

**YAPAY ZEKA YAKLAŞIMI İLE ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE
OLABİLECEK KAZALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sertaç GÜVEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART 2010
ANKARA**

Sertaç GÜVEN tarafından hazırlanan YAPAY ZEKA YAKLAŞIMI İLE ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE OLABİLECEK KAZALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Ögr. Gör. Dr. Bengi AYKAÇ

Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hüsnü CAN
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye : Yrd. Dr. Ufuk ÇAĞDAŞ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Akdeniz Üniversitesi

Üye : Dr. Bengi AYKAÇ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih : 05 / 03 / 2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans / Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sertaç GÜVEN

**YAPAY ZEKA YAKLAŞIMI İLE ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE OLABİLECEK
KAZALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Sertaç GÜVEN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mart 2010**

ÖZET

Gelişmekte olan ülkeler için ekonomik anlamda lokomotif olarak nitelenebilecek sektörlerden biri olan çimento sektörü, gerek çalışma şartları, gerekse çalışan profili açılarından ele alındığında çalışma ortamının çok riskli olduğu sektörlerden biridir. Çalışma esnasında maruz kalınan bu riskler ve güvensiz davranışlar iş kazalarına neden olmaktadır. Kazalar neticesinde insan hayatına gelen zarar dışında her kazanın, kaza geçiren kişiden başlayarak, çalışılan firma ve nihayetinde ülke ekonomisi için olumsuz yönde bir ekonomik değeri ortaya çıkmaktadır. Kazaların önlenmesi için ülkelerin geliştirdikleri yasal zorunluluklar, çalışan ve işverenlere getirilen yükümlülüklerin yanında bilimsel araştırmalar ve çalışmalar yol gösterici olmaktadır.

Bu çalışmada çimento sektöründeki iş kazalarının analizi amacı ile; bir çimento şirketinin faaliyet gösterdiği ülkelerde, 4 yıl içinde meydana gelen 1529 iş kazası incelenmiştir. Eldeki verilerin karmaşıklığı ve düzensizliği istatistiksel çalışmaya olanak vermediğinden, veriler yapay zeka yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Belirli bir tesiste çalışan belirli özelliklere sahip bir işçinin kaza yapması halinde olacak kazanın ciddiyeti incelenmiş olup, başarılı neticeler elde edilmiştir.

Bilim Kodu : 911.1.140

Anahtar Kelimeler : İş güvenliği, iş kazaları, çimento, yapay zeka

Sayfa Adedi : 84

Tez Yöneticisi : Dr. Bengi AYKAÇ

**EVALUATION OF ACCIDENTS AT CEMENT INDUSTRY BY ARTIFICIAL
INTELLIGENCE APPROACH**

(M.Sc. Thesis)

Sertaç GÜVEN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

March 2010

ABSTRACT

Cement industry, one of the leading sectors economically for emerging countries, is recognised as a perilous work environment considering its heavy working conditions and labour profiles. Hazards exposed during operations and unsafe behaviours are causing accidents. In addition to human loss, accidents initiate unfavorable financial assests for victim of the accident, for the employer and for the national economy as well. Besides statutory actions developed by countries and liability assumed by employers and employees; scientific researches and studies also contribute prevention of work accidents.

In this study, 1529 work related accidents of a leading cement company that occurred during its operations within 60 countries in 4 years, have been evaluated in order to analyse work accidents at cement industry. Due to complexity and disorder of the data, artificial intelligence approach has been used instead of statistical study. Severity of a potential accident was evaluated for an employee operating at a certain location with certain characteristics and satisfactory results obtained.

Science Code : 911.1.140

Key Words : Safety, work accidents, cement, artificial intelligence

Page Number : 84

Adviser : Dr. Bengi AYKAÇ

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Dr. Bengi AYKAÇ' a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Yrd. Doç. Dr. Ufuk Çağdaş' a ve son olarak çalışma hayatım ve tez çalıőmam boyunca yaőadığım zorluklarda desteklerini esirgemedен her zaman yanımda olan aileme teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. İŞ KAZALARI VE KAZA İSTATİSTİKLERİ	3
2.1. Kullanılan Genel Kavramlar.....	3
2.1.1. Risk.....	3
2.1.2. İş kazası.....	3
2.2. Kaza Oluşum Teorileri.....	8
2.3. İş Kazalarının Yapısı ve Nedenleri.....	8
2.3.1. Güvensiz hareketler.....	9
2.3.2. Güvensiz durumlar.....	11
2.3.3. Detaylı olarak iş kazalarının nedenleri.....	11
2.4. İş Kazalarının Etkileri ve Yol Açtıkları Kayıplar.....	25
2.4.1. Kazaya uğrayan işçi açısından kayıplar.....	26
2.4.2. Sorumlu kişiler açısından kayıplar.....	27
2.4.3. Çalışanlar açısından kayıplar.....	27
2.4.4. İşletme açısından kayıplar.....	27

Sayfa

2.4.5. Ulusal ekonomi açısından kayıplar.....	34
2.5. İş Kazası İstatistikleri.....	35
2.5.1. Dünyada iş kazası istatistikleri.....	35
2.5.2. Türkiye' de iş kazası istatistikleri.....	38
2.5.3. Çimento sektöründe iş kazası istatistikleri.....	40
3. LİTERATÜR TARAMASI.....	43
4. YAPAY ZEKA YÖNTEMİ KULLANILARAK KAZA ANALİZLERİNİN YAPILMASI.....	50
4.1. Yapay Sinir Ağları.....	51
4.1.1. Yapay nöron.....	51
4.1.2. Yapay sinir ağı yapıları.....	55
4.1.3. Öğrenme algoritmaları (geri yayılım algoritması).....	56
4.2. Verilerin Hazırlanması ve Düzenlenmesi.....	58
5. ANALİZDEN ELDE EDİLEN ÇIKTILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	84

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Fabrika çalışanı iş kazası istatistiklerinin yıllara göre mukayesesi	40
Çizelge 2.2. Alt işveren çalışanı iş kazası istatistiklerinin yıllara göre mukayesesi	41
Çizelge 4.1. Tarih.....	59
Çizelge 4.2. Bölgeler	59
Çizelge 4.3. Ülkeler	60
Çizelge 4.4. Kaza tipi	60
Çizelge 4.5. Kaza yeri	61
Çizelge 4.6. Operasyon	61
Çizelge 4.7. Ekipman	62
Çizelge 4.8. Çalışma durumu.....	62
Çizelge 4.9. Kazazedenin çalışma süresi	62
Çizelge 4.10. Mesai düzeni.....	63
Çizelge 4.11. Kazazedenin yaşı.....	63
Çizelge 4.12. Mesai zamanı.....	63
Çizelge 4.13. Temas edilen madde.....	63
Çizelge 4.14. Çevresel etkenler	64
Çizelge 4.15. İşle ilgili etkenler.....	64
Çizelge 4.16. Kişisel etkenler.....	65

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.17. Kaza inceleme tablosu	66
Çizelge 5.1. Örnekler için girdi verileri.....	69

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kaza sebep teorileri ve insan hatası	8
Şekil 2.2. Kazaların yapısı	10
Şekil 2.3. Rekabet gücü ile iş güvenliği arasındaki ilişki.....	28
Şekil 2.4. Güvenlik ve sağlık performansının ekonomik sonuçları	29
Şekil 2.5. İş kazası maliyetleri buz dağı örneği	32
Şekil 2.6. Ölümlü kazalar ile diğer kazalar arasındaki ilişki	36
Şekil 2.7. Kaza sıklığı ve şiddet arasındaki ilişki	37
Şekil 2.8. Türkiye' de meydana gelen iş kazaları sonucu ölüm oranı.....	38
Şekil 2.9. Türkiye'deki kaza nedenlerinin yüzdesel dağılımı	39
Şekil 2.10. Yıllara göre kaza frekans oranı değerleri.....	42
Şekil 4.1. Yapay nöron.....	51
Şekil 4.2. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu.....	53
Şekil 4.3. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu	54
Şekil 4.4. Tanjant hiperbolik fonksiyonu.....	55
Şekil 4.5. Çalışmada verilerin analizi için kullanılan çok katmanlı YSA yapısı (MLP)	56
Şekil 4.6. Geri yayılım algoritmasının YSA'da uygulanması	58
Şekil 5.1. Simülasyon sonuçları	67
Şekil 5.2. Örnek 1 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri.....	70
Şekil 5.3. Örnek 2 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri.....	71

Şekil	Sayfa
Şekil 5.4. Örnek 3 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri.....	72
Şekil 5.5. Örnek 4 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri.....	73
Şekil 5.6. Örnek 5 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

FR

Kaza Frekans Oranı

SR

Kaza Ağırlık Oranı

Kısaltmalar

Açıklama

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

BSI

İngiliz Standartları Enstitüsü

ÇEİS

Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası

FRY

Faaliyet Risk Yönetimi

GSMH

Gayri Safi Milli Hasıla

HSE

İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu

ILO

Uluslararası Çalışma Örgütü

İSG

İş Sağlığı ve Güvenliği

MPM

Milli Prodüktivite Merkezi

OSHA

İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi

RMIS

Risk Yönetimi Bilgi Sistemi

SGK

Sosyal Güvenlik Kurumu

TCK

Türk Ceza Kanunu

TEUM

Tehlike Erken Uyarı Modeli

WHO

Dünya Sağlık Örgütü

YSA

Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

19. yüzyılda, sanayinin gelişmesi ile ortaya çıkan iş sağlığı ve güvenliği kavramı ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre hayat içinde kendisine yer bulmuştur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) gibi uluslararası kuruluşların oluşturduğu standartların yanısıra, her ülkenin kendi hukuk sistemi içinde geliştirdiği iş kanunları, iş güvenliği yönetmelikleri vb. yasal düzenlemeler, bu ülkelerin çalışma hayatındaki iş güvenliği kurallarını belirlemektedir. Günümüzde sosyal ve ekonomik seviyesi yüksek olan ülkelerde iş güvenliği çalışmaları bir mühendislik bilimi haline gelmiş, yasalarla da desteklenerek çalışan ve işverenlere ciddi yükümlülükler getirilmiştir.

Çimento sektöründe, üretimin başlamasından tamamlanmasına kadar geçen sürede, işçiler çok çeşitli risklere maruz kalmakta olup; sektör, kaza oranlarının metal endüstrisi ile birlikte en yoğun olduğu sektördür. Çimento sektöründeki kazalar genel olarak değerlendirildiğinde, fiziksel çalışma koşullarının ağır olması, alt işveren sistemi ile çalışılması, çevre koşulları, çalışanların eğitim düzeyleri, çalışma süreleri ve vardiya durumları gibi bir çok faktörü birlikte değerlendirmek gerekir.

İş kazaları; ölümcül kayıplı kazalarının fazlaca yaşandığı inşaat sektörü, makine imalatı, demir-çelik endüstrisi, tarım makineleri, karayolu yolcu ve yük taşımacılığı gibi alanlarda, birçok akademik çalışmanın ana malzemesi olmuştur. İş kazaları ile ilgili yapılan araştırmaların çoğu anketle veri toplama metodu, varyans analizi ve regresyon analizi gibi istatistiksel çözümlerle gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, bir çimento şirketinin, faaliyet gösterdiği ülkelerdeki, 2006-2009 tarihleri arasında meydana gelen 1529 iş kazasının incelenerek bir kaza modeli oluşturulması ve ileride meydana gelebilecek kazaların kaza tipinin araştırılmasıdır. Kaza modeli oluşturma aşamasında, şirketin tüm

operasyonlarında meydana gelen kazaların kaydedildiği ve kök-neden analizlerinin yapıldığı, Kaza İnceleme Veri Tabanından faydalanılmıştır. Verilerin karmaşıklığı ve düzensizliği istatistiksel çalışmaya olanak vermediğinden, veriler MATLAB programının Yapay Zeka Yaklaşımı (Artificial Intelligence Approach) ile analiz edilmiştir.

Ölüm, gün kaybı veya tıbbi yaralanma ile sonuçlanan kazaların incelendiği çalışmada, kaza tipinin; kazanın meydana geldiği yere, kaza sırasında yapılmakta olan uygulamaya, kaza sırasında kullanılan ekipmana, kazazedenin çalışma durumu, çalışma süresi ve yaşına, çalışanın mesai düzenine, kaza sırasında temas edilen maddeye, çevresel ve kişisel şartlara göre dağılımları analiz edilmiştir.

Kazanın meydana gelmesine neden olan çevresel etkenler, kişisel etkenler, uygulama ve prosedürel etkenler incelenerek kök nedenlere ulaşılması, kazalar gerçekleşmeden önlemeye yönelik yaklaşım ile eylemler planlanması için öneriler geliştirilmesi çalışmada hedeflenmiştir.

2. İŞ KAZALARI VE KAZA İSTATİSTİKLERİ

2.1. Kullanılan Genel Kavramlar

2.1.1. Risk

Risk, maruz kalınan koşullar altında zarar-zıyan potansiyelinin ulaşabileceği olasılıktır. Bir diğer anlatımla risk, tehlikeli bir olayın oluşması olasılığı ile bu olayın insan sağlığına verebileceği hasarın ya da zararın ağırlığının birleşimidir [1]. İş sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili risklerin bir tanesi iş kazasıdır. Bu bağlamda söz konusu riskin konuyla ilgisi bakımından çeşitli yönleri ile açıklanmaya çalışılacaktır.

2.1.2. İş kazası

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 [2].

İş Kazası tanımı farklı kaynaklarda çok geniş olarak ele alınmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) iş kazasını “önceden planlanmamış, çoğu zaman kişisel yaralanmalara, makinelerin, araç ve gereçlerin zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay” olarak tanımlamaktadır [3].

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ise iş kazasını “belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik olay” şeklinde tanımlamaktadır [4].

506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu 11 nci maddesinde iş kazası; “sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısıyla, sigortalının, işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi yüzünden asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, emzikli kadın sigortalının çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda, sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmeleri sırasında uğradığı, sigortalıyı hemen veya sonradan bedence veya ruhça arızaya uğratan geçici veya sürekli hastalık, sakatlık veya ruhi arıza halleri” [5] olarak tanımlanmıştır.

Sosyal politika ve iş güvenliği açısından bakıldığında iş kazaları, işçinin iş süresince çalışma koşulları, işin nitelik ve yürütümü ya da kullanılan makine, araç, gereç ve malzeme nedeni ile uğradığı, işgücünün tamamını ya da bir bölümünü yitirdiği olaydır [3].

İş kazalarının oluşumunda çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Bunlar; fiziksel unsurlar, kişisel unsurlar ile fizyolojik, psikolojik ve sosyal faktörlerdir. Söz konusu nedenlere göre iş kazalarının değişik sınıflandırılması yapılabilir. Fiziksel faktörler içinde; ışıklandırma, ısı ve nem, gürültü, havalandırma, makine ve teçhizat, işyerindeki çevre düzeni, çalışma saatlerinin uzunluğu, iş çevresinde kullanılan renkler yer almaktadır. Kişisel faktörler kapsamında ise; yaş ve kıdem, eğitim ve bilgi düzeyi, cinsiyet ve medeni durum yer alır. Fizyolojik-psikolojik ve sosyal faktörler içinde de; algılama farklılığı, fiziksel eksiklik, yorgunluk ve uykusuzluk, zeka düzeyi, iş tatmini, stres, alkol ve uyuşturucu bağımlılığı, ruhsal hastalıklar, kaygı, öfke vb. bulunmaktadır [6].

İş kazalarının nedenleri araştırıldığında iki temel görüşün olduğu anlaşılmaktadır. Birinci görüş iş kazalarını sadece insan hatasına dayandırır. Bu görüşe göre, kazaların temel nedeni bizzat insanın kendisidir. Yorgunluk, sinirlilik, dikkatsizlik, bilgisizlik, ailevi nedenler, kişinin kaza yapma riskini artırır. Bu görüş H.W. Heinrich tarafından desteklenmiştir. Heinrich’e göre, endüstriyel kazaların %88’i personelin tehlikeli eylemlerinden

kaynaklanmaktadır. İkinci görüş ise kazaları birçok nedene dayandıran görüştür. Bu görüşe göre birey, yer, zaman, örgüt, donanım gibi bireyin iş ortamı ile bireye bağlı nedenlerden dolayı iş kazaları oluşur. Bu görüşe göre iş kazası bireyin tehlikeli bir eyleminin sonucundan çok, normal bir durumda yapılan bir eylemine bağlı olarak meydana gelir. Bundan dolayı tek bir nedene bağlanamaz [7].

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre dünya sanayi üretiminde her yıl ortalama 50 milyon iş kazası olmakta; bu kazalar nedeniyle yaklaşık 100 000 kişi ölmekte, 1,5 milyon kişi de sürekli iş göremezlik nedeniyle üretim dışında kalmaktadır. Gelişmiş sanayi ülkelerinde her yıl çalışan on kişiden biri iş kazası geçirmekte ve bazı iş kollarında bu oran üçte bir seviyesine yükselmektedir. Yani bu iş kollarında çalışan her üç kişiden biri iş kazasıyla karşı karşıya kalmaktadır.

Ülkemizde ise durum daha kötü bir tablo ortaya çıkarmaktadır. Son on yılda ortalama her yıl 85 bin iş kazası görülmüş, bu kazalarda ortalama 1100 kişi ölmüş, 3000 kişi kalıcı ve 88 bin kişide geçici iş görmezlik nedeniyle üretim alanları dışında kalmıştır [8].

İş kazaları hangi sebeple olursa olsun bunları birtakım gruplara ayırmak konunun daha anlaşılır olmasını sağlayacaktır. İş kazaları sonucu oluşan yaralanmaların yapılan işle de ilgili olarak bir takım nedenleri, yaralanmanın özelliği veya büyüklüğü de kazaları inceleme açısından önemlidir. Ayrıca yaralanma ve şiddetinin de bilinmesi gerekmektedir. İş kazaları örnek olarak:

- Yaralanma Nedenlerine Göre Kazalar, (kişinin düşmesi, parça düşmesi, çarpma, elektrik akımına maruz kalma, kimyasal madde ile temas... vb)
- Yaralanma Ağırlığına Göre Kazalar, (ölümlü kaza, gün kayıplı kaza, yaralanmasız kaza)

- Yaralanmanın Cinsine Göre Kazalar (kafa yaralanmaları, boyun ve omurga yaralanmaları, solunum yolu yaralanmaları, iç organ yaralanmaları. vb) olarak gruplara ayrılabilir [9].

İş kazaları hakkında yeterli bilgi edinmek ve gerekli incelemeleri yapabilmek için; iş kazası istatistikleri, kaza sıklık ve ağırlık oranları hakkında bilgi toplanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ölümlü kaza

İşyerine gidiş-gelişler hariç, iş süresince meydana gelen ve kazazedenin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan kazalardır.

Gün kayıplı kaza

Geçici iş göremezliğe neden olarak çalışanın bir sonraki gün ya da daha fazla sürede işine devam edememesine neden olan kazalar gün kayıplı kaza olarak sınıflandırılır.

Tıbbi yaralanmalı kaza

Meydana gelen kaza sonucu, bir uzmandan tıbbi destek alınmasını gerektiren, fakat kazazede açısından gün kaybının yaşanmadığı, çalışanın tıbbi yardım sonrası mesaisine devam ettiği kazalar, tıbbi yaralanmalı kaza olarak gruplandırılır.

Kaza frekans oranı (FR)

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'nun yayınladığı "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ansiklopedisi"nde belirtildiği üzere meydana gelen kaza ile çalışılan saatler arasındaki ilgiyi gösteren bir tanımdır. Kaza frekans oranı, çalışılan

saatlere oranla milyon iş saatinde iş göremezlik yapan kaza sayısının hesaplanmasıdır. Kaza frekans oranı aşağıdaki formülle bulunur.

$$FR = N \times 1\,000\,000 / \text{Çalışma Saatleri Toplamı}$$

$$N = \text{Kaza sayısı}$$

$$\text{Çalışma Saatleri Toplamı} = i \times [365 \text{ gün} - (\text{Çalışılmayan Gün Sayısı})] \times 7,5 \text{ saat}$$

$$i = \text{Yıllık ortalama Çalışan Sayısı}$$

Kaza ağırlık oranı (SR)

Kaza Ağırlık Oranı, kaybolan zamanın çalışılan zamanla ilişkisini gösteren bir ölçümdür. Bir takvim yılında çalışılan 1 000 saatte kaç iş gününün iş kazası nedeniyle kaybedildiğini gösterir.

$$KAO = K \times 1\,000 / \text{Çalışma Saatleri Toplamı}$$

$$K = \text{Kayıp iş günü}$$

Kaza Ağırlık Oranı, iş kazası sonucu ortaya çıkan kayıp iş günleri nedeniyle her bin çalışma saati başına kaybedilen iş gücünü gösterir. Kayıp iş günleri neticesinde oluşan işgücündeki azalma, üretim sürecindeki faaliyetlerin aksamasına neden olan bir gösterge olarak kabul edilir.

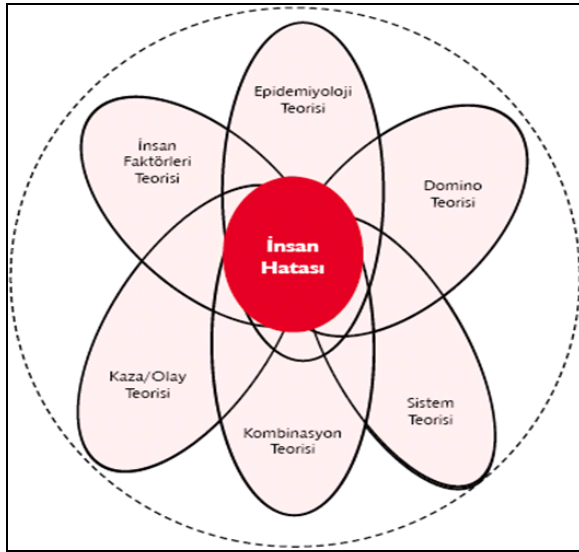
Kayıp iş günü

Geçici ve sürekli iş göremezlik veya maluliyetle sonuçlanan kazalar sonrasında olay gününden istirahat sona erip çalışılmaya başlanılan güne kadar geçen çalışılmayan işgünü sayısının toplamıdır. Kaza frekans oranı ve kaza ağırlık oranı hesaplamalarında, ölümlü kazalarda kayıp iş günü 365 gün olarak hesaplanır.

2.2. Kaza Oluşum Teorileri

Yukarıda sunulan bilgiler ışığında kaza; ani, istenmeyen ve planlanmamış, genellikle ölüm, yaralanma veya maddi hasarla sonuçlanan bir olay ya da önceden bilinmeyen istem dışı bir olgu sonrası aniden meydana gelip kontrol dışına çıkan ve kişinin bedensel bütünlüğüne zarar verebilecek ya da maddi hasara neden olabilecek nitelikteki olay olarak özetlenebilir.

Meydana gelen kazaları araştıran tıp, mühendislik, yönetim bilimi, eğitim, ergonomi gibi farklı bilimsel disiplinlerden gelen araştırmacılar, kaza sebeplerini açıklamak için oldukça çeşitli kaza oluşum teorileri geliştirmiştir [10]. Kazanın oluşumuna ilişkin teoriler alınacak önlemlerin belirlenmesinde temel olarak alınmıştır.



Şekil 2.1. Kaza sebep teorileri ve insan hatası

2.3. İş Kazalarının Yapısı ve Nedenleri

Kazaların bir nedenden kaynaklandığı ve önlenebilir oldukları ile ilgili inanış, kazaya neden olan faktörleri araştırmayı zorunlu kılmaktadır. Bu faktörlerin

incelenmesi sonucu, kazaya sebep olan temel nedenler ortadan kaldırılıp, aynı kazanın yenilenmesi önlenabilir.

