gösteren ÇASGEM ve ayrıca Türk Tabipler Birliği gibi kurum ve kuruluşlar yıl bazında artan çalışan sayısını da göz önüne alarak “İş Güvenliği Uzmanı” ve “İşyeri Hekimi” yetiştirmek ve belgelendirmek üzere faaliyete girmişlerdir. Uygulanacak bu politikayla çalışanlar gerektiği takdirde eğitilebilecek, bilgilendirilecek ve aynı zamanda sorun kaynağında daha rahat çözüm imkânına kavuşabilecektir. Çalışan sayısının maksimum olması istihdam artışı sağlarken iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi sayılarındaki artış ise işin insana, insanın işe uyumu adına beklenen bir gelişme olacaktır. Bu sayıların Çizelge 5.5’ de ilgili yıllardaki kişi adedi verilmiştir.

Çizelge 5.5. Türkiye’deki çalışan ve belgelendirilmiş personel sayıları (2003-2010).

Yıllar	Çalışan Sayısı(*)	İş Güvenliği Uzman Sayısı (**)	İşçi Sağlığı ve İşyeri Hekimliği Kol Başkanı Sayısı (***)
2003	5615238	319	5085
2004	6181251	1332	5548
2005	6918605	1371	6112
2006	7818642	1401	6518
2007	8505390	1476	6539
2008	8802989	1483	6606
2009	9030202	1551	6495
2010	10030810	2558	12138 (**)

(*) Veriler Sosyal Güvenlik Kurumu ve Sosyal Sigortalar Kurumu istatistik yıllıklarından derlenmiştir.

(**) Veriler ÇSGB, İSGGM ve ÇASGEM'den edinilen bilgiler üzerine derlenmiştir.

(***) Veriler Türk Tabipler Birliği adına Dr.Arif Müezzinoğlu tarafından bildirilmiştir. (E-Bilgi Edinme).

İstatistiki veriler dikkatle incelendiğinde Çizelge 5.5’ de verilen sayıların her yıl arttığı görülmektedir. Bu artış istenen bir durum olmakla beraber ülkemizdeki istihdam verilerine bakıldığında yine de iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi sayısının artışı gereklidir.

Çizelge 5.6. Türkiye’deki çalışan ve belgelendirilmiş personel sayılarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std.Sapma
Çalışan Sayısı	8	5615238	10030810	7862890,87	1518108,226
İş Güv. Uzman Sayısı	8	319	2558	1436,38	602,361
İşyeri Hekimi Sayısı	8	5085	12138	6880,12	2194,254

2010 yılı çalışan sayısının en yüksek olduğu bir yıl olmakla birlikte; Çizelge 5.6’dan da anlaşılacağı üzere belgelendirilmiş iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi sayısının da en yüksek olduğu yıllar olarak görülmektedir.

5.2 İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ MULTIMOORA YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

MULTIMOORA Yöntemi ile değerlendirme yaparken oluşturulan başlangıç karar matrisi ile veriler düzenlenmelidir. Çizelge 5.7.'de İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) değerlendirmesi yapmak üzere, artan sayıda “İş Güvenliği Uzmanı” ve “Çalışan Sayısı”na bağlı olarak yıllara göre farklılık arzeden “İş Kazası Vaka Sayısı” ve “Meslek Hastalığı Vaka Sayısı” verilmiştir.

Çizelge 5.7. MULTIMOORA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verileri.

Yıllar	Çalışan Sayısı	İş Kazası Vaka Sayısı	Meslek Hastalığı Vaka Sayısı	İş Güvenliği Uzman Sayısı
2003	5615238	76668	440	319
2004	6181251	83830	384	1332
2005	6918605	73923	519	1371
2006	7818642	79027	574	1401
2007	8505390	80602	1208	1476
2008	8802989	72963	539	1483
2009	9030202	64316	429	1551
2010	10030810	62903	533	2558

Her bir veri setinin (ölçütün) birbirleriyle olan ilişkilerini saptamak adına %95 anlamlılık düzeyinde korelasyonlarını incelediğimizde, Çizelge 5.8.'de görüleceği üzere, işaretlenmiş verilerde anlamlılık düzeyi %0,9 olarak, %5 ‘ten küçük olmuştur. Bu ise, çalışan sayısının iş güvenliği uzman sayısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.8. MULTIMOORA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verilerine ait korelasyonlar.

		Çalışan Sayısı	İş Kazası Vaka Sayısı	Meslek Hastalığı Vaka Sayısı	İş Güvenliği Uzman Sayısı
Çalışan Sayısı	Pearson Correlation	1	-,691	,283	,841
	Sig. (2-tailed)		,058	,498	,009
	N	8	8	8	8
İş Kazası Vaka Sayısı	Pearson Correlation	-,691	1	,281	-,557
	Sig. (2-tailed)	,058		,501	,152
	N	8	8	8	8
Meslek Hastalığı Vaka Sayısı	Pearson Correlation	,283	,281	1	,121
	Sig. (2-tailed)	,498	,501		,775
	N	8	8	8	8
İş Güvenliği Uzman Sayısı	Pearson Correlation	,841	-,557	,121	1
	Sig. (2-tailed)	,009	,152	,775	
	N	8	8	8	8

MULTIMOORA Yönteminde MOORA'ya ek olarak Tam Çarpım Formu (ÇF) ile de sıralama yapılabileceğinden daha önce bahsedilmiştir. Çizelge 5.9.'da görüldüğü gibi Tam Çarpım Formunda her bir karar verme birimi için, maksimize edilmesi istenen ölçütlerin çarpımının, minimize edilmesi istenen ölçütlerin çarpımına bölümü ile, elde edilen değerlerin sıralaması oluşturularak bir değerlendirme yapılabilmektedir. Tam çarpım formuna göre bu sekiz yıl içerisinde en iyi sonuç veren yıl 2010 yılı olmuştur.

Çizelge 5.9. Çarpım formunun hesaplaması ve sonuç değerleri.

