İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

175795

İNŞAAT ŞANTİYELERİNDE BULANIK KÜMELER YARDIMIYLA İŞ GÜVENLİĞİ RİSK ANALİZİ YÖNTEMİ

DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Gürkan Emre GÜRCANLI
(501992420)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 Ekim 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 5 Ocak 2006

Tez Danışmanı :	Y.Doç.Dr. Uğur MÜNGEN
Diğer Jüri Üyeleri	Prof.Dr. Güngör EVREN (İ.T.Ü.)
	Prof.Dr. Devrim ULUCAN (İ.T.Ü.)
	Prof.Dr. Ülkü UZUNÇARŞILI (M.Ü.)
	Y.Doç.Dr. Alp BARAY (İ.Ü.)

OCAK 2006

ÖNSÖZ

İş güvenliği konusunu seçmemde ve tez çalışmamda büyük katkıları olan saygıdeğer hocam Y.Doç.Dr. Uğur MÜNGEN'e, hukuksal açılardan eksiklerimi tamamlamamda yardımcı olan Prof.Dr. Devrim ULUCAN'a, gerek tez çalışmamdaki katkılarından gerekse de yüksek lisans-doktora ders aşamasında, aldığım derslerinden çok şey öğrendiğim Prof.Dr. Güngör EVREN'e, çalışmanın uygulamaya dönük başlıklarındaki katkılarından dolayı Oktay TAN ve Suat ÖZTORUN'a, tezin oluşmasında katkıları olan lisans ve yüksek lisans öğrencisi arkadaşlarıma ve bu son derece stresli süreci geçirmemde en büyük katkısı olan ve çalışmamı sorunsuz bir şekilde bitirmemi sağlayan sevgilim Meltem KOLGAZİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 2005 **Gürkan Emre GÜRCANLI**

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR ix

TABLO LİSTESİ x

ŞEKİL LİSTESİ xiii

SEMBOL LİSTESİ xv

ÖZET xvi

SUMMARY xxi

1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI 1

1.1 İş Yaşamındaki Genel Durum 1

1.2 Dünyada İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği'ne Sayısal Olarak Bakış 3

1.3 Karşılaştırma Ölçütleri 12

1.3.1 Kaza Sıklığı (k_s) 12

1.3.2 Kaza Tekrarlama Oranı (k_t) 14

1.3.3 "Kaza Sayısı / Prim Ödenen Gün Sayısı" Oranı (k_p) 14

1.3.4 "Kaza Sayısı / İşyeri Sayısı" Oranı (k_I) 15

1.3.5 Kaza Ağırlık Oranı (k_a) 15

1.4 Ülkemizdeki İş Kazalarına İlişkin Sayısal Veriler 15

1.4.1 Türkiye'deki Önemli İş Kollarının İş Kazaları Bakımından Karşılaştırılması 18

1.4.2. Farklı Sektörlerin Kaza Sıklığı Değerleri Bakımından Karşılaştırılması 22

1.5 İnşaat Sektörüne İlişkin İstatistiksel Değerler 27

2. İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNİN GELİŞİMİ, YASAL DÜZENLEMELER 37

2.1 Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliği'nin kısa tarihçesi 35

2.2 Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği'nin kısa tarihçesi 38

2.3 Türkiye'deki İş Güvenliği Ve Sağlığına İlişkin Mevzuatın Değerlendirilmesi 41

2.3.1 Devletin Yükümlülüğü 45

2.3.2 İşveren ve işçilerin yükümlülükleri 47

2.3.2.1 İşverenin sorumluluğu 48

2.3.2.2 İşçinin Yükümlülüğü 50

2.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatının Risk Değerlendirmesi Açısından İncelenmesi 51
2.4.1 Risk Değerlendirmesine İlişkin Yönetmeliklerde Yer Alan Hükümler ve Değerlendirmeler 54
2.4.2 Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği'nin Değerlendirilmesi 60
2.4.2.1 Koordinatörlerin görev ve sorumlulukları 61
2.4.2.2 Proje Sorumlusu ve İşverenlerin Sorumlulukları 64
2.4.2.3 İşverenlerin Yükümlülükleri 64
2.4.2.4 Diğer Kişilerin Yükümlülükleri 65
3. İŞ GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMLERİ 67
3.1 OHSAS 18001: İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi 67
3.1.1 Tarihsel Gelişim 68
3.1.2 OHSAS 18001 Yönetim Sistemi Spesifikasyonu 69
3.1.2.1 Tanımlar 70
3.1.2.2 İSİG Yönetim Sistemi Elemanları 71
3.2 OHSAS 18001, OHSAS 18002 ile ILO-OSH : 2001 karşılaştırılması 79
3.2.1 İki Yönetim Sisteminin Temel Başlıklarının Karşılaştırılması 79
3.2.2 İşle İlgili Yaralanma, Hastalık ve İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerindeki Etkilerinin İrdelenmesi 82
3.3 OHSAS 18001'in İnşaat Sektöründe Uygulanabilirliği 84
3.4 Avrupa Birliği'nde İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Sistemlerine Genel Bir Bakış 85
3.4.1 İş Güvenliği Yönetim Sisteminin Amaçları 85
3.4.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Girdileri 86
3.4.3 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin Ortaya Konması ve Uygulaması 86
3.4.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sisteminin Sonuçları 87
3.4.5 İSGYS'nin Sınıflandırılması 88
3.5 İş Güvenliği Yönetimi İlkeleri ve Türkiye'deki İş Güvenliğine İlişkin Mevzuatın Bu İlkeler Açısından Değerlendirilmesi 89

3.6 İş Güvenliği Yönetimi İlkelerinin Tanım ve Tarifleri 94
3.6.1 İş Güvenliği ve Sağlığı Plan ve Programları 94
3.6.2 İş Güvenliği ve Sağlığı, İlgili Sorumluluklar ve tanımlanabilirlik 95
3.6.3 Çalışanların katılımı 96
3.6.4 İşe Uygunluk 96
3.6.5 Tehlike Analizi 97
3.6.6 Tehlikelerin Önlenmesi, Denetimi/Azaltılması 97
3.6.7 Teftişler 98
3.6.8 Acil Durum Müdahale Planları 98
3.6.9 İlk Yardım ve Tıbbi Koşullar 98
3.6.10 Kaza Soruşturması, Raporlaması ve Analizi 99
3.6.11 Eğitim ve İş Güvenliği Toplantıları 99
3.6.12 Ortak İş Güvenliği ve Sağlığı Komiteleri (Kurulları) 100
3.6.13 İş Güvenliği ve Sağlığı için Yüklenici ve Alt Yüklenici İlişkisi 100
3.7 Farklı Kuruluşların Ve Türkiye'deki Mevzuatın İş Güvenliği Yönetimi Temel İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi 101
3.7.1 İş Güvenliği ve Sağlığı Plan ve Programlarına İlişkin Değerlendirmeler 103
3.7.2 İş Güvenliği ve Sağlığı, ilgili sorumluluklar ve bunların Tanımlanabilirliği İlkelerinin Değerlendirilmesi 105
3.7.3 Çalışanların Katılımı/ Ortak İş Güvenliği Komiteleri Açısından Mevzuatın Değerlendirilmesi 109
3.7.4 İşe Uygunluk Kriterleri'nin Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi 112
3.7.5 Tehlike Analizine İlişkin Hükümlerin Değerlendirilmesi 112
3.7.6 Tehlikelerin Önlenmesi ve Denetimi/Azaltılmasına Dair Hükümlerin Değerlendirilmesi 113
3.7.7 Teftiş ile İlgili Hükümlerin Değerlendirilmesi 114
3.7.8 Acil Durum Müdahale Planları Açısından Mevzuatımızın Değerlendirilmesi 115
3.7.9 İlk Yardım ve Tıbbi Koşulların Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi 115
3.7.10 Kaza Soruşturması, Raporlaması ve Analizine İlişkin Hükümlerin Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi 116

3.7.11 Eğitim ve İş Güvenliği Toplantılarının Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi 117
3.7.13 İş Güvenliği ve Sağlığı için Yüklenici/Alt Yüklenici İlişkisi 118
4. TEHLİKE VE RİSK KAVRAMLARI, ANALİZ ve ORTADAN KALDIRMA YÖNTEMLERİ 119
4.1 Kazalarda Neden-Sonuç İlişkileri Üzerine Teoriler 124
4.1.2 Domino teorisi 125
4.1.3 Çok Yönlü Nedensellik Teorisi 125
4.1.4 Saf Tesadüf Teorisi 126
4.1.5 Kazaya Eğilimli Olma Teorileri 126
4.1.6 Enerji Transferi Teorisi 126
4.1.7 Semptomlara karşı nedenler teorisi 127
4.2 Tehlike Değerlendirme Teknikleri 128
4.2.1 Ön Tehlike Analizi 130
4.2.2. İş Güvenliği Denetlemesi 130
4.2.3 Süreç/Sistem Kontrol Listeleri 130
4.2.4 İşlemleri İnceleme Tekniği 130
4.2.5 Göreceli Sıralama-Dow ve Mond Tehlike İndisleri 131
4.2.6 Risk Analizi 131
4.2.6.1 Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı 131
4.2.6.2 Risk Değerlendirme Karar Matris Metodu 122
4.2.7 Olursa Ne Olur Analizi 134
4.2.8 Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi 135
4.2.9 Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi 135
4.2.10 Hata Ağacı Analizi 141
4.2.11 Olay Ağacı Analizi 141
4.2.12 Neden-Sonuç Analizi 142
4.2.13 İnsan Hatası Analizi 142
4.2.14 Tehlike Erken Uyarı Modeli 142
4.3 Tehlike Önleme Yöntemleri 146
5. BULANIK KÜME TEORİSİ VE UYGULAMALARI 148
5.1 Olasılık, olabilirlik ve sistem tanımları ışığında inşaat üretimi 148
5.2 Bulanık Sistemler 150
5.3 Bulanık Kümeler 150
5.4 Üyelik Fonksiyonları ve Özellikleri 153

5.5 Üyelik Derecelerinin Belirlenmesi 156
5.6 Bulanık Küme İşlemleri 159
5.6.1 Kaynak, geçiş noktası ve bulanık tekillik kavramları 160
5.6.2 Bulanık Bileşim 160
5.6.3 Bulanık Kesişim 161
5.6.4 Bulanık Tamlama (Değillik) 161
5.6.5 Bulanık kartezyen çarpım 161
5.6.6 En büyük-yıldız (sup-star) bileşimi 161
5.7 Kural Tabanlı Bulanık Sistemler 162
5.8 Bulanık Sistemlerde Çıkarım Yöntemi 165
6. İNŞAAT ŞANTİYELERİNDE BULANIK KÜMELER İLE RİSK ANALİZİ YÖNTEMİNDE KULLANILAN PARAMETRELER 172
6.1 Şantiyedeki İş Güvenliğine İlişkin Alınan Önlemlerin Değerlendirilmesi ve GD Parametresinin elde edilmesi 172
6.1.1 İş Güvenliği Kontrol Listesinin Hazırlanması 173
6.1.2 Kontrol Listesindeki Alınması Gereken Önlemlerin Ağırlıklarının Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Saptanması 174
6.2 Kaza Olabilirliği (KO) Parametresi ve hesaplanması 183
6.2.1 Kaza Olabilirliği Parametresinin Hesaplanması 190
6.2.2 Kaza Olabilirliği Parametresi için yapılan tanımlamalar ve yüzde aralıkları 193
6.2.3 Kaza Olabilirliği Parametresinin Bulanık Kümeler Yardımıyla Tanımlanması 194
6.3 Kaza Şiddeti (KŞ) Parametresi 196
7. BULANIK KURAL TABANLI RİSK ANALİZİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI 206
7.1 Risk Düzeyi Çıktı Parametresi 206
7.2 Kural Tabanlı Sistemin Oluşturulması 209
7.3 Bulanık kural tabanlı risk analizi yönteminin bir tünel şantiyesinde uygulanması 211
7.3.1 İncelenen İnşaat ve Firma Hakkında Genel Bilgiler 211
7.3.2 Ana Hatlarıyla İncelenen Firmanın İş Güvenliği Yönetimine Bakışı 213
7.3.3 Risk Analizi Yönteminin Uygulanması 217
7.3.3.1 Yüksekten düşmeler için yapılan risk analizi 219
7.3.3.2 Malzeme düşmeleri için yapılan risk analizi 227
7.3.3.3 Şantiye içi Trafik Kazaları için yapılan risk analizi 235

7.4 Risk Analizi Yönteminin Uygulamasına Dair Değerlendirmeler 238
8. SONUÇ VE ÖNERİLER 243
8.1 Çalışmaya Duyulan Gereksinim 243
8.2 Elde Edilen Bulgular 248
8.3 Çalışmanın Bilime Katkısı 254
8.3 Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler 258
KAYNAKLAR 262
EKLER 269
ÖZGEÇMİŞ 322

KISALTMALAR

GD	: Güvenlik Düzeyi
KO	: Kaza Olabilirliği
KŞ	: Kaza Şiddeti
RD	: Risk Düzeyi
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
OHSAS	: Occupational Health and Safety Assessment Series
İSİG	: İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği
ILO-OSH	: International Labour Organization-Occupational Safety and Health Systems
EASHW	: European Agency for Safety and Health at Work
İSGYS	: İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri
HSE	: Health and Safety Executive (England)
FMEA	: Failure Modes and Effects Analysis
FMECA	: Failure Modes, Effects and Criticality Analysis
FTA	: Fault Tree Analysis
ETA	: Event Tree Analysis
RÖS	: Risk Öncelik Sayıları

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1.1 : İş Kazalarının Global Tahminleri 1
Tablo 1.2 : AB'de ölümle sonuçlanan kazaların ana sektörlere göre dağılımı 7
Tablo 1.3 : AB'de yaralanmayla sonuçlanan kazaların ana sektörlere göre dağılımı..... ...8
Tablo 1.4 : Bazı Gelişmiş Ülkelerin İnşaat Sektörü Kaza İstatistikleri 11
Tablo 1.5 : Bazı Ülkelerde İnşaat Sektöründeki Ölümlü Kaza Sıklığı Değerleri 1992-2000 13
Tablo 1.6 : Toplam ve İnşaat Sanayiinde Çalışan Sigortalı Sayıları 17
Tablo 1.7 : Tüm Sektörler ve İnşaat Sektörü İçin Kaza Sıklığı Değerleri 18
Tablo 1.8 : Türkiye'de 1981-2002 Dönemindeki İş Kazası Sayısının, İş Kollarına Göre Dağılımı 20
Tablo 1.9 : 1981-2002 yılları arasında iş kollarına göre sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kazalar 21
Tablo 1.10 : Türkiye'de 1981-2002 döneminde ölümle sonuçlanan iş kazası sayısının iş kollarına dağılımı 22
Tablo 1.11 :1981-2002 Döneminde İş Kollarına Göre Kaza Sıklığı Değerleri. ..23
Tablo 1.12 : Türkiye'de 1981-2001 döneminde sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kaza sıklığı değerleri 25
Tablo 1.13 : Türkiye'de 1981-2001 döneminde ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerleri 26
Tablo 1.14 : İnşaat Sektöründeki Ana Kaza Tipleri 28
Tablo 1.15 : İncelenen Kaza Tiplerinin Şantiyelere Göre Dağılımı 30
Tablo 1.16 : İncelenen Ölümlü Kazaların Ünvan ve Kaza Tipine Göre Sayısal ve Yüzde Olarak Dağılımı..... ..31
Tablo 1.17 : İncelenen Yaralanmayla Sonuçlanan Kazaların Ünvan ve Kaza Tiplerine göre Sayısal ve Yüzde Dağılımı 33
Tablo 2.1 : Yeni Yönetmeliklerde Risk Değerlendirmesine İlişkin Hususlar.. ..53
Tablo 4.1 : 5x5 Risk Matrisi Yönteminde risklerin sayısal gösterimi 133
Tablo 4.2 : Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri 134
Tablo 4.3 : Olay Olasılıkları 138
Tablo 4.4 : Şiddet olasılıkları 139
Tablo 4.5 : Hata Bulma olasılığı 139
Tablo 4.6 : Hata Etkileri 140
Tablo 5.1 : Bulanık Kümelerde İşlemler ve Özellikleri..... 160
Tablo 5.2 : Mamdani Modelinin karakteristikleri 164
Tablo 6.1 : Farklı Büyüklüklerde Matrisler için Rassallık İndeksleri..... 177
Tablo 6.2 : İş Güvenliği Önlemlerinin Karşılaştırılması için Skala 177
Tablo 6.3 : Kazı Kenarı Göçmelerinde alınacak önlemler 178
Tablo 6.4 : Uzmanlar Tarafından Verilen Göreli Önem Dereceleri (Örnek).. 178

Tablo 6.5 : Kazı Kenarı Göçmeleri için Örnek Ağırlıklı Puan Hesaplaması... 179
Tablo 6.6 : Şantiyedeki İş Güvenliği Düzeyi İçin Sıralama 182
Tablo 6.7 : Olabilirliğin Kalitatif (Nitel) Ölçüleri 185
Tablo 6.8 : Farklı kaynaklarda Kaza Olabilirliği Tanım ve Değerleri 187
Tablo 6.9 : İnşaat Şantiyelerindeki Kazaların Kaza Tiplerine Göre Dağılımı. 189
Tablo 6.10 : Farklı İnşaat Şantiyelerine göre kaza tiplerinin dağılımı (%) 192
Tablo 6.11 : Kaza Olabilirliği Tanımları ve Değer Aralıkları 193
Tablo 6.12 : Kaza Şiddetine İlişkin Tanımlar 199
Tablo 6.13 : Kaza Şiddeti için sıralama, buna karşılık gelen sözel ifadeler ve tanımlar..... 201
Tablo 6.14 : Uzmanlar tarafından verilen Kaza Şiddeti Değerleri 201
Tablo 6.15 : Farklı Kaza Tipleri için Kaza Şiddeti Üyelik Dereceleri 205
Tablo 7.1 : Şantiyedeki İş Güvenliği Düzeyi İçin Sıralama 208
Tablo 7.2 : İncelenen Projeye dair genel bilgiler 212
Tablo 7.3 : İncelenen Projenin Teknik Özellikleri 213
Tablo 7.4 : İncelenen Tünel İnşaatı için KO, KŞ ve GD değerleri 218
Tablo 7.5 : Farklı Kaza Tipleri için Hesaplanan GD değerleri 219
Tablo 7.6 : Yüksekten Düşme Risk Düzeyi için Kullanılan Kurallar 222
Tablo 7.7 : İncelenen Şantiyede Yüksekten Düşme Riskini Etkileyen Faktörler..... 226
Tablo 7.8 : Malzeme Düşmeleri Risk Düzeyi için Kullanılan Kurallar 229
Tablo 7.9 : Bulanık MIN ve MAKS operatörleri ile çıkarım yöntemi 230
Tablo 7.10 : İncelenen Şantiyede Malzeme Düşmesi Riskini Etkileyen Faktörler 233
Tablo 7.11 : İyileştirme Sonrası Kullanılacak Kurallar 233
Tablo 7.12 : Şantiye içi trafik kazaları Risk Düzeyi için Kullanılan Kurallar .. 235
Tablo 7.13 : Bulanık MIN ve MAKS operatörleri ile çıkarım yöntemi 236
Tablo 7.14 : İncelenen Şantiyede Şantiye içi trafik kazaları Riskini Etkileyen Faktörler 237
Tablo 7.15 : Şantiye içi trafik kazalarına Dönük İyileştirme Sonrası Kullanılacak Kurallar 238
Tablo 7.16 : İyileştirme Sonrası bulanık çıkarımın uygulanması 238
Tablo 7.17 : Örnek Şantiye Risk Düzeyi Sonuçları 239
Tablo 7.18 : Kaza Tipleri için Örnek Rapor 240
Tablo 7.19 : Kaza Tipleri için Örnek Rapor 2 241
Tablo 8.1 : İncelenen Şantiyelerin İnşaat Türüne Göre Dağılımı 249
Tablo 8.2 : Anket Çalışmasına Katılanların Unvanlarına Göre Dağılımı 250
Tablo 8.3 : İncelenen Şantiyelerin Çalışan Kişi Sayısına Göre Dağılımı 250
Tablo C.1 : Düşmeler İçin Alınacak Temel Başlıkların Kıyaslanması 283
Tablo C.2 : İskelelerde Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 283
Tablo C.3 : Merdivenlerde Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 284
Tablo C.4 : Platformlarda Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 284
Tablo C.5 : Kişisel Koruyuculardaki Önlemlerin Kıyaslanması 285
Tablo C.6 : Elektrik Çarpmalarında Temel Başlıkların Kıyaslanması 285
Tablo C.7 : Bakım ve Kurulumda Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 285
Tablo C.8 : Yalıtımda Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 286
Tablo C.9 : Topraklamalarda Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 286
Tablo C.10 : Yüksek Gerilim Hatlarında Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması . 286
Tablo C.11 : Malzeme Düşmelerinde Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 287
Tablo C.12 : Yapı Makinalarında Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 287