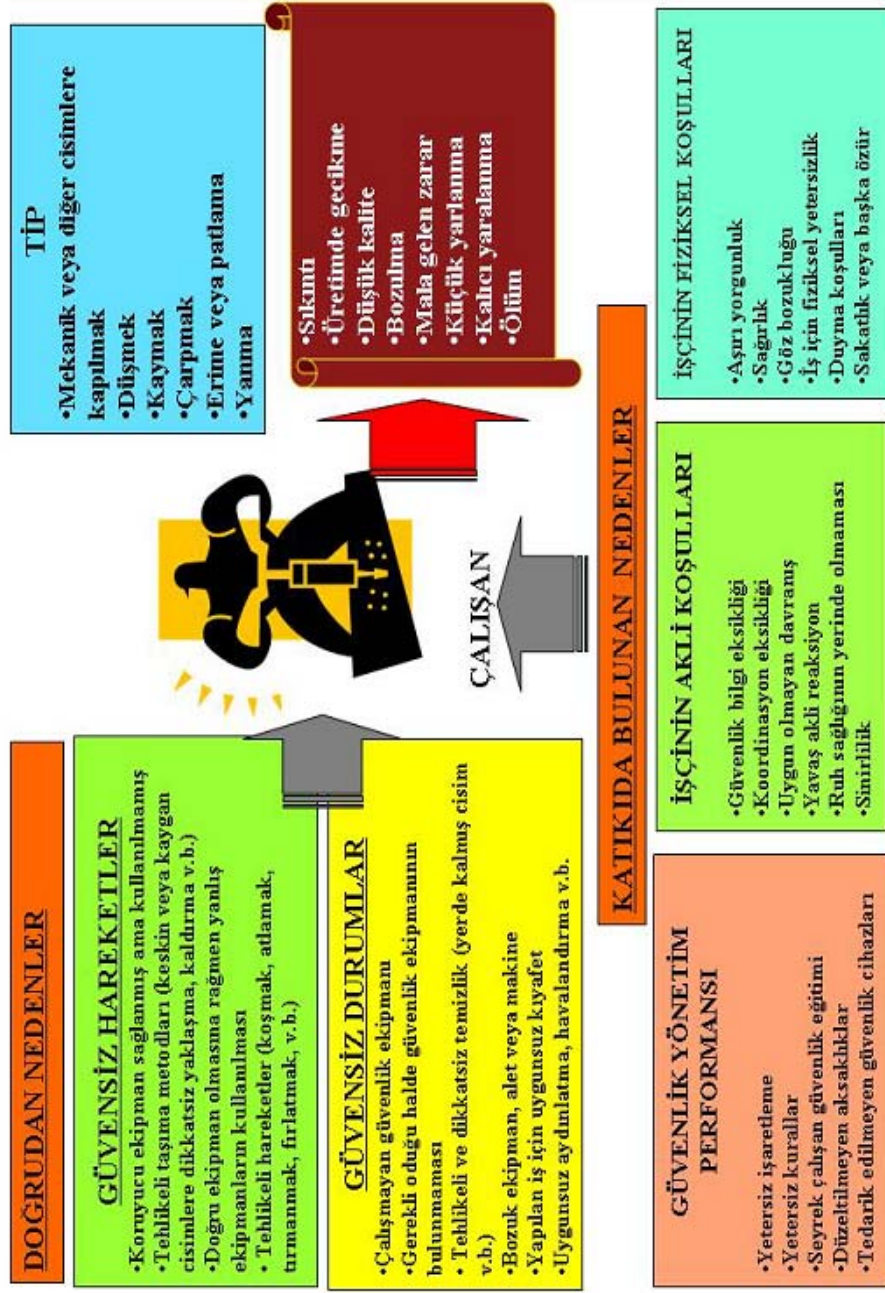
Bu temel nedenler “doğrudan” ve “katkıda bulunanlar” olarak gruplanabilmektedir. Doğrudan nedenler, işçinin “güvensiz hareketleri” ve işyerindeki “güvensiz çalışma koşulları” olarak kabul edilmektedir [17].

Katkıda bulunan nedenler, “yönetimle ilgili faktörler”, “çevre” ve “işçinin fiziksel ve ruhsal durumu” olabilmektedir. Bir kazanın meydana gelmesi için bu nedenlerin bir kombinasyonu oluşmalıdır. (Şekil 2.6)

İş kazalarının oluşmasında üretim teknolojisi, üretim araçları, çevre koşullarının yanında sosyolojik, psikolojik, fizyolojik birçok etken rol oynamaktadır. Ancak, iş kazalarının oluşmasına neden olan etkenlerin tümü temel iki etkene indirgenebilir. Bunlar işyerlerindeki güvensiz durumlar ile çalışanların yaptığı güvensiz hareketlerdir.

2.3.1. Güvensiz hareketler

Çalışma ortamındaki sıcaklık, nem, hava akımları, yetersiz aydınlatma, gürültü, kirli hava gibi olumsuz fiziksel ve kimyasal etmenler çalışan insanda; yorgunluğa, ilginin dağılmasına, hareketlerin ağırlaşmasına, duyu organlarının yetersiz kalmasına neden olmakta ve bunun sonucunda da güvensiz davranışlar ortaya çıkmaktadır. Çalışma ortamı sadece makinelerin bulunduğu bir ortam değil, makineleri çalıştıran, onaran, sürekli olarak bakım ve kontrollerini yapan insanın da bulunduğu bir ortamdır. Bu nedenle çalışma ortamındaki yukarıda belirtilen fiziksel ve kimyasal etmenler, çalışan insanın sağlığına zarar verdiği gibi uzun dönemde organik yeteneklerini kaybetmesine de neden olmaktadır. Böyle bir ortamda ise iş kazalarının oluşması her an olasıdır [18].



Şekil 2.2. Kazaların yapısı

2.3.2. Güvensiz durumlar

Güvensiz davranışların yanı sıra iş kazalarının birinci dereceden genel nedenlerini oluşturan temel etkenlerden birisi de işyerlerindeki güvensiz koşullardır. İşyerindeki güvensiz durumlar; üretim sürecinde kullanılan teknolojinin ve üretim araçlarının niteliğinden, iş düzensizliğine, bakım ve kontrollerin noksanlığından denetim ve yönetim hatalarına, depolama ve istifleme yanlışlıklarından sağlıksız çevre koşullarına kadar birçok etkenden dolayı ortaya çıkmaktadır.

Üretim sürecinde kullanılan her türlü alet, araç ve makine çalışan insanın yeteneklerine uygun nitelikte değilse, makine ve tezgahların koruyucuları bulunmuyorsa, göstergeleri kolay okunur ve anlaşılır özellikler taşımıyorsa, kumanda mekanizmaları güvenli ve kolay kullanılamıyorsa, bakım ve kontrolleri zamanında ve gereği gibi yapılmıyorsa, amacı dışında ve kapasiteleri üzerinde kullanılıyorsa güvensiz koşulların ortaya çıkması ve iş kazalarının oluşması kaçınılmaz olmaktadır [18].

2.3.3. Detaylı olarak iş kazalarının nedenleri

Güvensiz davranışlar ve güvensiz durumlar olarak iki gruba ayrılan iş kazaları, bu bölümde detaylı olarak incelenmiştir.

İş kazalarının meydana gelmesinde etkili olan bireysel nedenler

İş kazaları makine, ekipman ve çalışma ortamının eksiklikleri gibi güvensiz durumlar nedeniyle meydana gelebileceği gibi, çalışanların bireysel özelliklerinden de kaynaklandığı görülmüştür. İş kazasının meydana gelmesine yol açan bireysel nedenler; kişisel nitelikler, fizyolojik nitelikler ve psikolojik nitelikler olarak gruplanabilir.

Kişisel nitelikler:

Kişinin yaş, cinsiyet, eğitim, tecrübe ve medeni halinin, iş kazasının oluşmasında yakından ilişkili oldukları saptanmıştır.

Yaş: Çalışanlarının yaşlarının ilerlemesiyle birlikte kaza oranları düştüğünü saptanmıştır. Bu da sorumsuzca hareket etmenin azalmasına bağlanmaktadır. Bunun yanında yaşlı insanların karanlığa uyum yeteneklerinin gerilemesi, işitme kayıpları ve fiziksel iş kapasitelerinde meydana gelen düşüşler, kazalara sebebiyet vermektedir [19].

Cinsiyet: Cinsiyet ile iş kazaları arasındaki ilişkiyi tespit etmek için yapılan birçok araştırma farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bazı araştırma sonuçlarına göre kadın çalışanların erkek çalışanlara oranla daha az kaza yaptıkları tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak da, kadınların erkeklere oranla daha dikkatli çalışmaları ileri sürülmektedir. Ayrıca kadın işçilerin ağır ve tehlikeli işlerde çalıştırılmamaları daha az kaza geçirmelerine neden olmaktadır. Diğer bir araştırma sonucuna göre ise, kadınlar evlerinde de çalıştıkları için iş yerinde daha çabuk yorulmakta, dolayısıyla dikkatleri azaldığı için daha sık iş kazası geçirmektedirler [20].

Eğitim: İşçinin iş hakkındaki bilgi derecesi ile kazayla karşılaşma oranı arasında ters yönde bir ilişki vardır. Kişinin işi tanınması, işten kaynaklanabilecek tehlikeler hakkında bilgi sahip olması ve işin görülmesi için gerekli olan bilgiyi sahip olması kazaların önlenmesi bakımından önem taşımaktadır. Bilgisizlik, işçide cehaletten doğan bir cesarete yol açmaktadır. Bu durum ise tedbirsiz davranışların asıl nedeni olmaktadır [21].

Tecrübe: İş deneyimi arttıkça iş kazası oranı azalmaktadır. Bunun nedeni tecrübe arttıkça çalışanların hangi noktalara daha fazla dikkat etmeleri gerektiğini bilmeleri ve daha doğru karar alabilmeleridir.

Medeni hal: Medeni hal ve iş kazaları arasındaki ilişkiyi incelemek üzere yapılan araştırmalara göre, evlenmiş olan işçilerin bekar işçilere oranla daha az iş kazası geçirmektedirler. Bunun sebebi de evli olanların bekarlara göre daha dikkatli olmaları ve ev geçindirdikleri için daha fazla sorumluluk sahibi olmalarıdır. Buna rağmen, bazı mutsuz evlilikler manevi olumsuzluk baskılar yaratabileceği için iş kazaları artabilmektedir. Ayrıca çocuk sayısının çok fazla olması ile birlikte maddi sıkıntılar da arttığı için dikkat azalmakta bu da iş kazasının meydana gelmesine zemin oluşturmaktadır [22].

Fizyolojik nitelikler:

İş kazalarına neden olan fizyolojik nitelikler olarak yorgunluk, monotonluk, fiziksel yetersizlik ve uykusuzluk incelenecektir. Bütün bu nitelikler kaza belirleyicisi oldukları kesin olarak saptanmamış olsa dahi, bunların varlığı halinde bireylerin daha fazla iş kazası geçirdikleri kesinleşmiştir.

Yorgunluk: Yorgunluk, belli bir işi ya da işlemi yapan bireyin, fizyolojik nedenlerle söz konusu olan işi daha fazla devam ettiremeyeceği bir psikoz-somatik tükenme aşamasına gelmesidir. Yorgunluk bazen ölçülebilir ve görünür düzeyde oluşur. Yorulan insanın iş gücü ve verimliliği düşer. Yorgunluk belirtilerinin ortaya çıkması için insanın çok ağır işler yapması da gerekmez. Bazen insan kendisini yorgun hisseder ve bir tür isteksizlik ve bezginlik şeklinde belirtiler gösterir [19].

Monotonluk, rotasyon, iş genişletme, iş zenginleştirme: Gelişen teknoloji, iş ortamına otomatik makine ve teçhizatları kazandırmıştır. Ancak bu durumun bütün olumlu yanları ile birlikte işlerin sürekli aynı şekilde yapılması, çalışmada monotonluğa sebep olmaktadır. Bazı araştırma sonuçlarına göre monotonluk, mutsuzluğa, iş tatminsizliğine, bıkkınlığa yol açmaktadır. Bu durumda da dikkatin azalmasına, tehlikeli davranışlarda bulunmaya, dolayısıyla iş kazasına neden olmaktadır. Monotonluğun bu tür olumsuz etkilerini ortadan

kaldırmak için, yeterli eğitim programları, transfer, terfi ve buna benzer motivasyon artırıcı faaliyetlerin uygulanması gerekir.

Monotonluğu azaltmak için iş görenler arasında rotasyon yöntemi uygulanabilir. Monotonluğu azaltarak iş görenlerin işlerinden sağladıkları doyumunu arttırmaya yönelik bir uygulama olan rotasyon, iş görenlerin kendi aralarında periyodik olarak işlerini değiştirmeleri anlamına gelir. Sürekli olarak aynı işi yapmaktan doğan monotonluğu gidererek işte doyumunu yüksekten ve iş görenlerin yeni hüner geliştirmelerine olanak tanıyan bir yaklaşımdır.

Monotonluğun olumsuz etkilerini azaltmanın diğer yöntemi “ İş Genişletme”dir. İş genişletme işin yatay genişletilmesi anlamına gelir; yani belli bir iş, diğer benzer görevlerin de eklenmesiyle daha cazip hale getirilir. İş genişletme uygulaması iş görene değişik görevler verilerek bir ürünün tamamını üretmesini sağlayabilen bir yaklaşımdır. Böylelikle iş görenlerin ürün ya da hizmete olan somut katkılarını görebilmeleri ve başarı duygusunu tatmaları mümkün olmaktadır.

Monotonluğun azaltılmasında diğer bir yöntem de “İş Zenginleştirme” dir. Dikey genişletme anlamına gelen iş zenginleştirme, iş görenlere yaptıkları işi anlamlı göstermeye yönelik olarak tasarlanmış bir uygulamadır. Burada, iş görene yaptığı işi planlama, organize etme, koordine etme ve denetleme fonksiyonlarına ilişkin yönetsel güçler verilmesi söz konusudur. Böylelikle, iş görenlerin sorumluluk düzeyleri, dolayısıyla üretim sürecindeki etkileri arttırılmış olur; başka bir deyişle iş zenginleştirme, iş görenlere sadece daha fazla iş vermek değil; onlara aynı zamanda daha fazla bağımsızlık ve sorumluluk vermektir [23].

Fazla mesai, gece çalışmaları ve uykusuzluk: Günümüzde ekonomik ve teknolojik gelişmeler, çalışma sürelerine ilişkin alışılmış kavramların değişmesine yol açmıştır. Pek çok ülkede çalışma saatleri yasalar ve toplu

sözleşme uygulamaları ile düzenlenmektedir. İşçiler fazla çalışma sorununa, ekonomik bir kazanç olarak baktıkları için, bu tür çalışmayı kolayca kabul etmektedirler. Oysa uzun dönemde, fazla çalışma hem üretimin nitelik ve niceliğini azaltmakta, hem de kazalara sebebiyet vermektedir.

Uykusuzluk tıpkı yorgunluk ve monotonluk gibi çalışanın konsantrasyonunun bozulmasına, dikkatin dağılmasına ve zamanında tepki verememesine yol açmaktadır. İşe uykusuz gelen bir kişi bütün gün sinirli, hırçın ve baskı altında işini yapmaktadır. Bu durumda çevresini de negatif etkileyerek ortamın gerginleşmesine ve diğer çalışma arkadaşlarının da kaza yapma olasılığını artırmaktadır.

Gece çalışmalarında iş kazasının daha sık meydana geldiği istatistikler ile saptanmıştır. Buna neden olarak da kişinin normal olarak uyuması gereken saatte çalışması biyolojik dengesini bozmaktadır. Gece vardiyası olarak bilinen gece çalışmalarında, insan bedeninin biyolojik ritmi zorlanır ve zorunlu olarak bir takım değişiklikler geçirir [19].

Fiziksel yetersizlik ve iş gören-iş uyumu: Fiziksel yetersizlik, işçinin fiziki açıdan yaptığı işe ve çalıştığı ortama uygun olmamasını ifade etmektedir. Fazla güç gerektiren bir işe, gücü yetersiz olan birinin yerleştirilmesi halinde bu kişinin kısa sürede yorulmasına neden olur. Aynı şekilde kısa boylu bir işçinin yapabileceği işi uzun boylu birinin yapması, iş sırasında uygunsuz duruş ve davranış biçimi ortaya çıkardığından, çalışan daha kısa sürede yorulacağından, kaza yapma ihtimali artacaktır.

Yapılan çalışmalarda, iş görenlerin işe uyumları ile kaza yapma oranları arasında önemli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. İş görenin işe uyumu, işin gerektirdiği zihinsel ve bedensel yeteneklere sahip olması ve işe ilişkin bazı kişilik değerlerini taşıması ile mümkün olmaktadır. İş görenin yetenek düzeyinin altında bir işte çalışması, iş doyumsuzluğu, bıkkınlık, sıkıntı hissetmesine, dolayısıyla dikkatsiz davranmasına ve iş kazası yapmasına yol

açmaktadır. Buna karşılık bireyin yeteneklerini aşırı zorlayıcı bir işte çalışması, düşük iş başarısına, çabuk yorulmasına, moral bozukluğuna neden olarak iş kazası yapma olasılığını arttırmaktadır [24].

İş gören-makine uyumu: İş görenin fiziksel özelliklerinin çalıştığı makinenin özelliklerine uymaması sonucu tehlikeli şekilde eğilmesi, kalkması, uzanması gibi zaman içinde onu yorarak dikkatini kaybettirecek faaliyetlerde bulunması kazalara yol açabilmektedir. Birlikte değerlendirildiğinde insanın fizyolojik özellikleri, psikolojik nedenlere bağlı tutum ve davranışları ile en önemlisi eğitim yetersizliği insan-makine ilişkisinde uyum bozan ve iş kazalarına yol açan faktörlerdir [25].

Beslenme bozukluğu, alkol ve sigara tutkunluğu: İnsanların yaptıkları işlere göre, günlük enerji gereksinimleri farklıdır. Ağır işlerde çalışan insanların, enerji gereksiniminin karşılanması, onların teorik olarak saptanarak öngörülen dinlenme aralarında dahi dinlenmeyecek kadar yorulmasına, bu durum da, dolaylı olarak yorgunluktan kaynaklanan kazalara sebebiyet vermektedir. Çalışanların enerji gereksinimlerinden daha fazla gıda almaları ise, kilo almalarına ve genel verim düşüklüğünün ortaya çıkmasına sebep olur [21].

İşçilerde aşırı alkol kullanımıyla hareketlilik azalmakta, düşünme gücü yitirmekte ve kişinin sosyal yaşamı bozulmakta ve işçi kötü şekilde etkilenmektedir. Yapılan araştırmalar alkol etkisiyle birçok becerili ve deneyimli işgücünün kaybedildiğini tespit etmiştir [24].

Sigara, herhangi bir ilaç gibi merkezi sinir sisteminde yaptığı etki sonucu, vücudu periyodik olarak kullanmaya zorlamaktadır. İşçide bağımlılık oluşturmakta, iş sırasında istek uyandırarak işe bağımlılığı zedelemektedir. İşçi üzerinde dalgınlık ve stres meydana getirerek kazaya sebebiyet verebilmektedir.

Psikolojik nitelikler: İş kazalarının ortaya çıkmasında etkili olan belli başlı psikolojik nitelikler olarak zeka, duygusallık, kaza eğilimi, iş tatmini ve motivasyon, gerilim (stres) incelenecektir.

Zeka (Zihinsel yetenek): Zihinsel yetenek (zeka) ile iş kazası arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre işine daha kolay uyum sağlayan, karşısına çıkan kritik durumlarda hemen ve doğru karar alabilen çalışanların daha az iş kazası geçirmektedir. Mevcut iş için gerekli zeka düzeyine sahip olmayan çalışanlar genellikle hatalı kararlar vermekte ve iş ortamında güvenli olmayan durumlar oluşturup, kazalara neden olmaktadır. Çalışma ortamında kullanılan makine ve teçhizatın hızla gelişmesi, zihinsel yeteneğin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu nedenle zihinsel kapasitesi düşük olan çalışanlar tehlikeli davranışlarda bulunarak, daha sık kaza geçirdikleri artık doğrulanmıştır.

Goodwill Endüstri'de yapılan bir çalışma IQ düzeyi 70' den küçük olan çalışanlar ve 70'e eşit ve yüksek olan çalışanlarla bir eğitim çalışması yapılmıştır. İş güvenliği tehlikeli durumlar ve alınacak önlemlerin anlatıldığı eğitim sonunda IQ < 70 olan çalışanların, IQ = 70 olan çalışanlara göre öğrenme düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu durum IQ < 70 olan çalışanların özel bir eğitime ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Dolayısıyla böyle kimselerin kazaya yatkınlıkları daha yüksektir[26].

Duygusallık: İş kazaları ile ilişkili iki temel duygusal etken söz konusu edilebilir. Birisi duygusal olgunluk, diğeri de kazanın olduğu andaki duygusal zamandır. Bunlar arasında işçilerin hatalı davranış, ani heyecan, sinirlilik ve korku, üzüntü ve depresyon halleri bulunmaktadır. Bu dört hal, duygusal niteliklerden kaynaklanmakta, tam anlamıyla duygusal koşullar iş kazalarında önemli yer tutmaktadır [27].

İş kazaları ile duygusallık arasındaki ilişki araştırıldığında, duygusal uyumsuzluğun kaynaklarının çok farklı olduğu görülmüştür. Ast ile üst arasındaki yetersiz ilişkiler, makinelerden sakınma, iş hakkındaki

güvensizlikler duygusal bozukluğa yol açarak, kazalara neden olabilir. Duygusal sıkıntılar evden, aileden veya maddi koşullardan kaynaklanabilir. Örneğin evliliğinde sorunlar olan bireyin depresyona girmesi; maddi sıkıntıları olan kişinin endişeli olması gibi haller, kazaların artmasına neden olabilir [28].

Kaza yapma eğilimi (kazaya yatkınlık): İş ortamında sürekli olarak sağa sola takılan ve bir şeyler düşüren kişiler vardır, bunlar ne yaparlarsa yapsınlar hata yapmaktan kurtulamazlar. Bütün bu incelemeler araştırmacıları bir bireyi “kaza eğilimli” yapan ve doğuştan olan fiziksel ve psikolojik özellikleri belirlemeye yöneltmiştir. Bazı araştırmacılar ise uzun incelenmeler sonucunda kaza eğilimli olan kişilerin özelliklerini belirlemişlerdir: Geleceğe ait planları yoktur, heyecan ve maceraya düşkündürler, kolay isyan ederler, sıkı kuralları sevmezler ve çalışma ortamındaki güvenlik kurallarını önemsemezler[29].

İş tatmini ve motivasyon: Uzun süren araştırmalar iş tatmini ile kazalar arasında negatif yönlü bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır. İşinden memnuniyetsizlik duyan ve motivasyonu düşük olan çalışanların işe, ortama ve arkadaşlarına uyum sağlamaları çok zordur. İş tatmini olmayan çalışanlar işlerine gerekli önemi vermezler, güvenlik kurallarını dikkate almazlar ve çalışma arkadaşları ve amirleri ile iyi ilişki kuramazlar. Bütün bu olumsuz haller dikkatlerinin azalmasına, dolayısıyla kaza yapma ihtimalinin artmasına neden olmaktadır [20].

İş görenler çalışacakları işyerinin belirli özellikleri yanı sıra sosyal ve teknik yapısına ilişkin bazı beklentiler içerisindedir. İş gören işi ile uyum sağlayabildiği ve beklentilerini bulduğu oranda işletmeye yararlı olacak ve işinden tatmin olacaktır. Tersine bir durum iş görende tatminsizlik ve moral bozukluğuna yol açacak, bu durumda olan iş gören işinde dikkatsiz davranacak ve iş kazasına açık bir hale gelecektir [25].

Gerilim (stres): Stres ile iş kazaları arasındaki ilişkiyi açıklamak için yapılan araştırma sonuçlarına göre, iş kazalarının nedenlerinden biri olan gerilim faktörünün çok yaygın olduğu görülmüştür. Ayrıca iş ortamındaki stres, bireyin konsantrasyonunu bozduğu, dikkatini dağıttığı, reflekslerini yavaşlattığı ve fiziksel koordinasyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır [20].