	(MAKS)	(MİN)	(MİN)	(MAKS)	
Yıllar	ÇS	İKS	MHS	İUS	ÇF
2003	5615238	76668	440	319	53,0996967
2004	6181251	83830	384	1332	255,7701826
2005	6918605	73923	519	1371	247,2344865
2006	7818642	79027	574	1401	241,4805049
2007	8505390	80602	1208	1476	128,9341131
2008	8802989	72963	539	1483	331,9554953
2009	9030202	64316	429	1551	507,6132437
2010	10030810	62903	533	2558	765,3110374

Oran metodu (OM) hesaplamalarında her bir ölçütün kareleri toplanarak, elde edilen son toplamın karekökü her bir ölçüt için payda olarak kullanılır. Böylece her bir ölçüt için kendi bünyesinde kıyaslama yapmak üzere sonuç değerleri bulunabilecektir. Çizelge 5.10'da oran metodu hesaplamaları tablo halinde gösterilmiştir. Çizelge 5.11'de ise elde edilen oranlar için hesaplanan değerler ve her bir karar verme birimi olan yıllar için bulunan sonuçlar gösterilmiştir. Oran Metodu'na göre bu sekiz yıl içerisinde en iyi sonuç veren yıl 2010 yılı olmuştur.

Çizelge 5.10. Oran metodu hesaplamaları.

Yıllar	ÇS	İKS	MHS	İUS
2003	31530897796644	5877982224	193600	101761
2004	38207863925001	7027468900	147456	1774224
2005	47867095146025	5464609929	269361	1879641
2006	61131162724164	6245266729	329476	1962801
2007	72341659052100	6496682404	1459264	2178576
2008	77492615334121	5323599369	290521	2199289
2009	81544548160804	4136547856	184041	2405601
2010	100617149256100	3956787409	284089	6543364
Kareleri Toplamı	510732991394959	44528944820	3157808	19045257
Kare Topl. Kökü	22599402,4566	211018,8257	1777,0222	4364,0872

Çizelge 5.11. Oran metodu hesaplamaları ve sonuç değerleri.

Yıllar	ÇS	İKS	MHS	İUS	OM
2003	0,2485	0,3633	0,2476	0,0731	-0,2894
2004	0,2735	0,3973	0,2161	0,3052	-0,0346
2005	0,3061	0,3503	0,2921	0,3142	-0,0221
2006	0,3460	0,3745	0,3230	0,3210	-0,0305
2007	0,3764	0,3820	0,6798	0,3382	-0,3472
2008	0,3895	0,3458	0,3033	0,3398	0,0803
2009	0,3996	0,3048	0,2414	0,3554	0,2088
2010	0,4439	0,2981	0,2999	0,5861	0,4320
Temel Referans Noktalar	0,4439	0,2981	0,2161	0,5861	-

MOORA Yönteminde sıralama yapmaya yarayan tekniklerden bir diğeri olan Referans Noktası Yaklaşımı (RN), Çizelge 5.11’de bulunan “Temel Referans Noktaları”na göre oluşan sapmaların Çizelge 5.12’de gösterildiği üzere belirlenmesi ve bu sapmalarda maksimum sapmaya bakılarak karar vermeyi sağlama mantığına göre sıralama oluşturmaktadır.

Çizelge 5.12. Referans noktası yaklaşımı hesaplamaları ve sonuç değerleri.

Yıllar	ÇS	İKS	MHS	İUS	RN
2003	0,1954	0,0652	0,0315	0,513	0,513
2004	0,1704	0,0992	0	0,2809	0,2809
2005	0,1378	0,0522	0,076	0,2719	0,2719
2006	0,0979	0,0764	0,1069	0,2651	0,2651
2007	0,0675	0,0839	0,4637	0,2479	0,4637
2008	0,0544	0,0477	0,0872	0,2463	0,2463
2009	0,0443	0,0067	0,0253	0,2307	0,2307
2010	0	0	0,0838	0	0,0838

Referans Noktası yaklaşımına göre bu sekiz yıl içerisinde en iyi sonuç veren yıllar sırasıyla; 2008, 2009 ve 2010 yılları olarak gözlemlenmiştir. Daha detaylı sonuçlar “UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA” kısmında belirtilerek açıklanmıştır.

5.3. İŞ GÖREMEZLİK VE ÖLÜMLERİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

İş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu meydana gelen iş göremezlik ve ölümlerin “İşyeri Hekim Sayısı” ve “Çalışan Sayısı” gibi ölçütlere bağlı olarak veri zarflama analizi kullanımında, minimize edilmesi istenen “Geçici İş Göremezlik Süresi”, “Sürekli İş Göremez Sayısı” ve “Ölüm Sayısı” dikkate alınan ölçütler olmuştur. Çizelge 5.14.’de gösterildiği üzere, sekiz yılın her biri etkinlik değerlendirmesi yapmak üzere karar verme birimi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.13. VZA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verileri.

YILLAR	GEÇİCİ İŞ GÖREMEZLİK SÜRESİ (AYAKTAN + YATARAK TEDAVİ GÜN SAYISI)	İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIKLARI SONUCU SÜREKLİ İŞ GÖREMEZLİK SAYISI	İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIKLARI SONUCU ÖLÜM SAYISI	ÇALIŞAN SAYISI	İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞYERİ HEKİMLİĞİ KOL BAŞKANI SAYISI
2003	2101539	1596	811	5615238	5085
2004	1977018	1693	843	6181251	5548
2005	1742227	1639	1096	6918605	6112
2006	1845451	2267	1601	7818642	6518
2007	1876524	1956	1044	8505390	6539
2008	1795046	1694	866	8802989	6606
2009	1572106	1885	1171	9030202	6495
2010	1516024	2085	1454	10030810	12138

İşyeri hekim sayısı, çalışma koşullarında bir ihtiyaç olup, ülkemizde istihdamın artışına bağlı olarak sayısının daha da artması gereklidir. Bu ihtiyacın yıllar bazında, iş sağlığı ve güvenliğinde ne derecede etkinlik sağlayacağını araştırmak ve sonuçlarını değerlendirmek üzere VZA uygulanmıştır.

2003 ve 2010 yılları arasındaki her yılın bir karar verme birimi olarak düşünüldüğü bir değerlendirmede yılların etkinliklerinin hesaplanmasından önce, ilgili ölçütlerin Çizelge 5.15.’deki gibi korelasyonlarının bir “İstatistikî Paket Programı” aracılığıyla

analiz edilmesi, ölçütlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin anlamlı olup olmadığını göstermede faydalı olacaktır.