Tablo C.13 : Genel Olarak Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 288
Tablo C.14 : Tamir ve Bakım Önlemlerin Kıyaslanması 288
Tablo C.15 : Şantiye içi Trafikte Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 288
Tablo C.16 : Vinçlerde Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 289
Tablo C.17 : Şantiye içi Trafik Kazaları İçin Önlemlerin Kıyaslanması 289
Tablo C.18 : Yapı Çökmelerinde Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 290
Tablo C.19 : Kazı Kenarı Göçmelerinde Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması . 290
Tablo C.20 : Yangın ve Patlayıcı Maddeler İçin Önlemlerin Kıyaslanması 291
Tablo C.21 : Malzeme Sıçramalarında Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 291
Tablo C.22 : Diğer Tip Kazalarda Alınacak Önlemlerin Kıyaslanması 292
Tablo D.1 : Şantiyelere Göre Kaza Tiplerinin Dağılımı 293
Tablo E.1 : Farklı İnşaat Şantiyelerinde, Farklı Kaza Tiplerinin Kaza Olabilirliğinin Bulanık Üyelik Dereceleriyle Gösterimi 294
Tablo G.1 : Kural Tabanlı Sistemde Kullanılan Kurallar 297
Tablo H.1 : İncelenen Şirkette Başlangıçta Kullanılan Risk Matrisi 301
Tablo H.2 : Şirkette Pratik Olduğu Düşünülerek Kullanılan Risk Matrisi..... 303
Tablo I.1 : İnsan Düşmeleri İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 305
Tablo I.2 : Elektrik Çarpmaları İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 306
Tablo I.3 : Malzeme Düşmeleri İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama ... 307
Tablo I.4 : Yapı Makinaları İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 308
Tablo I.5 : Şantiye İçi Trafik İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 309
Tablo I.6 : Yapı Kısmı Çökmeleri İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 309
Tablo I.7 : Kazı Kenarı Göçmeleri İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 310
Tablo I.8 : Yangın ve Patlayıcı Maddeler İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama.....310
Tablo I.9 : Malzeme Sıçramaları İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama .. 311
Tablo I.10 : Diğer Kazalar İçin Şantiyedeki Kontroller ve Puanlama 311

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1.1 : Her 100.000 işçi için tahmin edilen Kaza Sıklığı 5
Şekil 1.2 : İnşaat sektöründeki istihdam ve iş kazalarının tüm sektörlere oranı: Dört ülkeden örnekler 6
Şekil 3.1 : Başarılı İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetiminin Elemanları ..72
Şekil 3.2 : İSİG Politikası ..72
Şekil 3.3 : Planlama ..73
Şekil 3.4 : Uygulama ve İşletme ..74
Şekil 3.5 : Kontrol ve Düzeltici Faaliyetler ..76
Şekil 3.6 : Yönetimin Gözden Geçirmesi ..78
Şekil 4.1 : Tehlike ve Risk Kavramlarının Gösterimi 121
Şekil 4.2 : Kazaların Yapısı 124
Şekil 4.3 : Hata Modu ve Etkileri Analizi Yol Haritası 137
Şekil 4.4 : Kaza Ağacının Sembolik Gösterimi 143
Şekil 4.5 : Kaza ağacı örneği 144
Şekil 5.1 : Bir Olayın Kesinliği ile Gerçek Anlamı 152
Şekil 5.2 : Klasik küme ile bulanık küme arasındaki farkın gösterimi 154
Şekil 5.3 : Üyelik fonksiyonunun bölümleri 156
Şekil 5.4 : İş Güvenliği Düzeyi için Bulanık Üyelik Fonksiyonları 157
Şekil 5.5 : Genel Bulanık Sistem 165
Şekil 5.6 : Bulanıklaştırma-Durulaştırma Birimli Bulanık Sistem 166
Şekil 5.7 : Ağırlık Merkezi Durulaştırma Yöntemi 168
Şekil 5.8 : İki girdili, bir çıktılı ve üç kurallı bir bulanık çıkarım sistemi 168
Şekil 5.9 : İki girdili, bir çıktılı ve üç kurallı bir bulanık sistemde çıkarım yöntemi 171
Şekil 6.1 : Analitik Hiyerarşi Yöntemi'ndeki düzeylerin örnek üzerinde gösterimi 181
Şekil 6.2 : İş Güvenliği Düzeyi (GD) için Bulanık Üyelik Fonksiyonları 182
Şekil 6.3 : Risk Nomografisi 186
Şekil 6.4 : Kaza Olabilirliği Değişkeni için Bulanık Küme Tanımları 195
Şekil 6.5 : Kaza Şiddeti Bulanık Küme Tanımları 203
Şekil 6.6 : Elektrik Çarpmaları için Kaza Şiddetinin Bulunması 204
Şekil 7.1 : Risk Düzeyi (RD) için Bulanık Üyelik Fonksiyonları 209
Şekil 7.2 : Yüksekten Düşmeler için KO Üyelik Derecelerinini bulunması 220
Şekil 7.3 : Yüksekten Düşmeler için KŞ Üyelik Derecelerinin bulunması 221
Şekil 7.4 : Yüksekten Düşmeler için GD Üyelik Derecesinin bulunması 221
Şekil 7.5 : Bulanık MIN ve MAKS operatörleri ile çıkarım yöntemi 222
Şekil 7.6 : Bulanık Harmanlama (Aggregation) ve Durulaştırma İşlemleri 223

...
Şekil 7.7 : z* Değerinin Risk Düzeyi Üyelik Kümeleri ile İfade Edilmesi 224
....
Şekil 7.8 : MATLAB programı ile Yüksekten Düşmeler için Risk Düzeyinin Hesaplanması 225
.....

Şekil 7.9 : Saptanan Temel Eksikliklerin Yerine Getirilmesi Sonrası Risk Düzeyi 227
Şekil 7.10 : Malzeme Düşmeleri için KO Üyelik Derecelerinini bulunması ... 228
Şekil 7.11 : Malzeme Düşmeleri için KŞ Üyelik Derecelerinin bulunması 228
Şekil 7.12 : Malzeme Düşmeleri için GD Üyelik Derecesinin bulunması 229
Şekil 7.13 : Bulanık Harmanlama (Aggregation) ve Durulaştırma İşlemleri ... 231
Şekil 7.14 : z* Değerinin Risk Düzeyi Üyelik Kümeleri ile İfade Edilmesi 231
....
Şekil 7.15 : MATLAB programı ile Malzeme Düşmeleri için Risk Düzeyinin Hesaplanması 232
.....
Şekil 7.16 : Yapılan Düzeltme Sonrası RD'nin MATLAB ile bulunması 234
Şekil 7.17 : Saptanan Temel Eksikliklerin Yerine Getirilmesi Sonrası Risk Düzeyi 234
Şekil 7.18 : Şantiye içi trafik kazaları için Harmanlama ve Durulaştırma İşlemleri 236
Şekil 7.19 : Şantiye içi trafik kazaları için Risk Düzeyi Üyelik Kümeleri..... 237
Şekil J.1 : Yüksekten Düşmeler için MATLAB Hesaplamaları 312
Şekil J.2 : Yüksekten Düşmeler için Durulaştırma Sonucu 312
Şekil J.3 : Elektrik Çarpmaları için MATLAB Hesaplamaları 313
Şekil J.4 : Elektrik Çarpmaları için Durulaştırma Sonucu 313
Şekil J.5 : Malzeme Düşmeleri için MATLAB Hesaplamaları 314
Şekil J.6 : Malzeme Düşmeleri için Durulaştırma Sonucu 314
Şekil J.7 : Yapı Makinaları Kazaları için MATLAB Hesaplamaları..... 315
Şekil J.8 : Yapı Makinaları Kazaları için Durulaştırma Sonucu 315
Şekil J.9 : Şantiye içi Trafik Kazaları için MATLAB Hesaplamaları 316
Şekil J.10 : Şantiye içi Trafik Kazaları için Durulaştırma Sonucu 316
Şekil J.11 : Yapı Kısmının Çökmesi Kazaları için MATLAB Hesaplamaları 317
Şekil J.12 : Yapı Kısmının Çökmesi Kazaları için Durulaştırma Sonucu 317
Şekil J.13 : Kazı Kenarı Göçmeleri Kazaları için MATLAB Hesaplamaları .. 318
Şekil J.14 : Kazı Kenarı Göçmeleri Kazaları için Durulaştırma Sonucu 318
Şekil J.15 : Patlayıcı Madde Kazaları için MATLAB Hesaplamaları 319
Şekil J.16 : Patlayıcı Madde Kazaları için Durulaştırma Sonucu 319
Şekil J.17 : Malzeme Sıçraması Kazaları için MATLAB Hesaplamaları 320
Şekil J.18 : Malzeme Sıçraması Kazaları için Durulaştırma Sonucu 320
Şekil J.19 : Diğer Tip Kazalar için MATLAB Hesaplamaları 321
Şekil J.20 :Diğer Tip Kazalar için Durulaştırma Sonucu 321

SEMBOL LİSTESİ

a	: Hata Mod Oranı
a_{ij}	: i ve j'nin birbirlerine göre önem derecesi
A, B, ...	: Klasik Kümeler
$\tilde{A}, \tilde{B}, \ldots$	: Bulanık Kümeler
b	: Fonksiyonu kaybetmenin koşula bağlı olasılığı
CI	: Tutarlılık İndeksi
C_m	: Kritiklik Sayıları
CR	: Tutarlılık Oranı
H	: Çalışılan Saat Toplamı
k_s	: Kaza Sıklığı
k_t	: Kaza Tekrarlama Oranı
k_p	: Kaza Sayısı/Prim Ödenen Gün Oranı
k_i	: Kaza Sayısı / İşyeri Sayısı" Oranı
k_a	: Kaza Ağırlık Oranı
K	: Kaza Sayısı
l_p	: Parça Hata Oranı
N	: İşyeri Sayısı
$\tilde{R}$	: Bulanık İlişki
RI	: Rassallık İndeksi
$s_1, s_2, \ldots s_n$	: Her önlem için uzman tarafından verilen 1 ila 10 arasındaki puan
t	: Zaman/operasyon süresi
T_p	: Prim Ödenen Gün Sayısı
T_k	: Kaybedilen İş Günü Sayısı
U	: Evrensel Küme
$W_1, W_2, \ldots$	: Ana Grupların Önem Ağırlıkları
$w_1, w_2, \ldots w_n$	: Önem Ağırlıkları
z*	: Durulaştırma sonucu ortaya çıkan x değeri
λ_{maks}	: En büyük Öz Değer
μ	: Üyelik Fonksiyonu
$\mu_A(x)$	: x değişkeninin A kümesine üyelik derecesi
μ_{GD}	: İş Güvenliği Düzeyi Üyelik Derecesi
μ_{KO}	: Kaza Olabilirliği Üyelik Derecesi
$\mu_{KŞ}$	: Kaza Şiddeti Üyelik Derecesi
μ_{RD}	: Risk Düzeyi Üyelik Derecesi

İNŞAAT ŞANTİYELERİNDE BULANIK KÜMELER YARDIMIYLA İŞ GÜVENLİĞİ RİSK ANALİZİ YÖNTEMİ

ÖZET

İş kazaları ve buna bağlı ölüm ve yaralanmalar hem ülkemizde hem de dünyda oldukça tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. İncelenen sayısal verilerde kimi kısmi düzelmeler görülse de genel olarak, iş güvenliği teknik ve maddi bir boyutun ötesine geçip insanlık sorunu haline gelmiştir. Özellikle inşaat sektörü de düşünüldüğünde, göçmen ve çocuk işçi çalıştırma, eğitimsiz iş gücü, sigortasız ve kuralsız çalışma ortamı, ergonomik olmayan ve iş güvenliğine uygun olmayan üretim teknikleri her yıl binlerce iş kazası sonucu ölüm ve yaralanmayı beraberinde getirmektedir. Tüm bu koşullarda dünyada değişen koşullarla birlikte, devletin çalışma yaşamındaki denetim fonksiyonunun en aza indirilmesi, değişen iş yasaları ve iş güvenliği mevzuatı var olan kuralsız ortama katkıda bulunmaktadır. İş kazalarının maddi kayıpları ise öyle bir boyuta ulaşmıştır ki, İngiltere'de yapılan bir çalışmaya göre proje bedelinin %8,5'luk kısmı iş kazaları ve meslek hastalıkları kaynaklı ölüm, yaralanma, iş günü kaybı, sigorta ve sağlık masraflarına ayrılmak zorunda kalmaktadır. Bu çalışmayı 15 AB ülkesini kapsayan coğrafyaya yansıttığımızda 902 milyar euro ciroluk bir boyuta ulaşan inşaat sektöründe, 75 milyar euronun iş kazaları ve meslek hastalıkları kaynaklı giderlere harcandığı gerçeği açığa çıkmaktadır.

Ekonomik rasyonalite ile hareket edildiğinde, iş kazaları ve meslek hastalıklarının bu dereceye kadar ulaşan maliyeti kabul edilemez. Ancak 19. yüzyılda gelişen iş güvenliği yasa ve önlemlerinden farklı olarak, günümüzdeki gelişmeler tek taraflı olarak gerçekleştirilmekte, sermaye kesimi tarafından hazırlanan mevzuat, önlem ve standartlara işçi kesiminin bir etkisi son derece kısıtlı olmaktadır. Sosyalist ülkelerin çözülüşü ve Avrupa başta olmak üzere, anayasamızda da yerini alan sosyal devlet olgusunun ortadan kalkması, devleti bir arabulucu, düzenleyici işlevden uzaklaştırmaktadır. Sermaye kesiminin bu olumsuz duruma karşı ürettiği yanıt ise, dünya çapında daha esnek iş güvenliği önlemlerini uygulamak yönündedir. Performansa dayalı ve kurala dayalı olarak kavramsallaştırılan iki yaklaşımdan ilkine göre, önemli olan çalışma hayatını esnek davranmaktan alıkoyan ve özellikle yabancı sermaye yatırımlarının kimi zaman önünde uyum ve uygulama konusunda engeller teşkil edebilecek mevzuatı bir yana bırakıp, iş güvenliği ve sağlığına ilişkin şirket performansını baz almaktır. İkinci yaklaşım ise devlet denetimini ve sıkı yasal denetimi zorunlu kılan ve sosyal devlet olgusuyla birlikte gelişmiş bir anlayıştır. İlk yaklaşımla birlikte çeşitli standartlar, yönetim sistemleri, şirket içi performans ölçümleri ve "sosyal sorumluluk" ilkesi hayata geçirilmeye çalışılmakta, bu konuda iyi performans gösteren şirketlerin ödüllendirilmesi yoluna gidilmektedir. Ancak olumsuz koşulların sürdüğü şirketlere dönük yaptırımla ilgili düzenlemeler son derece yetersizdir. Genellikle büyük şirketlerin bu yaklaşımla belli bir performansa ulaşabileceği düşünülse de, çalışma yaşamının çok büyük bir kısmını kapsayan küçük ve orta ölçekli işletmelerde, iş güvenliği ve işçi sağlığı başlığı devlet denetimi

olmadan, özel belgelendirme kuruluşları ile çözülebilecek bir sorun olmaktan son derece uzaktır. Küçük ve orta ölçekli işletmelere dönük olarak geliştirilen yönetim sistemlerinde de, denetim mekanizması son derece önemli bir rol oynamaktadır. Devletin bu alandan çekilmesi, iş kazalarında son derece olumsuz koşulların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Keza, işçilerin eğitimlerinin yalnızca sermaye sahiplerine bırakılan bir sorumluluk olarak görülmesi, bu konuda teknik okullar ve üniversiteleri de kapsayan çalışmaların kamusal boyutundan sıyrılıp, firma bazlı uygulamalara kayması da var olan koşullara olumlu herhangi bir şey eklememektedir.

İşçi sağlığı ve iş güvenliğiiçin yapılan çalışmaların yıllara göre gelişimi dünyada ve Türkiye'de ayrı bir seyir izlemiştir. İş güvenliği ve sağlığı sorununun tarihçesi, yalnızca yasal düzenlemelerin seyrinin incelenmesiyle değil, toplumsal sınıflar arasındaki ilişkilerin aldığı biçimlerin de incelenmesiyle ortaya konabilir. Bugün iş güvenliği ve sağlığı uygulamalarının büyük bir kısmı, işçi hareketlerinin ve sendikaların 19. Yüzyıldan itibaren başlayan mücadelelerinin bir ürünüdür. Konunun işletmelerin verimliliğinin artırılması ve karın maksimizasyonu açısından ele alınması ise, ikincil bir faktör olarak ortaya çıkmıştır. Çalışan kesimler ve sermaye kesimi tarafından farklı açılardan ele alınan iş güvenliği ve sağlığı sorunu, bu iki kesimdeki güç ilişkilerine bağlı olarak yasal düzenlemelere de yansımıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, dünyada ve Türkiye'de işçi sağlığı ve iş güvenliğine ilişkin bazı istatistiksel veriler verilmekte, karşılaştırma ölçütleri tanıtılmakta, inşaat sektörü ve diğer sektörlerin karşılaştırmalı tabloları yer almaktadır.

İkinci bölümde ise, Türkiye'de de yeni yeni uygulama alanı bulan, dünya ölçeğinde ise artık belli bir olgunluğa erişmiş iş güvenliği yönetim sistemleri üzerinde durularak ve bunların karşılaştırılması, eski ve yeni mevzuatımız gözönüne alınarak yapılmıştır. İş güvenliği yönetim sistemlerinin çıkış noktası, iş güvenliği ve sağlığı konusunda bir belgelendirme ve standardizasyona duyulan gereksinimdir. Firmaları iş güvenliği ve sağlığı konusunda yapmaları gereken yönetsel başlıklarda belli bir standarda ulaştırmak ve bu standard üzerinden firmaların iş güvenliği yönetimini değerlendirmek amacıyla hazırlanan sistemlerin en fazla öne çıkanı OHSAS 18001 Yönetim sistemleri bu bölümde tanıtılmış, bir başka iş güvenliği yönetim sistemi olan ILO-OSH ile karşılaştırılmış ve Avrupa Birliği iş güvenliği standartları ile bu iki yaygın yönetim sisteminin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Tüm bu standartların ortak özelliği, tehlike ve risk analizini öne çıkarmalarıdır. Bu bakımdan tehlike ve risk kavramları üzerine bir literatür araştırması ve farklı risk analizi yöntemleri tez çalışmasında sunulmuştur. Farklı kaynaklardan tehlike ve risk kavramları açıklanmaya çalışılmış ve aralarındaki farklar vurgulanmıştır. Vurgulanan bir başka husus ise tehlike ve risk arasındaki farkın belirtilmesidir. Riskler kişisel, çevresel, yapılan işin niteliğinden kaynaklı olabilir kimi zaman iyi kimi zaman ise yetersiz bir şekilde nicelleştirilebilir. Riskin doğası ve kişinin risk üzerindeki denetimi, riskin kavranışını da değiştirecektir. En genel tanımıyla tehlike, zarara veya yaralanmaya doğal olarak neden olma potansiyeli barındıran herhangi bir şey olarak tanımlanırken, risk ise bir tehlikeden kaynaklanacak olan zarar veya yaralanmanın olasılığı olarak tanımlanabilir.