Duyum ve algı: Duyum, duyu organlarının getirmiş olduğu henüz işlenmemiş bilgidir. Algı, gelen bilgileri işleyerek belirli bir yapı ve organizasyona sokma işlemine verilen addır. Duyudan farklı olarak algı anında beyin, bireyin içinde bulunduğu durumdan beklentilerini, geçmiş yaşantılarını, diğer duyu organlarından gelen başka duyuları, toplumsal ve kültürel etkenleri hesaba katar. Gelen duyuları seçme, bazılarını ihmal etme, bazılarını kuvvetlendirme arada olan boşlukları doldurma ve beklentilere göre anlam verme bu aşamada yapılır [30].

İş ortamlarında iş görenler sürekli bir algılama süreci içindedirler. İş makinelerindeki göstergelerden gelen bilgiler, iş görenlerin devamlı iletişimleri, yöneticilerin emirleri, devamlı algılanır. Yanlış algılamalar veya algı yanılgıları çeşitli kazalara yol açabilir. İş ortamının fiziksel yönü algı hatalarında önemli yer tutar[31].

İş kazalarının meydana gelmesinde etkili olan teknik nedenler

İş kazası ile ilgili yapılan birçok araştırma, kazalara teknik faktörlerden daha çok insan faktörünün neden olduğu ortaya çıkarmıştır. Özellikle makine ve teçhizatın arızası sonucu meydana gelen kazalar, çalışan hatalarından oluşan kazalardan daha az olduğu görülmüştür. Ancak beşeri faktörün açtığı kazalarda bile modern teknoloji rol oynamaktadır [32].

Makinelere bağlı kaza nedenleri

Konu ile ilgili yapılan birçok istatistiksel çalışmalar sonucu, makinelere kaynaklanan kaza sayısının önemli bir paya sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla makinelere bağlı kaza nedenlerini řu şekilde sıralamak mümkündür [33].

-Her makinenin bir çalışma düzeni vardır. Bu düzenin bozulması halinde kaza meydana gelmektedir.

-Makine teknik bir üründür ve temelinde arıza ihtimali her zaman vardır. Makinenin üretim özellikleri o üretim alanı için yanlış veya yetersiz olması halinde, teknik arızaya ve buna bağlı olarak da kazaya neden olabilir.

-Makinenin ne şekilde ve hangi maddeden yapılırsa yapılsın, parçalarının eskime, kırılma veya patlama ihtimali vardır. Dolayısıyla kullanılan makine ve teçhizatın, periyodik olarak fiziki ve teknik bakım ve tamiri yapılması gerekir.

-Teknoloji hızla gelişmektedir. Bu nedenle makinenin imal edildiği tarihteki teknoloji, kazaya yol açmayacak niteliklerin makineye kazandırılmasında yetersiz olabilir.

-Makine imal edilirken ergonomi de dikkate alınmalıdır. Makineyi çalıştıracak insanın ve çevrenin özelliklerinin esas alınmaması durumunda kaza yapma ihtimali artmaktadır.

-Makinenin kazayı önleyici koruyucu mekanizmaların hiç yapılmaması veya eksik yapılması durumunda, güvenli olmayan koşullar yaratığı için kaza geçirme olasılığı artmaktadır.

Çevre koşullarına bağlı kaza nedenleri

İş kazalarının meydana gelmesinde etkili olan bir diğer etken de çalışma ortamının işçi sağlığı ve iş güvenliği şartlarına uygun olmamasıdır. Bu durumda çalışanı fiziksel, biyolojik ve psikolojik açıdan olumsuz etkileyen çevre faktörleri, çalışma hızı ve kapasitesinin azalmasına dolayısıyla iş kazalarının meydana gelmesinde etkili olmaktadır. Bu noktada çalışma şartlarını optimum düzeyde tutmak ve çalışana sağlıklı ve güvenli bir iş ortamı oluşturmak, hem bireysel hem de organizasyonel hedefler ulaşmada büyük fayda sağlamaktadır.

Gürültü: Gürültü esas olarak istenmeyen sesler olarak tanımlanır. Buna göre işyerlerinde, makine parçalarının ve düşen cisimlerin meydana getirdiği titreşim dalgaları sesleri oluşturur. Ses dalgalarının karışımına göre oluşan ve yayılan ses basıncı, insan kulağında frekans ve şiddetine bağlı olarak bir ses algılamasına neden olurlar. Ses basıncının iş görenleri kısa ve uzun dönemde olumsuz etkilediği bilinmektedir.

Sürekli gürültülü ortamda çalışan iş görenler, normal sesli çevreden izole edilir. Dolayısıyla böyle bir ortamda neler konuşulduğu duyulmaz. İş makinelerinin gönderdiği sinyaller maskelenerek iş görenin iş ve işlemlerde başlama ve bitiş zamanlarının geciktirilmesine neden olur. Bundan başka gürültü, bireyin içsel konuşmalar yoluyla sağladığı düşünme sürecini etkiler, dikkatini başka alanlara kaydırmasına neden olur. Bu durum işlem hataları ve iş kazalarına neden olabilir. Gürültünün iş görenin dikkatini başka yöne çevirmesi ve maskeleyen etkisinden başka, dolaylı bir etkisi vardır. Özellikle vardiya düzeni ile çalışan iş görenler, değişik zamanlarda uyumak zorunda olduklarından, çevreden gelen sürekli ya da kesikli gürültü, uyku kalitesinin bozulmasına neden olur [31].

Aydınlatma: İş yerlerindeki uygun bir aydınlatma, sadece çalışan üzerinde olumlu bir psikolojik bir tesirin oluşturulması, verimin düşmemesi için değil; iş

kazalarının önlenmesi bakımından da çok gereklidir. Aydınlatma yetersizliğinde görme fonksiyonu üzerine aşırı yüklenilmesi nedeniyle kısa bir süre sonra yorgunluk belirtileri, göz bozuklukları ve baş ağrıları meydana gelir.

Belli bir iş için aydınlatma düzeyi, işi yapan bireye ve işin özelliğine bağlı olarak değişir. Kesinlik gerektiren, ayrıntılarla uğraşılan işlerde aydınlatmanın önemi büyüktür. Bu farklılıklar nedeniyle, bir tesisin tüm alanlarının standart düzeylerde aydınlatılması gerekli değildir. Belli bir işi yapan ortalama bir kişi için gerekli minimum aydınlatma düzeyinin belirlenmesi ve gerektiğinde bu düzeyin bireysel tercihler doğrultusunda değiştirilmesi yoluna gidilebilir. Önerilen düzeylerden az aydınlatma yorgunluk veya hataya yol açar, öte yandan önerilen düzeylerden fazla aydınlatmanın hatayı azaltmadığı da bir gerçektir [23].

Isı: İnsanlar her ne kadar çeşitli ısı düzeylerinde çalışıyor olsalar da, belli düzeylerin altına inen veya üzerine çıkan sıcaklıklarda çalışanların başarısının olumsuz etkilendiği görülmektedir. Bu olumsuzluk, fiziki güç harcanarak yerine getirilen işlerde yorgunluk, zihinsel güç harcanarak yerine getirilen işlerde ise hata oranlarının yükselmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Çalışma ortamında arzulanan sıcaklık düzeyinin tüm işler için farklı olması tek bir uygun düzeyin belirlenmesini engellemektedir. Örneğin, işi çok dikkat ve konsantrasyon gerektiren bir saat tamircisinin ağır bir preste çalışan iş görene kıyasla daha sıcak bir atmosfer arzulaması, hava akımından hoşlanmaması doğaldır [23].

Isısı düşük bir ortamda çalışmakta olan kişilerde, uyku hali, organlarda hissizlik, donma tehlikesi ve telaş meydana gelebilir. Yine bu gibi hallerde insan kusurlu davranışlarda bulunup iş kazası yapabilir.

Nem: Nem havadaki su buharı oranı ile ifade edilen bir kavramdır. Çalışılan ortamda havada belli bir miktarda nem bulunur. Nem oranının aşırı düzeyde

bulunması insanlar açısından tehlike unsuru oluşturacak bir etmendir. Normal ortam ısı koşullarında, aşırı olmadığı müddetçe, havanın nemlilik derecesinin önemli etkisi yoktur. İnsan sağlığı açısından bağıl nemin önemi büyüktür. Bir işyerinin bağıl nemi değerlendirilirken sıcaklık, hava akım hızı gibi diğer termal konfor şartlarının da göz önünde bulundurulması gerekir. Ancak genel olarak herhangi bir işyerinde bağıl nem %30 - %80 sınırlarını aşmamalıdır. Çevrenin sıcaklığı yükseldikçe bağıl nem düşürülmelidir ya da çevre sıcaklığı düştükçe bağıl nem yükseltilmelidir.

Yüksek düzeyde nem kapalı bir ortamda çalışanların solunum organlarında dolgunluk duygusu oluşturur ve ortam sıcaklığının yükselmesiyle ter buharlaşması azalarak yapışkanlık hissedilir. Yine nem oranının az olduğu çok kuru havada da solunum organları kurur ve insana rahatsızlık verir [19].

Tozlar: Toz faktörünün de kaza sıklığı üzerinde etkili olduğu uzun süren araştırmalardan sonra ortaya çıkmıştır. Tozların en büyük etkisi solunum sistemi üzerindedir. Havada asılı olan tozlar her solumada, burun ve ağızdan girerek akciğerlere ulaşır. MPM (Milli Prodüktivite Merkezi) tarafından yapılan bir araştırmada, tozun çalışanların göz, burun ve kulak deliklerini kapadığı, görüşü, nefes almayı ve duymayı engelleyerek iş kazalarına yol açtığı görülmüştür.

Oksijen stresi: Atmosferin hacimsel ve oransal değişimleri çalışanların biyolojik ihtiyaçları üzerinde tekili olur. Fiziksel olarak belirli bir hacimdeki havayı oluşturan gazların kısmi basınçları vardır. Bunlardan hayati önemde olan oksijen normal şartlarda havanın % 21' ini oluşturur. Bir başka deyişle oksijenin kısmi basıncı 0,21 atm' dir. Solunan havada oksijenin kısmi basıncı 1 atm değerine eriştiğinde performans üzerinde zararlı sonuçlar doğurmaktadır. 2 atm olduğu durumlarda uyumsuzluk baş göstermektedir. Aşırı miktarda oksijende, beyin üzerinde kızgınlık veren bir etki yapmaktadır. Oksijen zehirlenmesine maruz kalmamak için atmosferdeki oksijenin kısmi basıncı 0,6 atm veya normalin 3 katı üzerine çıkmamalıdır. [34].

Basınç: Basınç, basit tanımıyla birim alana uygulanan kuvvettir. Katı cisimler, üzerine kondukları yüzeylere, sıvılar içinde buldukları kabın dibine ve yanlarına, gazlar ise içinde kapalı oldukları kabın her yönüne doğru basınç yaparlar. Normal hava basıncı (atmosfer basıncı) ise yeryüzünü çevreleyen hava tabakasının basıncıdır. Sanayi uygulamalarında yaygın olarak kullanılan karşılaştırma basıncı olan normal hava basıncı 760 mm civa basıncına, yani 1013 milibara eşittir. Bu değer 1 kg. ağırlığındaki bir cismin 1 cm² lik bir yüzeye uyguladığı basınca eşittir [27].

Atmosfer basıncından daha yüksek yada daha düşük basınçlı yerlerde çalışan işçilerde kalp, dolaşım, solunum rahatsızlıkları görülebilir. Hava ulaşımında, yeraltı madenciliğinde, sualtı inşaatlarında çalışanlarda, denizaltı çalışanlarında vb. dekompresyon hastalığı görülebilir.

Titreşim: Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin potansiyel dönüşmesi olayına titreşim (vibrasyon) denir. Titreşimin özelliğini frekans ve şiddeti belirler. Endüstride kullanılan, makine ve araç-gereçler genellikle titreşim yayarlar. İnsan vücuduna belirgin etkisi olan titreşimin frekansı 1 Hz. ile 100 Hz. arasındadır. Vücudun mekanik titreşime verdiği tepki karmaşık bir olay olup çok iyi bilinmemektedir. Buna rağmen uzun süre titreşim yapan cihazları kullanan iş görenler de, davranış bozukluğu ve görme kusurları ile başlayan rahatsızlıklar, daha çok el, bilek ve omuzlarda etkili olur. İleri devrelerde dolaşım sistemi fonksiyonlarında bozulma olur. Ellerde rengin solması gibi dolaşım ve beslenme bozuklukları neticesi kalıcı vibrasyon hastalığı oluşur [35].

Ergonomik çalışma koşulları

Çalışma ortamındaki fiziksel koşulların yanı sıra çalışma şekilleri de bir o kadar önemlidir. Çalışma ortamının elverişli olmasının yanı sıra çalışma süreleri, dinlenme süreleri gibi benzeri unsurlar çalışan güvenliği için önemlidir.

Çalışma süresi: İnsan fizyolojisine en uygun çalışma süresi 7,5 saattir. Günlük ve haftalık çalışma süresini azaltmak verimliliğin artmasına neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar 7,5 saatlik çalışma süresinin aşılması halinde, üretkenliğin düştüğü, devamsızlık ve iş kazalarının arttığını göstermiştir.

Dinlenme süresi: İnsan vücudunun çalışması, dönüşümlü olarak enerji tüketmesi ve enerji sağlamasıdır; başka bir deyişle çalışması ve dinlenmesi aşamalarından oluşur. Yapılan bazı araştırmalara göre, çalışma süresi içinde dinlenme aralıklarının bulunması, hem ergonomik, hem de psikolojik açıdan büyük yarar sağlamaktadır. Çalışma süresinin en az %15' i kadar dinlenme süresi olması gereklidir.

Vardiya sistemi: Teknik ve ekonomik sebeplerle sürekli olarak yapılması gereken işlerde, vardiya sistemi uygulanır. Bu sistemde, çalışma süreleri 24 saat içinde yayılır ve çalışma saatleri periyodik olarak değiştirilir. Yapılan araştırmalar geceleri meydana gelen iş kazalarının daha ağır olduğunu göstermiştir. Bu durum özellikle metalürji, kimya ve ulaştırma işlerinde saptanmıştır. Gece çalışmalarında işçinin dikkati daha kolay dağıldığı ve daha çabuk yorulduğu için daha sık ve ağır iş kazası meydana gelmektedir.

2.4. İş Kazalarının Etkileri ve Yol Açtıkları Kayıplar

İş kazalarının etkilerinin yeterince bilinmesi durumunda bu kazaların önlenmesine yönelik çabaların artacağı düşünülmektedir. Mevcut kanunlar işverenin maddi zararına neden olan işçiye; kanun, yönetmelik ve tüzüklerde konulmuş kurallara uyulmaması durumunda işverene, gerekli tedbirleri zamanında almayan kamu görevlilerine cezalar getirmektedir.

Türkiye'nin taraf olduğu ILO sözleşmelerinin tamamı iş sağlığı ve güvenliğini düzenlemektedir. Avrupa Birliği uyum sürecinde güncelleştirilen mevzuat bir taraftan devletin düzenleyici, politika geliştirici ve denetleyici mekanizmalar

kurmasını düzenlerken, diğer taraftan işletme ve kurumlara teşvik edici ve zorlayıcı düzenlemeler getirmektedir.

İş kazalarının etkilerini, kazaya uğrayan işçi, kazanın oluşmasına neden olan veya katkısı bulunan sorumlu personel, diğer çalışanlar, işletme/kurum ve ulusal ekonomi üzerindeki etkileri açısından ayrı ayrı değerlendirmek gerekmektedir.

2.4.1. Kazaya uğrayan işçi açısından kayıplar

İş kazalarının sonuçlarından en önemlisi çalışan insanın yaşamını yitirmesidir. İnsan yaşamının değerini ölçmek ve maliyetini değerlendirmek mümkün değildir. İş kazası sonucu yaşamını yitiren işçinin ailesi maddi ve manevi yıkıma uğramaktadır. İş kazasına uğrayan işçi yaşamını yitirmese bile beden ve ruh sağlığında önemli kayıplar oluşabilmektedir.

İş kazası sonucu çalışamayacak durumda sakat kalan veya çalışma gücü azalan işçi için diğer sorun ise işsizliktir. İş kazasına uğrayan işçi eğer sosyal güvenlik kapsamında ise geçici ya da sürekli iş göremezlik ödeneği almaya hak kazanmaktadır. Ancak, işçi sürekli iş göremez duruma düştüğünde gelir yaratma yeteneği azalmakta, rehabilitasyon sonrası daha düşük gelir getiren bir işte çalışmak zorunda kalmaktadır.

Avrupa Birliği İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansının yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre iş kazasına uğrayan işçilerin yaklaşık %5' i ya işini değiştirmekte, ya da iş yerindeki çalışma pozisyonunu değiştirmek durumunda kalmakta veya çalışma süresinde azaltmaya gitmektedir. Kazaya uğrayanların %0,2' si ise çalışma yaşamını tamamen bırakmak zorunda kalmaktadır [36].

2.4.2. Sorumlu kişiler açısından kayıplar

Kazada sorumluluğu bulunan kişiler, dikkatsizlik veya tedbirsizlik nedeni ile istemeden kazanın oluşumuna katkıda bulunan diğer işçiler ile işletmede yeterli bir iş sağlığı ve güvenliği ortamı oluşturamayan yöneticilerdir. Bu kişilerin sorumluluğu, kazanın oluşumundaki katkıları ile kaza sonucunda meydana gelen ölüm/yaralanmanın derecesi, iş yerindeki tesis, makine, teçhizat ve malzemede oluşan hasarın derecesine göre değişmektedir.

Oluşan kaza sonrasında işçiye ödenen tazminatlar öncelikle işyerine, iş yeri tarafından ise sorumlu durumundaki yönetici personele ödettirilebilmektedir.

2.4.3. Çalışanlar açısından kayıplar

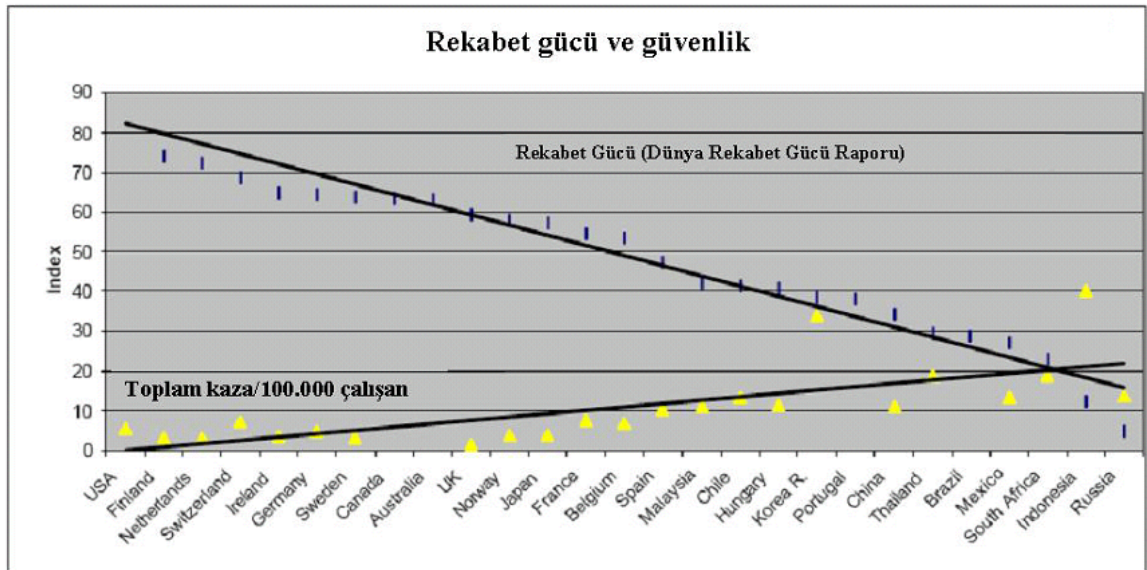
Bir işletmede sık sık kaza meydana geliyor, alınan tedbirler potansiyel tehlikeyi azaltmıyor veya çalışanlarda bu yönde bir kanaat oluşturulamıyor ise bu işlemede bir emniyet kültürünün oluşmadığı kabul edilmektedir. İş yerinde tüm kazalara açık olduklarını ve yönetim tarafından değerli görülmediklerini düşünen çalışanlar doğrudan veya dolaylı olarak iş yavaşlatabilmektedir. Meydana gelen kazada kendisine atfedilebilecek bir kusur olduğunu düşünen diğer çalışanların ve yöneticilerin işe konsantrasyonları azalabilmektedir.

2.4.4. İşletme açısından kayıplar

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili düzenlemeler 4857 sayılı İş Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkarılmış yürürlükteki yönetmeliklere uygun olmak durumundadır. İşletmeler yeterli bir iş güvenliği yönetimi sağlamakla yükümlüdürler. Sorumlu kişiler ve işletme hakkında Türk Ceza Kanununun (TCK) Toplum Karşı Suçlar kısmının Genel Tehlike Yaratan Suçlar bölümünde cezai yaptırımlar öngörülmüştür [37].

İş Kanunda, kamu kurumlarında alınacak iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinde istisnalara gidilmesi ve düzenlemelerin iç yönetmeliklerle yapılmasını yeterli görülmesi eleştirilmektedir [38].

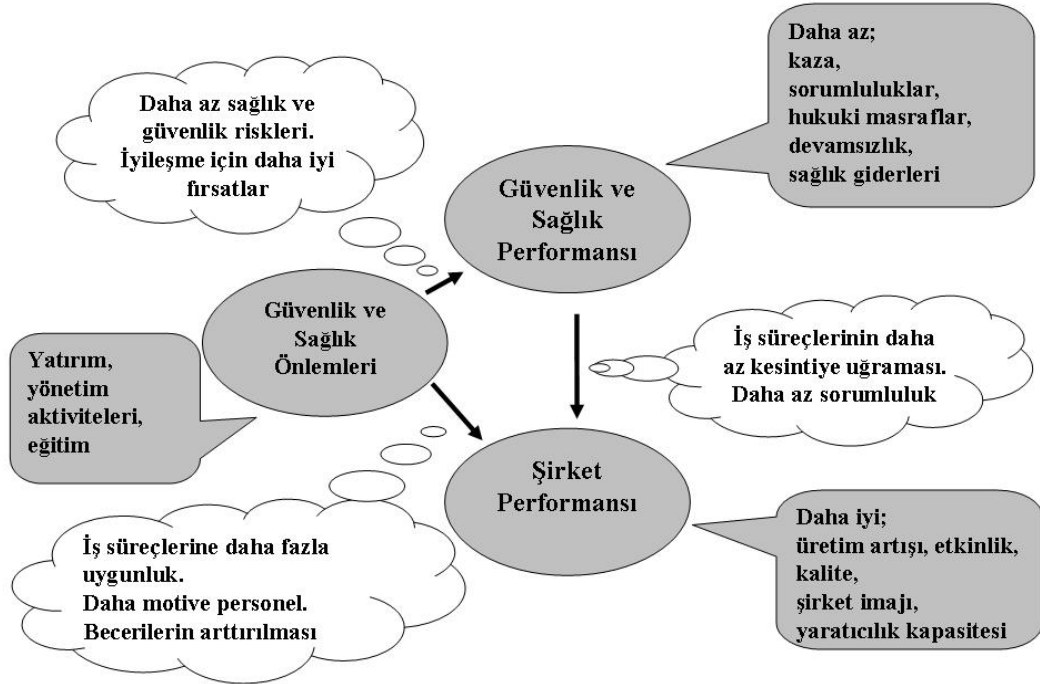
Tüm işletme ve kurumlar kanunun gerektirdiği tüm tedbirleri zamanında, eksiksiz ve etkili olarak almak zorundadır. İş kazaları neden oldukları acı ve ızdırapların, hukuksal endişelerin yanı sıra makine, malzeme, ürün kayıplarına da neden olmakta ve verimliliği düşürmektedir. Uluslararası kuruluşlarca yapılan araştırmalar iş güvenliği ile iş gücü verimliliği arasında karşılıklı etkileşim olduğunu, sağlıklı ve güvenli işyerlerinde verimliliğin arttığını ortaya koymuştur. İş kazalarının önlenerek iş güvenliğinin sağlanması, ikinci ya da yan etki olarak işyerinde verimlilik ve üretim artışına da yol açmaktadır [39].