Çizelge 5.14. VZA ile İSG değerlendirmesi yapılacak başlangıç verilerine ait korelasyonlar.

		GEÇİCİ İŞGÖREMEZLİK GÜN SAYISI	SÜREKLİ İŞGÖREMEZ SAYISI	ÖLÜM SAYISI	ÇALIŞAN SAYISI	İŞYERİ HEKİM SAYISI
GEÇİCİ İŞGÖREMEZLİK GÜN SAYISI	Pearson Correlation	1	-,427	-,581	-,850*	-,728*
	Sig. (2-tailed)		,292	,131	,008	,041
	N	8	8	8	8	8
SÜREKLİ İŞGÖREMEZ SAYISI	Pearson Correlation	-,427	1	,907*	,586	,519
	Sig. (2-tailed)	,292		,002	,127	,187
	N	8	8	8	8	8
ÖLÜM SAYISI	Pearson Correlation	-,581	,907*	1	,538	,584
	Sig. (2-tailed)	,131	,002		,169	,128
	N	8	8	8	8	8
ÇALIŞAN SAYISI	Pearson Correlation	-,850*	,586	,538	1	,750*
	Sig. (2-tailed)	,008	,127	,169		,032
	N	8	8	8	8	8
İŞYERİ HEKİM SAYISI	Pearson Correlation	-,728*	,519	,584	,750*	1
	Sig. (2-tailed)	,041	,187	,128	,032	
	N	8	8	8	8	8

Buna göre, “Geçici İşgöremezlik Gün Sayısı” ile “İşyeri Hekim Sayısı” ve “Çalışan Sayısı” arasındaki ilişki anlamlıdır. Aynı zamanda, “Sürekli İşgöremez Sayısı” ile Ölüm Sayısı arasındaki ilişki anlamlıdır.

Eldeki verilerin tasnif edilip düzenlendikten sonra, bu verilerle doğrusal programlama modeli oluşturulur. Oluşturulan modeli çözümü neticesinde istenen yılın etkinliği ölçülebilir. Tüm yıllar için bu çözüm tek tek yapılabilir. Etkinliği ($\Theta=1$) olmayan yani %100 olmayan yıllar için ise, ($\Theta=1$) olan yıllar referans küme oluşturur.

Aşağıda oluşturulmuş olan lineer programlama modeli, 2010 yılına ait etkinlik değeri hesaplamak üzere kurulmuştur. Model, “LINDO Paket Programı”nda çözülmüştür.

2010 yılı için oluşturulan LINDO modeli şöyledir:

Min Θ

st.

1516024 Θ -21015391a-19770181b-17422271c-18454511d-18765241e-17950461f-

15721061g-15160241h-sn1=0

2085 Θ -15961a-16931b-16391c-22671d-19561e-16941f-18851g-20851h-sn2=0

1454 Θ -8111a-8431b-10961c-16011d-10441e-8661f-11711g-14541h-sn3=0

56152381a+61812511b+69186051c+78186421d+85053901e+88029891f+90302021g+

100308101h-sp1=10030810

50851a+55481b+61121c+65181d+65391e+66061f+64951g+121381h-sp2=12138

End

Modelin çözümü sonrası 2010 yılının “ Θ ” değerinin %100 olduğu sonucu ortaya çıkmış, böylece etkin olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, her yıl için gözlenen veriler neticesinde oluşturulmuş modeller ve çözümleri “EK AÇIKLAMALAR A.” bölümünde verilmiştir. Aynı zamanda her yılın etkinlik değerleri bir sonraki bölüm olan “UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA” kısmında tartışılmış ve sonuçlar açıklanmıştır.

BÖLÜM 6

UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

6.1. MULTIMOORA YÖNTEMİ UYGULAMA SONUÇLARI

Üç matematiksel yöntemi içerisinde bulunduran, ÇÖKV metotları içerisinde hesaplama zamanındaki kolaylığı yönüyle ortaya çıkan MULTIMOORA Yöntemi, yeni bir karar verme yaklaşımı olması yönüyle ön plana çıkmaktadır. Diğer metotlar nazaran objektif ve kararlı bir yapıda olması ise, diğer metotlar içerisindeki yerini sağlamlaştırıcaktır.

İş sağlığı ve güvenliği alanında çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle değerlendirmenin hemen hemen hiç yapılmamış olmasıyla beraber yöntemlerin uygun veri setlerine uygulanabilirliği, değerlendirmede MULTIMOORA yönteminin kullanılabilirliğini sağlamıştır. MULTIMOORA'yı meydana getiren üç tekniğin sonucuna göre ortaya çıkan sıralama Çizelge 6.1.'de gösterilmiştir.

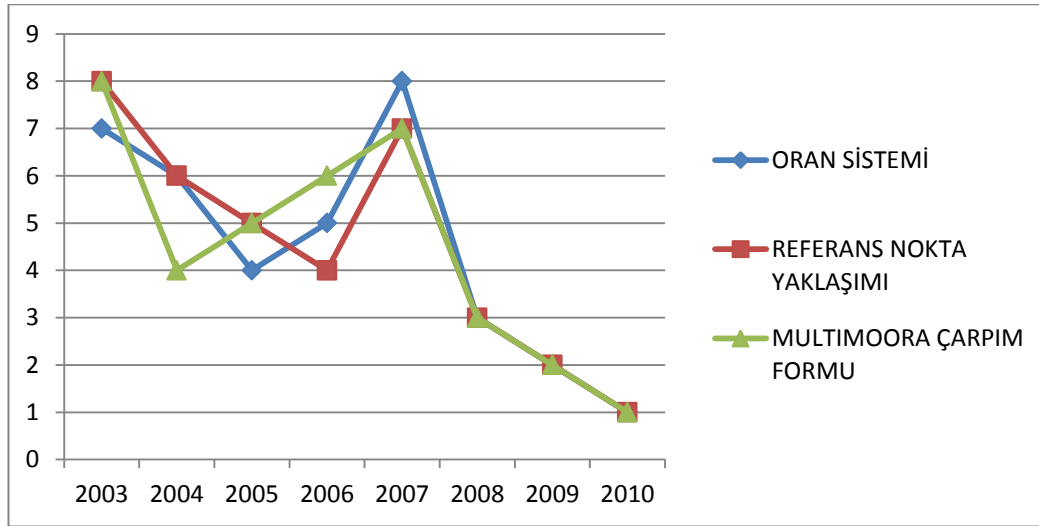
Çizelge 6.1. MULTIMOORA yöntemleri sonucu elde edilen rank'ların kıyaslaması.