Kazalar, yaralanmalara, ölümlere, üretim kaybına veya mala mülke ve eldeki değerlerdeki zarara neden olan planlanmamış olaylar olarak tanımlanabilir. Kazaların nedensellikleri anlaşılmadan onları önlemek hemen hemen imkansız bir uğraş olacaktır. Bugüne değin kaza nedenselliğine ilişkin pek çok önceden tahmin teorisi geliştirilmeye çalışılmışsa da, evrensel olarak kabul edilen bir tanesi halen yoktur.

Bilim ve mühendisliğin farklı dallarından pek çok araştırmacı kazaları tanımlamak, yalıtmak ve kazaya doğrudan neden olan veya oluşumuna katkıda bulunan faktörleri ortadan kaldırmak için kaza nedensellik teorisi geliştirmeye çalışmaktadır. Tehlike ve risk analizi çalışmalarının teorik ekseninin ayrılmaz bir bileşeni kazalardaki neden-sonuç üzerine teorilerdir. Bu teorilerden yola çıkıldığı takdirde, yapılan tercihe göre en uygun risk analizi yöntemi seçilecek ve uygulanacaktır.

Tez kapsamında sunulan iş güvenliği risk analizi yöntemin temel teşkil eden bulanık küme teorisi, inşaat mühendisliğinde pek çok alanda uygulanmaktadır. Bulanık küme teorisinin, inşaat mühendisliğindeki uygulamaları 1970'li yılların ortalarında başlamıştır. Yapıların çökme analizi, dayanım ve yüklerdeki değişikliklerin stokastik biçimde değil, değişime yol açabilecek nedenler dikkate alınarak oluşturulan modelin çözümü ile gerçekleştirilmiştir. Teoriden yoğun biçimde yararlanan yapı mühendisliği dalındaki çalışmalar arasında, mevcut yapılarda hasar tesbiti ve onarımı, yapıların güvenilirlik analizleri, taşıyıcı detayların yorgunluğa dayanımı, çelik kolonların narinlik analizi ve beton dayanımında işçi niteliğinin yapı gibi konular da eklenebilir.

İnşaat mühendisliğinde bulanık küme teorisini ilgi duyulan bir diğer alan, inşaat işletmesi alanıdır. İhale tekliflerinin değerlendirilmesinde, tasarım ve yapı önerilerinin değerlendirilmesine, yapım stratejilerinin saptanmasından aktivite sürelerinin öngörülmesi gibi konularda şimdiye kadar bazı çalışmalar yapılmış bulunmaktadır.

Tez kapsamında önerilen Bulanık Kümeler ile Risk Analiz Yönteminin üç girdi değişkeni olan İş Güvenliği Düzeyi (GD), Kaza Olabilirliği (KO), Kaza Şiddeti (KŞ) ve çıktı değişkeni olan Risk Düzeyi (RD) Bölüm 6'da ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır. Kaza Olabilirliği değişkeninin bulunmasında ayrıntılı bir literatür araştırması yapılmış, buradan çıkarılan bazı tanımlar incelenen 5239 ölüm ve yaralanmayla sonuçlanan inşaat iş kazası ile birlikte düşünülerek farklı kaza tiplerinin farklı şantiyelerdeki olabilirlikleri bulanık kümeler yardımıyla ifade edilmiştir. İncelenen olaylar içinde, her kaza tipinin farkla inşaat şantiyelerindeki oluş sıklıkları sayısal olarak bulunmuş, yüzde olarak tablolarda sunulmuş ve bu yüzdelerden yola çıkarak çok düşükten, çok sıka kadar beş farklı sözel ifadeyle olabilirlik tanımlanmıştır.

Güvenlik Düzeyi değişkeninin bulunması için ise, beş uzmanın yardımıyla gerek Türkiye'deki ilgili tüzük ve yönetmelikler, gerekse de İngiltere ve ABD'de bu konudaki mevzuattan yararlanılarak bir kontrol listesi hazırlanmıştır. Bu kontrol listesini yaygın olarak kullanılanlardan ayıran özellikler, inşaat sektöründe en sık rastlanan kaza tiplerine göre alınması gereken önlemleri sınıflandırması, bu önlemlere önem ağırlıkları ataması ve önlemlerin 0/1 veya evet/hayır yerine, 1-10 arasındaki bir ölçekte değerlendirilmesidir. Herhangi bir iş güvenliği önleminin diğerlerinden daha farklı bir öneme sahip olabileceği gerçeğinden hareketle iki karşılaştırmalar ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak ağırlıklar saptanmıştır. Kontrol listesini dolduracak kişi, alınması gereken önlemin alınıp alınmadığını değil, ne derecede alındığını bu liste yardımıyla saptayabilmektedir. Her kaza tipi için ortaya çıkan sayısal ifadeler, bulanık kümeler yardımıyla sözel ifadelere çevrilmiş ve diğer değişkenlerle birlikte kural tabanlı sistemde kullanılmıştır.

Kaza Şiddeti değişkeninin bulunmasında, yapılan literatür araştırmasından da görüleceği üzere, kazaların sonucunun şiddetini belirleyen farklı yaklaşımlar olsa da,

genel olarak üzerinde uzlaşılan görüş 1-5 veya 1-10 arasındaki bir skalada kazaların sonuçlarının değerlendirilmesidir. İnşaat şantiyelerinde görülen kazaların şiddetinin belirlenmesinde ise, bu konuda deneyimli uzmanların görüşlerine gereksinim duyulmaktadır. Uzmanların görüşlerine gereksinim duyulmasının en büyük nedeni, bu konuda yeterli istatistiksel verilerin bulunmayışıdır. Ancak şu unutulmamalıdır ki, mahkemelere yansıyan veya SSK istatistiklerine giren kazalar ciddi sonuçları olan kazalar olup, hafif yaralanmalara dair ayrıntılı bir istatistik bulunmamaktadır. Anabilim dalımızda gerçekleştirdiğimiz çalışmalarda, SSK Genel Müdürlüğü tarafından kaza tiplerine göre sınıflandırması yapılmayan inşaat iş kazaları kaza tiplerine göre sınıflandırılmıştır. En fazla rastlanan 9 kaza tipi ve bu kategorilere girmeyen ve "diğer" olarak nitelendirilen kazaların, nasıl sonuçlandırıldığına dair ayrıntılı ve sağlıklı istatistiksel veriler mevcut değildir. Bu eksiklikten dolayı, inşaat sektöründe ve iş kazaları konusunda deneyimli uzmanların 9 temel kaza tipinin ve diğer kazaların şiddetini belirleme konusunda yardımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Uzmanlara kişisel deneyimleri uyarınca, 0-100 arasında bir skalayı gözönünde tutarak her kaza tipine 100 üzerinden bir puan vererek şiddetini belirtmesi istenmiştir. Kaza Şiddeti derken, herhangi bir kaza tipinin, işçi(lere) verdiği zararın ve/veya etkinin sayısal ve sözel ifadeleri kastedilmektedir. Uzmanlarla yapılan görüşmelerde, tanım üzerinde durulmuş ve bir ortaklaşmanın ardından değerler vermeleri istenmiştir. Uzmanlar tarafından verilen Kaza Şiddeti değerleri genel olarak, sözü geçen kazaların şiddetlerinden çok, inşaat sektöründeki şiddetlerini vermektedir. Dolayısıyla bu ve daha önceki değişkenlere dair hususlar, sunulan çalışmanın inşaat sektörüne odaklandığını ve seçilen değişkenlerin de inşaat sektörünün kendine has özelliklerini yansıttığını göstermektedir.

İncelenen üç değişken yardımıyla şantiyeler için elde edilecek Risk Düzeyi (RD) belirlenmiş, bir çıktı değişkeni olarak Risk Düzeyi'nin tanımı, değer aralıkları ve tanım kümeleri belirlenecek, bunlara karşılık gelen sözel ifadeler ilgili bölümlerde anlatılmıştır. Tez kapsamında sunulan risk analizi sisteminde, çıktı değişkenine ulaşabilmek için, bulanık kural tabanlı sistemden yararlanılmıştır. Bu üç değişken EĞER-İSE şeklindeki ifade edilebilecek 150 kuralla analize sokulmuştur. Kuralların genel yapısı eğer kaza şiddeti x_1 kaza olabilirliği x_2 güvenlik düzeyi x_3 ise risk düzeyi y'dir şeklinde anlatılabilir. Yöntemin uygulanması için incelenen şantiyeye 4 kişilik bir ekip ile 5 hafta boyunca gidilmiş, şantiyenin tanındığı, genel bilgilerin alındığı, iş güvenliği yönetim sisteminin incelendiği ve ilk teftişin yapıldığı ilk haftanın ardından beş hafta boyunca birer gün süren teftişler gerçekleştirilmiştir. Bu gerçekleştirilen teftişlerde, kontrol listesi doldurulmuş, ağırlıklara göre puanlamalar yapılmış ve her kaza tipi için GD değişkeninin sayısal verileri elde edilmiştir.

Şantiyede gerçekleştirilen bulanık kural tabanlı risk analizi yönteminde şu sıralama izlenmiştir:

Tünel şantiyelerinde her kaza için Kaza Olabilirliği (KO) değerleri alınmıştır. Her kaza tipi için Kaza Şiddeti (KŞ) değerleri alınmıştır. Hazırlanan kontrol listesi yardımıyla her kaza tipi için İş Güvenliği Düzeyi (GD) değerleri belirlenmiştir. Her kaza tipi için girdi değişkenleri KO, KŞ ve GD için üyelik dereceleri belirlenmiştir. Bu üyelik derecelerine karşılık gelen kurallar, 150 kuraldan oluşan kural tabanlı sistem kütüphanesinden seçilmiştir. VE operatörüne karşılık gelen MIN bulanık çıkarım yöntemiyle tek tek kurallar değerlendirilmiş ve bu şekilde her kural için en düşük üyelik derecesi seçilmiştir. Her kaza tipi için kullanılan kurallar

karşılaştırılarak, çıktı değişkeni aynı üyelik fonksiyon olanlar arasından MAKS çıkarım yöntemiyle en büyük üyelik dereceli olan seçilmiştir (En düşük değerlerin en büyüğü). Farklı çıktı değişkeni üyelik fonksiyonları harmanlama yöntemiyle toplanmıştır. Bir başka ifadeyle grafiksel olarak üyelik fonksiyonlarının birleşimi alınmıştır. Birleşimi alınan şekillerin X ekseni üzerindeki ağırlık merkezleri bulunarak, z* değerine ulaşılmıştır, bir başka ifadeyle durulaştırma işlemi yapılmıştır. Bulunan bu z* değerinin RD üyelik derecesi bulunmuştur.

Gerçekleştirilen saha çalışmasından çıkan sonuçlar son bölümde ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Açıklanmaya çalışılan risk analizi yönteminin, ortaya koyduğu basit ve kullanışlı araçlara karşın, tezin ilk bölümlerinde de altı çizildiği üzere kapsamlı bir literatür taraması, konusunda uzman ve deneyimli kişilerin birikimlerinin somutlanması ve özellikle de saha araştırmaları bulgularına dayanması açısından, inşaat sektörünün gereksinimlerine yanıt verecek bir araç olduğu yazar tarafından düşünülmektedir. İş kazaları açısından, acil bir müdahaleye gereksinim duyan Türkiye inşaat sektöründe saptanan kimi eksikliklerin, sunulmaya çalışılan risk analizi yöntemi ile giderileceği düşünülmektedir.

A RISK ANALYSIS METHOD FOR OCCUPATIONAL SAFETY IN CONSTRUCTION SITES USING FUZZY SETS

SUMMARY

Figures of the occupational accidents and the related fatalities and injuries reached a alerting level in Turkey as well as in the world. Some good examples and improvements are observed, however, occupational safety issue has become a humanity problem not only a technical or economical issue. Especially in the construction industry, immigrant workers and child labour, unskilled, uneducated labour force, unregistered and illegitimate conditions, non-ergonomically and production techniques those are non-conforming for safety rules and other elements leads to thousands of fatal or non-fatal injuries in each year. Moreover, the role of the governments in the working life has been minimizing and the control mechanism of the state for occupational safety has been diminishing for years. These negative changes in the working life has contribution for the current alerting situation. Construction is one of Europe's largest industries, with an annual turnover in excess of 900 billion and more than 12 million employees in the EU 15 alone. Unfortunately it also has one of the worst occupational safety and health records, a problem that is estimated to cost businesses and tax payers nearly 75 billion a year, not to mention the human suffering.

Since the dissolution of Soviet Union and other socialist countries, social, welfare state conception has disappeared and the governments has abandoned their mediator role between labour and capital and their rule enforcement in the working life. The capitalist class has easily responded these new changes by enforcing flexible occupational safety standards all around the world. In occupational safety field to point of view are being discussed; performance based view versus rule based view. For the supporters of performance based view, laws, regulations, directives and other legal issues are barriers for foreign investments, instead of these rule enforcing working environment, the safety performance of the companies should be a starting point. On the other hand, the second approach advocates the positive and active role of the state by regulations, regular audits and control mechanisms that has been developed for years concordant with the social state philosophy. The first point of view put forward some standards, managements systems, company based performance assessments and "social responsibility" of the companies. The companies those have good performance records are promoted and rewarded for their social responsibility. However many people have forget the point that, these responsibilities are not a good will but obligation and the punishment mechanisms against the poor performance are neglected many times. Of course many large-scaled companies have success in occupational safety issues, however, the medium or small enterprises that comprises the vast majority of the industry, have very poor safety performance. It is difficult and wrong to abolish the government inspections, controls and enforcement on these kinds of companies. Recession of the state from the

working life causes worse working conditions and safety environment. Moreover, the training of the construction labour force should not be a responsibility of the companies only. Technical schools, institutions, universities should have role in transforming the current characteristics of the construction labourers. Briefly, occupational safety problem is a public problem and should not leave the companies themselves.

The studies and developments on occupational health and safety field have different routes when Turkey and the world are compared. The history of occupational safety and health should be only understood with focusing on the class struggles and the different forms that have the relations between the classes manifest themselves. Many acts, regulations and rules of practice are consequences of the class struggles those have roots from the 19th century. On the other hand the issue has been regarded from the point of the view of productivity and the maximisation of the profit since the beginning of the 20th century. This secondary aim of the regulations in the field of occupational safety has become the only approach leaving the humanitarian aspects. Working classes and capitalist class has given different meanings to occupational safety and the relations, force balance between two classes manifest themselves as the form of continuously changing laws, regulations, rules of practices.

In the first part of the study, some certain statistical data are given to present the situation in Turkey and the world. Comparison criteria are explained and the comparative tables are given to show the differences between construction industry and other industries in the safety records.

In the second part, occupational safety and health management systems are presented. These systems are widely recognised as essential components in creating healthier and safer working environments but it is not certain what the most effective approach is. In this part, different management systems are discussed and compared, especially OHSAS 18001 and ILO-OSH management systems are focused on. Moreover, the standards and managements systems, rules of practice in the European Union also explained and discussed. One of the common characteristic of these management systems is emphasizing the importance of the hazard assessment and risk analysis. Hazard and risk concepts are discussed by the aid of the literature research, the definitions of hazard, risk, hazard assessment, risk analysis and so on are made. Risk is probably a concept incomprehensible to the immortal or omnipotent. But it is central to finite beings that face an uncertain future. To be safe, secure, prosperous and happy; and to ensure death is as remote as practicable, are common desires. This view is reflected in the government bodies and in the judgments of our courts. Risk is usually considered to be the simultaneous appreciation of the likelihood (that is how often) and consequence value (that is how good or bad) of some situation or event. If the consequence is always bad, the event or situation is known as a hazard *or* vulnerability.

Immediately following any serious accident, much of the available information may be conflicting and erroneous. The volume of data expands rapidly as witness statements are taken, emergency response actions are completed, evidence is collected, and the accident scene is observed by more individuals. The principal challenge of the investigation board is to distinguish between accurate and erroneous information in order to focus on areas that will lead to identifying the accident's causal factors. This can be accomplished by: understanding the activity that was

being performed at the time of the accident; personally conducting a walkthrough of the accident scene, challenging "facts" that are inconsistent with other evidence (e.g. physical), corroborating facts through interviews, testing or inspecting pertinent components to determine failure modes and physical evidence, reviewing policies, procedures, and work records to determine the level of compliance or implementation. It is important to put forward the accident cause and consequence theories before understanding the hazard assessment and risk analysis. In the study many different cause and consequence theories on accidents are explained.

In the content of the thesis, the presented risk analysis model based on the fuzzy set theory. The theory has been widely used in the different fields of the construction since 70's. For example in collapse analysis of the structures, strength and changing loads on the structures and the assessment of the structural damages, reliability analyses, fatigue on the structure elements, slenderness analysis of the steel columns and the studies on the role of the labour quality in the concrete strength and in many studies, fuzzy logic are being used. On the other hand, in construction management field, the theory can be a effective tool for assessment of the bids, design selections, construction strategies, predicting activity durations and so on.

In this study, an approach for risk analysis for occupational safety on construction sites with a fuzzy rule-based safety analysis is recommended to deal with the uncertainty and insufficient data. By this approach, historical accident data in the industry, subjective judgments of the experts and the current safety level of a construction site can be combined by the utilization of fuzzy rule based system. In the scope of this study, about 40.000 occupational accidents in all industries investigated. These records are taken from the Social Insurance Institution (SII) General Directory archives in Ankara and 4347 of them injuries occurred on construction sites. In addition to 4347 files, 892 court expert reports which are submitted to criminal and labour courts are examined thoroughly. Combination of these data and subjective judgment of the safety experts, Accident Likelihood and Accident Severity fuzzy set definitions are established. On site investigations and experts judgments are combined to reach the Current Safety Level values for each type of accident. For the on site investigations, a new checklist that differs from the conventional ones based on boolean expressions, are prepared and safety experts observing the site conditions give grades 1 to 10 for each safety measure. Each safety measure also weighted by experts using pair wise comparison. Accident Likelihood, Consequent Severity, Current Safety Level and the consequent part of the rule-based system Hazard Level, combined by matching them against rules in a rule base, evaluated with Mamdani-type inference system and then defuzzified to assess the hazard level of the job site. The variables for the rule based system are presented in the part 6.