Şekil 2.3. Rekabet gücü ile iş güvenliği arasındaki ilişki

İş kazaları, işin akışını durdurarak üretimin kesintiye uğramasına, maliyetlerin artmasına ve rekabet gücünün azalmasına neden olmaktadır. ILO araştırmalarında üretimde kullanılan makine ve tezgahlarda koruma sistemlerinin geliştirilerek iş güvenliğinin sağlanması sonucu önemli ölçüde üretim artışı sağlandığı saptanmıştır.

İşletme ve kurumların güvenlik ve sağlık performansları sadece çalışanların değil, birçok kişi/kurum ve çevreyi de etkilemektedir [40]. Bu konuda yapılan bir çalışmada iş kazaları ve iş kazalarını önlemeye yönelik çabaların etkilediği/etkilendiği sahalara Şekil 2.8’de görülmektedir.



Şekil 2.4. Güvenlik ve sağlık performansının ekonomik sonuçları

İş kazaları; verimlilik ve üretim etkinliği üzerindeki kayıpların yanısıra makine, araç, gereç ile hammadde, malzeme ve ürün kayıplarına, en önemlisi ise iş gücü kayıplarına neden olmaktadır. İş kazaları sonucu üretimin durması, gerekli yeniden düzenleme ve onarım çalışmaları da diğer kayıpları oluşturmaktadır. Ayrıca, iş kazalarının işçiler üzerindeki etkisi ile iş yavaşlamakta, yaralanan işçiye yardımcı olan işçiler ve gözlemci personel, olayı izleyen işçiler ve üst düzey yöneticilerinin zaman ve iş gücü kayıpları ortaya çıkmaktadır. İş kazaları sonucu işçilerin moral bozukluğu ve çekingenliği artmakta bu da üretimde niteliksel ve niceliksel düşmelere neden olmaktadır.

Ayrıca, iş kazasına uğrayan işçinin yerine yenisinin bulunup işe yerleştirilmesi, eğitilmesi ve gerekli niteliklerin kazandırılması işletmeye ek maliyetler yüklemektedir. İşletmelerde, iş kazası sonucu yukarıda özetlenen kayıplar nedeniyle doğrudan ve dolaylı maliyetler ortaya çıkmaktadır. İş kazalarının işletmeler üzerindeki doğrudan ve dolaylı maliyetlerini tespit etmek için çeşitli yöntem ve bilgisayar programları hazırlanmakta, tüm işletmeler oluşması mümkün kayıplarını azaltmaya çalışmaktadır.

İş yerlerinde meydana gelen kazalar; -doğrudan kayıpların yanı sıra- iş gücü kayıpları, üretim kayıpları, siparişlerin zamanında teslim edilememesinin getirdiği kayıplar ile üst makam ve hükümetçe yapılan soruşturmaların getirdiği dolaylı kayıplara da neden olmaktadır.

İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu, (HSE - Health and Safety Executive) önlenemez iş kazaları nedeniyle oluşan kayıpların maliyetini belirlemek ve firmaların karşılaştıkları kayıpların nedenlerini kontrol edebilmelerini amaçlayan bir "Maliyet Metodolojisi" geliştirmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için bu metodoloji "İş Kazası" tanımını çok geniş kapsamlı olarak ele almaktadır. İş kazası sonucu yaralanma, sakatlanma, ölüm veya kişinin işini yaparken hastalanması, binaya, tesise, ekipmanlara veya malzemelere yahut çevreye zarar vermesiyle ilgili kayıplar veya iş kaybı ile sonuçlanan herhangi planlanmamış olayların tümü iş kazası olarak değerlendirilmiştir [41].

HSE kaza maliyetlerinin gerçek maliyetlerini belirleyebilmek amacıyla çeşitli endüstri alanlarındaki firmalarda meydana gelmiş iş kazaları üzerinde çalışmalara başlamış ve beş ayrı iş kolundaki işletmelerde çalışma yürütmüştür. Yapılan çalışmalarda üzerinde çalışılan olayların tümü, yukarıda belirtilen kaza tanımına uygun olarak kayıplar belirlenen eşige göre kaydedilmiştir. Daha sonra, her kazanın maliyeti hesaplanmış ve kazaların nedenlerine göre kazayı önleme önlemleri ile kaza maliyeti arasında bağlantı olup olmadığı araştırılmıştır [41].

Beş ayrı iş kolunda yapılan bu araştırma yaklaşık 18 hafta içinde 3626 kaza incelenerek tamamlanmış, bu araştırmaya katılan firmaların hiç birinde araştırma süresince büyük boyutlarda kaza meydana gelmemiştir. Bunun yanı sıra iş kaybını arttıracak ölçüde sakatlanmalara, davalara ve özel tazminatlara maruz kalınmıştır. Çalışmalar sonucunda elde edilen kaza maliyetleri; bu işletmelerin toplam finanssal kaybının 87 507 İngiliz Sterlin'i ve bu kazalarda üretim durması nedeniyle oluşan iş kaybının 157 568 Sterlin olduğu, toplam kaybın 245 075 Sterlin'e yükseldiği tespit edilmiştir.

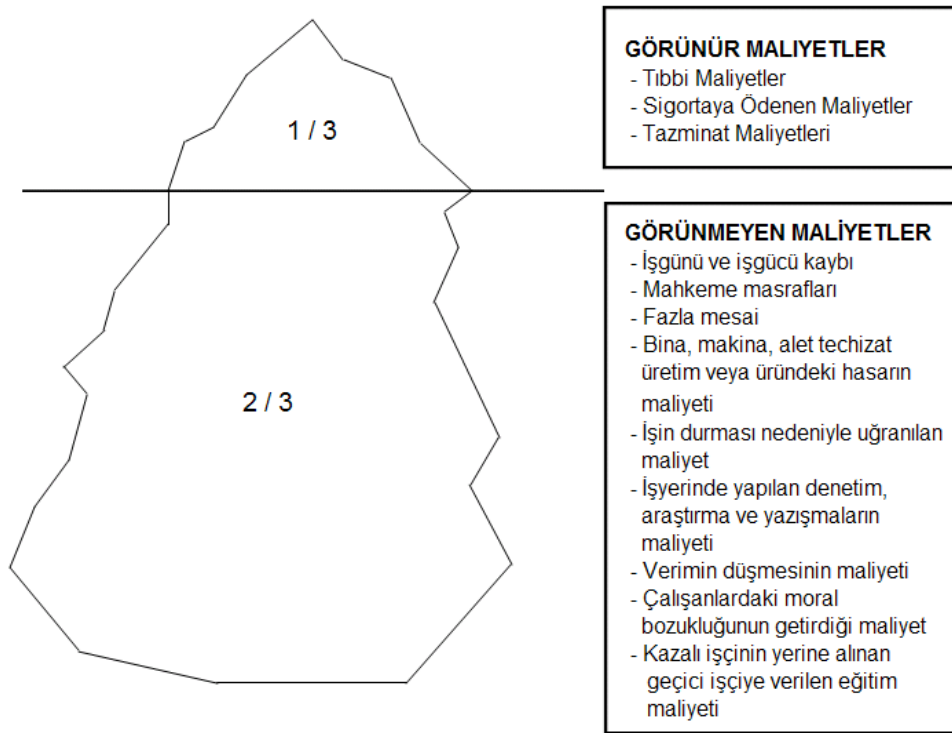
Bu ölçekteki kayıplar, projenin tüm süresi üzerine uyarlandığında;

- İnşaat yapan bir firmanın proje bedelinin % 8'ini,
- Mandıra işlerini yapan bir firmanın işletme maliyetinin %1.4'ünü,
- Nakliyat işini yapan bir firmanın karının % 37'sini,
- Petrol arama işini yapan bir firmanın potansiyel üretiminin % 14.1'ini,
- Sağlık hizmeti veren bir hastanenin yıllık işletme maliyetinin % 5'ini oluşturmaktadır.

HSE'nin bu araştırması, yukarıda da belirtildiği gibi beş ayrı iş kolunda faaliyet gösteren firmalarda yapılan etütlerden elde edilen bulguları tanımlamaktadır [41].

İş kazası sonucunda yaralanma ve hastalıktan dolayı ortaya çıkan maliyetler toplam maliyetin küçük bir parçasıdır. İş kazası sonucu meydana gelen toplam maliyeti buzdağı örneğinde inceleyecek olursak asıl önemli maliyetin buz dağının üzerinde görünen kısımda değil suyun altında kalan kayalık kısımda olduğunu görürüz (Şekil 2.9). Suyun yüzünde kalan kısmı yani görünen kısmı doğrudan (görünür maliyet) maliyeti, suyun altında kalan yani görünmeyen ve buz dağının 2/3 'ünü oluşturan büyük kısmı dolaylı (görünmez maliyet) maliyetleri ifade etmektedir [42].

Dolaylı maliyetleri nelerin oluşturduğunu ve nasıl belirlenebileceğini kesin olarak saptayabilmek oldukça zordur. Dolaylı maliyetler, genellikle iş kazası sonucunda hemen ve önceden hesaplanamayan, uzun zaman içerisinde oluşan maliyetlerdir. Şekil 2.9 da iş kazasının maliyetleri buz dağı örneği ile gösterilmiştir.



Şekil 2.5. İş kazası maliyetleri buz dağı örneği

Buzdağı örneğine göre görünür ve görünmez maliyetleri incelenmesi gereklidir.

Doğrudan (görünür) kayıplar

İşletmelerde İş Kazaları Nedeniyle Oluşan Doğrudan Kayıplar:

- Kaza anında yapılan ilk müdahale, ambulans ve tedavi masrafları
- Kazalıya ödenen geçici ve sürekli iş göremezlik ve ölüm ödemeleri
- Gerekli dinlenme süreleri için ödenen ücretin üçte ikisi
- İşçiye veya yakınlarına ödenen maddi ve manevi tazminatlar

- Mahkeme giderleri
- Sigortaya ödenen tazminatlar
- Ölümlü kazalarda uygulanacak cezai hükümlerin bedelleri
- Proses, makine veya tezgahın kısmen yada tamamen zarar görmesi nedeniyle tamir yada yeni makine alımının getirdiği maliyet
- Kaza nedeniyle duran üretim sahasının temizlenmesi
- İşletmenin, makinelerin, sürecin yada fabrikanın bir bölümünün yada tamamının kaybedilmesi

Dolaylı (görünmez) kayıplar

İşletmelerde İş Kazaları Nedeniyle Oluşan Dolaylı Kayıplar:

İş Gücü Kayıpları

- Kazalının çalışmaması nedeniyle
- Kazalıya yapılan ilk yardım nedeniyle
- Kazalının işyeri arkadaşlarının verdikleri aralar nedeniyle
- Çalışanların moral bozukluğu nedeniyle dolaylı yada dolaysız iş yavaşlatmaları nedeniyle
- Usta ve yöneticilerin kazayı incelemek için kaybettiği zaman nedeniyle
- Yaralı işçinin üzerindeki işi yeniden düzene koymak nedeniyle
- Kazanın getirdiği fazla mesainin maliyeti nedeniyle
- Yeni işçi alımı gerekiyorsa, işçiye verilen eğitim ve işçinin işi öğrenmesi esnasında geçen sürenin getirdiği maliyet nedeniyle
- Kanuni işlemler için kaybedilen zaman nedeniyle
- Hasar gören makine ve tesisat ile sahaların onarımları sırasında çalışılmayan süreler nedeniyle

Üretim Kayıpları

- Kaza sırasında üretime ara verilmesi nedeniyle
- Üretimin aksaması nedeniyle iş akım ve programındaki aksamalar nedeniyle
- Makinelerin durması yada hasara uğraması nedeniyle
- Ürünün yada hammaddelerin zarara uğraması nedeniyle
- İşe geri dönen işçinin veriminin azalması veya yerine işe alınan işçinin öğrenme sürecindeki düşük kapasitesinin getirdiği maliyet nedeniyle

Siparişlerin Zamanında Karşılanamamasından Doğan Kayıplar

- İşletmenin ticari itibar (şöhret) kaybı
- Geç teslim nedeniyle ödenen para cezaları
- Erken teslim halinde alınabilecek primden kayıplar
- Siparişin teslim edilmesi ile alınamayan ücretin alternatif maliyeti

Üst Makam ve Hükümetçe Yapılan Soruşturma Masrafları

- Adli (mahkeme) masraflar
- Bürokratik işlemlerle ilgili harcanan zaman ve maddi kayıplar

2.4.5. Ulusal ekonomi açısından kayıplar

İş kazalarının maliyetlerinin, ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte, gayri safi milli hasılanın %1'i ile %3'ü arasında değiştiği, doğrudan maliyetlerin toplam maliyetin yaklaşık %29'unu, dolaylı maliyetlerin toplam maliyetin yaklaşık % 71'ini oluşturduğu belirtilmektedir. Türkiye'de iyimser bir yaklaşımla, SGK istatistiklerine göre iş kazaları ve meslek hastalıklarının toplam maliyetinin yılda 4 milyar YTL olduğu tahmin edilmektedir [43].

İş Kazaları Nedeniyle Ülke Ekonomisinde Oluşan Kayıplar:

- Üretim verimliliğinin düşmesi, ülke rekabet gücünün azalması
- Kaza geçirenlerin çalışabilecekleri sürede sağlayacakları üretim ve gayri safi milli hasılaya eklenecek katkıların kaybedilmesi
- Kaza geçirenlerin çalışırken ödedikleri sosyal sigorta primlerinden yoksun kalınması
- Muayene, teşhis ve tedavi için gerekli olan bütün harcamalar
- İş göremezlik ödenekleri, maddi ve manevi tazminatlar, destekten yoksun kalma tazminatları
- Malul kalanlara ve ölenlerin geride bıraktıklarına aylık bağlanması
- Sosyal güvenlik sistemi ile hastane, rehabilitasyon merkezi giderleri
- Ülke ekonomisinin üretken kapasitesinin olumsuz yönde etkilenmesi
- Ülke kaynaklarının yok olması, ulusal kalkınmanın engellenmesi, ulusal refahın azalması, olarak sıralanabilir.

Sonuç olarak iş kazaları toplumun her kesimini olumsuz olarak etkileyen geniş sosyal, ekonomik etkileri olan ve önlenmesi gereken bir olay olarak göze çarpmaktadır.

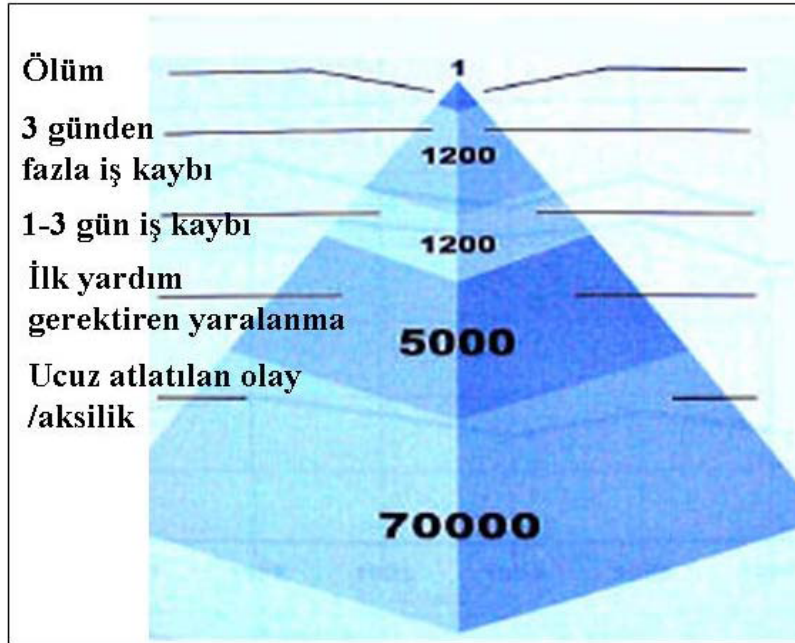
2.5. İş Kazası İstatistikleri

2.5.1. Dünyada iş kazası istatistikleri

Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı'nın yayınlarında; Avrupa ülkelerinde iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu yılda; 5 500 kişinin hayatını kaybettiği, 75 000 kişinin sürekli çalışamaz duruma düştüğü, 149 milyon iş günü ve 20 milyar Euro maddi kaybın meydana geldiği rapor edilmektedir [44].

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından yapılan çalışmalara göre ölümle sonuçlanan kazalar, sorun hakkında bilgi veren ve ancak, buzdağının

görünen küçük kısmıdır. ILO tarafından yapılan tahmine göre dünya genelinde her bir iş kazası sonucu ölüm olayına karşılık ortalama 70 000 kez ucuz atlatılan (ramak kalma) olay meydana gelmektedir [45].

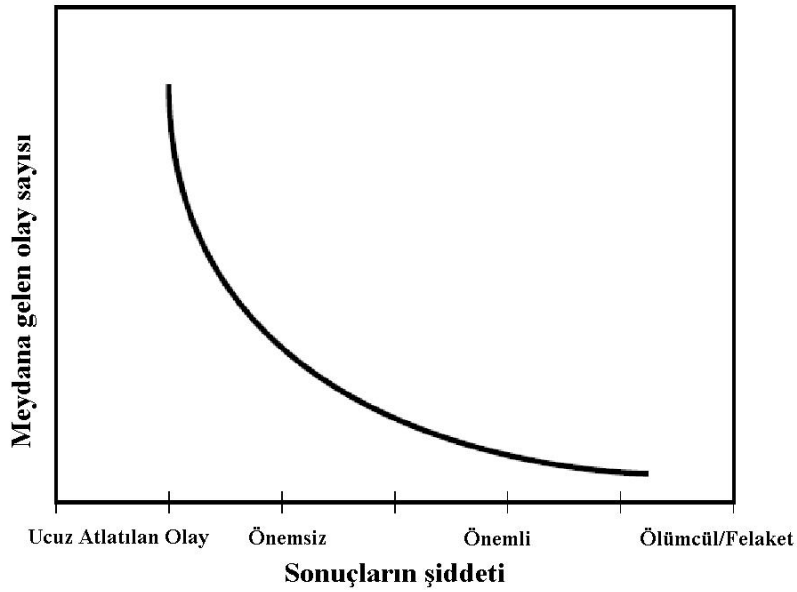


Şekil 2.6. Ölümlü kazalar ile diğer kaza türleri arasındaki ilişki

Yapılmış bir başka çalışma sonunda kaza/aksilik olay sıklığı ile kaza sonuçlarının şiddeti arasında tespit edilen ilişki Şekil 2.11'de görülmektedir [46]. Bu durum, meydana gelen kazalardan çok daha fazlasının potansiyel tehdit olarak işletme/kurum içerisinde meydana geldiğini/gelebileceğini göstermektedir.

İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu (HSE) 2006 verilerine göre, 2005/2006 yıllarında 2 milyon çalışan, çalışmakta olduğu veya geçmişte çalıştığı işlerden dolayı meslek hastalığına yakalanmış, bunlardan 523 000 'i son 12 ay içinde bu hastalıklara yakalanmış, 1969 çalışan hayatını kaybetmiştir. İş kazalarında 212 çalışan hayatını kaybetmiş (100 000 çalışanda 0,7), 146 076 çalışan çeşitli şekillerde yaralanmıştır (100 000 çalışanda 562).

ABD’ de ise iş kazaları sonucu ölüm oranı 100 000 çalışanda 4, Uzakdoğu ülkelerinde 100 000 çalışanda 0,5 , Asya ülkelerinde 100 000 çalışanda 8, Doğu Avrupa Ülkelerinde 100 000 çalışanda 5, Orta ve Batı Avrupa ülkelerinde ise bu oran 100 000 çalışanda 1 şeklindedir.

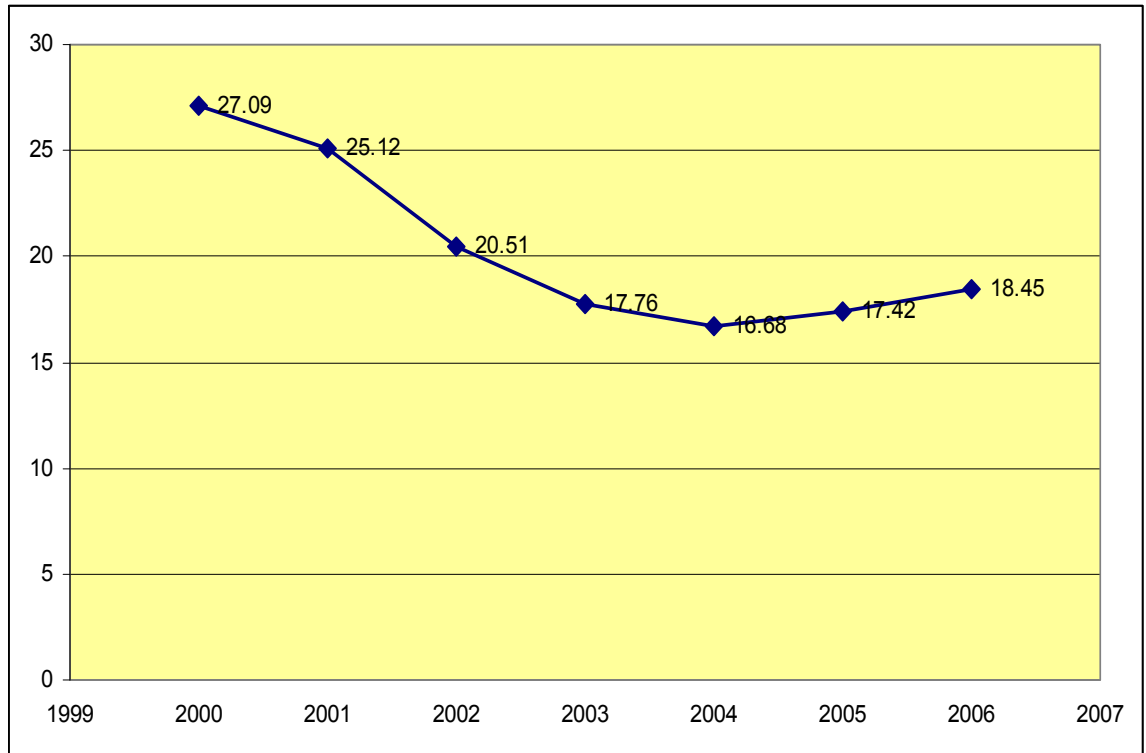


Şekil 2.7. Kaza sıklığı ve şiddet arasındaki ilişki

ILO’ nun Nisan 2003’de yayınladığı Güvenlik Kültürü adlı belgede belirtildiği gibi, 2000 yılında yapılan tahminlere göre, dünyada iki milyon kişi işe bağlı nedenlerle ölmüştür. 2001 yılı tahminlerine göre, dünyada milli gelirden yaklaşık %4’ ü; başka bir anlatımla 1,25 trilyon dolar, işe bağlı sağlık ve güvenlik sorunları nedeniyle yitirilmiştir. Aynı belgeye göre, bilimsel teknolojik gelişmişlik düzeyi temel alındığında, meslek hastalıklarının tümünü, iş kazalarının da %98’ ini önlemek olanaklıdır. İdeal olarak, kazaya karşı alınacak en etkin önlem, kaza yapabilecek nedeni daha önceden bulup ortadan kaldırmaktır. Çünkü kazalarda neden-sonuç bağlantısı vardır. Nedeni ortadan kaldırmak, sonucu da ortadan kaldırmak anlamına gelir [47].