YILLAR	ORAN SİSTEMİ		REFERANS NOKTA YAKLAŞIMI		MULTIMOORA ÇARPIM FORMU	
	2003	-0,2894	7	0,513	8	53,0996967
2004	-0,0346	6	0,2809	6	255,7701826	4
2005	-0,0221	4	0,2719	5	247,2344865	5
2006	-0,0305	5	0,2651	4	241,4805049	6
2007	-0,3472	8	0,4637	7	128,9341131	7
2008	0,0803	3	0,2463	3	331,9554953	3
2009	0,2088	2	0,2307	2	507,6132437	2
2010	0,432	1	0,0838	1	765,3110374	1

Tüm yöntemlerin ortak değerlendirmesine göre; son 3 yıl olan; 2008, 2009, 2010 yıllarında gitgide bir iyileşmenin olduğu sonucuna varılabilir. Fakat önceki yıl olan

2007 yılı değerlendirmede olumsuz sonuçlar vermiştir. Daha detaylı olarak bu olumsuz sonuç irdelendiğinde, özellikle bu yıl içerisinde meydana gelen meslek hastalığı sayısındaki patlamanın neden olduğu öne sürülebilir.

2007 yılının olumsuz sonuçlar doğurmasında bir başka neden olarak, söz konusu yıla ilişkin iş güvenliği uzmanlığı ile işyeri hekimleri eğitimleri ve sertifikalandırılmaları, “Yüksek Yargı Kararları” ndan dolayı Türkiye genelinde durdurulmuş olup, diğer taraftan artan istihdamın, nitelikli uzmanlarca uyarılmadığından ve tedbirler yetersiz kaldığından kaza ve meslek hastalıklarında bir yükselme görülmesi kaçınılmaz hale gelmiştir.



Şekil 6.1. MULTIMOORA yöntemlerinin sonucu elde edilen rank'ların kıyaslamasının grafikte gösterimi.

Şekil 6.1.'e göre, grafiğin x koordinatı yılları göstermekte iken, y koordinatı her bir yıla ait rank (sıralama) değerlerini göstermektedir. Her üç yöntemde incelendiğinde, son 3 yılda daha iyiye bir gidişin var olduğu görülmektedir. Fakat bu durumun, sürekli olup olmadığını, daha net görebilmek için çalışmanın daha sonraki yılları da içeren verilerinin elde edilmesi gerekecektir. Böylelikle daha hassas bir ölçüm ve karar vermenin yapılabilmesi mümkün olabilecektir.

6.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMA SONUÇLARI

Yıllara göre etkinliğin ölçülmeye çalışıldığı bu çalışmada veri zarflama analiziyle iş kazası ve meslek hastalıklarının sonucunda meydana gelen işgöremezlik ve ölüm sayıları incelenmiş olup, tüm bunlara ilişkin verilerin işyeri hekimlerinin sayısına göre bir değerlendirmesi yapılmıştır.

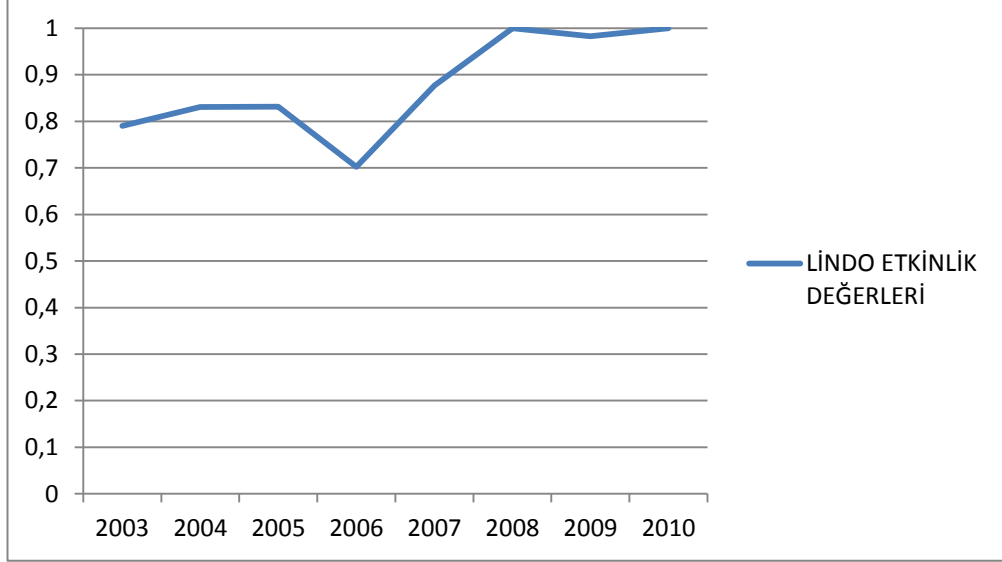
Çalışma koşullarında çalışan sorunlarına tıbbi ve iş güvenliği yönüyle yaklaşacak olan ve aynı zamanda acil durumlarda ilk müdahaleyi hiç vakit kaybetmeden yapması gereken işyeri hekimleri olası iş kazası meslek hastalıklarının sonuçlarını indirgeyecek en önemli unsurlardan biridir. Bu nedenle İş yeri hekim sayısı ve aynı zamanda istihdam verileri yapılacak bir etkinlik değerlendirmesinde önemli birer ölçüt olmuşlardır.

Çizelge 6.2. LINDO ile hesaplanan yıllar bazındaki etkinlik değerleri.