The likelihood of each particular cause of accident differs for different types of construction work. The distribution of fatal and non-fatal injuries investigated according to the different constructions sites and accident causes shown in a cross tabulated manner in the related part. Each construction work has own peculiarities and potential hazards they have differs. In the approach presented in this study, accident likelihood and fuzzy set definition of each cause of accident defined according to the construction work. For example accident likelihood for falls is Highly Frequent for building sites, while very low for tunnel works. This point is important when assessing risk level for a construction site. Because if it is desired to

implement a safety management system and necessary measures required for a construction site, for example for tunnel works, the importance of the scaffoldings of course cannot be compared with fire or explosion. For that kind of works, likelihood of injuries by falling object or explosion is higher than other causes of accidents. By taking into account the different characteristics of the different construction sites, hazard assessment and safety management can be effectively implemented. By the combination of subjective judgement and gathered data, the linguistic variable are employed to develop fuzzy membership functions for accident likelihood. When human experts are asked to evaluate a variable, they give us words. Fuzzy linguistic variables are extensions of numerical variables in the sense that they are able to represent the condition of an attribute at a given interval by taking fuzzy sets as their values. The Accident Likelihood (AL) is one of the fundamental parameter used to assess the Risk Level (RL) of a construction site.

The second parameter is the Current Safety Level (CSL) and it needs to be defined as fuzzy sets. Firstly acquisition of safety measures to be taken and ranking of their importance are accomplished. In this stage of the study, a checklist prepared to assist those employers and employees who seek to comply with the rules and regulations of the Occupational Safety and Health Act (USA), ILO Rules of Practice and current safety legislation in Turkey. The checklist is different from the conventional ones. While the checklist prepared according to the boolean approach asks "is the scaffolding safe?" for example, the approach presented in this paper asks "how safe is the scaffolding?". Using this checklist an expert can evaluate an item related to site safety, a scale between 1 and 10. For example the question to answer is how are the extension platforms outside a wall properly guarded with side rails or equivalent guards" experts give a point between 1-10. On the other hand, in the checklist, the safety measures to be taken grouped according to the leading causes of accidents occurs in Turkish construction industry. Safety measures against falls, contact with electricity, heavy equipment accidents, traffic accidents on site and so on grouped separately.

System works according to the relative weights, or relative importance, derived from the pair wise comparison analysis performed by experts. Of course, all the safety requirements are necessary and lack of any safety condition may lead to serious injuries, however, from the experience of the safety professionals in Turkey, for example, it can be obviously said that, falls from roof edge, much higher than, fall caused by scaffolding collapse. Or, regarding the uneducated workforce in Turkey, protection by proper guardrail or toe board installation may be more important than personal protective equipment such as safety belts, because of the fact that the unskilled workers usually do not want to work with these equipments. When these kind of facts are regarded, it is necessary to give weights to the basic safety measures for each leading cause of accidents. All the safety measures for each accident cause weighted by experts. From the experience of the experts, it is essential to identify the most significant safety measures to be taken for each cause of accident to reduce the potential hazard on construction site. Among all the safety measures, some are considered more important than the others. Therefore, improvement on these more important safety measures has stronger influence reducing hazard regarding that type of accident. This identification process highly depends on the past experience and subjective judgements of the experts, moreover it is a complicated task. In this research, the pair wise comparison method and Analytical Hierarchy Process is utilized.

To define the Consequent Severity variable, a literature research was done and it is derived that despite many different approaches exist, 1-5 or 1-10 scale are commonly utilized to assess the consequences of the occupational accidents. However, the subjective judgement of the experts are also required here because of the objective data extremely rare or insufficient in Turkey. If the accidents had been recorded for years by the government bodies according to the damages for the human body, it would be easy to comment for each type of accident how the level of the damage. The most common nine type of occupational accidents and unclassified accidents defined as "other types" are assessed by the experts using 0-100 scale. The accident severity is defined as five different linguistic terms from minor to catastrophic and the averages of the scores given by the experts for each type of accident put forward the fuzzy definition of Consequent Severity .

When constructing the rule-based system, the Accident Likelihood as the first antecedent, is depends on the construction work (or jobsite) and the type of the accident. If the safety measures required for falls are not taken in a building site, the risk level for that site increases, while importance of these measures have little impact on the hazard level of a dam construction or tunnel work. In practical implication of the safety measures, the fuzziness of the antecedents eliminates the need for a precise match with the inputs. All the rules that have any truth in their premises will contribute to the fuzzy risk level expression.

In safety assessment, risk level or hazard level expressed commonly by degree to which it belongs to such linguistic variables as high (poor safety), substantial (fair safety), possible (average safety), low (satisfactory safety) and very low (good safety) that are referred to as risk level expressions. In this study, the aim is to find the risk level of a construction site and five linguistic variables very safe, safe, slightly risky, risky and extremely risky are used to describe the performance and the risky atmosphere of the site. The output set also is defined using fuzzy Risk Level (RL) sets as in the same ways the fuzzy inputs are defined. The output value (RL) can be obtained by calculating the centre of gravity of the output membership function. For each rule, the membership function measures for the three input variables, AL, CS and CSL , are obtained first. The smaller value is selected as the measure to evaluate the matching of the rule. The result membership function of fuzzy reasoning considering only one rule is the minimum of the membership function at the THEN part of the rule and the rule matching measure. The result membership function, μ (z), considering all relevant rules is achieved by obtaining the maximum value of these result membership functions for these rules. The value of the output variable, z^* , is the centre of gravity of the output membership function μ (z), calculated by the equation given in part seven.

In the last part of the study, the outcomes and contribution to the science are discussed and some recommendations are put forward. The model presented is constructed by performing a broad literature research and field study and it is thought that it will satisfy some urgent demands of the construction industry which has alerting safety records and performance.

1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

1.1 İş Yaşamındaki Genel Durum

İş kazaları ve buna bağlı ölüm ve yaralanmalar, yalnızca ülkemizde değil, dünyada da ürkütücü boyutlardadır. Türkiye ve dünyadaki sayısal veriler incelendiğinde, sanki tüm dünyada bir savaşın hüküm sürdüğü ve bu savaşın sürekli olarak can ve mal kaybına neden olduğu izlenimi edinmek oldukça kolaydır. Bir savaş tanımı yapılırsa bunun iki çarpışan tarafının olması gerekir. Ancak bakıldığında tüm dünyada daha hızlı teknolojiler kullanmaya, emeğin verimliğini maksimize etmeye ve karları ve kar oranlarını arttırmaya çalışan firmaların karşısında, bu gidişatın olumsuz koşullarına karşı mücadele eden bir özne bulunmamaktadır. Özellikle inşaat sektörü de düşünüldüğünde, göçmen ve çocuk işçi çalıştırma, eğitimsiz iş gücü, sigortasız ve kuralsız çalışma ortamı, ergonomik olmayan ve iş güvenliğine uygun tasarlanmayan teknolojiler her yıl binlerce cana malolmaktadır.

Tüm bu koşullarda dünyada değişen koşullarla birlikte, devletin çalışma yaşamındaki denetim fonksiyonunun en aza indirilmesi, değişen iş yasaları ve iş güvenliği mevzuatı var olan kuralsız ortama katkıda bulunmaktadır. İş kazalarının maddi kayıpları ise öyle bir boyuta ulaşmıştır ki, İngiltere'de yapılan bir çalışmaya göre proje bedelinin %8,5'luk kısmı iş kazaları ve meslek hastalıkları kaynaklı ölüm, yaralanma, iş günü kaybı, sigorta ve sağlık masraflarına ayrılmak zorunda kalmaktadır. Bu çalışmayı 15 AB ülkesini kapsayan coğrafyaya yansıttığımızda 902 milyar euro ciroluk bir boyuta ulaşan inşaat sektöründe, 75 milyar euronun iş kazaları ve meslek hastalıkları kaynaklı giderlere harcandığı gerçeği açığa çıkmaktadır (HSE, 1997).

Geçmişte güçlü olan sendikalar ve işçi hareketlerinin, bu güçlerinden çok şey yitirmeleri, varolan duruma karşı bir kuvvetin çıkmasını engellemektedir. Ancak varolan durumun başta ekonomik, sonrasında ise toplumsal boyutu sermaye kesimini de önlem almak zorunda bırakmaktadır. Ekonomik rasyonalite ile hareket edildiğinde, iş kazaları ve meslek hastalıklarının bu dereceye kadar ulaşan maliyeti

kabul edilemez. Ancak 19. yüzyılda gelişen iş güvenliği yasa ve önlemlerinden farklı olarak, günümüzdeki gelişmeler tek taraflı olarak gerçekleştirilmekte, sermaye kesimi tarafından hazırlanan mevzuat, önlem ve standartlara işçi kesiminin bir etkisi son derece kısıtlı olmaktadır.

Sosyalist ülkelerin çözülüşü ve Avrupa başta olmak üzere, anayasamızda da yerini alan sosyal devlet olgusunun ortadan kalkması, devleti bir arabulucu, düzenleyici işlevden uzaklaştırmaktadır. Sermaye kesiminin bu olumsuz duruma karşı ürettiği yanıt ise, dünya çapında daha esnek iş güvenliği önlemlerini uygulamak yönündedir. Performansa dayalı ve kurala dayalı olarak kavramsallaştırılan iki yaklaşımdan ilkine göre, önemli olan çalışma hayatını esnek davranmaktan alıkoyan ve özellikle yabancı sermaye yatırımlarının kimi zaman önünde uyum ve uygulama konusunda engeller teşkil edebilecek mevzuatı bir yana bırakıp, iş güvenliği ve sağlığına ilişkin şirket performansını baz almaktır.

İkinci yaklaşım ise devlet denetimini ve sıkı yasal denetimi zorunlu kılan ve sosyal devlet olgusuyla birlikte gelişmiş bir anlayıştır. Bu anlayışın yerini ilkine bıraktığı ve bunun da iş güvenliği istatistiklerine olumsuz bir şekilde yansıdığı net bir şekilde görülmektedir.

İlk yaklaşımla birlikte çeşitli standartlar, yönetim sistemleri, şirket içi performans ölçümleri ve "sosyal sorumluluk" ilkesi hayata geçirilmeye çalışılmakta, bu konuda iyi performans gösteren şirketlerin ödüllendirilmesi yoluna gidilmektedir. Ancak olumsuz koşulların sürdüğü şirketlere dönük yaptırımla ilgili düzenlemeler son derece yetersizdir. Genellikle büyük şirketlerin bu yaklaşımla belli bir performansa ulaşabileceği düşünülse de, çalışma yaşamının çok büyük bir kısmını kapsayan ve ilerleyen sayfalarda sayısal olarak da ifade edilecek olan küçük ve orta ölçekli işletmelerde, iş güvenliği ve işçi sağlığı başlığı devlet denetimi olmadan, özel belgelendirme kuruluşları ile çözülebilecek bir sorun olmaktan son derece uzaktır.

Küçük ve orta ölçekli işletmelere dönük olarak geliştirilen yönetim sistemlerinde de, denetim mekanizması son derece önemli bir rol oynamaktadır. Devletin bu alandan çekilmesi, iş kazalarında son derece olumsuz koşulların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Keza, işçilerin eğitimlerinin yalnızca sermaye sahiplerine bırakılan bir sorumluluk olarak görülmesi, bu konuda teknik okullar ve üniversiteleri de kapsayan

çalışmaların kamusal boyutundan sıyrılıp, firma bazlı uygulamalara kayması da var olan koşullara olumlu herhangi bir şey eklememektedir.

1.2 Dünyada İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği'ne sayısal olarak bakış

ILO tarafından İşte Sağlık ve Güvenlik günü olarak ilan edilen 28 Nisan tarihinde tüm dünyada pek çok araştırma yayınlanmakta, seminerler, toplantılar ve sempozyumlar gerçekleştirilmektedir. 2005 yılına ait sunuş raporunda ILO'nun yayınladığı veriler oldukça çarpıcıdır. Her yıl en az 2.2 milyon kadın ve erkek işçi ölüm ve sakatlanmayla sonuçlanan iş kazalarına ve meslek hastalıklarına boyun eğmektedir. Tüm dünyada yılda 270 milyon iş kazası olduğu ve 160 milyon meslek hastalığından etkilenen işçi olduğu tahmin edilmektedir. ILO'nun tahminlerine göre, iş kazaları ve meslek hastalıklarından kaynaklanan ölümler tüm ölümlerin %3,9'unu teşkil etmekte, dünya nüfusunun %15'i düşük veya yüksek şiddetli iş kazası veya meslek hastalığından bir şekilde etkilenmektedir. İşsizlerin %30'unun, çalıştığı dönemde geçirdiği bir iş kazası veya o dönemden kalan bir meslek hastalığından olumsuz etkilendiği rapor edilmektedir. İşsizlerin büyük bir kısmı, geçirdikleri kaza veya hastalığın yeni iş bulmalarının önünde engel olduğunu bildirmektedir.

İLO'nun iş kazaları ve hastalıklarına ilişkin son istatistiklerinde bazı ilgi çekici bulgular yer almaktadır. Bu istatistiklere göre:

-Özellikle Asya ve Latin Amerika'da ölümlü iş kazaları sayısı artmaktadır. Örneğin 1998-2001 arasında, Çin'de ölümle sonuçlanan iş kazaları sayısı 73.500'den, 90.500'e çıkmıştır. Latin Amerika için bu değerler 29.500'den 39.500'e artışı göstermektedir. İLO analizleri, hızlı ekonomik büyümenin ardında böylesi bir facianın olduğunu açıkça göstermektedir.

-Meslek hastalıkları, işçiler arasında en fazla ölüme neden olmaktadır. Yalnızca tehlikeli maddelerden kaynaklı ölümler yılda 438.489 sayısına ulaşmıştır.

-İnşaat sanayii kayıtlı kazalar arasında en büyük payı oluşturmaktadır.

-Genç ve yaşlı işçiler, iş kazalarından en fazla etkilenen kesimleri oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yaşlı nüfusun artması ve çalışmak zorunda kalmaları (emeklilik yaşının yukarıya çekilmesi sonucu) bu ülkelerde yaşlı işçilere özel bir önem verilmesini gerektirmektedir.

Tüm bu tabloya karşı ILO tarafından uluslararası emek standartlarını geliştirmek için çok sayıda konvansiyon ve öneriler geliştirilmiştir. Tezin ilerleyen bölümlerinde bu standartların bir kısmından söz edilecektir. ILO tarafından dünya ölçeğinde yapılan istatistikler, anlatılmaya çalışılan durumu gözler önüne sermektedir. Sanayileşmiş ülkelerde küçük de olsa bir kötüye gidiş veya yerinde saymadan söz edilse de, az gelişmiş veya orta gelişkinlikteki ülkelerde durum son derece vahimdir.

Tablo 1.1 İş Kazalarının Global Tahminleri (2005'te yapılan en yeni analizler, en yakın ulaşılabilir 2001 verilerini baz almıştır. ILO)

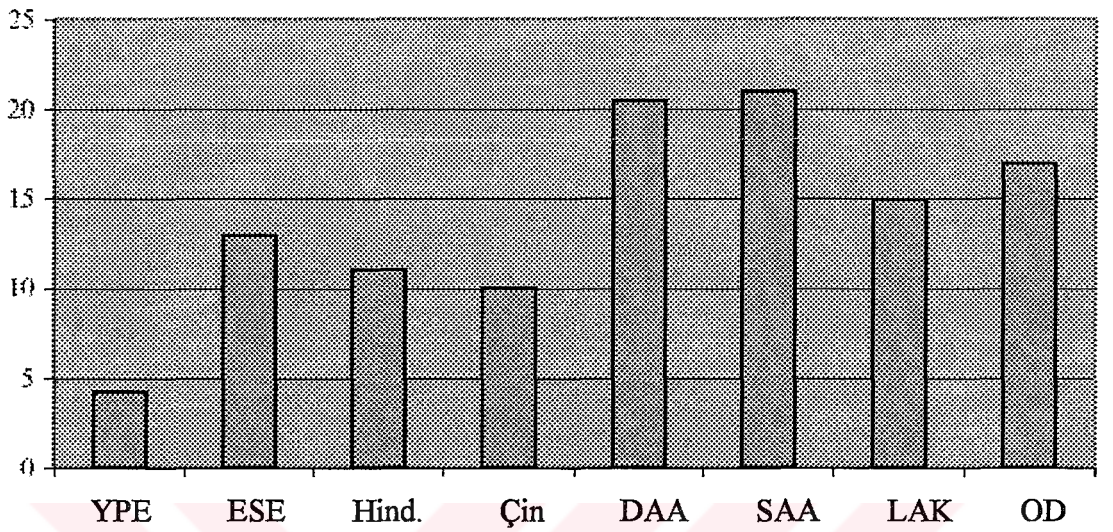
	Ekonomik olarak aktif nüfus (2001)	***Ekonomik olarak aktif nüfus (1998)***	Ölümlü Kazalar (2001)	***Ölümlü Kazalar (1998)***	3 Günden fazla iş göremezlikle sonuçlanan kazalar (2001)	***3 Günden fazla iş göremezlikle sonuçlanan kazalar (1998)***	İşle ilgili ölümler (2001)
Sanayileşmiş Ülkeler	419,5 m	***409 m***	16.000	***16.000***	12 m	***12,5 m***	297.000
Orta/Doğu Avrupa Orta Asya	183 m	***184,5 m***	17.500	***21.500***	13,5 m	***16,5 m***	166.000
Hindistan	444 m	***458,5 m***	40.000	***48.000***	30,5 m	***37 m***	302.000
Çin	740,5 m	***708 m***	90.500	***73.500***	69 m	***56 m***	477.000
Diğer Asya Ülkeleri ve Adalar	415,5 m	***404,5 m***	77.000	***83.000***	58,5 m	***63,5 m***	256.000
Sahra Altı Afrika	279,5 m	***260,5 m***	53.500	***54.000***	40,5 m	***41 m***	265.000
L. Amerika Karayipler	219 m	***193,5 m***	39.500	***29.500***	30 m	***22,5 m***	148.000
Arapça konuşan Ülkeler	135 m	***113 m***	18.000	***19.000***	13,5 m	***14,5 m***	139.000
Toplam	2.837 m	***2,732 m***	351.500	***345.500***	268 m	***264 m***	2,2 m***

** En yakın 500'e yuvarlanmıştır ** En yakın 500.000'e yuvarlanmıştır. *** ILO orta nokta tahmini ile 2 farklı yöntemle ortalama alınmıştır*

Yine ILO'nun dünya çapındaki verilerinden elde ettiği kaza sıklığı (her 100.000 işçi için) değerlerine bakıldığında tahmin edilen işle bağlantığı ölümcül kazaların sıklığının, toplam ölümcül kazaların sayısı azalsa da genelde arttığı ve özellikle eski sosyalist ülkelerde toplam ölümlü kaza sayısında azalma olsa da her 100.000 işçide ölümlü kaza oranı oldukça yüksek olduğu ve arttığı görülmektedir.

Bu söylenenlerden, özellikle ikinci başlık için çok net yorumlar yapmak mümkündür. Sosyalizmin yıkılmasıyla birlikte, bu ülkelerde işsizlik artmış, pek çok sanayi çökmüş, bununla birlikte de doğal olarak iş kazası sayısında da azalma olmuştur. Ancak çalışanlar arasındaki orana baktığımızda gözle görülür bir artış göze çarpmaktadır. Sosyalist hukuk sisteminin ve iş güvenliği denetim mekanizmasının ortadan kalkması ile birlikte sendikaların üye sayılarının onda bir oranına kadar gerilemesi veya pek çok sendikanın işlerliğini yitirmesi sonucu sendikalarca büyük

ölçüde üstlenen iş güvenliği ve işçi sağlığı kontrollerinin yerini, kaotik ve azgın bir pazar ekonomisi almış ve iş kazalarında büyük artışlar gözlenmiştir. Son yıllarda ortaya çıkan kısma iyileşme, en kötü dip noktadan yukarıya doğru çıkışın göstergesi olarak yorumlanabilir.