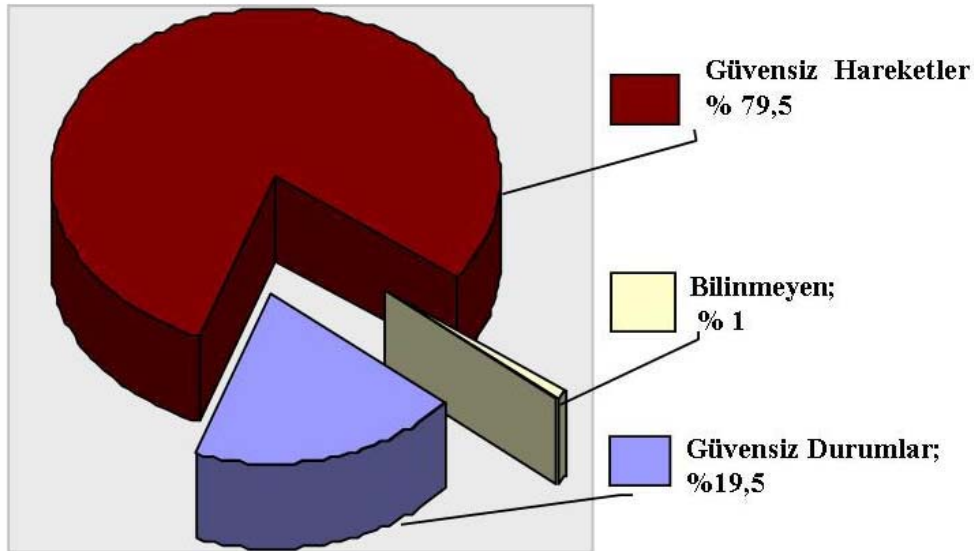
2.5.2. Türkiye’de iş kazası istatistikleri

Türkiye’de meydana gelen ve ucuz atlatılan kazalar konusunda araştırmacı istatistiki bir veriye veya bir çalışmaya ulaşamamıştır. Ölümle sonuçlanan iş kazalarının dünya genelini yansıtan bir istatistiği bulunmamakla birlikte, dünyada her 100 000 işçide iş kazası sonucu meydana gelen ölüm oranı 14,0 olarak tahmin edilmektedir. Bu oran ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye ve ekonomik uğraşı alanlarına göre farklılıklar göstermektedir. Avrupa birliğinde bu oran her 100 000 işçide 5,89’dur. En yüksek oran 23,1 ile gelişmekte olan Asya bölgesine aittir. ABD’ de bu oran 3,2’dir. Türkiye’de ise 2000-2006 yılları arasında her 100 000 işçide ortalama iş kazasına bağlı ölüm oranı 20,43’dür. Her 100 000 işçiye karşılık iş kazası sonrasında meydana gelen ölüm oranının yıllara göre azalma eğilimi gösterdiği Şekil 2.12’de görülmektedir [48].



Şekil 2.8. Türkiye’de meydana gelen iş kazaları sonucu ölüm oranı

Türkiye’de yapılan çalışmalarda iş kazalarının %79,5’ inin güvensiz hareketler ve %19,5’ inin ise güvensiz durumlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir.



Şekil 2.9. Türkiye’deki kaza nedenlerinin yüzdesel dağılımı

SGK istatistiklerine göre 2006 yılında 79 027 iş kazası meydana gelmiş, bunların 1 592’si ölümlle sonuçlanmıştır. 2006 yılında iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu kaybedilen iş günü sayısı ise, 1 845 451’ dir. Bu rakamların yanı sıra SGK istatistiklerine yansımayan iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu kayıplar da ayrıca dikkate alınmalıdır.

Endüstrileşmiş ülkelerde iş kazaları ve meslek hastalıklarının toplam maliyetinin, bu ülkelerin Gayrı Safi Milli Hasıllarının % 1’ i ile %3’ ü oranında değiştiği belirtilmektedir. Ülkemizde ise en iyimser yaklaşımla, iş kazaları ve meslek hastalıklarının toplam maliyetinin yılda 4 milyon TL olacağı tahmin edilebilir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı üzere, iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu maddi ve manevi kayıplar, ülke ekonomisi açısından çok önemli boyutlara ulaşmaktadır [48].

2.5.3. Çimento sektöründe iş kazası istatistikleri

Bünyesinde bulunan 47 çimento fabrikası ile Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası (ÇEİS) ülkemizin önde gelen işveren sendikalarından biridir. ÇEİS, üyesi olan çimento fabrikaları ile imzaladıkları “Sağlık ve Güvenlik Deklarasyonu” ile; Türkiye’de çimento sektöründe iş sağlığı ve güvenliği performansının sürekli geliştirilmesini amaçlamaktadır. ÇEİS İstatistiklerine göre 2004-2008 yılları arasında meydana gelen iş kazalarına ait istatistikler, tablo ve grafiklerle aşağıda ifade edilmiştir. Çalışma koşullarındaki değişikliklerden, eğitim farklılıkları, yapılan aktivitelerdeki değişikliklerden dolayı fabrika çalışanları ve fabrikada çalışmakta olan alt işveren çalışanlarına ait veriler ayrı olarak da raporlanmıştır. Son beş yıllık veriler incelendiğinde alt işveren çalışanlarına ait kaza frekans oranı ve kaza ağırlık oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2 de fabrika çalışanları ve alt işveren çalışanları için iş kazası istatistiklerinin yıllara göre mukayesesi verilmiştir.

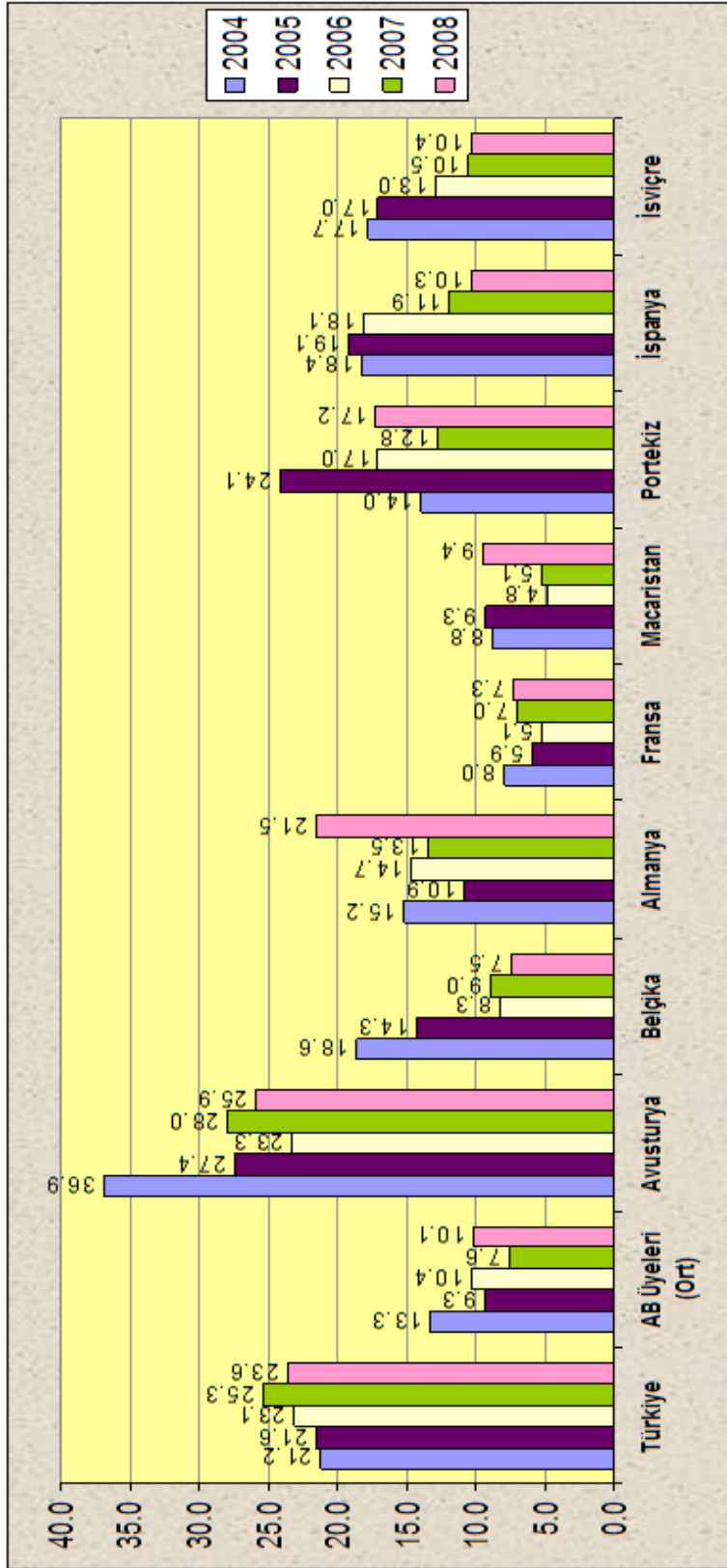
Çizelge 2.1. Fabrika çalışanı iş kazası istatistiklerinin yıllara göre mukayesesi

(Fabrika Çalışanları)	2004	2005	2006	2007	2008
İncelenen Ortalama Çalışan Sayısı	6542	8088	8945	9263	9942
İş Kazası Sayısı	296	374	446	503	496
Ramakkala Sayısı	522	477	198	414	340
Kayıp İşgünü Sayısı	5222	34781	5413	35499	28609
Kayıp İşgünü Sayısı	5222	4781	5413	5499	6109
İş Kazası Sonucu Ölüm Olayı Sayısı	-	4	-	4	3
Kaza Sıklık Oranı	21.2	21.6	23.1	25.3	23.6
Kaza Ağırlık Oranı	0.37	2	0.28	1.78	1.36

Çizelge 2.2. Alt işveren çalışanı iş kazası istatistiklerinin yıllara göre mukayesesi

(Alt İşveren Çalışanları)	2004	2005	2006	2007	2008
İncelenen Ortalama Taşeron Çalışan Sayısı	4207	4005	3898	4608	4593
İş Kazası Sayısı	239	205	317	261	260
Ramakkala Sayısı	58	62	39	87	21
Kayıp İşgünü Sayısı	21894	31312	23653	24122	16803
Kayıp İşgünü Sayısı	1246	1312	1153	1622	1803
İş Kazası Sonucu Ölüm Olayı Sayısı	3	4	3	3	2
Kaza Sıklık Oranı	22.7	24.6	39	26.51	27.73
Kaza Ağırlık Oranı	2.35	3.76	2.9	2.45	1.83

Yıllara göre Avrupa çimento sektöründeki kaza frekans oranı, dolayısıyla meydana gelen kaza sayısı değerlendirildiğinde, Türkiye'nin ortalamanın üstünde olduğu görülmektedir. 2008 yılında Avrupa ülkeleri için ortalama kaza frekans oranı 10,1 iken, Türkiye'de bu değer 23,6' dır. Avrupa ülkeleri arasında en düşük kaza frekans oranına sahip ülke Fransa iken, en yüksek değerler Avusturya'da raporlanmıştır.



Şekil 2.10. Yıllara göre kaza frekans oranı değerleri

3. LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda değişik endüstrilerde meydana gelen iş kazaları araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Araştırmalarda model formları geliştirmek için istatistiksel metodlar, regresyon analizi, varyans analizi ve genetik algoritma gibi yöntemler kullanılmış olup, yapay sinir ağları ile iş kazası analizi gerçekleştirilen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Sözkonusu çalışmalar aşağıda sıralanmıştır:

Aslan (2008), çalışmasında bir inşaat şirketine ait şantiyelerde 2006 ve 2007 yıllarında meydana gelen iş kazalarını istatistiksel olarak incelemiştir. Verilerin analizi SPSS programı ile yapılmış, ölçümlü değişkenlerdeki iki'den fazla grubun karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Varyans Analizi kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda kaza geçiren kişilerin % 65,6 sinin 30 yaş altında olduğu, yas dağılımına göre en çok kaza geçiren yaş aralığının % 31,2 ile 20-24 yaş aralığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum genç çalışanların tecrübesiz olabileceği ve kendilerine duydukları aşırı güven ile açıklanmıştır.

Ayrıca kaza geçiren kişilerin %10,8'i Ana işveren'e bağlı, %89,2'sinin Alt işveren'e bağlı çalıştığı görülmüştür. Sektörel olarak taşeron sistemi ile çalışılması, taşeron işçilerinin sayıca daha fazla olduğunu ve daha fazla risk altında olduğunu belirtilmiştir.

Meydana gelen kazaların türlerine göre dağılımı incelendiğinde %28 ile yüksekten düşme en fazla meydana gelen kaza türü olarak belirlenmiştir. %24,7 ile çalışanın çarpması ve %20,4 ile malzeme çarpması/ düşmesi en çok meydana gelen kaza türleridir. İncelenen kazanın yaralanan uzva göre dağılımı incelendiğinde %15,1 ile baş, % 11,8 ile parmak ve %9,7 ile kol en basta gelen uzuvlar olarak belirlenmiştir.

Çalışmada, kazaların haftanın günlerine genellikle eşit olarak dağıldığı, yalnız kazaların % 18,3 ile en çok Pazar günü meydana geldiği tespit edilmiştir. Buna açıklama olarak da, Pazar günleri yönetici kadrosu çalışmadığından şantiyede denetim ve otorite eksikliği olabileceği ile Pazar gününün çalışanlar üzerinde yarattığı motivasyon eksikliği ifade edilmiştir.

Araştırmada incelenen kazaların %49,5'i sabah saatlerinde, %24,7'si öğle saatlerinde, %20,4'ü öğleden sonra %5,4'ü akşam saatlerinde meydana gelmiştir. Kazaların %49,5 oranında sabah meydana gelmesi, sabah saatlerindeki dikkat ve konsantrasyon ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca paydos saatine daha yakın saatlerde iş kazalarının olma olasılığının artması iş güvenliği literatüründe kabul edildiği ifade edilmiştir [57].

Tafur (2007) çalışmasında ABD Silahlı Kuvvetlerince kullanılan Risk Yönetimi Bilgi Sistemi (Risk Management Information System – RMIS) ve incelediği kamu kurumunda kullanılan Faaliyet Risk Yönetimi (FRY) Programları ile analiz yaparak, kazaların azaltılması çalışmalarını değerlendirmiştir. Araştırmada, incelenen FRY programının risk yönetimi süreçleri; bu konuda ABD Silahlı Kuvvetlerinde aynı amaç için kullanılan “Toplam Risk Değerlendirilmesi ve Kontrol Edilesi Sistemi (Risk Assessment and Control System-TRACS) Programı” ile karşılaştırılmış, elde edilen bulgular İçerik Çözümlemesi (Content Analysis) yöntemi ile analiz edilmiştir.

Kurumda iş kazalarının önlenmesi için tüm sıralı amirlerce yürütülen her bir faaliyetin FRY programına girilerek analiz edilmesi, faaliyetlerin doğasında bulunan potansiyel tehditlerin fark edilmesi, değerlendirilmesi ve uygun tedbirlerin alınarak, kararların uygun yönetim kademelerinde alınması bu program aracılığıyla garanti edilmek istenmektedir.

Programda, tehlikelerin tanımlanması işlem adımında her hangi bir araç önerilmemekte, kullanıcıların program dışında yapacakları potansiyel tehlike tanımlamaları programa hazır veri olarak girilmektedir. Programda,

fonksiyonel birimlerde yürütülen her faaliyet yerine ana faaliyetlerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu durumun risk değerlendirme sahasını kısıtlamakta olduğu ve birimdeki “tanımlanmamış riskin” “toplam risk” içerisindeki payının büyümesine neden olduğu belirtilmiştir.

Sonuç olarak FRY’ nde birimin sosyal ortamı ile teknolojik ortamının tam olarak örtüşmediği, programın risk yönetimi prensip ve süreçlerini tam olarak karşılamadığı, FRY konusunda genel kabul görmüş işlem adımlarından farklı bir yapıda olduğu, risk değerlendirmelerinin kullanıcıların bilgi, istek ve algılarından önemli ölçüde etkilendiği, kullanıcıların muhtemel eksiklik ve hatalarını azaltacak araçlara sahip olmadığı, geri beslemeye ve paylaşımına açık bir yapı sunmadığı değerlendirilmektedir. Programın, sözü edilen eksikliklerinin giderilebilmesi amacıyla yeniden ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir.

Faaliyetler esnasında meydana gelen kaza ve aksiliklerin program üzerinden ulaşılabilen “kaza/aksilik raporlama” aracı ile sisteme girilmesi, daha sonra ayrıntılı kaza raporlarının hazırlanması amacıyla “kaza araştırma” araçları kullanılarak verilerin girilmesi, bu bilgilerin ise geri besleme için kullanılması faydalı olacağı belirtilmiştir [58].

İzgi (2006), çalışmasında Ankara’da faaliyet gösteren 3 büyük işletmede, kaynak ve kesme işlerinde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları ile ilgili bir anket uygulaması yapmıştır.

İşçilerinin yaş, tahsil durumu, alışkanlıkları, çalışma yılı, iş yoğunluğu, kullanılan yöntem, koruyucu teçhizat kullanma durumu, mesleki eğitimi, İSİG eğitimi ve fiziki çevre koşullarının, kaynak ve kesme işlerinde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıklarının oluşumu üzerinde etkisinin olup olmadığını ortaya çıkarmak, iş kazası ve meslek hastalığı geçiren işçilerin buna maruz kalma nedenlerini tespit etmek, iş kazası ve meslek hastalığına maruz kalma sonrasında işçinin kendisinde ve çevresinde ne tür

olumsuzlukların meydana geldiğini belirlemek, uygulanan anketin asıl amacını teşkil etmektedir.

Anket analizi sonucu işçilerin yarısının koruyucu teçhizat kullanma konusunda problem yaşadığı, bunların % 22' sine koruyucu teçhizat verilmediği, % 28' inin vücuduna uymadığı için kullanmadığı, % 72' sinin bilinçsiz olduğu için hiç kullanmadığı görülmüştür. Çalışırken kişisel koruyucu teçhizat kullanan işçilerin %93' ü İSG eğitimi almıştır. Dolayısıyla İSG eğitiminin, işçilere kişisel koruyucu teçhizat kullanma alışkanlığı kazandırdığı tespit edilmiştir.

Çevresel faktörler incelendiğinde işyerindeki gürültü miktarının, titreşimin, ısı ve ışın radyasyonunun, toz, duman ve gazların fazla olduğu ve işçilerin bunlardan etkilendiği, havalandırmanın ise yetersiz olduğu görülmüştür.

İş kazalarının çoğunlukla cuma ve cumartesi günleri meydana geldiği, hafta sonlarına doğru kazaların arttığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla pazartesi günü işine dinç başlayan bir işçinin gün geçtikçe yorgunluk ve dikkat kaybına bağlı olarak iş kazasına maruz kalma riskinin arttığı ifade edilmiştir.

Verilere göre iş tecrübesi ve çalışma yılı fazla olan işçilerin daha az iş kazasına maruz kaldığı tespit edilmiştir. Tahsil seviyesi yükseldikçe iş kazalarının azaldığı görülmüştür. Dolayısıyla eğitimin iş kazalarını önlemede doğrudan bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

İş kazası geçiren işçilerin tamamının günde 8 saatten fazla mesai yaptığı görülmüştür. Dolayısıyla yoğun iş yükünün dikkatsizliğe neden olacağı, bunun da iş kazalarına davetiye çıkardığı ifade edilmiştir [59].

Kurtgöz (2006), Karabük ilindeki Demir Çelik firmalarının bünyelerinde 2000-2004 yılları arasında meydana gelen 1194 kazayı incelenmiştir. Kazalar

Risk Analiz metotlarından TEUM (Tehlike Erken Uyarı Modeli)' ne göre analiz edilmiştir.

Olasılık teorisi üzerine kurulmuş olan TEUM'nin analiz mantığı oldukça karmaşık olup, problemlerin çözümünde bugüne kadar SPSS ve MINITAB gibi hazır paket programlarda yer alan bazı özelliklerinden faydalanılmaktadır. Analizin her aşamasında programlarda yer alan özelliklerin bir kısmı sırasıyla kullanılmakta olup, bu işlemler sırasında oldukça büyük bir zaman kaybı yaşanmaktadır.

Kazaları analiz için geliştirilen programın demir-çelik endüstrisinde meydana gelen kazaları analiz edebildiği gibi farklı sektörlerde meydana gelen iş kazalarını analiz etmek için de yeniden tasarlanabileceği ifade edilmektedir. Programın diğer görsel programlama dilleri ile geliştirilebileceği, yazılımın ilerleyen aşamalarında yapay zeka, genetik algoritma ve bulanık mantık uygulamaları yapılabileceği belirtilmiştir.

Kurtgöz yaptığı analiz sonucunda ayların 12. ve 21. günlerinde; mayıs ayında ve temmuz ayının 8. gününde işçiler için kaza riski olduğunu tespit etmiştir [60].

Gölbaşı (2002)'de Türkiye ölçeğinde Doktora çalışması olarak 880 traktör ve 1167 tarım makinesi kazasının oldukça kapsamlı analizlerini yapmıştır. Bu kazalara ilişkin veriler anket yöntemiyle elde edilmiştir.

Kaza başına 1,54 kişinin düştüğü kazaların ayrıntılı incelemeleri sonucunda, traktör kazalarının%44' ünün köy yolunda, %33' ünün öğleden sonra %59' unun devrilme, takla atma ya da şarampole uçma şeklinde gerçekleştiği; kazazedelerin %91' inin erkek, %69' unun 11-40 yaş grubunda olduğu, %40' ının herhangi bir sürücü belgesi olmadığı, %29' unun öldüğü, %71' inin aynı makineyi daha sonra tedirgin kullandığı, %80' inin makinenin kullanma bakım kitabını okumadığı, kazaya karışan traktörlerin %82' sinde kabin ya da

koruyucu çatı olmadığı, traktör kazalarının sadece %18' inin hasarsız atlatıldığı, kazaların çoğunun toprak zeminlerde (%60), eğimli yerlerde (%60) ve kuru zeminlerde (%80) gerçekleştiği gibi çok çarpıcı çıkarımlarda bulunulmuştur.

Kazaya karışan kabin ya da emniyet çatısı olmayan traktörlerde, kazaya karışanların %77' si kazadan bir şekilde (ölüm, ağır ya da hafif yaralanma ve kısmen ya da tamamen fiziksel engelli) etkilenmekte, kabinsiz ya da koruyucu çatı olmayan traktörlerde ise kazaya karışanların %40' ı hiç bir şekilde etkilenmemektedir; ölüm oranları ise sırasıyla %34 ve %10 değerlerini almaktadır. Kazaların %83' ünün insandan, %10' unun çevre koşullarından ve %7' sinin makineden kaynaklandığı belirlenmiştir. Kazaların nedenleri arasında ilk sırayı operatörün dikkatsizliği (%25) almıştır. Bunu sırasıyla trafik kurallarına uyulmaması (%14), operatörün kullanılan traktörle ilgili deneyim eksikliği (%10) gibi nedenler izlemiştir [61].

Sheu (2000)' de iş kazalarının önlenmesinin insan kaynakları yönetiminin önemli bir görevi olduğu belirtilmiştir. Kümülatif kaza oranı, olası kayıp iş günlerinin oranı ve olası ücret kaybını içeren iş kazalarının iş gücü kaybındaki yeni göstergeleri, 1986-1994 yılları arasında Taiwan'daki bir çelik işletmesinde meydana gelen iş kazaları kayıtlarının analiz edilmesinde uygulanmıştır. Ek olarak bu göstergeler sakatlanma sıklık ve şiddet oranı ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, 1986-1994 yılları arasında tüm fabrikanın ortalama sakatlanma sıklık oranının ve kümülatif kaza oranının sırasıyla 4,12 ile 0,41 ve ortalama sakatlanma şiddet oranının ve olası kayıp iş günleri oranının sırasıyla 563 ile 229 olduğunu göstermiştir. Bu süre boyunca iş güvenliğinde tutarlı bir gelişme yok idi. Tüm fabrikadaki ortalama olası ücret kaybı 0,04 indirim oranı ile bir işçinin ortalama yıllık gelirin 92 katına eşit olan 2 milyon \$' dan daha fazla idi. Yıllık kişi başına 145-152 \$ olan esas maddi kayıplar operatörlerin trafik dışı kazaları ve operatör olmayanların trafik kazalarına bağlı idi. Yeni göstergeler mesleki risk süresi ve mali değer olarak iş gücü kayıpları üzerinde ek bilgiler sağlayabildiği için bu

göstergelerin bir fabrikadaki iş kazası verilerinin izlenmesi ve analiz edilmesi için yardımcı ek araçlar olabilecekleri sonucuna varılmıştır [62].