Yıllar	LINDO Etkinlik Değerleri
2003	0,7899908
2004	0,8306528
2005	0,8311508
2006	0,7021706
2007	0,8767679
2008	1
2009	0,9824101
2010	1

Son yıllardaki İşyeri hekim sayısındaki veri setleriyle kurulmuş olan doğrusal programlama modelinin çözümü neticesinde, Çizelge 6.2.'deki gibi etkinlik sonuçlarını vermiştir. Burada son 3 yıl incelendiğinde diğer yıllara nazaran etkinliğin beklenti düzeyini karşıladığı görülmektedir. Fakat yine de daha sonraki yıllarda sayısının artması arzu edilen verilerin artışı ile iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ortaya çıkan vaka sayılarının düşüşe geçme beklentisi etkinliğin gelecek

yıllarda daha yüksek olmasını sağlayacak ve bu yılların etkinlikte referans yıllar olmasını sağlayacaktır.



Şekil 6.2. LINDO ile hesaplanan yıllar bazındaki etkinlik değerlerinin grafikte gösterimi.

Etkinlik düzeyinin 0 ile 1 arasında seyrettiği 8 yıla ilişkin Şekil 6.2.'deki grafiğe bakılacak olursa, 2006 yılının endüşük seviyede olduğu görülebilecektir. Burada iş kazası ve meslek hastalığı sonucunda meydana gelen sürekli iş göremezlik ve ölüm vakalarının ciddi artış göstermesi öngörülebilir. Bu nedenle olumsuz sonuçların meydana geldiği böylesi senelerin incelenmesi, iş sağlığı ve güvenliğinde tehlike doğuracak durumlara ilişkin önleyici tedbirlerin sağlanmasını daha kolay hale getirecektir.

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Sanayileşme, insana sağladığı yararlar yanında bir takım sakıncaları da yanında getirmiştir. Çalışanların sağlığı ve güvenliği, iş yerindeki koşullara bağlı olarak olumsuz bir biçimde etkilenmiştir. Çalışma yaşamında insanın kaçamayacağı risklerle karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. Makinelerin artan kullanımıyla çalışanların iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı korunması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

İş güvenliği önemli çalışma koşullarını iyileştirerek verimlilik artışına yol açmaktadır. Gerçekten işçinin fizik yapısı sağlam, ruhen sağlıklı olup sosyal ve ekonomik yönden geleceğinden emin olursa verimliliğinin dolayısıyla işletme üretiminin artacağı açıktır. Bu tez çalışması da iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılması gerekli olan istatistikî analizler vasıtasıyla geçmiş verileri ele alarak güncel veya geleceğe yönelik planların şekillenmesini sağlayacaktır. İki farklı alan olan çok ölçütlü karar verme süreçleri ile iş sağlığı ve güvenliğini bütünleştiren öncü çalışmalardan biri olacaktır. Bu çalışmanın sonucunda;

1. İş sağlığı ve güvenliğinde elde edilen istatistikî verilere bakarak çok ölçütlü karar verme yöntemleri içerisinde istenildiğinde farklı yöntemlerle, farklı değerlendirmeler yapılabilecektir. Dolayısıyla yeni kıyaslamalar ve analizler mümkün olabilecektir.
2. İş sağlığı ve güvenliği politikalarında geçmiş yıllardaki uygulamalar incelenebilecek ve böylece geleceğe yönelik alternatifli kararlar verilebilecektir.

3. Değerlendirmelerde objektif yöntemleri kullanmakla beraber ölçüt sayısının fazlalığı ve tutarlılığı, çalışmaların yol gösterici olması açısından verimli olacaktır.
4. İş sağlığı ve güvenliğindeki “2008, 2009, 2010” yılları başta olmak üzere özellikle son yıllardaki iyi görünümün ve etkinliğin yeterli olduğu düşünülmemeli, istihdamın artışına paralel iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi sayısının artışına önem verilmelidir.
5. İş sağlığı ve güvenliğinde değerlendirme yapmak üzere entegre ettiğimiz MULTIMOORA ve Veri Zarflama Analizi’yle değerlendirmeye tabi tutulan 2003 ve 2010 yılları arasındaki veriler geliştirilerek daha geniş kapsamlı değerlendirmeler ortaya konulabilecektir.
6. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri için yeni uygulama sahaları açılmış olacaktır. Böylece, öznel yaklaşımlardan daha uzak karar verme ve analiz yapma imkanı doğacaktır.
7. Değerlendirmede, MULTIMOORA ve VZA yöntemlerinin az hesaplama zamanı gerektiren, anlaşılması kolay ve basit yöntemler olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: ILO, Uluslararası İş Örgütü, “Safety And Health At Work”, [http : // www.ilo.org/global/topics/safety-andhealth-at-work/lang-en/index.html](http://www.ilo.org/global/topics/safety-andhealth-at-work/lang-en/index.html) (2011).
2. İnternet: SGK, Sosyal Güvenlik Kurumu, “SGK İstatistik Yıllıkları, 2003-2010”, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler/sgk_istatistik_yilliklari.html (2012).
3. Kuru, O., “İş sağlığı ve güvenliğinde yeni oluşumlar”, *TİSK İşveren Dergisi*, 28 (8): 5 (2000).
4. Dembe, A., “The social consequences of occupational injuries and illnesses”, *American Journal of Industrial Medicine*, 40: 403–417 (2004).
5. Ergör, O. A., Demiral, Y. and Piyal, Y.B., “A significant outcome of work life: occupational accidents in a developing country”, *Journal of Occupational Health*, 45 (1): 74-80 (2003).
6. Hämäläinen, P., Takala, J. and Saarela, K. L., “Global estimates of occupational accidents”, *Safety Science*, 44 (2): 137–156 (2006).
7. Ünsar, S. and Sut, N., “General assessment of the occupational accidents that occurred in Turkey between the years 2000 and 2005”, *Safety Science*, 47 (5): 614–619 (2009).
8. Hämäläinen, P., Saarela, K.L. and Takala, J., “Global trend according to estimated number of occupational accidents and fatal work-related diseases at region and country level”, *Journal of Safety Research*, 40 (2): 125–139 (2009).
9. Bakhtiyari, M., Delpisheh, A., Riahi, S. M., Latifi, A., Zayeri, F., Salehi, M. and Soori, H., “Epidemiology of occupational accidents among Iranian insured workers”, *Safety Science*, 50 (7): 1480–1484 (2012).
10. Dizdar, E. N. and Özer, K., “Revolutionary advances in OSH: last decade in Turkey”, *XIX World Congress on Safety and Healthy at Work*, İstanbul, 566-576 (2011).
11. Nishikitani, M. and Yano, E., “Differences in the lethality of occupational accidents in OECD countries”, *Safety Science*, 46 (7): 1078–1090 (2008).