Anahtar: YPE- Yerleşik Pazar Ekonomileri, ESE- Eski Sosyalist Ekonomiler, DAA Diğer Asya ve Adalar, SAA- Sahra Altı Afrika, LAK-Latin Amerika ve Karayipler, OD-Ortadoğu

Şekil 1.1 Her 100.000 işçi için tahmin edilen Kaza Sıklığı (ILO, 2005)

Sunulan bu veriler, ILO üyesi ülkelerin resmi istatistiklerinden oluşmakta olup, raporlanmayan ve resmi istatistiklere yansımayan pek çok olay da düşünüldüğünde durum ürkütücü boyutlardadır. Yöntem olarak, ILO üç farklı sektörü baz alarak kaza sıklığı değerlerini hesaplamaktadır. Bunlar:

-Tarım, balıkçılık ve ormancılık,

-İmalat sanayii,

-Madencilik ve inşaat da dahil olmak üzere, hizmet sektörü.

Özellikle tarım, madencilik ve inşaat sanayiinin, toplam içindeki payının fazla olduğu ülkelerin ulusal ölçekte kaza sıklığı değerleri de yüksek çıkmaktadır. Bu bakımdan sektörel bazlı analizler anlamlı olabilmektedir. ILO tarafından inşaat sektörüne ilişkin saptanan hususlar ise çok daha çarpıcıdır. Gerek AB İşte Sağlık ve Güvenlik Ajansı, gerekse de ILO 2005 yılında inşaat sektörüne özel olarak vurgu yapmışlardır. İnşaat sanayii dünya ölçeğinde hala emek yoğun bir sektör olup, özellikle göçmen işçilerin düşük ücretle çalıştığı ve geçici istihdam biçimiyle yürüyen bir sanayi görünümündedir. İnşaat sektöründeki global kaza ve hastalıkların nicel olarak saptamak oldukça zor olmakta, pek çok ülkede herhangi bir istatistiksel

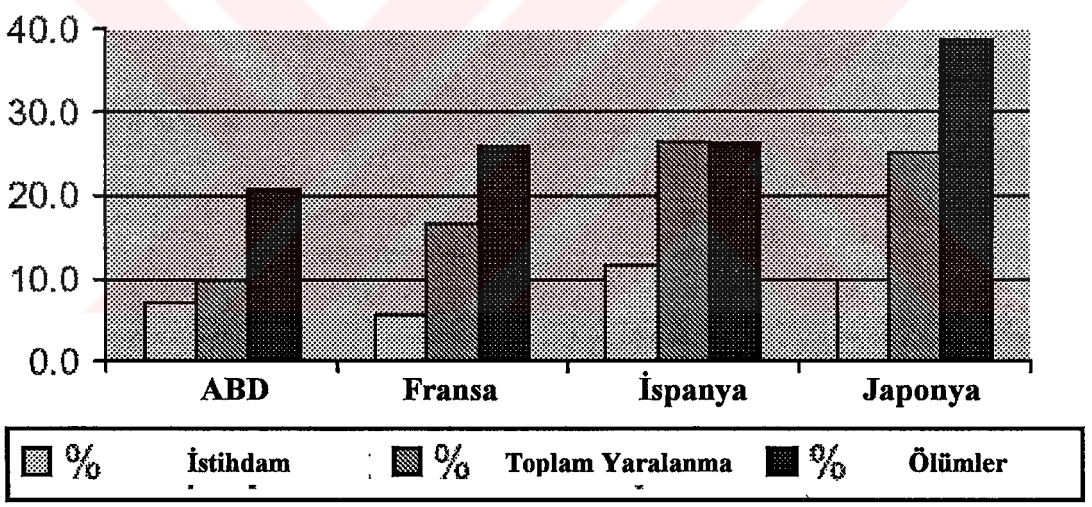
bilgiye rastlanamamaktadır. Ancak ILO'nun 2003 yılı için inşaat sektörüne ilişkin global tahminlerine göre, dünyada 355.000 civarındaki ölümlü iş kazalarının 60.000'i, bir başka ifadeyle %17'si inşaat sektöründe gerçekleşmektedir. Yine ILO tahminlerine göre:

-Her yıl dünya çapında en az 60 bin ölümlü iş kazası, inşaat şantiyelerinde gerçekleşmektedir, bir başka ifadeyle her 10 dakikada bir şantiyelerde bir işçi yaşamını yitirmektedir.

-6 ölümlü iş kazasından biri inşaat şantiyelerinde gerçekleşmektedir.

-Sanayileşmiş ülkelerde, toplam işgücünün ancak %6-10 arasını inşaat işçileri oluştururken, ölümle sonuçlanan iş kazalarının %25-40'ı inşaat işçileri arasında olmaktadır.

-Bazı ülkelerde yapılan tahminlere göre, inşaat işçilerinin %30'u sırt ağrısı ve diğer kas iskelet sisteminden kaynaklı hastalıklar sonucu rahatsızlık çekmektedir.



Şekil 1.2 İnşaat sektöründeki istihdam ve iş kazalarının tüm sektörlere oranı

Şekil 1.2'den de anlaşıldığı üzere, inşaat sektöründeki yaralanma ve ölümler hep %20'nin üzerinde olsa da, istihdamda sektörün payı %10'un altındadır. Az gelişmiş ülkelerde ise bu kadar net verilere maalesef ulaşılamamaktadır. Ancak istihdamdaki payın oldukça yüksek olduğu ve toplam ölümlerde genelde birinci sırada olduğu yorumu yapılabilir. İstihdam yaratan, emek yoğun bir sektör olan inşaat sektöründe iş kazalarının da yoğun olması, varolan ekonomik sistemin mantığı açısından anlaşılırdır. AB'ye ilişkin iş kazası verileri ilerleyen sayfalarda verilecektir. Ancak genel olarak şunlar söylenebilir, söz gelimi AB ülkelerinde 1996 yılında üç günden çok işten kalmaya yol açın 4.757.611 iş kazası olmuştur. Bu rakam 1994 yılı

değerlerinden %3,3 düşüktür. Ancak 9 ülkede kazaların azaldığı, 6 ülkede arttığı görülmektedir. İnşaat sanayiinde gerçekleşen kazalar tüm kazaların %18'ini oluşturmaktadır. Kazaların büyük çoğunluğu 50'den daha az işçi çalıştıran işyerlerinde gerçekleşmiştir. AB inşaat sektörünün yapısı düşünüldüğünde çalışanların %98'inin küçük ve orta ölçekli inşaat firmalarında çalıştığı görülecektir. Başlıca kaza nedenleri sıklıklarına göre, kayma, takılma ve düşmeler (T.C Başbakanlık Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, 1999), elle taşıma ve kaldırma, hareket halindeki nesnelerin çarpması (EU Commission, No: 3/93), sert nesneler, el aletleri, işletme içindeki nakliye, düşen nesnelerin çarpması (Occupational Hygiene in Europe, 1993) ve çalışma çevresi ile makinalardır (EU Commission, 1999). Yedi ülkede kazalara karşı ek önlem alınması gerekli görülmüştür. Ölümle sonuçlanan kazalara bakıldığında ise 1996 yılında 5549 ölümlü iş kazası olduğu görülmekte olup, bu sayının 1994 yılına oranla düşük olduğu görülecektir. Ölümlü kazaların %25'i inşaat şantiyelerinde gerçekleşmiştir. Yine kazaların büyük bir kısmının 50'den az işçi çalıştıran işyerlerinde gerçekleştiği görülmektedir. Ölümle sonuçlanan kazaların en sık karşılaşılan nedenleri taşıt kazaları, platformdan kayma ve düşme (EU Commission, No: 3/93), nesne düşmesi ve nesneler arasında sıkışma (Occupational Hygiene in Europe, 1993), kayma, takılma düşme, trafik kazalarıdır (EU Commission, 1999). Tablo 1.2'de Avrupa Birliği'nde kazaların ana sektörlere göre dağılımı 3 farklı yıl için verilmektedir.

Tablo 1.2 AB'de ölümle sonuçlanan kazaların ana sektörlere göre dağılımı

SEKTÖR	Ölümler					
	1993		1996		1998	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Tarım	441	7.4	676	12.2	631	11.5
İnşaat	***1395***	***23.3***	***1349***	***24.3***	***1330***	***24.3***
İmalat	1279	21.4	1128	20.3	1101	20.1
Taşımacılık	843	14.1	841	15.2	883	16.1
Toptancılık ve Perakendecilik	588	9.8	486	8.8	515	9.4
Elektrik, Gaz, Su Temini	?	?	67	1.2	39	0.7
Finans Sigorta	272	4.6	258	4.6	289	5.3
Hizmet	60	1.0	53	1.0	66	1.2
Diğer	1099	18.4	691	12.5	622	11.4
TOPLAM	**5977**	**100,0**	**5549**	**100,0**	**5476**	**100,0**

Avrupa Birliği'nde üç günden fazla iş göremezlikle sonuçlanan kazalara baktığımızda da, bu kez dört yılın verilerini aldığımızda inşaat sektörünün ağırlığı çok net olarak görülecektir.

Tablo 1.3 AB'de yaralanmayla sonuçlanan kazaların ana sektörlere göre dağılımı

SEKTÖR	YARALANMA (3 Günden Fazla Raporlu)							
	1993		1996		1998		1999	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Tarım	242,133	5.0	408,666	8.6	345,766	7.4	373,340	7.7
İnşaat	***905,004***	***18.9***	***831,000***	***17.5***	***830,873***	***17.8***	***883,045***	***18.2***
İmalat	1,526,084	31.8	1,357,022	28.5	1,354,762	29.0	1,369,376	28.2
Taşımacılık	426,103	8.9	438,973	9.2	440,143	9.4	461,309	9.5
Toptancılık ve Perakendecilik	468,826	9.8	491,424	10.3	498,926	10.7	521,011	10.7
Elektrik, Gaz, Su Temini	?	?	19,734	0.4	19,505	0.4	19,875	0.4
Finans Sigorta	201,334	4.2	240,411	5.1	269,727	5.8	306,446	6.3
Hizmet	171,585	3.6	176,472	3.7	187,850	4.0	196,165	4.0
Diğer	859,878	17.9	793,909	16.7	731,034	15.6	719,553	14.8
TOPLAM	**4,800,947**	**100,0**	**4,757,611**	**100,0**	**4,678,586**	**100,0**	**4,850,120**	**100,0**

Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne üyelik hedefi ve AB'yi bir uygarlık projesi olarak görmesi gibi koşullar düşünüldüğünde, inşaat sektöründe de kimi dönüşümlere gitmesi kaçınılmazdır. Ancak bir uygarlık projesi olarak sunulan Avrupa Birliği'nde de durumun iç açıcı olmadığı görülmelidir. 50'den az işçi çalıştıran işyerlerinde, Türkiye'de kabul edilen yeni yönetmeliklerde de olduğu gibi iş yeri hekimliği veya işyeri komiteleri kurma zorunluluğu bulunmamakta, bu işyerleri pek çok işçi sağlığı ve iş güvenliği uygulamasından uzak kalmaktadır. İnşaat sektörünün kendine özgü yapısı ve AB'de inşaat işlerinin genelde küçük ve orta ölçekli firmalarca yapıldığı düşünüldüğünde, devletin denetimi büyük ölçüde kalkmakta, bunun yerini kimi belgelendirme, standardizasyon çabaları ile özel kuruluşlar, enstitüler almaktadır. İlerleyen bölümlerde de anlatılacağı üzere, pek çok iş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemleri bulunmakta ve firmaların bunları uygulaması talep edilmektedir. Ancak devlet ve sendika denetiminin ortadan kalktığı koşullarda iş kazalarında istenen azalma elde edilememekte ve durum Türkiye ile yarışır hale gelmektedir.

15 Avrupa Birliği ülkesi düşünüldüğünde, inşaat sektörü yıllık 900 milyar Euro'luk cirosı ve 12 milyon çalışanıyla Avrupa'nın en büyük sektörlerinden birisidir. Öte yandan işçi kazalarının maliyetinin ise yaklaşık 75 milyar Euro civarında olduğu tahmin edilmektedir (EASHW, 2004). İnsan yaşamına ilişkin herhangi bir sorunun maliyet olarak ifade edilmesi ne kadar ters olsa da, AB sermayesinin işçi sağlığı ve iş güvenliğine son yıllarda fazlasıyla eğilmesinin en büyük nedenlerinden biri artık cinayet olarak toplumsal algıya yansıyan iş kazalarının bu miktara ulaşan maliyetidir. Öte yandan, zaten yapılması zorunlu olan iş güvenliği önlemleri, esnekleşen mevzuat gözönünde tutulduğunda bile etkin bir uygulama ile iş kazalarında büyük bir azalma

sağlayacaktır. Ancak devlet denetiminin büyük ölçüde azalması, iş güvenliğinin bir zorunluluk değil "sosyal sorumluluk" şeklinde şirket politikalarına tahvil edilmesi, bir reklam ve promosyon aracı olarak görülmesi oldukça düşündürücüdür. Avrupa Birliği'ndeki genel anlayış yerini sıkı denetimlerden "iyi yapanı ödüllendir" anlayışına evrilmiştir. Güvenlik önlemlerini etkin bir şekilde uygulamayan firmalara ise yaptırım noktasında büyük eksiklikler bulunmaktadır. Tüm bu söylenenler, Avrupa Birliği'nde iş kazaları için alarm zillerinin çalması sonucunu getirmiştir.

Yeni üye ülkelerin ve üye adayı ülkelerin istatistiklerinde büyük eksiklikler olduğu için, incelenen belge ve kaynaklarda genelde 15 AB üyesine dair verilere rastlanmaktadır. Öte yandan bu verileri kamuoyuna aktaran AB İşte Sağlık ve Güvenlik Ajansı, inşaat sektörünün enformal yapısına dikkat çekip, istatistiklere dikkatli bakılması gerektiğini ve gerçek durumu tam olarak yansıtmadığını açıkça ifade edebilmektedir (EASHW, 2004).

Aynı kaynaktan edinilen verilere göre AB inşaat sektörünün ve sektördeki iş güvenliği ve sağlığının güncel durumu aşağıdaki gibi özetlenebilir:

-AB İnşaat sanayii yıllık yaklaşık 902 milyar Euro ciroya sahiptir.

-Resmi olarak 12,7 milyon işçi sektörde çalışmakta olup, bu toplam AB işgücünün %7,9'unu teşkil etmektedir. Öte yandan AB komisyonuna göre AB içinde tüm işgücünün %7 ila %19'u resmi makamlara bildirilmeyen, kayıtdışı çalışanlardan oluşmaktadır. Bu problem özellikle inşaat sektöründe son derece yaygındır.

-İnşaat işçilerinin %47'si 10 işçiden az kişinin çalıştığı işyerlerinde çalışmaktadır.

-Sağlıkla ilgili verilerde kazaların riski AB ortalamasının çok üzerindedir.

-Ölümlü olmayan kazalara uğrama riski diğer sektördeki işçilere oranla iki kattır. Yüksekten düşmeler, örneğin iskelelerden düşmeler, trafik kazaları, şantiye içi ve dışı, ile birlikte en büyük problemlerden biridir.

-2001 yılında 800.000'den fazla işçi 3 günden fazla iş göremezlikle sonuçlanan kazaya maruz kalmıştır.

-Her yıl yaklaşık 1200 işçi ölmektedir. Bu sayı 15 AB üyesi ülkenin ulusal kuruluşları tarafından alınan tüm ölümlü kazaların yaklaşık dörtte birini teşkil etmektedir. Araştırmalar göstermiştir ki, inşaatlardaki ölümler ve kazalar herhangi bir inşaat işi başlamadan önce alınan planlama kararlarından kaynaklanmaktadır.

-10 yeni üye ülkede, inşaatlardaki kazalar, işle ilgili tüm kazaların %20'sini oluşturmaktadır.

-Kas ve iskelet sistemiyle ilgili sakatlanmaların sıklığı sektörde AB ortalamasının üzerindedir. İnşaat işçilerinin %48'inin sırt ağrıları olduğu rapor edilmiştir (AB tüm sektörlerin ortalaması %33). %36 oranında omuz ve boyun ağrısı şikayeti bulunmaktadır (Tüm sektörlerin ortalaması %23). %28'i üst kol kası rahatsızlıklarından şikayetçidir (Tüm sektörlerin ortalaması %13). %23'ü alt kol kası sorunlarından şikayetçidir (Tüm sektörlerin ortalaması %12).

Tüm bu şikayetlerin yanısıra, asbest kullanımı, toz yutma, kimyasallar ve tehlikeli maddeler, kurşun gibi nedenlerden dolayı solunum yolu enfeksiyonları ve kanser vakaları son derece yüksektir. Ayrıca gürültü ve titreşimden kaynaklı rahatsızlıkların oranı oldukça yüksektir. Yalnızca İngiltere'de asbest kaynaklı hastalıklardan dolayı yılda 750 inşaat işçisi yaşamını kaybetmektedir (EASHW, 2004).

Tüm bu tablo, iş yaşamının esnekleşmesi, eski sosyalist ülkelerden ucuz işgücünün AB'ye göç etmesi, genel anlamda göçmen işçilik, değişen iş yasaları ve iş güvenliği mevzuatı ve benzeri neo liberal politikaların bir sonucudur. Tüm bu söylenenlerin çok daha vahimi Türkiye'de yaşanmakta olup, işin olumsuz yanı, ülkemize ilişkin verilere ulaşmak son derece güçtür. İlerleyen sayfalarda, İTÜ Yapı İşletmesi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen çalışmalar sonucu elde edilen veriler sunulacaktır. Ancak işçi sağlığına ilişkin ne yazık ki, kapsamlı istatistiklere ulaşmak mümkün değildir.

Tablo 1.4'te inşaat sektöründe ilişkin bazı gelişmiş ülkelerin verileri bulunmaktadır. Bu verilere bakıldığında, inşaat sektöründe gerçekleşen toplam iş kazaları ve ölümlü kazalar görülmekte, son sütunda ise sektörde gerçekleşen ölümlü kazaların, tüm kazalara oranı görülmektedir. Tüm kazalar, ölümle sonuçlanan, 3 günden fazla iş göremezlikle sonuçlanan kazaların toplamını anlatmaktadır. Türkiye'deki verilere bakıldığında dikkat çekici husus, toplam iş kazalarının sayısının oldukça düşük görünmesidir. Öte yandan, ölümlü kazalar toplam kazalara oranlandığında en yakın ülkeye bile büyük bir fark atacak şekilde yüksek bir oranla karşılaşılmaktadır. Buradan bazı yorumlar yapmak mümkündür. Tüm ülkelerde kaza istatistikleri oldukça yanıltıcı olabilmektedir. Ancak Türkiye'de 3 günü aşmış pek çok kazanın bile resmi istatistiklere girmediği düşünüldüğünde, ölümlü kazalar üzerinden

yorumlar yapmak daha doğru olacaktır. Ölümlü kazaların resmi makamlardan saklanması kolay olmadığından, sektörün genel yapısını gözönüne sermek açısından ölümlü kazalara odaklanmak daha anlamlı olacaktır. Tez kapsamında yapılan pek çok analizlerde, ölümlü kazalara dair veriler kullanılmış olup, bunun daha sağlıklı sonuçlar vereceği düşünülmüştür. Türkiye ve dünyadaki durumu karşılaştırmak için, kaza sayılarına odaklanmak tek başına doğru olmayıp, kazaları karşılaştırmak için kimi kriterler oluşturulmuştur. Bu kriterler ışığında Türkiye ve dünyadaki verileri daha anlamlı şekilde yorumlamak mümkün olacaktır.