Hauptmanns (2005) prosedürü, mesleki tehlike ağacının oluşturulmasını ve değerlendirilmesini sağlayan GAP (Tehlike Analiz Programı) programında uygulamışlardır. İş kazaları olasılıklı olaylardır. İş kazalarının meydana gelme zamanları önceden tahmin edilemez. Ancak, her ne kadar sıfır olmasa da iş kazalarının meydana gelme oranı azaltılabilir. Bu amaç için önemli çabalar sarf edilmiştir. Bu, yıllar geçtikçe kaza sayısının azalmasına sebep olmuştur. İş tehlikelerini azaltmak için önerileri değerlendiren ve üreten yaklaşımlara dayalı kontrol listesi veya HAZOP gibi günümüzde kullanılan metotlar görünüşe göre tükenmiştir. Bu yüzden, kaza oranlarında daha ileri düzeydeki gelişmeler sadece geniş analiz metotlarından beklenebilir. Bundan dolayı iş güvenliği için hata ağacı analizi uygulanmıştır. Bu, tehlike tabanlı modelin formülasyonuna ve mesleki tehlike ağacı aracılığı ile gösterimine sebep olmuştur. Bu ağaç, işyeri ve faaliyetlerin mesleki risklerini değerlendirmek üzere bir örnek olarak görev yapar. Mesleki tehlike ağacının karakteristik özelliği, arzu edilmeyen olay olan kazanın temel olaylara ayrıştırılmasıdır. Bunlar sözlü olarak “kesin/sürekli”, “imkansız/asla”, “muhtemel/sık sık”, “mümkün/ara sıra”, “ihtimal dışı/nadiren” ifadelerini kullanarak nitelenebilir. Bundan sonra bir işyeri veya faaliyetin ayrıntılı bir sözlü değerlendirmesi elde edilmiştir. Buna göre iş güvenliğinin zayıflığı tanımlanmış, uygun karşı önlemler geliştirilmiş, bunların öncelikleri belirlenmiş ve etkinlikleri değerlendirilmiştir. Prosedür, iki kazanın analiz edilmesi ve büyük bir endüstriyel firmada işyerinin değerlendirilmesi ile başarılı bir şekilde test edilmiştir [63].

4. YAPAY ZEKA YÖNTEMİ İLE KAZA ANALİZLERİNİN YAPILMASI

İnsan düşüncesini ve davranışını taklit eden sistemler yanında akılcı düşünebilen ve davranabilen sistemlerin geliştirilmesini amaç edinen çalışma alanlarının tümü Yapay Zeka (Artificial Intelligence) olarak tanımlanabilir [64]. 1950'li yıllarda başladığı kabul edilen ve nöroloji, psikoloji, mühendislik bilimleri gibi değişik disiplinleri kapsayan yapay zeka çalışmaları bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak hız kazanmış, yöntemsel ve kavramsal gelişimi sürdüren yeni bir alan olarak değerlendirilebilir.

Yapay zeka, uygulama alanlarına bağlı olarak değişik yapay zeka tekniklerinin ayrı ayrı veya kombine bir şekilde kullanılmasını kapsamaktadır ve yapay sinir ağları (artificial neural networks), bulanık mantık (fuzzy logic), genetik algoritmalar (genetic algorithms) mühendislik problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan yapay zeka uygulamalarını oluşturmaktadır.

Belirli bir problemi çözmek amacıyla eğitilen yapay sinir ağları, problemdeki değişimlere göre tekrar eğitilebilir ve değişimler devamlı ise gerçek zamanda da eğitime devam edilebilir. Bu özelliği ile YSA, uyarlamalı örnek tanıma, sinyal işleme, sistem tanılama ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılır. Genetik algoritmaların, fonksiyon optimizasyonu, çizelgeleme, mekanik öğrenme, tasarım, hücresel üretim gibi alanlarda başarılı uygulamaları bulunmaktadır. Bulanık mantık uygulamaları ise genellikle otomasyon ve endüstriyel denetim sistemlerinde kullanılmaktadır.

Çalışmada, eldeki kaza verileri yapay sinir ağları yöntemi ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde MATLAB Version 7.0.1.24704 (R14) Service Pack 1 programı kullanılmıştır.

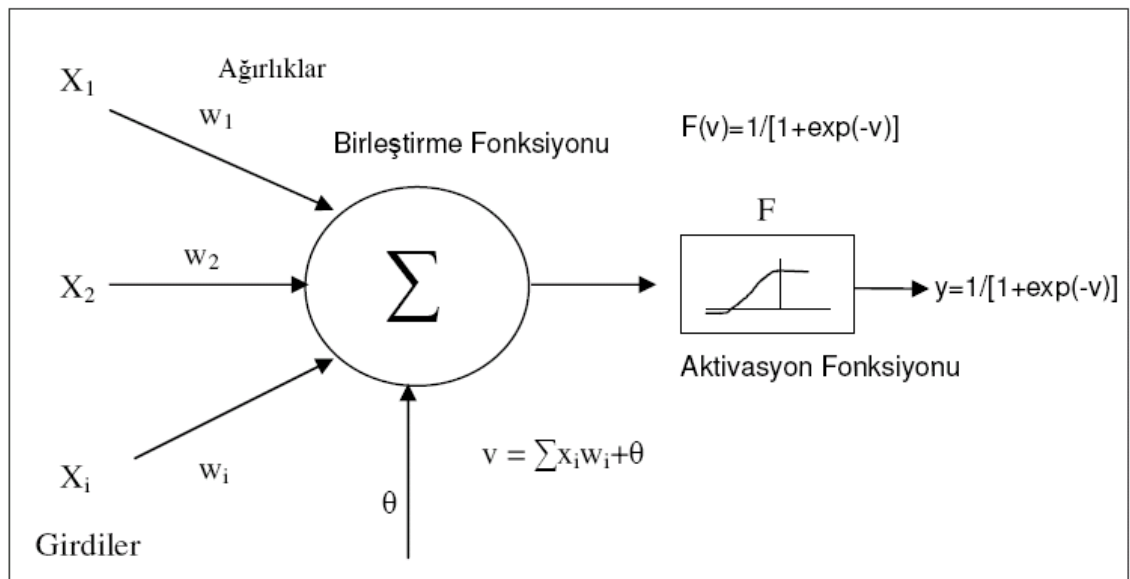
4.1. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları; öğrenme, genelleme yapma ve hatırlama gibi insan beyninin özelliklerini taklit etmeye çalışan, basit işlemcilerden oluşmuş bir yapıdır. Yapay sinir ağları insan beyninin öğrenme, düşünme ve değişik koşullar altında çok hızlı karar verebilme gibi yeteneklerinin basitleştirilmiş modeller yardımıyla kompleks problemlerin çözülmesinde kullanılmasını amaçlamaktadır [65].

Beynin işlemlerini gerçekleştiren biyolojik nöronlar bulunmaktadır. Bu nöronlar kendilerine gelen sinyalleri bazı işlemlerden geçirerek daha sonraki nöronlara iletirler böylelikle bazı tepkiler oluşur. YSA' da da tıpkı beyinde bulunan nöronlar gibi yapay nöronlar bulunmaktadır. Bu yapay nöronların birbirlerine çeşitli mimarilerle bağlanması ile yapay sinir ağları oluşur.

4.1.1. Yapay nöron

YSA' yı oluşturan temel işlemci birimidir. Bir yapay nöronda girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve çıkış fonksiyonu bulunmaktadır. Şekil 5.1 de Y.S.A da kullanılan bir yapay nöron yapısı görülmektedir.



Şekil 4.1 Yapay nöron

Girdiler

İstenen sonucu üretmek için ağa sokulan verilerdir. Dış ortamdan girebileceği gibi bir başka nöronunda çıktısı olabilirler.

Ağırlıklar

Giriş verilerinin, toplanma fonksiyonuna girmeden önce matematiksel olarak çarpıldıkları değerlerdir. Bu ağırlıklar, girdilerin ne derecede olaya etkide bulduklarının da bir göstergesidir.

Toplama fonksiyonu

Toplama fonksiyonu, hücreye giren net girdiyi hesaplayan fonksiyondur. Genelde girdiler ile ağırlıkların çarpımına eşittir.

$$v = \sum_{i=1}^n x_i w_{ij} + \theta$$

Burada;

v: Nöronun net girdisi

x: Girdi matrisi

w: Ağırlık matrisi

θ : Bias değeri

Aktivasyon fonksiyonları

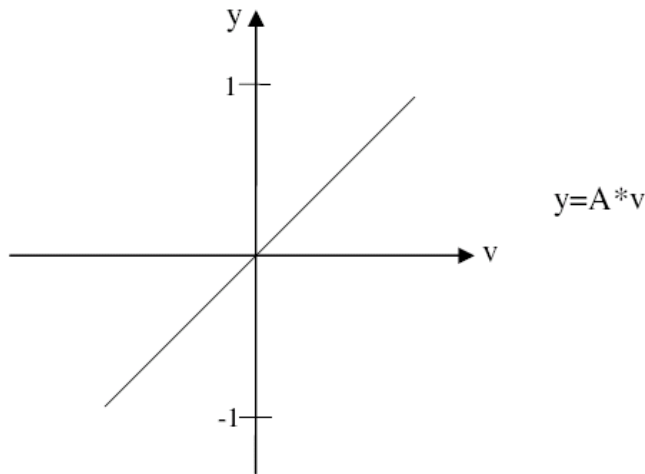
Toplama fonksiyonundan gelen net değeri isleyen ve nöronun çıktısını belirleyen matematiksel fonksiyondur. Bu fonksiyon doğrusal olmayan, türevi alınabilir ve sürekli olmalıdır. İşlemcinin gerçekleştireceği isleme ve modeline göre çeşitli aktivasyon fonksiyonu tipleri vardır. Doğrusal, Sigmoid ve Tanjant Hiperbolik fonksiyonları en sık kullanılan aktivasyon fonksiyonu tipleridir.

Aktivasyon fonksiyonu işlemcinin çıktısının sınırlar. Bu sınır değerleri, genellikle kullanılan aktivasyon fonksiyonu tipine bağlı olarak $[0,1]$ ile $[-1,+1]$ arasında olmaktadır.

Çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları aşağıda tanımlanmaktadır.

Doğrusal fonksiyon

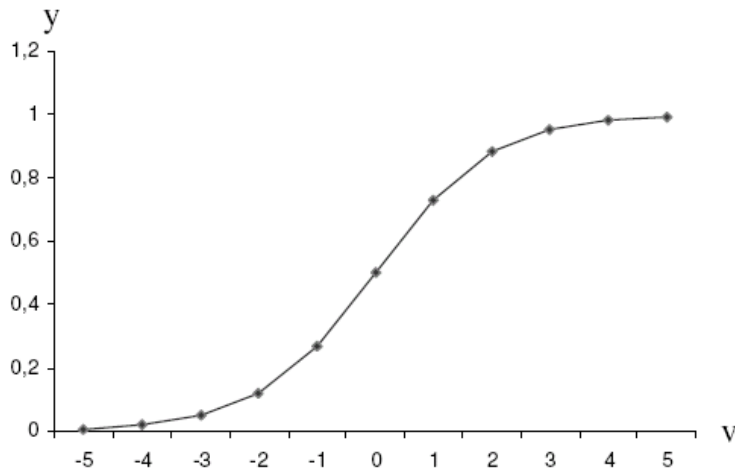
YSA'nın çıkış katmanında kullanılan doğrusal fonksiyon diğer işlemcilerden gönderilen veriyi doğrudan hücre çıkışı olarak verir. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu $y=A.v$ matematiksel seklıyle tanımlanabilir. Şekil 5.2 de bu fonksiyon gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Doğrusal aktivasyon fonksiyonu

Sigmoid fonksiyon

Sigmoid aktivasyon fonksiyonu uygulamada en çok kullanılan fonksiyonlardan biridir. Doğrusal olmaması, türevinin alınabilir olması sebebiyle çok sık kullanılmaktadır.

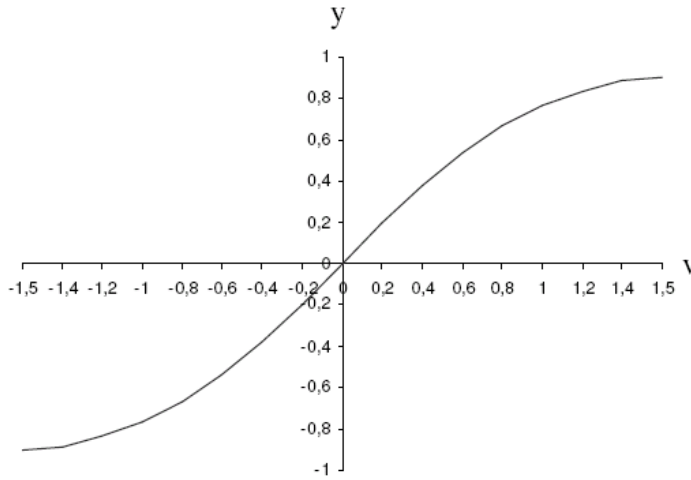


$$y = \frac{1}{(1 + e^{-v})}$$

Şekil 4.3 Sigmoid aktivasyon fonksiyonu

Tanjant hiperbolik fonksiyon

Uygulamada yaygın olarak kullanılan fonksiyonlardan biridir. Bu fonksiyon $[-1,+1]$ arasında değerler alır. Bu yönü sebebiyle çift kutuplu bir fonksiyondur [66].



$$y = \frac{1 - e^{-2v}}{1 + e^{-2v}}$$

Şekil 4.4. Tanjant hiperbolik fonksiyonu

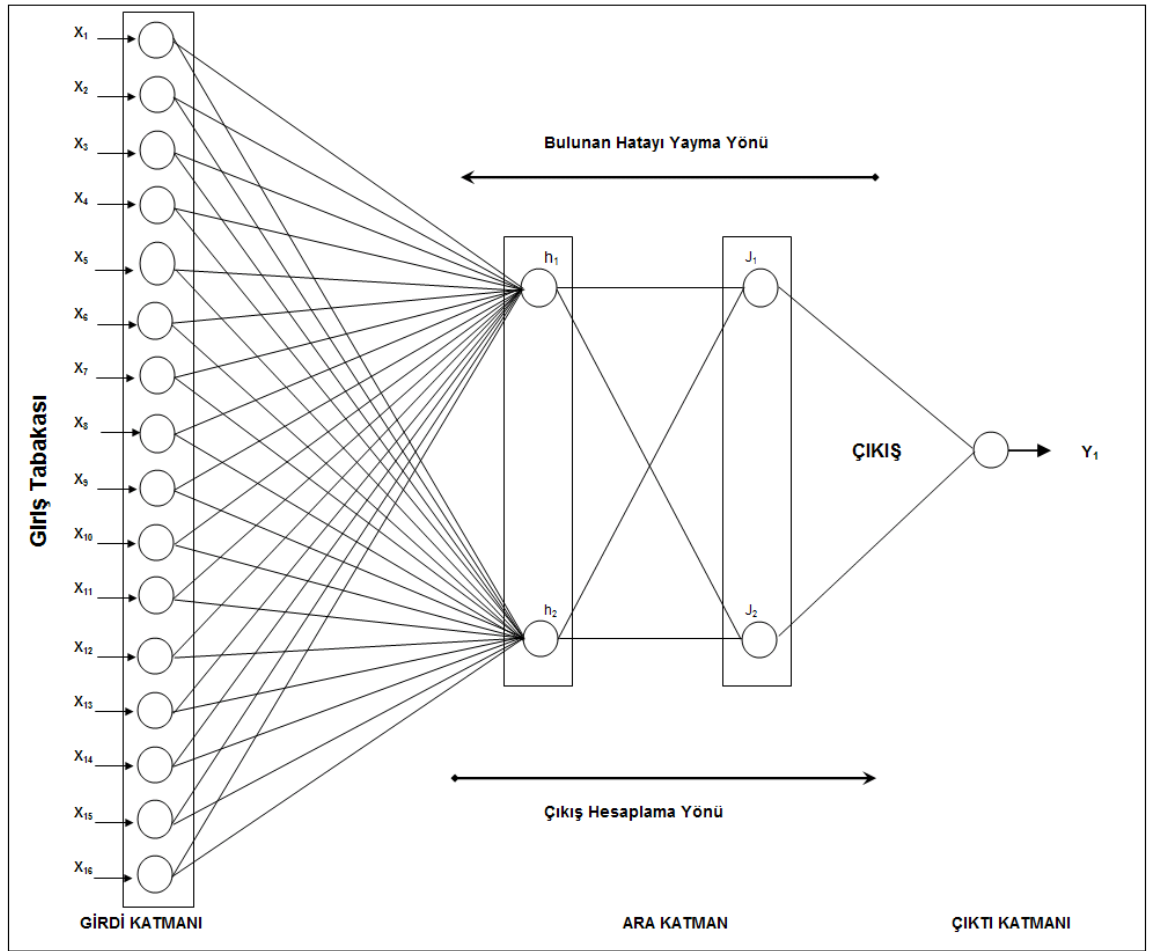
4.1.2. Yapay sinir ağı yapıları

YSA'lar iki şekilde sınıflandırılabilir. Bunlar: ileri beslemeli ağlar ve geri beslemeli ağlardır. Literatürde birçok ileri ve geri beslemeli ağ yapıları bulunmaktadır.

İleri beslemeli ağlara örnek olarak Adaline, Çok Katlı Perseptronlar (MLP), Radyal Tabanlı Sinir Ağları (RBFNN), Vektör Kuantalamalı Öğrenme (LVQ) ; geri beslemeli ağlara örnek olarak da Elman, Jordan, SOM, ART gibi ağlar örnek gösterilebilir. Bu ağlardan sadece bu tez de kullanılacak olan ileri beslemeli ağ olan MLP açıklanacaktır.

Çok katlı perseptronlar (MLP)

MLP modeli, bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve bir adet çıktı katmanından oluşur. Birden fazla giriş ve çıkış elemanı kullanılabilir. Ayrıca gizli katmanlarda da birden fazla nöron mevcut olabilmektedir.



Şekil 4.5. Çalışmada verilerin analizi için kullanılan çok katmanlı YSA yapısı(MLP)

Mühendislik uygulamalarında en çok kullanılan sinir ağı modeli olan MLP, birçok öğrenme algoritmalarının kullanılabilmesi sebebiyle tercih edilmektedir.

4.1.3. Öğrenme algoritmaları (geri yayılım algoritması)

YSA' da öğrenme, nöronlar arasında ki ağırlıkların daha doğru çıktıları vermek üzere güncellenmesi demektir. Günümüzde kullanılan birçok öğrenme algoritması bulunmaktadır. Bu algoritmaların çoğu temel öğrenme kurallarından türetilmiştir. Bu temel kurallar Hebb, Hopfield, Delta ve Kohonen öğrenme kuralları sayılabilir.

Geri yayılım algoritması (BP)

Uygulamada en çok kullanılan öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritma, hataları çıkıştan girişe doğru azaltmaya çalışmaktadır bu sebeple geriye yayılım algoritması olarak isimlendirilmiştir.

Bu algoritmada, işlem elemanları arasında ki fark $\Delta w_{ji}(t)$ hesaplanır.

$$\Delta w_{ji}(t) = \eta \delta_i x_i + \alpha \Delta w_{ji}(t-1)$$

7 nolu eşitlikte η öğrenme katsayısını, α momentum katsayısını, δ_i ara veya çıkış nöronuna ait faktördür. Çıkış nöronunda bu faktör denklem 8 de verilen şekliyle ifade edilebilir.

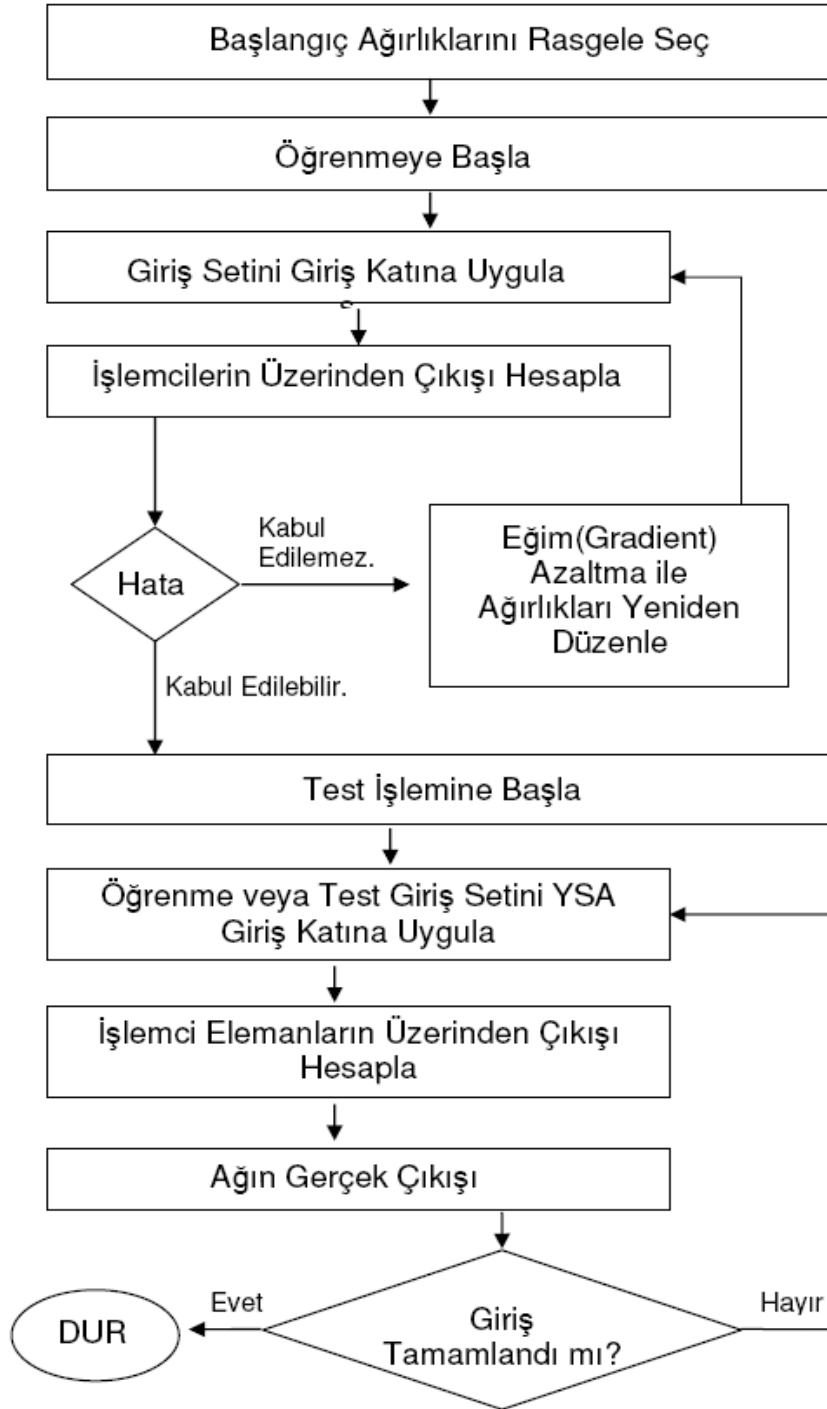
$$\delta_j = \frac{\partial f}{\partial net_j} (y_j^t - y_i)$$

Burada, $net_j = \sum x_i w_{ji}$ ve y_j^t hedef çıktıyı oluşturmaktadır. Ara katmandaki nöronlar için bu faktör,

$$\delta_j = \frac{\partial f}{\partial net_j} \left(\sum w_{qj} \delta_q \right)$$

olarak verilmektedir.

Eğitim sürecinin hızı ve başarısı, β ve α değerlerinden etkilenmektedir. Bu katsayıların seçilmesi deneysel olarak gerçekleşmektedir. Fakat literatürde öğrenme katsayısı (η) için değerlerin 0,01 ile 0,9 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca karmaşık ve zor problemler için daha küçük değerlerin verilmesi önerilmektedir [67].