12. İnternet: SGK, Social Security Institution, “Statistics In Turkey 2010 Year”. <http://www.ssk.gov.tr/sskdownloads/anasayfa/istatistik/istatistik2012/default.html> (2012).
13. Triantaphyllou, E. and Khalid, B., “The impact of aggregating benefit and cost criteria in four MCDA methods”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52 (2): 213-226 (2005).
14. Mavrotas, G. and Trifillis, P., “Multicriteria decision analysis with minimum information: combining DEA with MAVT”, *Computers & Operations Research*, 33 (8): 2083–2098 (2006).
15. İç, Y.T., “An experimental design approach using TOPSIS method for the selection of computer-integrated manufacturing technologies”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28 (2): 245–256 (2012).
16. Lloyd, J. and Mitchinson, J., “Cahillikler Kitabı 10. Baskı”, Çev.: Filiz, C.A., Ergüven, E., *NTV Yayınları*, İstanbul, 81-82 (2008).
17. Park, R., Bailer, A. J., Stayner, L., Halperin, W. and Gilbert, S., “An alternate characterization of hazard in occupational epidemiology: Years of life lost per years worked”, *American Journal of Industrial Medicine*, 42 (1): 1–10 (2002).
18. Demirbilek, T., “İş Güvenliği Kültürü 1. Baskı”, *Legal Yayıncılık*, İstanbul, 8-31 (2005).
19. Süzek, S., “İş Güvenliği Hukuku 2. Baskı”, *Savaş Yayınları*, Ankara, 18–20 (1985).
20. Demircioğlu, A. M., “Karşılaştırmalı hukukta ve Türkiye’de İşçi sağlığı ve işyeri hekimliği”, *İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 4 (2): 193 (1997).
21. Glodstein, G., Helmer, R. and Fingerhut, M., “Mobilizing to protect worker's health: the WHO global strategy on occupational health and safety”, *African Newsletter on Occupational Health and Safety*, 11 (1): 56–60 (2001).
22. Bedir, E., “İş kazaları ve meslek hastalıklarının ekonomik boyutu”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 317–332 (1993).
23. Topak, O., “İşçiden iş kavramına geçiş ve değişikliğin gizli ideolojisi”, *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 13: 7 (2004).
24. Centel, T., “Çocuklar ile Gençlerin İş Güvenliği”, *İ.Ü. Yayını*, İstanbul, 41: 58-59 (1992).
25. Keleş, R., “İş sağlığı ve güvenliği kavramı ve kavramla ilgili yeni perspektifler”, *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 4 (22): 17 (2004).
26. Gülerman, A., “İşyeri güvenliği ve iş güvenliğinde öncelik tartışması”, *İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 7 (2): 1 (2003).

27. Glass B., "Small enterprises and occupational health and safety", *Journal of Occupational Health and Safety*, 20 (1): 8–20 (1998).
28. Ayhan, A., "İş kazaları ve meslek hastalıklarının anlam ve önemi", *10. Ergonomi Kongresi (Uluslararası Katılımlı)*, Bursa, 243-255 (2005).
29. Huijzenveld, P., "Güvenlik kültürü: AB yaklaşımı", *4. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Bölgesel Konferansı*, Ankara, 11–17 (2005).
30. Alper, Y. ve Demir, G., "Dünyada ve Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği kurulları: Kanada, ABD ve İngiltere uygulaması", *Çimento İşveren*, 20 (6): 4-17 (2006).
31. Lortie, M. and Rizzo, P., "The classification of accident data". *Safety Science*, 31: 31–57 (1999).
32. Pala, K., "Work Health and safety politics and safety culture" *Occupational Health and Safety Magazine*, 25 (3): 2-18 (2005).
33. Ary, T. S., "Productivity of Safety", *American Mining Congress Journal*, 75 (9): 14-15 (1989).
34. Dizdar, E. N. and Özer, K., "Problems and solutions of turkey’s OSH organizations", *XIX World Congress On Safety And Healthy At Work*, İstanbul, 577-584 (2011).
35. İnternet: European Commission, "Healthy And Safety At Work", http://ec.europa.eu/employment_social/health_safety/docs (2001).
36. Takala, J., "The cost of occupational accidents and diseases", *ILO OSH Series*, Geneva, 54: 6-36 (1985).
37. Harrisson, D. and Legendre, C., "Technological innovations, organizational change and workplace accident prevention", *Safety Science*, 41 (4): 319–338 (2003).
38. Wilpert, B., "Impact of globalization on human work", *Safety Science*, 47 (6): 727–732 (2009).
39. Baykal, İ. Ö., "Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin personel seçimi problemine uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, *Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 62-65 (2007).
40. Ersöz F. ve Atav A., "Çok kriterli karar verme problemlerinde MOORA yöntemi", *YAEM 2011 Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31.Ulusal Kongresi*, Sakarya, 78-87 (2011).
41. Yurdakul, M. ve İç, Y. T., "Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik topsis yöntemini kullanan bir örnek çalışma", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 18 (1): 1-18 (2003).