Tablo 1.4 Bazı Gelişmiş Ülkelerin İnşaat Sektörü Kaza İstatistikleri

Ülkeler		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ort. Değer	Ölümlerin Toplam Kazaya Oranı
ABD	Ölüm	919	932	1028	1055	1047	1107	1174	1191	1154	1067	
	Toplam Kaza	226800	226500	241700	217900	216800	227400	217000	240200	246100	228933	*0,47%*
Danimarka	Ölüm	9	8	14	16	13	12	14	10	13	12	
	Toplam Kaza	3714	3671	4144	4489	4426	4615	4684	4987	4667	4377	*0,27%*
İspanya	Ölüm	268	239	244	259	246	260	270	294	292	264	
	Toplam Kaza	115825	105961	106988	124756	130486	142634	172042	215751	238952	150377	*0,18%*
Fransa	Ölüm	298	256	214	189	208	176	175	155	191	207	
	Toplam Kaza	162296	141999	136692	133443	124685	118837	118717	119673	125980	131369	*0,16%*
Almanya	Ölüm	443	514	362	324	295	257	239	227	196	317	
	Toplam Kaza	381636	396392	383469	362404	323298	313197	293074	288597	260499	333618	*0,10%*
Macaristan	Ölüm	46	42	31	29	32	36	38	47	35	37	
	Toplam Kaza	3450	2938	2244	2021	1666	1630	1632	1610	1510	2078	*1,78%*
İtalya	Ölüm	397	316	310	293	269	269	284	278	267	298	
	Toplam Kaza	134739	112738	102834	93841	89042	84624	84361	89814	89908	97989	*0,30%*
Polonya	Ölüm	139	118	123	114	110	177	135	120	145	131	
	Toplam Kaza	12562	11417	10909	12593	12811	13084	13047	11531	10943	12100	*1,08%*
İsviçre	Ölüm	39	32	30	27	33	33	23	20	18	28	
	Toplam Kaza	37065	32070	31775	30521	25624	23768	21493	21178	21172	27185	*0,10%*
İngiltere	Ölüm	70	75	59	66	66	59	48	65	75	65	
	Toplam Kaza	13489	11303	11619	10235	11973	13790	13670	14775	13837	12743	*0,51%*
Türkiye	Ölüm	559	464	421	348	555	437	380	407	379	439	
	Toplam Kaza	22863	17565	13991	12809	11784	14703	12355	10278	7845	13799	*3,18%*

1.3 Karşılaştırma Ölçütleri

Kaza sayılarını, çalışan işçi sayısı, çalışılan iş saatleri gibi faktörlerle birlikte değerlendirmek, sadece meydana gelen iş kazası sayısına göre yorum yapmamak , sağlıklı sonuçların edinilmesi bakımından çok önemlidir. Bu nedenle konuyla ilgili araştırmalarda çeşitli karşılaştırma ölçütleri kullanılmaktadır. Aşağıda bu ölçütlerden önemli olanları açıklanmıştır (Özkan, 1998; Müngen, 1998). Ölümlü kazalar için, ölüm sıklığı veya oranı sıkça kullanılan kavramlardır (Leigh, 1995; Toscano, 1997; Bailer et al., 1998). Sıklık veya sayı denince genellikle herhangi bir iş kolunda çalışan işçiye ölümlü kazaların oranı ve bunun yüzde olarak ifade edilmesi şeklinde bir anlayış kullanılabilir. (Toscano and Windau, 1993). Ayrıca, bu değerlerden göreli risk veya belli bir grup işçinin (örneğin inşaat işçilerinin) toplam işçilere oranı gibi veriler de elde edilebilir (Toscano, 1997). Bu oranlar çalışılan saat üzerinden de hesaplanabilir, bu hesaplama özellikle çalışma saatlerinin önemli olduğu yaşlı ve genç işçiler açısından ayırdedici bir karşılaştırma ölçütüdür (Ruser, 1998). Hesaplama yöntemleri ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilmektedir. Aşağıda, bu çalışmada kullanılan değerler ve tanımları verilmektedir.

1.3.1 Kaza Sıklığı (k_s)

Kaza sıklığı, genellikle bir yıl olarak seçilen bir zaman aralığında, çalışan 1000 kişi başına düşen iş kazası sayısını göstermektedir. Ancak ILO ve AB tarafından artık bu yaklaşım yerini, referans olarak seçilen işçi grubu içinde (örneğin inşaat sektörü) her 100.000 işçi içinde gerçekleşen ölümlü, 3 gündün fazla iş göremezlikle sonuçlanan vb. kazalar şeklinde ifade etmeye bırakmıştır. Bu bakımdan tez boyunca kaza sıklığı değerleri denildiğinde, her yüz bin işçi içinde gerçekleşen kaza grupları anlaşılmalıdır. ABD'de ise kaza sıklığı (incidence rate) tanımı farklı bir şekilde yapılmakta ve ILO istatistiklerine de bu şekilde geçmektedir. Bu tanıma göre, gerçekleşen kazalar (ölümlü, yaralanmayla sonuçlanan veya toplam), tam zamanlı olarak haftada 40 saat ve yılda 50 hafta çalışan 100 işçinin bir takvim yılında çalıştığı toplam çalışma saatini gösteren 200.000 sayısına bölünmektedir. Tablo 1.5'te ABD için, her iki tanıma göre hesaplanan kaza sıklığı değerleri verilmektedir. Bu tanımlara göre kaza sıklığını denklem 1.1 ve 1.2'deki şekliyle ifade etmek mümkündür:

$$k_s = K \times 10^3 / A \qquad (1.1)$$

veya

$k_s = K \times 10^5 / A$ **(1.2)**

K = Kaza Sayısı

A = İşçi Sayısı

Örneğin, Sosyal Sigortalar Kurumu'nun 1999 yılı istatistiklerine göre 1999 yılındaki kaza sıklığınının hesabı aşağıda yapılmaktadır. Öncelikle gerekli olan istatistiklerden 1999 yılında meydana gelen iş kazası sayısı ve o yıl içindeki sigortalı sayısı alınacaktır. Verilere göre 1999 yılı içerisinde 77.955 iş kazası meydana gelmiştir. Aynı yıl için de Kurum'a bağlı olarak 4.961.905 kişinin sigortalı oarak çalıştığı görülmektedir. Bu veriler yerine konulduğunda kaza sıklığı hesaplanabilmektedir.

$k_s = (77.955 * 100000) / 4.961.905$

$k_s = 1571$

Bu hesap sonunda görülüyor ki Türkiye'deki 1999 yılındaki kaza sıklığı değeri 1571 dir. Her bin kişi için ifade edersek ise, bu sayı 1999 yılında ülkemizdeki 1000 sigortalı işçiden 15.71'nin iş kazasına uğradığını göstermektedir. Kaza sıklığı, ülkeler, sektörler, işletmeler arasında karşılaştırmalar yapmaya olanak sağlanmasının yanısıra hesaplama kolaylığı nedeniyle de, iş kazalarıyla ilgili araştırmalarda en fazla tercih edilen bir ölçüttür. Bu çalışmada da inşaat sektörümüz, iş kazaları bakımından Türkiye geneli ve diğer iş kolları ile karşılaştırılırken bu ölçüt kullanılmıştır. Tablo 1.5'te, inşaat sektöründeki ölümlü kaza sıklığı değerleri farklı ülkelerle kıyaslanmaktadır. Son sütunda ise dokuz yılın ortalama değeri bulunmaktadır.

Tablo 1.5 Bazı Ülkelerde İnşaat Sektöründeki Ölümlü Kaza Sıklığı Değerleri 1992-2000 (ILO İstatistik Yıllığı, 2002)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ort.
İngiltere	7.8	8.9	6.8	8.0	7.4	5.7	4.4	5.7	6.4	6,8
Danimarka	5.0	6.0	10.0	11.0	8.0	8.0	9.0	6.0	8.0	7,9
Almanya	15.7	17.4	11.7	9.6	8.5	7.9	7.5	7.2	6.3	10,2
İsviçre	13.0	11.2	10.5	9.5	12.2	13.2	8.0	7.8	6.9	10,3
Polonya	12.3	14.2	14.2	13.6	13.0	19.5	14.3	N/A	17.0	14,8
Macaristan	41	43	15.4	13.4	14.7	16.4	17.0	18.6	22.4	16,8
Fransa	24.0	22.3	18.6	16.6	19.0	16.7	15.9	13.9	N/A	18,4
ABD*	20.9	20.3	21.1	20.8	19.8	19.5	19.6	18.8	17.4	19,8
	14.0	14.0	15.0	15.0	14.0	14.0	14.0	15.0	14.0	14,3
Mısır	26.0	22.0	31.0	34.0	30.0	18.0	17.0	18.0	15.0	23,4
İtalya	32.0	25.0	26.0	25.0	23.0	23.0	24.0	22.0	20.0	24,4
İspanya	28.0	29.0	30.8	31.4	29.9	31.3	27.4	25.6	22.9	28,5
Türkiye	103.5	80.5	54.7	40.8	66.9	50.3	41.2	38.0	48.6	58,3

*ABD için önceki sayfalarda anlatılan her iki yöntemle hesaplama yapılmıştır.

Bu rakamlardan da görüldüğü üzere, Türkiye inşaat sektöründe gerçekleşen ölümlü kazalarda en yakın "rakibi" İspanya'nın bile iki katı bir değere sahiptir. Ortalama değerlerden yola çıkarsak, Türkiye'de dokuz yıl boyunca yüzbin işçiden 58'i inşaat şantiyelerinde gerçekleşen kazalar sonucunda yaşamını yitirmiştir. Bu rakamlar ILO'nun istatistik yıllığından alınmış olup, Türkiye'den ILO'ya ulaşan istatistikler, SSK istatistikleridir. SSK istatistiklerine girmeyen, sigortasız ve kayıtsız çalışan işçiler düşünüldüğünde bu rakam oldukça çarpıcı boyutlara çıkacaktır.

1.3.2 Kaza Tekrarlama Oranı (k_t)

Kaza Tekrarlama Oranı, belirli bir dönem için bir milyon iş saati başına düşen iş kazası sayısını vermektedir. Çalışılan toplam saatin hesaplanmasındaki zorluklardan ve eldeki verilerin pek sağlıklı olmamasından dolayı kaza sıklığı ölçütüne göre daha az başvurulan bir ölçüttür. Eğer çalışılan saat toplamı sağlıklı bir şekilde hesap edilinebilirse kaza sıklığı ölçütünden daha güvenilir karşılaştırmalar yapmaya olanak sağlayacak niteliktedir. Denklem 1.3'te hesaplanma şekli görülmektedir.

$$k_t = K \times 10^6 / H \qquad (1.3)$$

K = Kaza Sayısı

H = Çalışılan Saat Toplamı

Çalışma saatlerinin belirlenmesi konusu ancak kamu işletmelerinde sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmektedir. Özellikle inşaat sektörünün düzensiz yapısı ve fazla mesainin son derece yaygın bir uygulama olması, kimi zaman fazla mesailerin şirket içi raporlara dahi yansımaması bu konudaki veri eksikliğinin başlıca nedenlerinden sayılmaktadır. Yeni çıkan iş yasasıyla birlikte de, çalışma saatlerinin sabit değil, işveren tarafından belli bir esneklikle düzenlenebilmesi bu veri eksikliğini daha artıracak gibi görünmektedir.

1.3.3 Kaza Sayısı / Prim Ödenen Gün Sayısı Oranı (k_p)

Bu ölçüt, yine belirli bir dönem için, prim ödenen gün sayısı başına düşen iş kazası sayısını göstermektedir. Bahsi geçen prim, çalışanlar için ilgili sigorta kurumuna ödenen primdir. Uygulamada bir işçinin fiilen çalıştığı gün sayısı ile sigorta kurumuna prim ödediği gün sayısının genellikle aynı olmaması ölçütün güvenirliğini azaltmaktadır. Hesaplanma şekli, denklem 1.4'te görülmektedir.

$k_p = K / T_p$ **(1.4)**

K = Kaza Sayısı

T_p = Prim Ödenen Gün Sayısı

1.3.4 Kaza Sayısı / İşyeri Sayısı Oranı (k_I)

Ülke, sektör veya birçok işyerine sahip büyük firmalar arasındaki karşılaştırmalarda kullanılan bu ölçüt, işyerlerinin farklı büyüklüklerde olması nedeniyle anlamlı yorumlar yapmaya uygun değildir.

$k_i = K/N$ **(1.5)**

K = Kaza Sayısı

N = İşyeri Sayısı

1.3.5 Kaza Ağırlık Oranı (k_a)

Kaza Şiddet Oranı olarak da adlandırılan bu ölçüt, kazalar nedeniyle, çalışılan bin saat başına ne kadar iş günü kaybedildiğini göstermektedir. Burada kaybedilen iş günü sayısının doğru saptanması çok önemlidir.

$k_a = T_k * 10^3 / H$ **(1.6)**

T_k = Kaybedilen İş Günü Sayısı

H = Çalışılan Saat Toplamı

1.4 Ülkemizdeki İş Kazalarına İlişkin Sayısal Veriler

İş kazalarının neden olduğu maddi kayıplar, işçi, işveren, işletme ve sonuçta ulusal ekonomi açısından önemli boyutlarda bulunmaktadır. Kazadan dolayı üretime ara verilmesi sonucu üretim kaybı meydana geldiği gibi, malzeme ve hammadde ziyanı olur. İşgörenin sakatlık sonucu çalışmaması, makinelerin kullanılmayacak hale gelmesi zaman kaybına yol açar. İşçiye ödenen tazminat, yapılan hastane masrafları da eklendiğinde oldukça büyük bir toplam oluşturmaktadır.

Türkiye'de meydana gelen iş kazaları hakkında istatiksel bilgiler en sağlıklı olarak Sosyal Sigortalar Kurumu'nun her sene yayınladığı "İstatistik Yıllığı" adlı kaynaklardan elde edilmektedir. Bunun yanında Devlet İstatistik Enstitüsü'nün yayınladığı "Türkiye İstatistik Yıllığı"ndaki veriler, Sosyal Sigortalar Kurumu'nun

istatistiklerinden alınmış özet veriler niteliğinde bulunmaktadır. (Devlet İstatistik Enstitüsü, 1990 – 1999. Türkiye İstatistik Yıllıkları, DİE Yayınları, Ankara.)

Burada gözönünde bulundurulması gereken bir konu ise, Sosyal Sigortalar Kurumu İstatistiklerinin de Türkiye genelinde tam sayıları vermediğidir. Bunun da nedeni bu istatistiklerin sadece sigortalı olan, Kurum'a bağlı bulunan kişilerin başına gelen iş kazalarını yansıtıyor olmasıdır. Tahmin edileceği üzere Türkiye'de sigortasız işçi çalıştırma son derece yaygındır ve bunun en somut örneğini inşaat sektörü oluşturmaktadır. Özellikle bu sayı İnşaat sektöründe daha da büyük mertebelere çıkmaktadır. Dolayısıyla sigortalı olmayan kişilerin uğradıkları iş kazalarının sayısal verileri hakkında bilgi sahibi olmak mümkün olmamaktadır.

İstatistik Yıllıklarında tanımlanan 43 faaliyet grubu bulunmaktadır. Yıllıklar ait oldukları yıl için, işyeri ve sigortalı sayılarının, iş kazası, meslek hastalığı, daimi işgöremezlik, ölüm olaylarının iş kollarına göre sayısal dağılımları, hakkında istatiksel bilgiler sunmaktadır. Bunlardan farklı olarak, kazaların, yaş gruplarına iş yerindeki sigortalı sayılarına, hizmet sürelerine, iş saatlerine göre dağılımları ve benzeri bilgiler bulunmakla beraber bu bilgiler iş kolu bakımından olmayıp, Türkiye genelinde ki toplam kaza sayısının dağılımı niteliğindedir. Sosyal Sigortalar Kurumu'nun yirmibir yıla (1981-2002) ait iş kazası istatistiklerinden yararlanılarak, inşaat sektörümüz, iş kazalarının sayısal durumu bakımından Türkiye geneliyle ve diğer iş kollarıyla karşılaştırılmıştır (Sosyal Sigortalar Kurumu, 1981–2001 İstatistik Yıllıkları). Tablo 1.6'da sözedilen yıllar arasında çalışan sigortalı işçi ve inşaat sektöründe çalışan sigortalı işçi sayıları verilmektedir.

Bu tablodan da anlaşılacağı üzere, inşaat sektörü toplam istihdamın büyük bir kısmını içermektedir. Tablodaki son sütunda toplam istihdama oranlar verilmektedir. İnşaat sanayiinin ülke ekonomisindeki ve iş yaşamındaki yerinin önemi açısından sunulan veriler anlamlıdır. Ayrıca 1999 yılından itibaren, istihdamdaki büyük azalma, inşaat sektörünün ekonomik krizlerden etkilenmesi ve küçülmesi sonucu istihdamdaki daralmayı da yansıtmaktadır. Türkiye'de ekonomik krizlerden en doğrudan etkilenen sektör olan inşaat sektöründe, kriz dönemlerinde yeni ihalelerin yapılmaması, varolan işlerin yarıda kalması ve bunlardan dolayı yoğun işsizlik kendisini sayısal olarak da göstermektedir. Öte yandan, inşaat sektöründe alınacak işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerinin toplama yansıması ve diğer sektörleri etkilemesi açısından önemli olduğu da vurgulanmalıdır.

Tablo 1.6 Toplam ve İnşaat Sanayiinde Çalışan Sigortalı Sayıları

YIL	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü	İnşaat /Toplam Sigortalı İşçi Sayısı (%)
1981	2.228.439	475.771	21,3
1982	2.264.788	465.808	20,6
1983	2.327.245	458.192	19,7
1984	2.439.016	464.436	19,0
1985	2.607.865	563.889	21,6
1986	2.815.230	627.765	22,3
1987	2.788.925	630.619	22,6
1988	3.140.071	592.200	18,9
1989	3.271.013	592.584	18,1
1990	3.446.502	588.659	17,1
1991	3.598.315	549.051	15,3
1992	3.796.702	540.230	14,2
1993	3.976.202	576.517	14,5
1994	3.933.289	769.692	19,6
1995	4.163.880	852.613	20,5
1996	4.447.914	829.361	18,6
1997	4.578.425	867.370	18,9
1998	4.766.310	921.722	19,3
1999	4.961.905	1.072.455	21,6
2000	5.005.403	761.452	15,2
2001	4.886.881	681.882	14,0
2002	5.223.283	713.629	13,7

Tablo 1.7'de ise tüm sektörlerdeki ve inşaat sektöründeki iş kazalarının kaza sıklığı değerleri 21 yıl için verilmektedir. Bu tabloya bakıldığında dikkat çekici hususlardan bir tanesi inşaat sektörünün tüm sektörlerdeki ortalama toplam kaza sıklığı ve üç günden fazla iş göremezlikle sonuçlanan kaza sıklığı değerleriyle kıyaslandığında, ortalamanın altında olduğu, öte yandan ölümlü kazalarda ortalamanın tam iki katı değere sahip olduğudur. Referans yıllarının ortalaması alındığında, Türkiye'de tüm sektörlerin ortalaması bin işçide 0,33 ölüm iken, inşaat sektöründe bu değer yaklaşık 0,66 civarındadır. Yine vurgulanmalıdır ki, inşaat sektöründeki kayıt dışılık oranı, örneğin imalat sektöründen çok daha fazladır ve bu değerler aslında gerçek değerleri yansıtmamaktadır. Öte yandan dikkat çekilmesi gereken bir başka olgu ise, genel olarak tez kapsamında da ölümle kazaların baz alınmasını gerektiren bir gerçektir. Türkiye'de, yaralanmayla sonuçlanan kazaların büyük bir kısmı, çalışan sigortalı dahi olsa kayıtlara fazla geçirilmemekte olup, işverenler genellikle sağlık masraflarını kendileri ödeme yoluna giderek maliyeti düşürmektedir. Dolayısıyla

ölümle sonuçlanan kazalar haricindeki kazaların istatistiklere yansıma oranı çok daha düşük olabilmektedir.