Şekil 4.6. Geri yayılım algoritmasının YSA'da uygulanması

4.2. Verilerin Hazırlanması ve Düzenlenmesi

Kaza analizinde kullanılan veriler çimento sektöründe lider bir şirketin, dünya genelinde 60 ülkede, son 4 yıldaki (2006-2009) operasyonlarında raporlanan verilerdir. Kullanılan veriler ve matlab analizinde kullanılan sayısal değerleri tablolarda ifade edilmiştir:

Tarih: Haftanın günleri Pazartesi gününden başlayarak 1 den 7 ye kadar, ayın günleri ise 1'den 30/31 e kadar sayısallaştırılmıştır. Yıl değerleri:

Çizelge 4.1. Tarih

2006	1
2007	2
2008	3
2009	4

Bölgeler: Şirketin faaliyet gösterdiği ülkeler benzer özellik gösteren dokuz coğrafi bölgede gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.2. Bölgeler

Orta ve Doğu Avrupa	1
Cin	2
Doğu Asya	3
Latin Amerika	4
Orta Doğu	5
Kuzey Afrika	6
Kuzey Amerika	7
Güney Batı Asya	8
Orta ve Güney Afrika	9
Batı Avrupa	10

Ülkeler: Şirketin faaliyet gösterdiği ülkeler GSMH değerlerine göre büyükten başlayarak küçüğe doğru sıralanmıştır:

Çizelge 4.3. Ülkeler

2007 GSMH (US Dolar)	Ülke	Sıralama	2007 GSMH (US Dolar)	Ülke	Sıralama
49,485	C1	1	3,215	C31	31
44,168	C2	2	2,706	C32	32
38,659	C3	3	2,652	C33	33
37,378	C4	4	2,423	C34	34
36,875	C5	5	2,021	C35	35
34,590	C6	6	1,926	C36	36
33,387	C7	7	1,777	C37	37
33,356	C8	8	1,518	C38	38
30,257	C9	9	1,444	C39	39
30,144	C10	10	1,420	C40	40
27,815	C11	11	1,308	C41	41
20,545	C12	12	1,298	C42	42
18,320	C13	13	1,225	C43	43
17,535	C14	14	1,100	C44	44
14,619	C15	15	993	C45	45
12,587	C16	16	948	C46	46
8,410	C17	17	917	C47	47
7,926	C18	18	854	C48	48
7,500	C19	19	775	C49	49
7,214	C20	20	769	C50	50
6,331	C21	21	709	C51	51
5,804	C22	22	646	C52	52
5,507	C23	23	625	C53	53
5,457	C24	24	600	C54	54
5,388	C25	25	420	C55	55
5,254	C26	26	340	C56	56
5,071	C27	27	340	C57	57
4,800	C28	28	276	C58	58
4,955	C29	29	212	C59	59
3,501	C30	30	164	C60	60

Kaza tipi: Ölümlü kazalar (1), gün kayıplı kazalar (2), tıbbi yaralanmalı kazalar (3) değerini alacak şekilde sayısallaştırılmıştır.

Çizelge 4.4. Kaza tipi

Ölümlü Kaza	1
Gün Kayıplı Kaza	2
Tıbbi Yaralanmalı Kaza	3

Kaza yeri: Çimento fabrikasında kazaların meydana geldiği bölümler 1'den 20'ye kadar numaralandırılmıştır.

Çizelge 4.5. Kaza yeri

Alternatif Yakıt ve Yakıt Deposu	1
Alternatif ya da Hammadde Deposu	2
Kömür Değirmeni	3
Cooler	4
Yapım/İnşaat	5
Kırıcı	6
Müşteri Sahası	7
Siklonlar	8
İç sirkülasyon: Yollar, kaldırım...	9
Fırın, Kalsiner	10
Yükleme / Boşaltma Alanı	11
Bakım Atölyeleri	12
Malzeme Transferi, Konveyör	13
Değirmen	14
Ofis, Laboratuvar	15
Paketleme İstasyonu	16
Ocaklar	17
Karayolu, demiryolu ya da deniz ulaş.	18
Klinker/Çimento Deposu	19
Diğer	20

Operasyon: Kaza meydana geldiği sırada devam etmekte olan operasyonlar.

Çizelge 4.6. Operasyon

Araçlara Erişim	1
Delgi	2
Sürüş	3
Kazı	4
Temizlik	5
Laboratuvar Çalışması	6
Elle çalışma	7
Mekanik Çalışma	8
Makine veya Araç ile Çalışma	9
Bakım	10
Yürüme	11
Patlayıcılarla Çalışma	12
Diğer	13

Ekipman: Kaza meydana geldiği sırada kullanılmakta olan ekipmanlar.

Çizelge 4.7. Ekipman

Ulaşım Araçları	1
Delgi Makineleri	2
Elektrikli Aletler	3
Ekskavatör	4
Manüel Kaldırma Sistemleri	5
Hafif Araç / Bisiklet	6
Kürek	7
El Aletleri	8
Malzeme Transfer Araçları	9
Diğer Araçlar	10
Özel İşleme Ekipmanları	11
Merdiven, Köprü	12
Vinç	13
Ekipman Yok	14
Diğer Araçlar	15

Çalışma durumu: Kazazedeler şirkette çalışma durumlarına göre sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.8. Çalışma durumu

Tam zamanlı şirket çalışanı	1
Part time şirket çalışanı	2
Geçici İşçi	3
Müteahhit işçisi	4
3. şahıslar	5

Kazazedenin çalışma süresi:

Çizelge 4.9. Kazazedenin çalışma süresi

< 1 yıl	1
1-5 yıl	2
> 5 yıl	3

Mesai düzeni:

Çizelge 4.10. Mesai düzeni

Tam gündüz ya da gece mesaisi	1
Günlük çift mesai	2
Günlük 3 ya da 5 mesai	3

Kazazedenin yaşı:

Çizelge 4.11. Kazazedenin yaşı

18-25	1
26-35	2
36-45	3
46-55	4
55+	5

Mesai zamanı:

Çizelge 4.12. Mesai zamanı

Mesai başı	1
Mesai ortası	2
Mesai Sonu	3
Fazla Mesai	4

Temas edilen madde:

Çizelge 4.13. Temas edilen madde

Soğuk/Buz	1
Toz	2
Elektrik	3
Ekipman	4
Isı	5
Ses	6
Basınç	7
Zararlı ya da zehirli madde	8
Diğer	9

Çevresel etkenler: Kaza sonrası yapılan incelemede, kazaya neden olan çevresel etkenler 1' den 13' e kadar numaralandırılmıştır.

Çizelge 4.14. Çevresel etkenler

Yetersiz koruyucu veya bariyer	1
Yetersiz veya uygun olmayan koruyucu ekipman	2
Kusurlu arac, ekipman veya madde	3
Yogun ya da sınırlı aksiyon	4
Yetersiz uyarı sistemi	5
Yangın ve patlama tehlikesi	6
Düzensizlik, yetersiz temizlik	7
Gürültüye maruz kalma	8
Asiri sıcaklık	9
Yetersiz veya fazla aydınlatma	10
Yetersiz havalandırma	11
Zararlı maddelere maruz kalma	12
Diğer	13

İşle ilgili etkenler: Kaza sonrası yapılan incelemede, kazaya neden olan işle ilgili etkenler 1' den 12' ye kadar numaralandırılmıştır.

Çizelge 4.15. İşle ilgili etkenler

Yetersiz liderlik veya denetim	1
Yetersiz mühendislik / dizayn	2
Yetersiz satın alma	3
Yetersiz bakım	4
Yetersiz alet veya ekipman	5
Yetersiz iş planlama	6
Yetersiz iş standartları / prosedürleri	7
Kötüye kullanma / yanlış kullanma	8
Asınma / yıpranma	9
Alisilmiş aktivite dışında	10
Zorlama	11
Diğer	12

Kişisel etkenler: Kazaya sebebiyet veren kişisel etkenler 1'den 9' a kadar numaralandırılmıştır.

Çizelge 4.16. Kişisel etkenler

Uygunsuz motivasyon	1
Yetersiz zihin kapasitesi	2
Yetersiz fiziksel kapasite	3
Bilgi ya da beceri eksikliği	4
Zihinsel ya da psikolojik stres	5
Fiziksel stres	6
Güvensiz davranış	7
Alkol ya da ilaç etkisi altında olma	8
Diğer	9

Şirketin 2006-2009 yılları boyunca faaliyetleri sırasında 118' i ölümlü kaza, 723' ü gün kayıplı kaza ve 688' i tıbbi yaralanmalı kaza olmak üzere toplam 1529 kaza meydana gelmiştir. Bu kazalar üstte ifade edilen 16 kriter baz alınarak detaylı bir şekilde raporlanmış ve örnek tablo, Çizelge 4.17' de verilmiştir. Şirketin gizlilik politikası gereği, tüm veriler listelenmemiş olup, baştan ve sondan ilk 10 kaza ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Çizelge 4.17. Kaza inceleme tablosu

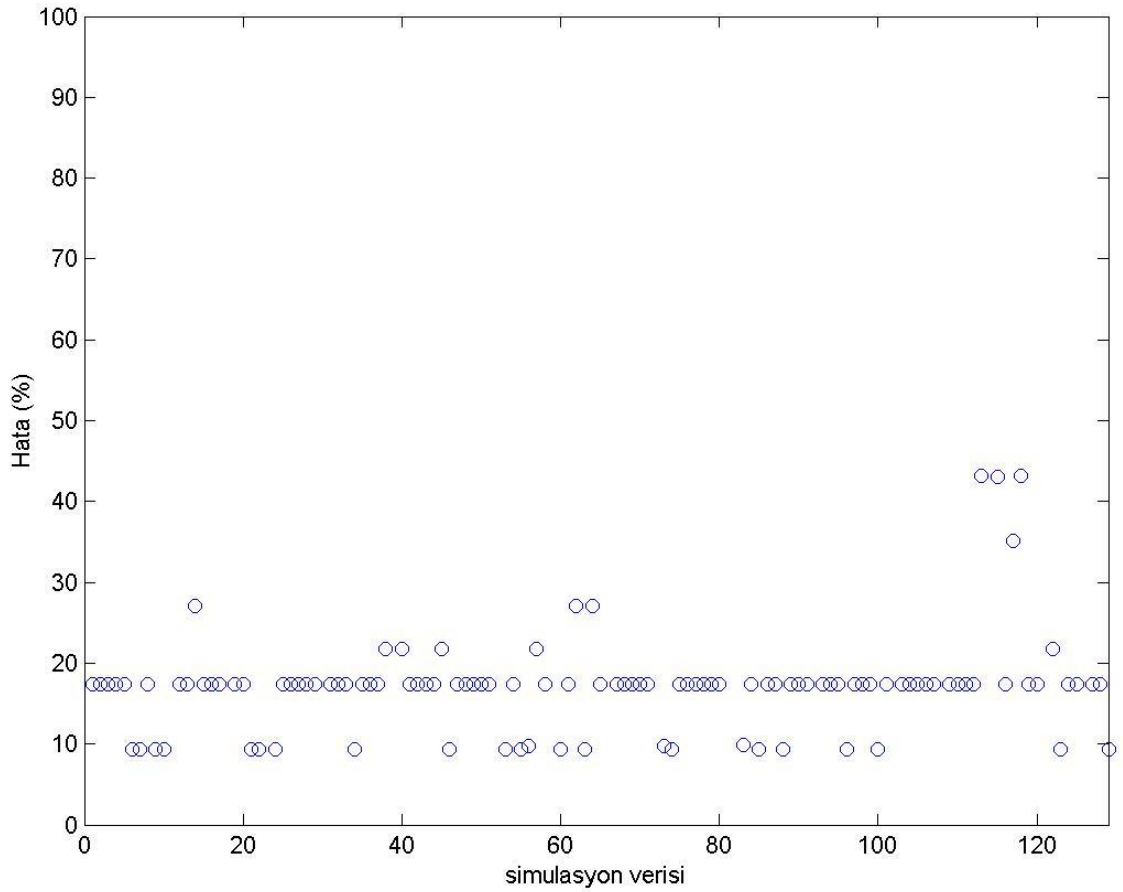
Kaza No	Tarih		Bölge	Ülke	Kaza tipi	Kazanın yeri	Operasyon	Ekipman	Çalışma durumu	Çalışma süresi	Mesai düzeni	Yaş	Mesai zamanı	Temas edilen madde	Çevresel Etkenler	İşle ilgili etkenler	Kişisel etkenler	
1	30	10	4	10	C7	3	2	4	8	1	2	1	3	3	4	1	1	4
2	26	10	4	9	C56	1	8	8	5	4	2	1	2	1	4	3	4	3
3	26	10	4	7	C2	3	16	13	15	1	2	1	1	1	4	3	5	1
4	21	10	4	10	C7	3	16	10	11	1	3	1	2	3	4	13	9	9
5	20	10	4	10	C7	2	18	13	15	4	2	1	3	2	9	13	12	1
6	19	10	4	10	C5	3	10	8	8	1	3	1	1	2	4	3	5	1
7	19	10	4	7	C2	2	5	10	10	1	3	1	5	1	9	4	12	1
8	18	10	4	7	C2	2	20	11	14	4	2	1	3	1	4	13	12	1
9	18	10	4	9	C49	3	16	7	15	4	1	3	2	1	4	1	1	4
10	18	10	4	9	C49	3	16	7	15	4	1	3	3	3	4	1	1	4
.
.
.
.
.
.
1520	13	1	1	1	C4	2	11	7	8	4	1	2	1	2	9	2	6	1
1521	12	1	1	8	C55	1	10	8	13	5	1	1	1	3	2	7	6	1
1522	9	1	1	1	C17	3	11	5	7	1	3	1	2	3	9	7	6	1
1523	8	1	1	8	C24	2	2	5	8	1	3	2	4	3	4	2	1	1
1524	7	1	1	1	C4	2	6	7	8	1	2	1	3	2	4	3	4	1
1525	7	1	1	9	C49	2	6	9	4	1	3	1	4	1	8	12	7	7
1526	6	1	1	2	C36	1	12	8	3	1	2	1	2	2	4	1	1	3
1527	6	1	1	9	C45	2	5	3	6	1	2	1	2	2	5	5	7	7
1528	4	1	1	9	C59	2	18	3	6	1	3	1	5	2	9	2	1	4
1529	4	1	1	10	C10	2	14	8	13	1	3	2	3	1	4	3	4	7

5. ANALİZDEN ELDE EDİLEN ÇIKTILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen sayısal sonuçlar tablolar ve grafiklerle verilmiştir.

1.Kaza tipinin belirlenmesi

Kaza tipi yaklaşık olarak ortalama % 20 hatayla belirlendi. Simulasyon sonuçları Şekil 1'de kontrol amaçlı olarak ayrılmış 129 adet veri için gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Simulasyon sonuçları (sapan değerler atıldıktan sonra)

2. Kazanın yerinin belirlenmesi

Kaza yerinin belirlenmesi mümkün olmadı. Bu demektir ki kaza tipi ile kaza yeri arasında belirgin bir bağlantı yok. (veya eldeki veriler yetersiz).

3. Kaza tipinin uygulama etkenleri girdi verisine ilave edilerek belirlenmesi

Uygulama etkenlerinin girdi verisine ilave edilmesi neticeleri olumlu yönde etkilemedi. Bunun nedeninin uygulama etkenlerinin rastgele olması olduğu düşünüldü.

4. İleride yapılacak çalışmalarda incelemenin bölge bazında yapılmasının daha anlamlı olacağı düşünülmektedir.

Elde edilen neticelerin değerlendirilmesi

1. Belirli bir tesiste çalışan belirli özelliklere sahip bir işçinin belli bir zaman aralığında kaza yapması halinde;

- i.* Olacak kazanın ciddiyeti belirlenir. Bu işlem o aralıktaki her çalışma günü için hesap yapılarak gerçekleştirilir.
- ii.* Tesiste çalışan bütün işçiler için aynı hesaplar yapılırsa hangi işçilerin riskinin daha yüksek olduğu belirlenir.
- iii.* Tesisteki işçilerin çalıştıkları bölgelerin ortalama riski belirlenir. Böylece, tesisin hangi bölgelerinde tedbir alınması gerektiği ortaya çıkarılır.

İlgili grafikler

1. Elimizdeki verilerden eğitimde kullanılan bir veri için.

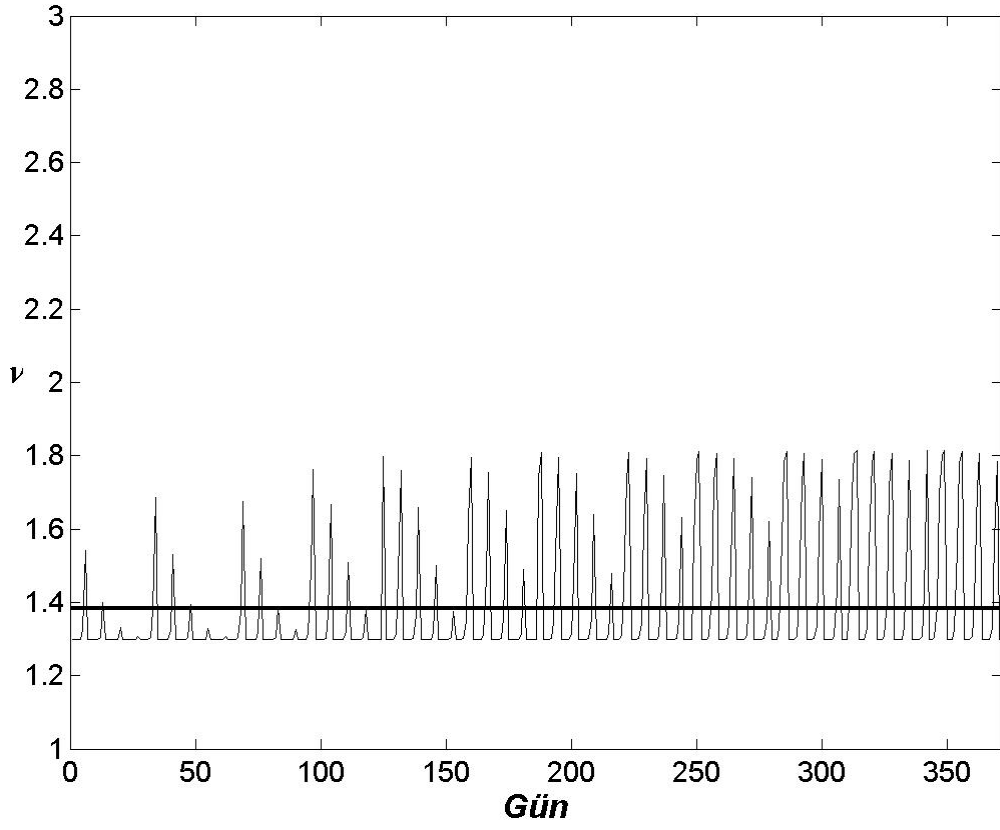
2-3. Elimizdeki verilerden simülasyonda kullanılan bir veri için.

4-5. Yeni eleman için.

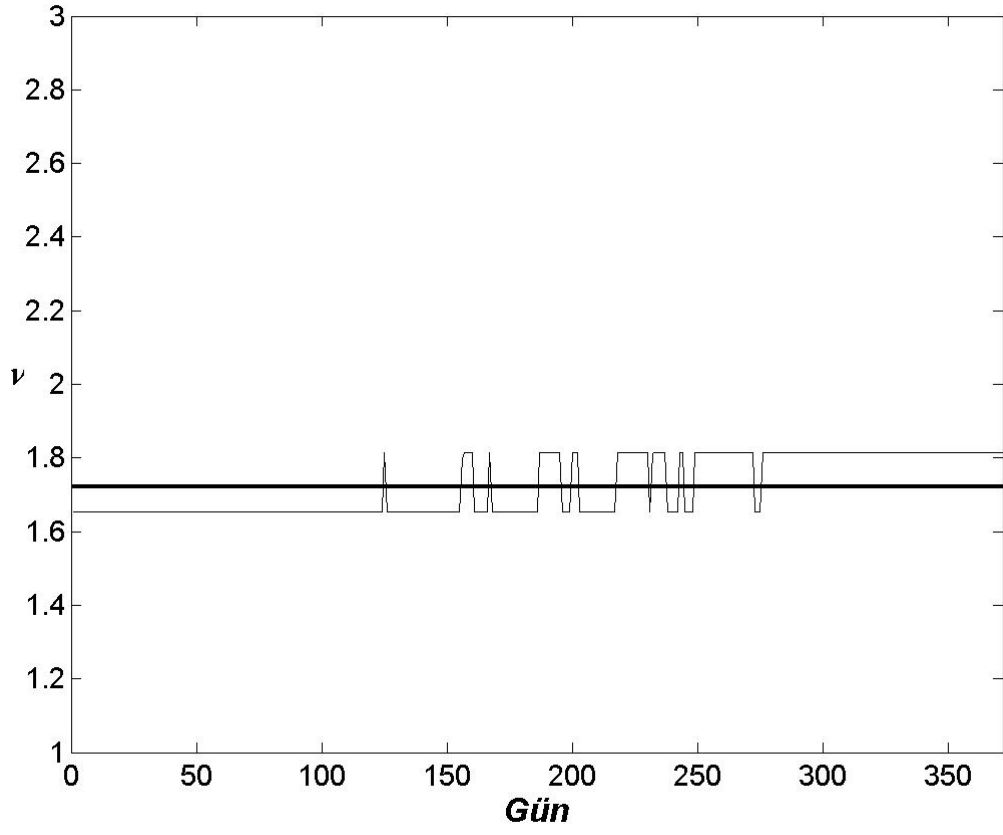
Aşağıda, beş adet örnek işçi için bir yıl içinde kaza tipinin değişimi grafiksel olarak verilmiştir. Grafiklerde ortalama kaza tipi değeri bir çizgi ile gösterilmiştir. Örnekler için girdi verileri Çizelge 6.1' de özetlenmiştir.