42. Yurdakul, M. and İç, Y. T., "Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and Topsis approaches" *International Journal of Production Research*, 43 (21): 4609-4641 (2005).
43. Soner S. and Semih Ö., "Multi-criteria supplier selection: an ELECTRE-AHP application", *Journal of Engineering and Natural Sciences Sigma*, 4 (4): 12-19 (2006).
44. Shih H. S., "Incremental analysis for MCDM with an application to group TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 186 (2): 720-734 (2008).
45. Sekreter, M., Akyüz S. ve Çetin, E. İ., "Şirketlerin derecelendirilmesine ilişkin bir model önerisi: gıda sektörüne yönelik bir uygulama", *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 8 (2): 139-155 (2004).
46. Pohekar, S. D. and Ramachandran, M., "Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning-a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8 (4): 365-381 (2004).
47. Öztürk, N., "Malzeme taşıma sistemlerinin seçimi için bir çok amaçlı karar verme tekniğinin kullanılması", *TMMOB Makine Mühendisleri Odası İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi*, İstanbul, 113-121 (2003).
48. Kılıç, S. B., "Türk bankacılık sistemi için çok kriterli karar alma analizine dayalı bir erken uyarı modelinin tahmini", *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 33: 117-154 (2006).
49. Kalogeras N., George B., Costantin Z. and Gert V. D., "evaluating the financial performance of agri-food firms: a multicriteria decision-aid approach", *Journal of Food Engineering* 70 (3): 365-371 (2005).
50. Kabakçı Y., "Sermaye yapısı ile işletme performansı arasındaki ilişki: gıda sektöründe bir uygulama", *Ege Akademik Bakış*, 8 (1): 167-182 (2000).
51. Evren, R. ve Ülengin, F., "Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme 4. Baskı", *İTÜ Matbaası*, İstanbul, 115-117 (1992).
52. Ertuğrul, İ. and Karakaşoğlu, N., "Performance evaluation of turkish cement firms with FAHP and TOPSIS methods", *Expert Systems with Applications*, 36 (1): 702-715 (2009).
53. Eleren A. ve Karagül, M., "1986-2006 Türkiye ekonomisinin performans değerlendirmesi", *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15 (1): 1-14 (2008).
54. Sayın, S., "Measuring the quality of discrete representations of efficient sets in multiple objective mathematical programming," *Mathematical Programming*, 87 (3): 543-560 (2000).

55. Zionts, S. and Wallenius, J., “An interactive programming method for solving the multiple criteria problem”, *Management Science*, 12 (6): 652-663 (1976).
56. Steuer, R. E., “Linear multiple objective linear programming with interval criterion weights”, *Management Science*, 13 (3): 305-316 (1976).
57. Opricovic, S. and Tzeng, G., “Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS”, *European Journal of Operational Research*, 156 (2): 445-455 (2004).
58. Birgen, N., Okudan, M., İnanıcı, M. A. and Okyay M., “Disability ratio calculations of cases concerning occupational accidents: Assessment in terms of forensic medicine”, *Forensic Med Bull*, 3 (5): 101–8 1999.
59. Demirtaş, E. A. ve Üstün Ö., “Karar vermede analitik serim süreci ve oyun teorisi yaklaşımı: Kıbrıs sorunu”, *YA/EM Yön. Arş. End. Müh. XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep, 155-163 (2004).
60. Herişçakar, E., “Gemi ana makine seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri AHP ve SMART uygulaması”, *Gemi İnşaatı Teknik Kongresi*, 54-62 (1999).
61. Baležentis, A. and Baležentis, T., “Assessing the efficiency of lithuanian transport sector by applying the methods of MULTIMOORA and DEA”, *Transport*, 26 (3): 263–270 (2011).
62. Brauers, W. K., “Optimization methods for a stakeholder society: a revolution in economic thinking by multi-objective optimization”, *A Handbook on Multi-Objective Optimization 1st ed.*, **Mc Graw Hill**, New York, 352-369 (2003).
63. Brauers, W. K. and Zavadskas, E. K., “The MOORA method and its application to privatization in a transition economy”, *Control and Cybernetics*, 35 (2): 445–469 (2006).
64. Brauers, W. K. M. and Zavadskas, E. K., Peldschus, F., Turskis, Z., “Multi-objective decision-making for road design”, *Transport*, 23 (3): 183-193 (2008).
65. Brauers, W. K. and Zavadskas, E. K., “Is robustness really robust? Robustness from the point of view of Statistics and Econometrics with an application for multi-objective optimization”, *Multiple Criteria Decision Aiding 1st ed.*, **Nova Science, Inc. Hauppauge**, Lietuva, 17–42 (2010).
66. Brauers, W. K. and Zavadskas, E. K., “Robustness of MULTIMOORA: a method for multi-objective optimization”, *Informatica*, 23 (1): 1–25 (2012).
67. Chakraborty, S., “Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment”, *International Journal of Advanced Manufacturing Environment*, 54 (9): 1155–1166 (2011).

68. Gadakh, V. S., “Application of MOORA Method for parametric optimization of milling”, *International Journal of Applied Engineering Research*, 1 (4): 743-758 (2011).
69. Zhou, Y. and Chen Y., “DEA-based performance predictive design of complex dynamic system-business process improvement”, *IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics*, 3 (3): 3008-3013 (2003).
70. Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes E., “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, 2 (6): 429-444 (1978).
71. Boussofiane, A., Dyson, R. G. and Thanassoulis, E., “Applied data envelopment analysis”, *European Journal of Operational Research*, 52 (1): 1-15 (1991).
72. Dyson, R. G. and Thanassoulis, E., “Reducing weight flexibility in data envelopment analysis”, *Journal of the Operational Research Society*, 39 (6): 563-576 (1988).
73. Karsak, E. E. ve İşcan, F., “Çimento sektöründe görelî faaliyet performanslarının ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 11 (3): 2-10 (2000).
74. Baysal, M. E., Uygur, M. ve Toklu, B., “Veri zarflama analizi ile TCDD limanlarında bir etkinlik ölçümü çalışması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (4): 437-442 (2004).
75. İleri, İ., “Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 22-36 (1997).
76. Çelik, S., “Yem fabrikalarında veri zarflama analiz metodu ile etkinlik ölçümü”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 17-36, (2003).
77. Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Zhu, J., “Data envelopment analysis: history, models and interpretations”, Handbook on Data Envelopment Analysis, *Kluwer Academic Publishers*, Boston, 1-39 (2004).
78. Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper W. W., “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, 30 (9): 1078-1092 (1984).