Çizelge 5.1. Örnekler için girdi verileri

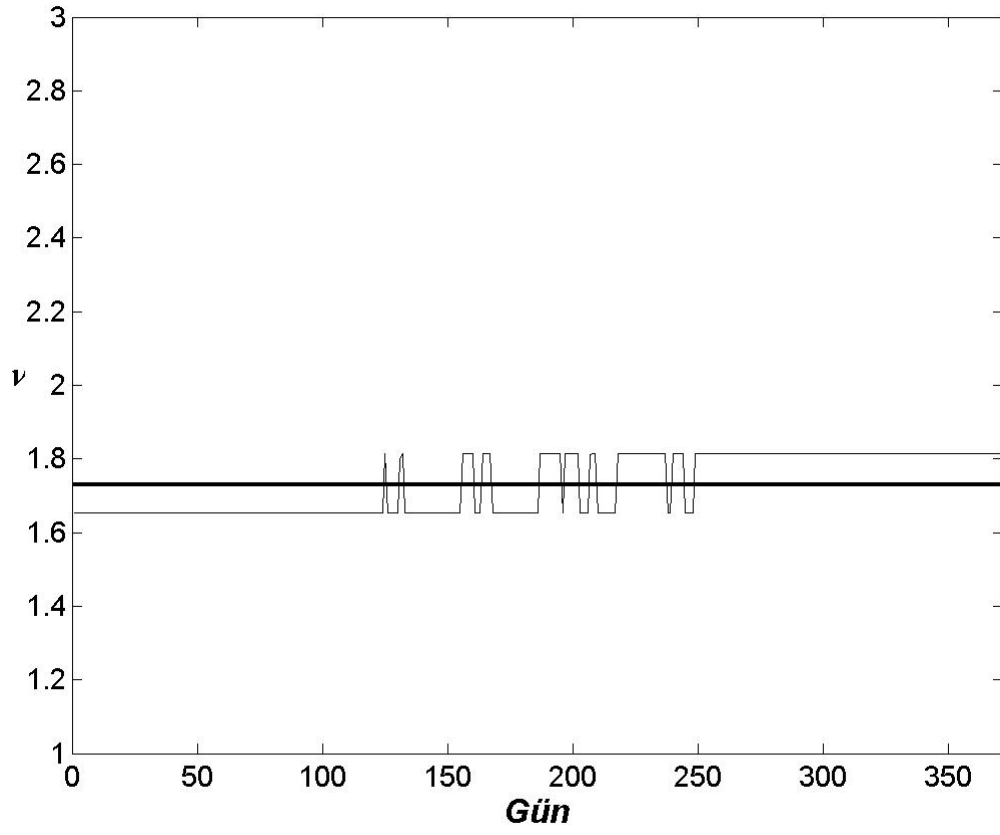
Örnek:	1 (1.işçi)	2 (1412. işçi)	3 (1484. işçi)	4	5
Bölge	10	3	1	7	2
Ülke	7	6	19	2	36
Operasyon	4	10	3	7	3
Ekipman	8	3	6	5	5
Çalışma Durumu	1	4	1	1	4
Çalışma Süresi	2	3	3	1	1
Çalışma Düzeni	1	3	1	1	1
Yaş	3	5	4	1	3
Mesai	3	2	2	1	1
Temas	4	4	9	4	4
Çevresel Etkenler	1	3	7	7	1
İşle ilgili Etkenler	1	1	8	1	7
Kişisel Etkenler	4	4	2	1	1
Gerçek sonuç (kaza tipi)	3	2	2	-	-



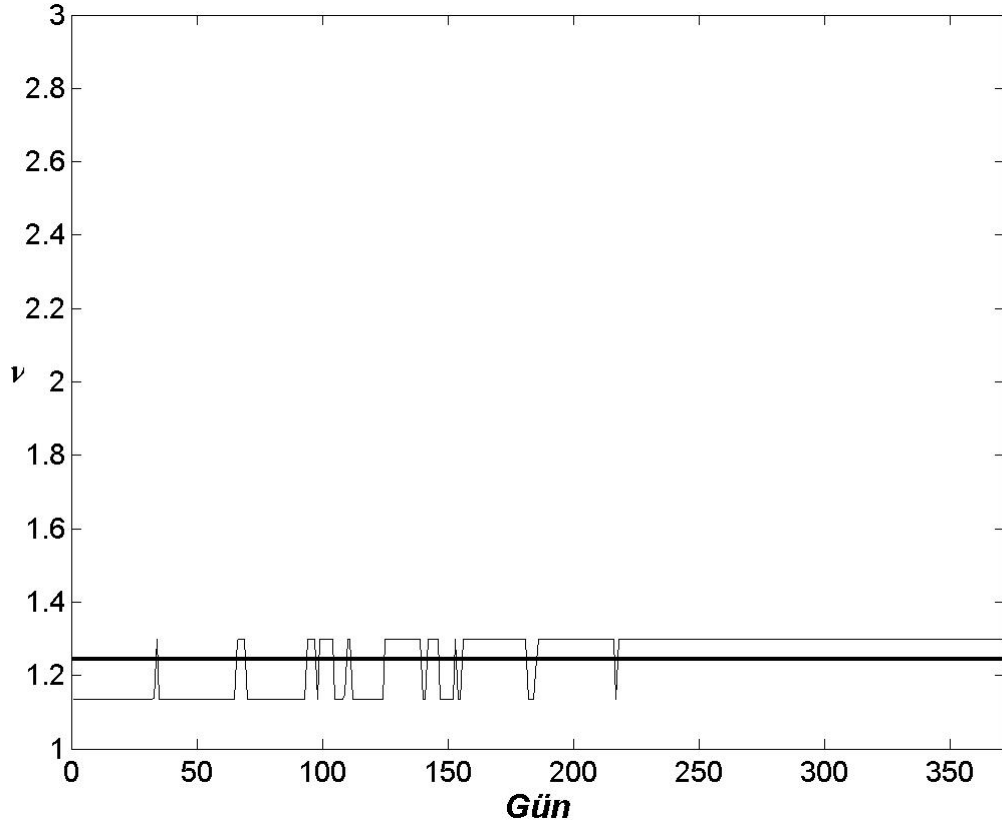
Şekil 5.2. Örnek 1 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri (γ)



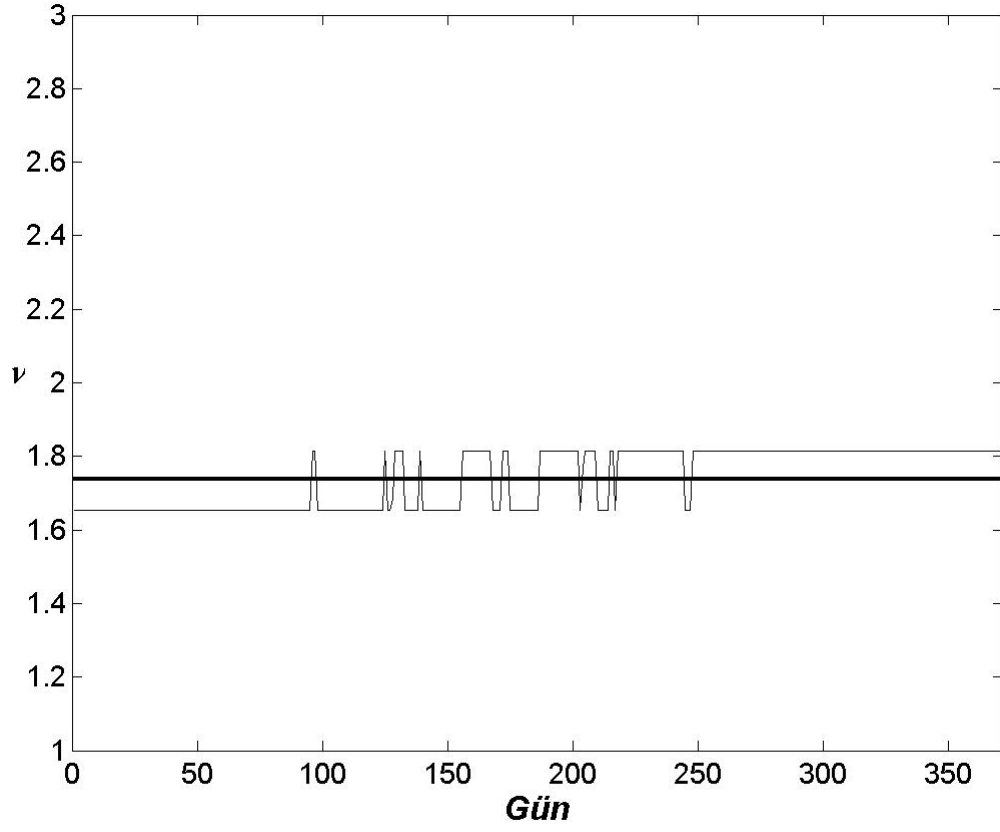
Şekil 5.3. Örnek 2 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri (γ)



Şekil 5.4. Örnek 3 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri (γ)



Şekil 5.5. Örnek 4 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri (γ)



Şekil 5.6. Örnek 5 için yılın günlerine karşı gelen kaza tipi tahminleri (γ)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir çimento şirketine ait tesislerde 01.01.2006 - 31.12.2009 tarihleri arasında meydana gelen 1529 iş kazasının yapay zeka yaklaşımı ile incelenmesi konulu bu çalışmanın sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

Birinci örneğe ait Şekil 5.2 de şirketin Batı Avrupa Bölgesinde, Fransa ülkesindeki tesislerde meydana gelmiş (yaşanmış) bir vakanın kaza tipi olasılığı incelenmiştir. Ortalama kaza tipi 1,4 değeri ile gerçek kaza tipi olan “tıbbi yaralanmalı kaza,, tipine yakın bulunmuştur. Fransa ve benzeri gelişmiş Avrupa ülkelerinde, işyeri sağlık hizmetlerinin gelişmiş olması, işçilerin sendikal haklarının yüksek standartta olması gibi nedenlerle, gelişmekte olan ülkelerde kaza olarak dahi raporlanmayacak olan vakalar, iş yeri hekimleri tarafından kaza, tıbbi yaralanma, ilk yardım olarak tanımlanarak işçiler bu gibi durumlarda istirahata gönderilmektedir. Grafikte de görüldüğü üzere, Fransa için yapılan analizde hemen hemen 12 ay boyunca tıbbi yaralanmalı kaza olasılığı mevcuttur.

İkinci örneğe ait Şekil 5.3 de şirketin Doğu Asya Bölgesinde, Japonya ülkesindeki tesislerde meydana gelen kaza incelenmiştir. Ortalama kaza tipi 1,8 değeri ile gün kayıplı kaza tipine yakın bulunmuştur. Üretimin yoğun olduğu yaz aylarında yüksek ve değişken oranda kaza ihtimali belirlenmiştir. Sonbahar aylarında bölgedeki tesislerde revizyon (fabrika bakım) aktiviteleri gerçekleştirilmesi nedeniyle bakım sırasında meydana gelebilecek gün kayıplı kaza ihtimalinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

Üçüncü örneğe ait Şekil 5.4 de şirketin Türkiye’deki tesislerinde meydana gelen kaza incelenmiştir. Ortalama kaza tipi maksimum 1,8 değeri ile “gün kayıplı kaza,, tipine yakın olarak bulunmuştur. Grafikte görüldüğü üzere, kaza tipi değerinin yaz aylarında yüksek olması, üretimin yaz aylarında en yüksek düzeyde olmasından; kış aylarında düşük olması ise kış aylarındaki düşük satış, dolayısıyla düşük üretimden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Dördüncü örneğe ait Şekil 5.5 de şirketin Kuzey Amerika Bölgesi, ABD ülkesindeki tesislerde meydana gelebilecek bir kazanın, kaza tipi analiz edilmiştir. Ortalama kaza tipi değeri yaklaşık 1,2 değeri ile hafif yaralanma olan “tıbbi yaralanmalı kaza” tipine yakın bulunmuştur. Amerika Birleşik Devletleri’nde uygulanması zorunlu olan iş güvenliği kanunları (OSHA – Occupational Safety and Health Administration) dolayısıyla kaza tanımları diğer bölgelere göre farklılıklar taşımaktadır. Diğer ülkelerde çalışanın kaza sonucu bir sonraki mesaide işe gelememesi gün kayıplı kaza olarak sınıflandırılırken, OSHA’da 2 gün içerisinde çalışanın işe dönebilmesi sonucu, bu tip kazalar gün kayıplı kaza değil, tıbbi yaralanmalı kaza olarak sınıflandırılmaktadır. Bu farklılık nedeniyle, ABD’deki tesislere ait kaza tipi değerinin Avrupa ülkelerindeki değerden düşük olduğu düşünülmektedir.

Beşinci örneğe ait Şekil 5.6 da ise şirketin Çin’deki tesislerinde meydana gelebilecek bir kazanın, kaza tipi analiz edilmiştir. Ortalama kaza değeri yaklaşık 1,8 değeri ile “gün kayıplı kaza” tipine yakın bulunmuştur. Üretimde mevsimsel engel bulunmaması, satışların yoğun olması nedenleriyle tesisler aralıksız çalışmaktadır. Bu nedenle yıl boyu yüksek kaza riskinin olduğu düşünülmüştür. Ülke genelinde raylı taşıma sistemleri yaygın olmadığından araç kazaları sonucu birçok gün kayıplı kaza meydana gelmektedir.

Tesislerdeki iş kazalarının meydana gelme şekli, gerçekleştirilen işin yapım metodlarına göre değişmekle birlikte, ülkenin/kişinin eğitim ve bilinç seviyesine, kişinin sosyal ve psikolojik durumuna ve o anki konsantrasyonuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Dolayısıyla şirkete ait Afrika kıtasındaki tesisler ve Avrupa kıtasındaki tesisler çalışan profili açısından farklı özellikler taşıyabilmektedir. Bu nedenle eldeki verilerle kaza tipi ve kaza yeri arasında belirgin bir bağlantı bulunamadığı düşünülmüştür. Bundan sonra yapılabilecek çalışmalarda şirketin farklı coğrafyalardaki kaza verileri yerine, tek bir tesisteki uzun süreli kaza kayıtlarının analiz edilmesi, kaza tipi ve kaza yeri açısından daha belirgin bir netice verebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada girdi değerleri olarak kazazedenin tesiste çalışma süresi, mesai düzeni, yaşı; kazanın meydana geldiği alan, temas edilen madde gibi değişkenler kullanılmıştır. Fakat kazanın meydana gelmesine neden olan birçok etken bulunmaktadır. Bu noktadan yola çıkarak daha sonraki çalışmalarda farklı değişkenlerin kazalara nasıl etki ettiğine dair araştırmalar yapılabilir. Bu çalışmada, yapay zeka teknikleri kendi içinde belirli teknikler üzerinde yoğunlaşarak kullanılmıştır, fakat literatürde çok çeşitli sayıda teknikler bulunmaktadır. Bu değişik tekniklerin kullanılması sonraki çalışmalara konu olabilir.

KAYNAKLAR

1. Demirbilek, T., "İş Güvenliği Kültürü, 1. Baskı", **Legal Yayıncılık**, İstanbul, 16-22 (2005).
2. Aldemir C., Atalol A., Budak G., "İnsan Kaynakları Yönetimi, 4. Baskı, **Barış Yayınları**, İzmir, 244-245 (2001).
3. Dizdar, Ercüment, Temmuz, "Kaza Sebeplendirme Yaklaşımları", **Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi**, 26-27 (2001).
4. İnternet: ILO "Database on International Labor Standards" <http://www.ilo.org/public/english/standards/info/index.htm> (2009).
5. İnternet: TC Sosyal Güvenlik Kurumu "Sosyal Sigortalar Kanunu" <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/377.html> (2009).
6. Ünsar, A.S., "İş Kazaları ve Örgütsel Verimlilik", Temmuz, **MPM Verimlilik Dergisi**,6, (2004).
7. Akın, B., Erol, V., Çetin, C., "Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi", **Beta Basım Yayım dağıtım A.Ş.**, İstanbul, 320-342, (1998).
8. Tur, N., Nalbantoğlu, N., "Gemi Sanayisinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği. Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu", **İstanbul Teknik Üniversitesi**, 24-25 Aralık (2004).
9. Mamatoğlu, N., "İş kazalarının azaltılmasında davranış temelli iş güvenliği modelinin uygulanması", Doktora Tezi, **Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, 5-10 (2001).
10. Suutarinen, J., "Occupational accidents in finnish agriculture-causality and managerial aspects for prevention", Doktora Tezi, **Helsinki Üniversitesi Agrifood Research**, Helsinki, 5-7 (2003).
11. Hawthorn, Stuart, Jan, "Risk Management Process", **Safety Line Institute**, 8, (2006).
12. İnternet: Occupational Safety and Health Administration "OSHA 3071" <http://www.osha.gov/Publications/osha3071.pdf> (2009).
13. Peek, C., "Role of Environmental Interventions in Injury Control and Prevention", **Oxford Journals**, 15 (2): 131-144 (2003).

14. Groeneweg, J., "Hazard Analysis: The Accident Causation Model", Encyclopaedia of Occupational Health and Safety 4th Ed. , **International -Labour Office**, Geneva, 57-64 (1998).
15. İnternet: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü "Risk Analizi ve Yönetimi" www.tkqm.gov.tr/turkce/dosyalar/diger%icerikdetaydh276.ppt (2009).
16. Jonathan, D., "Reducing occupational accident and injury rates through safety and macroergonomic education of future managers", Doktora Tezi, **Division of Engineering Psychology Lulea University of Technology**, Lulea, 209-212 (2006).
17. Jovanovic, J., "Multidisciplinary Aspects of Occupational Accidents and Injuries", **Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection**, 2 (4) : 331 (2004).
18. Yılmaz, G., "Çalışma ortamı", **Fişek Sağlık Hizmetleri Dergisi**, 25: 33-34 (1999).
19. Erkan, N., "Ergonomi, Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği", **MPM Yayınları**, Ankara, 373 (1988).
20. Akgün, H., "İş kazalarının çalışanların kişisel nitelikleri ile ilişkisi ve otomotiv sektöründeki bir İşletmede yapılan iş kazaları analiz çalışması", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul, 37-42, 48-52 (1999).
21. Ceylan, H., "İmalat sistemlerindeki iş kazalarının tahmini için ağırlıklandırılmamış ortalamalardan sapma tekniği", Doktora Tezi , **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 11-15 (2000).
22. Adal, Z., "İş Kazalarına Yol Açan Etkenler", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 4(1) : 376-380 (1975).
23. Üreten, S., "Üretim / İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri, 3. Baskı", **Gazi Yayınevi**, Ankara, 441-448(1999).
24. Salih, G., "1980-1990 döneminde Türkiye'de meydana gelen iş kazalarının genel bir değerlendirilmesi", **Verimlilik Dergisi**, 2: 10 (1993).
25. Özgül, F., " İş kazalarının ekonomik yönünün analizi ve ülke sektör işletme bazında değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul, 17-20 (1991).
26. Joseph, A.J. "Right -to-Know Training of Workers With IQ Less Than 70: A Pilot Study, **American Journal of Industrial Medicine**, 32:417-420(1997).

27. Kurt, M., "İş kazaları ve meslek hastalıklarının yapısal analizi", Doktora Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İzmir, 101-107 (1999).
28. Edwin, E.G., Clarence, W.B., "Personnel and Industrial Psychology" **McGraw-Hill Book Company**, U.S.A , 364 (1955).
29. Velicangil, S., Velicangil, Ö., "Endüstri Sağlığı ve Meslek Hastalıkları", **YODÇEM**, 57 (1978).
30. Cüceloğlu, D., "İnsan ve Davranışı- Psikolojinin Temel Kavramları", **Remzi Kitapevi**, İstanbul, 93 (1991).
31. Bodur, N.K., " İş kazalarına neden olan fiziki ve sosyal çevre faktörleri", Yüksek Lisans Tezi, **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Erzurum, 17-18 (1993).
32. Birkan, S., "İş Kazalarının Ekonomik Yönü", **İşveren Dergisi**, 7(3):22(1988).
33. Alper, Y., "İnsan-Makine İlişkisi açısından İş Kazaları", **Verimlilik Dergisi**, Ankara, 1:168(1991).
34. Poulton, E.C, "Blue Collor Stressors". Stres at work. Ed.Cary I. Cooper & Roy Payne, **John Wiley And Sons. Chicestor**, 52-59(1978).
35. Ulusal Ergonomi Kongresi, **MPM**:372, Ankara, 137(1988).
36. Dupre D., "Statistics Spell It Out", Preventing Accidents at Work Magazine, **European Agency for Safety and Health at Work**, ISSN 1608-4144, (2001).
37. İnternet: TBMM "Türk Ceza Kanunu, Kanun No: 5237" <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k5237.html> (2009).
38. Şimşek, M., "Sorularla Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemleri", **Alfa Basım Yayım Ltd. Şti.**, İstanbul, 5-314 (2000).
39. Revelle, J. B., Moran, J. W., Cox, C.A., "The QFD Handbook", **John Wiley and Sons**, New York, 3-313 (1998).
40. Stamatis, D. H., "FMEA From Theory to Execution", **ASQ Publications**, Milwaukee, Wisconsin, 7-494 (1995).
41. İnternet: UK Health and Safety Executive "Accident Prevention Advisory Unit" www.hse.gov.uk/press/2006/c06001.htm (2009).

42. Özkılıç, Ö., "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri", **Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu**, Ankara, 5-142 (2005).
43. Şahin, F., "İş Sağlığı ve Güvenliği", **İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi**, 1 (1) : 8 (2001).
44. İnternet: European Agency for Safety and Health at Work, "Accident Prevention" http://osha.europa.eu/en/@@index_alphabetical?letermid=181D (2009).
45. Takala, J., "Introductory Report: Decent Work-Safe Work", **ILO XVII th World Congress on Safety and Healty at Work**, Orlando, 18-22 Sep, 147 (2005).
46. Boyle, A.J., "The Collection and Use of Accident and Incident Data", Safety at Work-Sixth Edition, **Butterworth-Heinemann**, 263 (2003).
47. Piyal, B., "Toplumsal Korunma ve İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunları", **Petrol-İş Yayınları**, Sendikal Notlar, 20 (12) : 155 (2003).
48. İnternet: Sosyal Güvenlik Kurumu "2004-2008 Yılları İstatistik Yıllığı", www.sgk.gov.tr/wps/portal/Anasayfa/Istatistikler (2009).
49. Özgül, F., "İş kazalarının ekonomik yönünün analizi ve ülke sektör işletme bazında değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul, 17-20 (1991).
50. Kurt, M., Özdemir, K., "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemleri", **Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Dergisi**, **TTB Yayını**, Ekim-Kasım- Aralık, 13-21 (2003).
51. Juran, J.M., Gyra, Frank M., "Quality Planning and Analysis", **McGraw Hill Inc.** USA, 7-200 (1980).
52. Özkılıç, Ö., "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri", **TİSK Yayınları**, No:246, Ankara, 1-3 (2005).
53. İnternet: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı "İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü" <http://isggm.calisma.gov.tr> (2009).
54. İnternet: ILO "Programme on Safety and Health at Work" <http://www.ilo.org/safework/lang--en/index.htm> (2009).

55. Öztürk, Metin, Eylül 11, *Türk Standartları Enstitüsü Tanıtım Dergisi*, 12-14 (2006).
56. İnternet: TİSK “İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri” <http://www.tisk.org.tr/yayinlar.asp?sbj=ic&id=1402> (2009).
57. Aslan, A., “Bir inşaat şirketinde meydana gelen kazaların değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 46-48 (2008).
58. Tafur, R., “İş kazalarının risk yönetimi ve bilişim teknolojileri kullanılarak azaltılmasının incelenmesi ve bir kamu kurumunda yürütülen uygulamaların değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kütahya, 77-79 (2007).
59. İzgi, A., “Kaynak endüstrisinde çalışanların genel profili ve iş kazaları üzerine bir inceleme”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 53-55 (2006).
60. Kurtgöz, Y., “Karabük ili demir-çelik endüstrisinde meydana gelen iş kazalarının bilgisayar destekli analizi ve çözüm önerileri” Yüksek Lisans Tezi, **Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Karabük, 60-64 (2006).
61. Gölbaşı, M., “Tarım alet-makine ve traktörlerin kullanımından kaynaklanan iş kazaları nedenlerinin ve tahmini kaza maliyetleri indeksinin belirlenmesi”, Doktora Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 236-237 (2002).
62. Sheu, J., Hwang, J., Wang, J., “Diagnosis and monetary quantification of occupational injuries by indices related to human capital loss: analysis of a steel company as an illustration”, **Accident Analysis and Prevention**, 32: 435-443 (2000).
63. Hauptmanns, U., Marx, M., Knetsch, T., “GAP - a fault-tree based methodology for analyzing occupational hazards”, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 18 : 107–113 (2005).
64. Simon, H. A., “Artificial Intelligence: An Emprical Science”, **Artificial Intelligence**, 77 : 95-127 (1995).
65. Svozil, D., Kvasnicka, V., Pospichal, J., "Introduction to Multilayer Feed Forward Neural Net", **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, 39 : 43-62 (2001).

- 66.Doğan, E., “Regresyon analizi ve yapay zeka yaklaşımı ile Türkiye ve seçilen bazı büyük illeri için trafik kaza tahmin modelleri”, Doktora Tezi, **Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kırıkkale, 41-49 (2007).
- 67.Koç, L., “Taş dolgu dalgakıranların yapay sinir ağları, bulanık mantık sistemleri ve Genetik algoritma ile n tasarımı ve güvenilirlik analizi”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 11-17 (2002).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜVEN, Sertaç
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 25.04.1977 Trabzon
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (533) 493 44 88
 Faks : 0 (462) 228 99 19
 e-mail : sertac@inbox.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği	1999
Lise	Trabzon Anadolu Lisesi	1995

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2009	Lafarge Cimento	İSG Müdürü
2002-2004	BOTAŞ BTC	İSG Mühendisi
1999-2002	Ağsar İnşaat A.Ş.	Şantiye Şefi

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

Hobiler

Nüvizmatik, Tenis, Fotoğrafçılık