EK AÇIKLAMALAR A.
LINDO PAKET PROGRAMI ÇÖZÜMLERİ

2010 Yılı İçin:

mint

st

1516024t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-

1572106lg-1516024lh-sn1=0

2085t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

1454t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1

0030810lh-sp1=10030810

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=12138

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	1.000000	0.000000
LA	0.000000	0.967285
LB	0.000000	0.847004
LC	0.000000	0.645665
LD	0.000000	0.680305
LE	0.000000	0.699072
LF	0.000000	0.639807
LG	0.000000	0.501896
LH	1.000000	0.000000
SN1	0.000000	0.000001
SN2	0.000000	0.000000
SN3	0.000000	0.000000
SP1	0.000000	0.000000
SP2	0.000000	0.000082

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000001
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	-0.000082

NO. ITERATIONS= 1

2009 Yılı İçin:

mint

st

1572106t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-

1572106lg-1516024lh-sn1=0

1885t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

1171t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1

0030810lh-sp1=9030202

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=6495

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.9824101

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	0.982410	0.000000
LA	0.000000	0.431029
LB	0.000000	0.339005
LC	0.000000	0.276683
LD	0.000000	0.411759
LE	0.000000	0.130056
LF	0.386701	0.000000
LG	0.000000	0.017590
LH	0.560880	0.000000
SN1	0.000000	0.000000
SN2	27.337482	0.000000
SN3	0.000000	0.000391
SP1	0.000000	0.000000
SP2	2867.506104	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	-0.000391
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

2008 Yılı İçin:

mint

st

1795046t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-
1572106lg-1516024lh-sn1=0

1694t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

866t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1
0030810lh-sp1=8802989

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=6606

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	1.000000	0.000000
LA	0.000000	0.450071
LB	0.000000	0.353982
LC	0.000000	0.288906
LD	0.000000	0.429949
LE	0.000000	0.135801
LF	1.000000	0.000000
LG	0.000000	0.018367
LH	0.000000	0.000000
SN1	0.000000	0.000000
SN2	0.000000	0.000000
SN3	0.000000	0.000408
SP1	0.000000	0.000000
SP2	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	-0.000408
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 0

2007 Yılı İçin:

mint

st

1876524t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-

1572106lg-1516024lh-sn1=0

1956t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

1044t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1

0030810lh-sp1=8505390

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=6539

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.8767679

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	0.876768	0.000000
LA	0.000000	0.408415
LB	0.000000	0.321219
LC	0.000000	0.262167
LD	0.000000	0.390155
LE	0.000000	0.123232
LF	0.774443	0.000000
LG	0.000000	0.016667
LH	0.168279	0.000000
SN1	0.000000	0.000000
SN2	52.189411	0.000000
SN3	0.000000	0.000370
SP1	0.000000	0.000000
SP2	619.544434	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	-0.000370
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 0

2006 Yılı İçin:

mint

st

1845451t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-

1572106lg-1516024lh-sn1=0

2267t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

1601t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1

0030810lh-sp1=7818642

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=6518

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7021706

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	0.702171	0.000000
LA	0.000000	0.283282
LB	0.000000	0.254046
LC	0.000000	0.144132
LD	0.000000	0.297829
LE	0.000000	0.128571
LF	0.245673	0.000000
LG	0.000000	0.024436
LH	0.563861	0.000000
SN1	0.000000	0.000000
SN2	0.000000	0.000356
SN3	91.568031	0.000000
SP1	0.000000	0.000000
SP2	1949.064453	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	-0.000356
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

2005 Yılı İçin:

mint

st

1742227t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-

1572106lg-1516024lh-sn1=0

1639t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

1096t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1

0030810lh-sp1=6918605

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=6112

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.8311508

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	0.831151	0.000000
LA	0.000000	0.296643
LB	0.000000	0.288587
LC	0.000000	0.168849
LD	0.000000	0.451853
LE	0.000000	0.191594
LF	0.558544	0.000000
LG	0.000000	0.095621
LH	0.199560	0.000000
SN1	142903.281250	0.000000
SN2	0.000000	0.000610
SN3	137.081985	0.000000
SP1	0.000000	0.000000
SP2	0.000000	0.000020

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	-0.000610
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	-0.000020

NO. ITERATIONS= 2

2004 Yılı İçin:

mint

st

1977018t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-
1572106lg-1516024lh-sn1=0

1693t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

843t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+1
0030810lh-sp1=6181251

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=5548

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.8306528

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	0.830653	0.000000
LA	0.000000	0.202037
LB	0.000000	0.169347
LC	0.000000	0.382136
LD	0.000000	0.908540
LE	0.000000	0.227088
LF	0.477419	0.000000
LG	0.000000	0.369127
LH	0.197246	0.000000
SN1	486196.750000	0.000000
SN2	186.289673	0.000000
SN3	0.000000	0.001186
SP1	0.000000	0.000000
SP2	0.000000	0.000120

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	-0.001186
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	-0.000120

NO. ITERATIONS= 1

2003 Yılı İçin:

mint

st

2101539t-2101539la-1977018lb-1742227lc-1845451ld-1876524le-1795046lf-1572106lg-1516024lh-sn1=0

1596t-1596la-1693lb-1639lc-2267ld-1956le-1694lf-1885lg-2085lh-sn2=0

811t-811la-843lb-1096lc-1601ld-1044le-866lf-1171lg-1454lh-sn3=0

5615238la+6181251lb+6918605lc+7818642ld+8505390le+8802989lf+9030202lg+10030810lh-sp1=5615238

5085la+5548lb+6112lc+6518ld+6539le+6606lf+6495lg+12138lh-sp2=5085

End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7899908

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
T	0.789991	0.000000
LA	0.000000	0.210009
LB	0.000000	0.176029
LC	0.000000	0.397214
LD	0.000000	0.944389
LE	0.000000	0.236048
LF	0.422574	0.000000
LG	0.000000	0.383692
LH	0.188950	0.000000
SN1	615203.437500	0.000000
SN2	151.023819	0.000000
SN3	0.000000	0.001233
SP1	0.000000	0.000000
SP2	0.000000	0.000125

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	-0.001233
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	-0.000125

NO. ITERATIONS= 0

ÖZGEÇMİŞ

Muharrem ÜNVER 1985 yılında Ankara’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Ankara Atatürk Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde 2004 yılında başladığı mühendislik eğitimini, 2009 yılında tamamladı.

Halen Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Karabük Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Oda No:124
Balıklarkayası Mevkii / KARABÜK 78100

Tel : (555) 482 20 80

E-posta : muharremunver@karabuk.edu.tr