Tablo 1.7 Tüm Sektörler ve İnşaat Sektörü İçin Kaza Sıklığı Değerleri

	Toplam Kaza Sıklığı		Sürekli İş Göremezlikle Sonuç. Kaza Sıklığı		Ölümle Sonuçlanan Kaza Sıklığı	
Yıllar	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü
1981	74,09	55,70	1,03	0,88	0,42	0,72
1982	64,96	48,34	0,83	0,78	0,37	0,72
1983	62,43	47,23	1,11	1,03	0,46	0,83
1984	62,59	48,87	1,01	0,78	0,36	0,66
1985	56,76	42,92	0,98	0,70	0,34	0,62
1986	53,57	43,99	0,81	0,66	0,39	0,71
1987	55,17	49,26	0,86	0,77	0,29	0,57
1988	54,70	54,75	0,69	0,76	0,37	0,77
1989	78,75	50,07	0,73	0,84	0,35	0,76
1990	45,22	49,28	0,81	0,88	0,38	0,87
1991	36,21	41,66	1,02	1,07	0,45	0,97
1992	36,73	42,32	0,91	1,09	0,47	1,04
1993	27,55	30,47	0,99	0,96	0,38	0,81
1994	23,41	18,18	0,82	0,62	0,30	0,55
1995	21,12	15,02	0,72	0,57	0,22	0,41
1996	19,52	14,21	0,73	0,55	0,34	0,67
1997	21,47	16,95	0,96	0,64	0,32	0,50
1998	19,28	13,40	0,81	0,67	0,26	0,41
1999	15,71	9,58	0,69	0,67	0,27	0,38
2000	14,95	10,30	0,36	0,52	0,23	0,50
2001	14,81	12,41	0,45	0,76	0,21	0,50
2002	13,85	11,19	0,35	0,62	0,17	0,45
Ortalama	39,68	33,00	0,80	0,76	0,33	0,66

1.4.1 Türkiye'deki Önemli İş Kollarının İş Kazaları Bakımından Karşılaştırılması

Sosyal Sigortalar Kurumu istatistiklerinde, Türkiye'de 43 iş kolu tanımlanmıştır. Bu faaliyet gruplarına ait işyeri, sigortalı ve iş kazası sayıları her yıl Sosyal Sigortalar Kurumu istatistiklerinde ayrı ayrı açıklanmaktadır. Bu verilerden yararlanılarak inşaat sektörümüzün, iş kazaları açısından ülkemizdeki iş kolları arasındaki yerini ve önemini saptamak amacıyla yıllara sari iş kazaları sayıları ve kaza sıklığı değerleri esas alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

1981-2002 yıllarında, Türkiye'de 43 işkolunun herbirinde meydana gelen iş kazası sayıları ile sürekli işgöremezlik ve ölümle sonuçlanan kaza sayıları Sosyal Sigortalar Kurumu İstatistiklerinden elde edilmiştir. Burada, 43 iş kolu için saptanan kaza

sayılarının ayrı ayrı tartışılmasının gerekli olmadığı düşünülerek, kaza sayısının çokluğu bakımından ilk on sırada yer alan iş kollarına ait değerler sunulmuştur. İş kazası sayısından ilk on sırada yer alan iş kolları en fazla iş kazası olan sektörden aşağıya doğru sıralanmıştır.

Yirmi yılın iş kazalarının ortalama değerlerinden anlaşılacağı gibi, inşaat sektörümüz iş kazası sayısı bakımından tüm iş kollarının önünde yer almaktadır. Ortalama her yıl 19.584 iş kazası inşaat sektöründe meydana gelmektedir. Türkiye genelinden meydana gelen iş kazalarının ortalama sayısı ise yıllık 129.027'dir. Ortalama her sene Türkiye genelinde meydana gelen iş kazalarının %15,6'sı inşaat sektörümüzde meydana gelen iş kazalarıdır. Tablo 1.8'de toplam iş kazaları verilmektedir.

Diğer taraftan, inşaat sektörü, her ne kadar meydana gelen kaza sayısı açısından birinci durumda bulunsa da, inşaat sektörü kaza sıklığı açısından bir çok iş kolunun arkasında yer almaktadır. Türkiye genelinde sigortalı olanların %18'inin inşaat sektöründe bulunduğunu ve en çok sigortasız işçi çalıştıran sektörün de inşaat sektörü olduğu düşünülürse, kaza sıklığı bakımından, bir başka ifadeyle, 100 bin çalışana düşen iş kazası bakımından inşaat sektöründen daha kötü iş kollarının varlığı endişe verici bir durumdur.

Sürekli işgöremezlikle sonuçlanan kazalarının sayılarına göre düzenlenen tabloda benzer biçimde hazırlanmıştır. Burada da olduğu gibi iş kollarında meydana gelen yıllık ortalama esas alınarak, ilk on iş kolunun verileri düzenlenmiştir. Bu veriler Tablo 1.9'da yer almaktadır. Bu tablo incelendiğinde görülmektedir ki, toplam iş kazası sayısı bakımından birinci sırada bulunan inşaat sektörü, sürekli işgöremezlikle sonuçlanan kaza sayısı bakımından ikinci sırada bulunmaktadır. Toplam iş kazası sayısı bakımından üçüncü sırada bulunan kömür madenciliği iş kolu ise, sürekli işgöremezlikle sonuçlanan kaza sayıları bakımından birinci sırayı almıştır.

Toplam kaza sayısı esas alınarak düzenlenen tabloda ilk on içinde yer almayan Ağaç ve Mantar Mamulleri iş kolunun sıralamada yer alması dikkat çekicidir. Bunun yanısıra sürekli iş göremezlik açısından, Kömür Madenciliği, Gıda Sanayii ile Nakliyat iş kolları da toplam iş kazası sayıları esas alınarak düzenlen tabloda bulundukları yerlerden daha yukarılara çıkmışlardır. Bunun nedeni ise bu iş kollarında meydana gelen iş kazalarının daha ağır etkiler bırakan nitelikte olmalarıdır. Bazı iş kollarında ise bu durumun tam tersi görülmektedir. Örnek olarak,

toplam iş kazası sayıları esas alınarak düzenlenen tabloda yer alan Metal.Müte.Esas Endüstri Bu tabloda Makina İmal ve Tamiratı, Taş,Toprak ve Kilden İmalat ve Münakale Cihazları iş kolları daha aşağı sıralarda yer almaktadır.

Tablo 1.8 Türkiye'de 1981-2002 Arası İş Kazalarının, İş Kollarına Göre Dağılımı

İş Kolu / Yıllar	İnşaat	Metal Eşya İmalatı	Kömür Maden.	Dokuma Sanayii	Makina İmal ve Tamiratı	Münake le Cih. İmalatı	Metallere Müteal. Esas. Endüst	Taş, Toprak, Kil vs. İmalatı	Gıda Sanayii	Nakliyat
1981	26501	19746	13045	16320	11448	10225	8404	9026	8319	4259
1982	22517	17280	13103	13552	11317	8971	7623	7350	7615	3795
1983	21638	16926	13799	12865	11547	9225	7918	6884	7099	3726
1984	22699	18020	19996	13286	12016	9858	8360	7307	7377	3923
1985	24204	16669	15832	12282	10245	8800	8473	7541	7196	3630
1986	27614	17100	14882	12140	10165	8350	8313	8246	6744	3584
1987	31061	18196	13293	12216	10062	9244	9379	8910	7262	4259
1988	32421	19482	14740	12798	10959	11114	11296	10420	7298	4422
1989	29682	16942	15093	11821	9608	9632	8947	10296	7180	4090
1990	29011	16559	14752	11554	9391	9414	8743	10063	7018	3998
1991	22872	14919	12418	8440	8125	8785	7446	6565	5290	4004
1992	22863	15873	13308	8725	9507	10894	6230	6906	5212	4919
1993	17565	12997	9599	8409	6858	7236	6315	5692	4131	4368
1994	13991	10453	7483	7469	5593	5275	5552	5013	3749	3932
1995	12809	10497	6672	7683	5154	5361	4938	5066	3640	3824
1996	11784	10472	7145	7981	5163	5443	4374	5157	3450	3565
1997	14703	13666	6082	5708	6467	7551	6523	6916	3251	4877
1998	12355	10957	6316	8415	5629	6141	5580	5423	3702	3877
1999	10278	8704	5428	6788	4640	4738	5762	4571	3352	3699
2000	7845	8703	6843	6235	4418	5048	4412	4414	3187	3311
2001	8459	8409	7104	6895	3918	4145	4895	3792	2945	3908
2002	7982	8563	6587	7097	4146	4217	4077	4079	2865	3636
Ortalama	**19584**	**14142**	**11069**	**9940**	**8017**	**7712**	**6980**	**6801**	**5358**	**3982**

Tablo 1.10 ise iş kollarına göre ölümle sonuçlanan iş kazası sayılarını vermektedir. İnşaat sektörü, bu tabloda birinci sırada yer almaktadır. Yine toplam iş kazası sayılarını veren Tablo 1.8 ile kıyaslandığında bazı sektörlerin yerleri değişmektedir. Toplam kaza sayısını veren tabloda ilk ona giren Metal Eşya İmalatı, Dokuma Sanayii, Münakale Cihaz. İmalatı, Metallere Müteal.Esas Sanayii, Makina İmal ve Tamiratı, ölümle sonuçlanan kazalarda ilk ona girmezken, Su ve Sıhhi Tesisler, Elektrik, Havagazı ve Buharla Isıtma, Makina hariç Metal Eşya İmalatı, Taş, Kil, Kum Ocakları ve Toptan-Perakende satış iş kolları ölümle sonuçlanan kazalarda ilk on sektör arasında yer almaktadır.

Burada SSK istatistiklerinin eldeki tek kaynak olması nedeniyle, bu verilere dayanarak değerlendirmeler ve yorumlar yapılmıştır. Ancak ülke düzeyinde daha sağlıklı istatistiksel verilere sahip olunması durumunda yorumlar ve değerlendirmeler de daha sağlıklı yapılabilir

Tablo 1.9 1981-2002 yılları arasında iş kollarına göre sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kazalar

Yıllar	Kömür Maden.	İnşaat	Metal Eşya İmalatı	Dokuma Sanayii	Ağaç ve Mantar Mamul	Makina İmal ve Tamiratı	Nakliyat	Gıda Sanayii	Taş, Toprak, Kil vs. İmalatı	Münakele Cihazları İmalatı
1981	242	419	252	174	157	128	71	114	90	77
1982	279	362	193	134	130	79	69	79	87	66
1983	375	470	279	171	153	130	80	135	104	95
1984	363	364	254	156	159	110	77	101	82	80
1985	381	397	263	149	176	151	98	100	101	103
1986	316	412	283	135	115	122	93	112	82	99
1987	426	486	262	157	158	118	70	109	78	80
1988	253	449	103	362	68	50	44	45	38	30
1989	298	495	113	399	75	55	48	49	41	33
1990	763	518	230	158	154	127	48	109	149	110
1991	868	585	260	180	175	144	103	124	189	125
1992	1088	590	252	90	112	104	117	97	103	116
1993	1441	556	257	102	140	157	136	86	102	103
1994	856	480	291	145	108	151	142	84	80	95
1995	896	488	259	148	102	144	186	64	72	68
1996	1270	453	213	116	93	117	129	92	100	78
1997	1599	559	285	165	123	145	142	149	130	114
1998	1374	613	98	192	92	122	157	98	114	85
1999	985	721	213	171	105	99	139	114	100	79
2000	322	399	127	100	48	55	106	69	56	58
2001	342	517	158	110	61	80	102	74	75	74
2002	94	439	168	103	69	87	114	79	58	56
Ortalama	**674**	**489**	**218**	**164**	**117**	**112**	**103**	**94**	**92**	**82**

Tablo 1.10'dan da görüleceği üzere, inşaat sektöründe yılda ortalama 400'dan fazla işçi yaşamını yitirmektedir. Ölümle sonuçlanan kazalarda, medyaya da yansıyan vahim maden kazaları düşünüldüğünde, kömür madenciliğinin neredeyse iki katına ulaşan bir sayıdan söz edilmektedir. Bu sayının aşağılara çekilmesi için, firmalar bazında değil, devlet ölçeğinde de acil önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunun sağlanması için de denetim mekanizmalarının sıklığı, iş müfettişlerinin sayısının en az on katına çıkarılması, iş güvenliği kültürünün yerleştirilmesi ve tüm bu başlıkları kapsayan eğitimin büyük rolü olacaktır. Trafik kazalarının ardından en büyük kaybımız inşaat şantiyelerinde gerçekleşmektedir. Yargı sürecindeki uzamalar, caydırıcı cezaların verilmemesi gibi faktörler de kesinlikle unutulmamalıdır. İnşaat sektöründe çalışan işçilerin genel olarak eğitimsiz ve deneyimsiz olduğu da düşünüldüğünde, devletin sosyal devlet olma sorumluluğunu somutlayacağı en kritik başlıklardan biri inşaat sektöründeki iş kazalarına dönük müdahaleler olacaktır.

Tablo 1.10 Türkiye'de 1981-2002 döneminde ölümle sonuçlanan iş kazası sayısının iş kollarına dağılımı

Yıllar	inşaat	Kömür Maden.	Nakliyat	Toptan Perakende Tic.	Gıda Sanayii	Taş, kil, kum ocakları	Elektrik Havagazı Buharla Isıtma	Taş, Toprak, Kilden İmalat	Metal Eşya İmalatı (Makina Hariç)	Su ve Sıhhi Tesisler
1981	341	295	117	30	27	18	23	28	19	
1982	333	200	136	19	33	17	19	22	17	19
1983	381	364	141	16	37	19	23	26	32	22
1984	306	279	143	22	34	19	19	24	30	13
1985	348	241	141	23	28	16	24	15	24	12
1986	443	360	126	15	35	21	22	28	39	
1987	359	359	88	34	24	14	16	26	23	19
1988	455	348	144	27	40	23	16	28	20	24
1989	450	378	142	26	39	22	15	27	19	23
1990	512	399	150	22	9	97	28	10	15	20
1991	533	415	172	23	8	101	29	11	16	21
1992	559	548	149	52	31	30	31	28	19	30
1993	464	416	146	34	42	28	23	37	15	25
1994	421	203	156	51	30	18	19	20	20	17
1995	348	64	118	54	29	24	12	17	14	19
1996	555	116	211	81	47	40	23	28	27	30
1997	437	154	246	69	36	29	119	31	28	33
1998	380	139	175	69	32	26	90	34	31	27
1999	407	49	168	72	40	23	16	21	34	28
2000	379	70	136	52	43	15	18	35	31	25
2001	341	61	141	66	28	20	16	25	34	19
2002	319	39	130	52	38	17	19	30	17	17
Ortalama	**412**	**240**	**149**	**41**	**32**	**29**	**28**	**25**	**24**	**22**

1.4.2. Farklı Sektörlerin Kaza Sıklığı Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

Türkiye genelinde meydana gelmiş iş kazalarına bakıldığında, İnşaat sektörü toplam iş kazaları ve ölümle sonuçlanan iş kazaları ortalamalarında birinci sırada, sürekli işgöremezlikle sonuçlanan iş kazaları ortalamalarında da ikinci sırada yer almaktadır. Bu iş güvenliği ve işçi sağlığı sorunu çerçevesinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Fakat, iş kolları arasında karşılaştırmalar ve değerlendirmeler yapılırken, iş kazası sayısı esas alınması tam anlamıyla durumu gözler önüne sermemektedir. Daha sağlıklı ve anlamlı değerlendirmeler yapmak için, karşılaştırma ölçütü olarak kaza sıklığı (k_s) ölçütünün kullanılması gerekmektedir. Daha önce de anlatıldığı üzere kaza sıklığı değeri, çalışan 100 bin işçi başına düşen kaza sayısını göstermektedir. Her bir iş kolunda çalışan işçi sayısının aynı olmaması, farklılık göstermesi nedeniyle kaza sıklığı ölçütünün kullanılması, kaza sayısı bakımından değerlendirmeye oranla daha uygun görünmektedir.

Bu nedenle yapılan çalışmada Türkiye'deki 43 iş kolunun ayrı ayrı kaza sıklığı değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler hesaplandıktan sonra ilk on sırada yer alanlar tablolara yerleştirilmiş ve değerlendirmeler bu esasa göre yapılmıştır. Ancak yirmibir

yılın ortalamaları alındığında toplam kaza sıklığı değerlerinde İnşaat sektörünün 13., sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kaza sıklığı değerlerinde 14., ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerlerinde ise 10. sırada olduğu görülmektedir. Tablo 1.11, 1.12, ve 1.13 sırasıyla toplam, sürekli işgöremezlikle sonuçlanan ve ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerlerini iş kollarına göre vermektedir. Bu değerler, tabloların daha anlaşılır olması açısından her 1000 işçi için verilmiştir.

Tablo 11'de inşaat sektörümüz ait kaza sıklığı değerine bakacak olursak, 33 ile sıralamada 13. cü sırada yer almaktadır. Kaza sayısı bakımından birinci sırada yer alan İnşaat sektörü kaza sıklığı değeri bakımından birçok iş kolunun arkasında yer almaktadır. Ülkemizde toplam iş kazası sıklığı değerlerine bakıldığı zaman en kötü durumda, kaza sıklığı ortalaması 179 ile diğer iş kollarının kaza sıklığı değerlerinden büyük farkla, Kömür Madenciliği iş kolu yer almaktadır.

Tablo 1.11 1981-2002 Döneminde İş Kollarına Göre Kaza Sıklığı Değerleri

Yıllar	Kömür Mad.	Metal Eşya (Mak. Hariç)	Metal End.	Balık	Mak. İmal ve Tam.	Ağaç mant ürün.	Taş, Top Kil İma	Kömür hariç mad.	Kauçuk Sanayii	İçki San.	Mobilya Tesisat San.	Ham Pet. ve Dgaz	İnş.
1981	192	259	139	71	146	150	130	96	131	145	121		56
1982	190	207	125	111	143	134	106	102	117	105	118	80	48
1983	170	192	154	184	135	129	96	103	120	97	102	55	47
1984	243	197	134	63	139	130	93	103	115	100	100	71	49
1985	200	176	131	148	130	119	90	93	98	91	89	70	43
1986	167	168	128	368	119	118	94	97	91	85	77		44
1987	197	167	160	170	111	108	94	84	93	102	63	73	49
1988	203	155	195	234	101	92	97	95	86	99	62	70	55
1989	154	138	148	252	92	88	104	85	75	72	53	91	50
1990	171	131	122	126	82	84	100	94	81	66	45	76	49
1991	117	126	112	143	78	52	70	84	79	50	48	63	42
1992	126	127	93	57	90	65	70	50	60	73	49	54	42
1993	98	99	91	31	62	48	56	41	49	48	36	34	30
1994	155	75	90	11	46	50	50	58	40	40	27	40	18
1995	260	70	83	12	40	45	49	54	37	38	27	28	15
1996	287	65	74	3	38	40	45	54	38	35	28	24	14
1997	231	75	116	10	43	25	57	46	33	30	15	34	17
1998	187	55	85	7	33	32	42	60	38	48	24	53	13
1999	116	48	87	1	32	10	34	35	32	32	26	23	10
2000	156	54	71	3	34	34	36	39	37	27	29	19	10
2001	166	59	76	1	33	40	37	36	34	23	29	19	12
2002	155	52	69	6	32	40	36	32	29	20	27	23	11
Ort.	**179**	**122**	**113**	**92**	**80**	**74**	**72**	**70**	**69**	**65**	**54**	**50**	**33**

Sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kaza sıklığı değerlerini veren Tablo 1.12'ye bakılacak olursa, burada da Kömür Madenciliği iş kolunun ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Toplam kaza sayısı bakımından da birinci sırada yer alan bu iş kolu

1981-2002 döneminde 1000 kişide ortalama 15.7 sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kazaya sahiptir. Sürekli işgöremezlikle sonuçlanan iş kazası sayısı bakımından, ikinci sırada yer alan İnşaat sektörümüz, sürekli işgöremezlikle sonuçlanan kaza sıklığı açısından sıralamada 0.77 ile 14. sırada yer almaktadır. Buradaki değerlerin de her 1000 işçi için verildiğini vurgulamak gerekmektedir.

Ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerlerine baktığımızda ise, Ham Petrol ve Tabii Gaz iş kolunun ilk sırada yer aldığını görmekteyiz. Tablo 1.13'te görüldüğü üzere, bu iş kolu 7,11 kaza sıklığı ortalamasına sahiptir. İnşaat sektörümüz ise ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerleri sıralamasında 0,66 değeri ile onuncu sırada yer almaktadır. Yine burada ilk on içinde Balıkçılık iş kolunuda görmekteyiz. Ölümle sonuçlanan kaza sayısı çok az olmasına rağmen, Sosyal Sigortalar Kurumuna bağlı işçi sayısı çok az olduğundan kaza sıklığı değeri yüksek olmuştur. Oysa ki ülkemizde milyonlarca kişi geçimini balıkçılıkla kazanırken Balıkçılık iş koluna bağlı çalışan işçi sayısı ortalaması SSK istatistiklerinde 1300 civarındadır.

Tablo 1.13'te Ham Petrol ve Doğalgaz sektörünün, ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerlerinde birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Genel ortalaması düşük olan bu sektörü birinci sıraya taşıyan en büyük etmen, 1999 yılına ilişkin değerdir. Bu tarihte gerçekleşen İzmit depremi sonucunda yaşamını kaybeden işçilerin büyük bir kısmı da iş kazası kapsamında değerlendirilmiştir. 99 yılı istastiklerine göre sektörde çalışan sigortalı işçi sayısı 1855, iş kazası sayısı 42, ölümle sonuçlanan kaza sayısı ise 238'dir. Dolayısıyla bu sektörün ilk sütunda yer alması, bu tarihteki büyük miktarda ölümden kaynaklanmaktadır.

İnşaat sektöründe, 1993 sonrası görülen büyük azalma ve bu azalmanın sürmesi ilginç bir noktadır. Bu noktadan itibaren özellikle eski sosyalist ülkelerden gelen ucuz göçmen işçilerin sayısının artması ve özellikle inşaat sektöründe yoğun olarak çalışmaları, kayıtdışı işçi istihdamındaki oranın ve dolayısıyla kazaların istatistiklere yansımasını olumsuz olarak etkimiş olabilir. Zira bu yıllarda, işçi sağlığı ve iş güvenliğine ilişkin ülkemizde herhangi bir yenilik mevcut değildir.

Tablo 1.12 Türkiye'de 1981-2001 döneminde sürekli iş göremezlikle sonuçlanan kaza sıklığı değerleri

İş Kolu Yıllar	Kömür Madenciliği	Ham Petrol ve Doğalgaz	Ağaç-mantar ürünleri	Taş Kil ve Kum ocakları	Mobilya Tesisat San.	Metal Eşya İm. (Makina Hariç)	Balıkçılık	Kömür hariç madenler	Diğer Muh. Eşya İmali	Kağıt ve Kağıttan İmalat	Kauçuk Sanayii	Metallere Mülteal.End.	Elektrik mak.cihazı ve malz. imali	İnşaat
1981	3,56		5,70	2,37	4,04	3,31		1,11	3,07	1,40	2,06		1,36	0,88
1982	1,04	1,72	4,62	2,17	3,13	2,31	4,27	2,37	2,16	1,09	1,82	0,64	1,13	0,78
1983	4,63	1,58	5,27	2,75	4,47	3,17	0,00	2,56	3,43	1,62	2,72	1,42	1,46	1,03
1984	4,41	1,34	5,46	3,22	4,16	2,78	0,00	1,44	2,73	1,10	2,90	1,06	1,35	0,78
1985	4,82	1,58	5,70	2,71	2,90	2,78	0,00	1,17	2,01	0,91	2,01	1,29	3,56	0,70
1986	3,55		3,51	2,18	2,95	2,78		1,77	2,22	1,51	1,08		2,04	0,66
1987	6,31	1,63	4,79	2,72	3,09	2,40	0,00	1,66	1,64	1,71	1,34	1,23	1,34	0,77
1988	3,48	14,99	1,62	3,74	1,88	0,82	2,60	2,33	1,44	3,83	0,85	0,62	0,69	0,76
1989	3,04	19,16	1,66	4,26	1,86	0,92	1,77	2,13	1,50	3,64	0,88	0,65	0,77	0,84
1990	8,85	2,40	3,36	2,67	1,66	1,82	0,00	1,23	1,58	1,90	1,53	1,30	0,61	0,88
1991	8,20	2,70	2,80	3,40	1,92	2,20	3,10	2,70	1,64	1,97	1,90	1,60	0,71	1,10
1992	10,30	3,30	2,10	2,20	1,59	2,00	0,00	1,90	1,08	1,51	1,40	1,60	0,72	1,10
1993	14,70	2,30	2,50	3,00	1,62	2,00	0,00	1,40	1,64	1,28	1,30	1,50	1,19	1,00
1994	17,80	0,00	2,10	1,20	1,46	2,10	5,70	0,90	1,50	1,53	1,80	1,50	0,86	0,60
1995	35,00	0,90	2,10	0,90	1,11	1,70	9,10	0,80	0,79	0,63	0,80	1,40	0,27	0,60
1996	51,00	1,30	1,90	1,30	1,05	1,30	1,90	0,90	0,95	0,73	1,60	1,10	0,37	0,50
1997	60,80	0,40	2,40	1,50	1,50	1,60	6,70	2,30	1,23	1,59	1,10	1,40	0,59	0,60
1998	40,80	0,00	1,60	1,60	0,74	1,00	0,00	1,80	0,78	1,18	1,50	1,20	0,44	0,70
1999	21,00	1,60	2,10	1,30	1,04	1,20	0,00	1,60	0,80	1,06	0,70	1,20	0,48	0,70
2000	7,34	0,40	1,08	1,08	0,69	0,79	0,00	1,06	0,47	0,57	0,39	0,67	0,25	0,52
2001	7,98	0,89	1,76	4,06	1,53	1,10	0,45	0,58	0,65	0,71	0,60	0,76	0,34	0,76
2002	2,21	0,40	1,93	1,35	0,87	1,01	0,00	1,25	0,55	0,70	0,42	0,81	0,32	0,62
Ortalama	**14,58**	**2,93**	**3,00**	**2,35**	**2,06**	**1,87**	**1,78**	**1,59**	**1,54**	**1,46**	**1,40**	**1,15**	**0,95**	**0,77**

Tablo 1.13 Türkiye'de 1981-2001 döneminde ölümle sonuçlanan kaza sıklığı değerleri

İş Kolu Yıllar	Ham Petrol ve Doğalgaz	Kömür Madenciliği	Balıkçılık	Taş, Kil ve Kum Ocakları	Kömür hariç madenler	Nakliyat	Tarım ve Hayvancılık	İçki Sanayii	Petrol-Kömür Müstakil San.	İnşaat	Elektrik,havagazı, buharla ısıtma
1981	1,02	4,34	0,00	1,78	1,16	1,19	0,24			0,72	0,54
1982	1,72	2,89	0,00	1,61	0,88	1,37	0,25	0,23	0,25	0,72	0,43
1983	0,95	4,49	0,00	1,93	1,25	1,37	0,26	0,24	0,13	0,83	0,55
1984	1,34	3,39	0,00	1,86	0,64	1,34	0,26	0,08	0,13	0,66	0,44
1985	0,95	3,05	0,00	1,40	0,68	1,27	0,43	0,09	0,00	0,62	0,51
1986	1,67	4,04	3,39	1,70	0,74	1,05	0,21			0,71	0,43
1987	2,61	5,32	2,82	1,12	0,81	0,71	0,34	0,19	0,00	0,57	0,31
1988	0,00	4,79	5,21	1,63	1,14	1,07	0,66	0,24	0,10	0,77	0,30
1989	0,00	3,85	1,77	1,62	0,91	1,02	0,57	0,15	0,00	0,76	0,25
1990	1,87	4,63	8,17	7,00	2,16	1,01	0,30	1,00	3,50	0,87	0,47
1991	1,90	3,90	0,00	8,10	4,30	0,90	0,20	1,00	6,40	1,00	0,40
1992	1,00	5,20	1,20	2,00	1,50	0,70	0,12	0,20	0,40	1,00	0,30
1993	1,30	4,20	0,00	1,80	1,20	0,70	0,17	0,30	0,10	0,80	0,20
1994	0,00	4,20	0,00	1,00	1,20	0,80	0,49	0,50	0,00	0,50	0,20
1995	1,30	2,50	1,80	1,40	0,70	0,50	0,46	2,50	0,50	0,40	0,20
1996	1,70	4,70	1,30	2,20	1,40	0,90	0,51	3,20	0,80	0,70	0,30
1997	1,60	5,90	1,20	1,30	1,70	0,90	11,17	2,40	0,00	0,50	1,50
1998	0,00	4,10	0,00	1,20	1,40	0,60	0,35	1,30	0,00	0,40	1,10
1999	128,30	1,00	0,00	0,90	1,20	0,50	0,09	0,00	0,20	0,40	0,20
2000	0,00	1,60	9,51	0,77	0,67	0,45	0,26	0,16	0,11	0,50	0,21
2001	0,00	1,42	7,13	1,08	0,97	0,47	0,29	0,17	0,47	0,50	0,18
2002	0,00	0,92	0,49	0,82	0,80	0,41	0,20	0,09	0,12	0,45	0,21
Ortalama	**6,78**	**3,66**	**2,00**	**2,01**	**1,25**	**0,87**	**0,81**	**0,70**	**0,66**	**0.66**	**0,42**

1.5. İnşaat Sektörüne İlişkin İstatistiksel Değerler

İnşaat sektöründeki iş kazalarına ilişkin ayrıntılı istatistikler, üç farklı kaynaktan elde edilmiştir. Bu kaynaklardan ilki 1968-79 ikincisi ise 1990-99 yıllarına ait SSK istatistikleridir. SSK Genel Müdürlüğü arşivlerinin Ankara'da tek merkezde bulunduğu ve tüm arşivin çeşitli işkollarındaki iş kazalarına ait dosyalardan oluştuğu, illerde ve ilçelerin büyük çoğunluğunda bulunan mahkemelerin dağınıklığı ve çokluğu, tek tek tüm arşivlerde ayrı ayrı çalışmalar yapmayı oldukça güçleştirmektedir. Diğer bir kaynak ise, Yapı İşletmesi Anabilim Dalı ve İnşaat Fakültesi'ndeki bazı akademisyenler tarafından hazırlanan bilirkişi raporlarından alınmıştır. Tüm bu veriler birleştirildiğinde, toplam 5239 olay incelenmiş olup, bunların 2398 adeti ölümle sonuçlanan, 2841 adeti ise yaralanma ile sonuçlanan kazalardır. Bu bölümde sunulan veriler, şantiye türlerine göre iş kazalarının dağılımı, en sık rastlanan iş kazası tipleri ve iş kazası tiplerinin işyerindeki ünvana göre (yaralanma ve ölümle sonuçlananlar ayrı ayrı olmak üzere) dağılımları olarak verilmiştir. Bu verilerin 1968-79 yıllarına ait olanları yapılmış bir doktora tezinden alınmıştır. (Müngen, 1993) 1990-99 yıllarına ait olan veriler ise Yapı İşletmesi Anabilim Dalı'nda yapılan bir yüksek lisans tezinden alınmış verilerdir.

Bu verilerden 1968-79 yıllarına ait olan veriler için yaklaşık 40.000 iş kazası dosyası elden geçirilmiş, kamu ve özel sektöre ait inşaat işyerlerinde meydana gelen 3780 olay mercek altına alınmıştır. 1990-99 yıllarına ait verilerde ise yaklaşık 10.000 adet iş kazası dosyası incelenmiş bunların içerisinden inşaat sektörüne ait 1000 adet dosya bulunmuş ve bu dosyalardan veriler kaydedilmiştir. Yine Ankara'da bulunan Sosyal Sigortalar Kurumu Genel Müdürlüğü arşivlerinde gerçekleştirilen bu çalışmada kamu ve özel sektöre ait inşaat işyerlerinde meydana gelen olaylar farklı kategorilere göre tasnif edilmiştir. İncelenen bilirkişi raporları ise tek tek analiz edilmiş, yine kaza tipi, şantiye tipi ve ünvanlara göre tasnif edilmek suretiyle diğer verilerle birleştirilmiştir.

İncelemenin yapıldığı arşiv, Sosyal Sigortalar Kurumu Genel Müdürlüğü Tahsis ve Ödemeler Daire Başkanlığı bünyesinde bulunmaktadır. Türkiye'nin herhangi bir yerinde sosyal sigorta kapsamında bulunan çalışanların uğradıkları iş kazalarına ait dosyalar, kaza nedeniyle mağdur olanlara gelir bağlanması veya tazminat ödenmesi konularıyla ilgili işlemler için adı geçen birime iletilmektedir. İş kazası sonucunda

yaşamını yitiren sigortalının geride kalan yakınlarına, çalışma gücünü tamamen veya kısmen kaybeden sigortalının kendisine Kurumca gelir bağlanması veya tazminat ödenmesi söz konusu olduğundan, basit yaralanmalarla atlatılan, kalıcı bir zarar bırakmayan iş kazalarına ait dosyalar, adı geçen birime iletilmemektedir. Bu nedenle araştırma bulguları sunulurken "yaralanmayla sonuçlanan iş kazası" ifadesiyle tanımlanan olayların, çalışma gücünün kaybedilmesine neden olabilecek nitelikteki olaylar olduğunu belirtmekte yarar görülmektedir.

Tüm verilerin incelenmesi sonucu, meydana gelen iş kazaları oluş şekillerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonucu ortaya ana kaza tipleri çıkmıştır. İnceleme sonucu ortaya çıkan 13 adet ana kaza tipi, ölüm ve yaralanmayla sonuçlanan kaza sayıları ve oranları Tablo 1.14'te gösterilmiştir.

Tablo 1.14 İnşaat Sektöründeki Ana Kaza Tipleri

NO	KAZA TİPİ	Ölüm	%	Yaralanma	%
1	**İnsan Düşmesi**	1028	42,9	934	32,9
2	**Elektrik Çarpması**	293	12,2	80	2,8
3	**Malzeme Düşmesi**	251	10,5	278	9,8
4	**Yapı Makinasındaki Kazalar**	206	8,6	97	3,4
5	**Şantiye İçi Trafik Kazası**	168	7,0	38	1,3
6	**Yapı Kısmının Çökmesi**	167	7,0	73	2,6
7	**Kazı Kenarının Göçmesi**	138	5,8	53	1,9
8	**Diğer Tip**	85	3,5	74	2,6
9	**Patlayıcı Madde Kullanımındaki Kazalar**	50	2,1	82	2,9
10	**Malzeme Sıçraması**	10	0,4	211	7,4
11	**Tezgah ve Makinaya Uzuv Kaptırma**	1	0,0	604	21,3
12	**Malzeme Altında Arasında Uzuv Sıkıştırma**	1	0,0	200	7,0
13	**El Aleti İle Ele Vurma**	0	0,0	42	1,5
14	**Sivri Uçlu Keskin Kenarlı Cisimle Yaralama**	0	0,0	75	2,6
	TOPLAM	2398		2841	

Tablodan da görüleceği üzere, inşaat sektöründe gerek ölümle, gerekse de yaralanmayla sonuçlanan kazalarda insan düşmeleri (yüksekten düşmeler) birinci sırada yer almaktadır. Ölümle sonuçlanan kazalarda elektrik çarpmaları ikinci, yaralanmayla sonuçlanan kazalarda ise tezgah ve makinaya uzuv kaptırma ikinci sırada yer almaktadır. Malzeme düşmeleri yaklaşık toplam kazadaki %10'luk oranla hem ölümle hem de yaralanmayla sonuçlanan kazalarda önemli bir yere sahiptir. Ölüm ve yaralanma sayıları ve oranları karşılaştırıldığında, kazaların kaza şiddetine dair de yorumlar yapmak mümkündür. Sözgelimi yaralanmaların %21'ini oluşturan tezgah ve makinalara uzuv kaptırmadan dolayı yalnızca bir ölüm vakasına rastlanırken, elektrik çarpmalarının büyük bir kısmı ölümle sonuçlanmıştır. Kaza

şiddeti kavramı, tezin ilerleyen bölümlerinde ayrıntısıyla işlenecek ve sunulan risk analizi yönteminde bu istatistiklerin büyük bir katkısı olacaktır.

Bu kaza tiplerinin şantiyelere göre dağılımı ise Tablo 1.15'te verilmektedir. Bu tablodan hem toplam ölüm ve yaralanmaların hangi şantiye türlerine göre dağıldığı saptanabilmekte, hem de iş kazalarının şantiyelere göre dağılımı rahatlıkla görülebilmektedir. Bu tablodan da görüleceği üzere, gerek ölümle sonuçlanan, gerekse de yaralanmayla sonuçlanan kazalarda, bina inşaatlarının büyük bir ağırlığı bulunmaktadır. Ancak tek başına bu veriyle hareket etmek yanıltıcı olabilir. Zira Türkiye'de toplam bina inşaatı, yol inşaatı vb. veriler ile desteklendiğinde ancak bu sayıların ve yüzdeler anlamlı sonuçlara ulaştırabilir. Ancak maalesef inşaat türlerine göre dağılıma ilişkin herhangi bir istatistiksel bilgiye ulaşılamadığından, incelenen kazaların şantiyelere ve kaza tiplerinin şantiyelere göre dağılımı üzerinden kimi yorumlar yapılmak durumunda kalınmıştır.

En sağlıklı yorumlara ulaşabilmek için, toplam bina inşaatları, yol inşaatları vb. içinde görülen ölüm ve yaralanma (tabii ki, aynı şantiyede görülen birden fazla ölüm veya yaralanma gözönünde bulundurularak) üzerinden analizler yapılmalıdır. Bu eksiklikler bir yana bırakıldığında, eldeki veriler her inşaat tipi için genel olarak hangi kazaların daha fazla görüldüğünü bize sunması açısından anlamlıdır. Şantiye (inşaat) tiplerine göre kaza sıklığı değerleri, veri eksikliğinden dolayı saptanamasa da, farklı şantiyelerdeki riskleri saptamak açısından Tablo 1.15 anlamlı verilen sunabilmektedir.

Şantiyeler için hazırlanan ve sunulmakta olan tezin ana kısmını oluşturan risk analizi yönteminde, şantiyelerde en sık görülen kaza tipleri büyük önem taşımaktadır. İlerleyen bölümlerde, bu verilerden nasıl yararlanıldığı ayrıntısı ile açıklanacaktır.

Tablo 1.15 İncelenen Kaza Tiplerinin Şantiyelere Göre Dağılımı

KAZA TİPİ	BİNA		YOL		DEMİRYOLU		KANAL		KÖPRÜ VİYADÜK		TÜNEL		LİMAN MENDİREK		BARAJ		YIKIM		ENERJİ NAKİL		DİĞER		Toplam	
	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y	Ö	Y
İnsan Düşmesi	880	822	8	20	1	5	19	8	15	7	0	5	2	4	13	9	8	3	22	22	60	29	1028	934
Malzeme Düşmesi	150	169	15	18	4	14	11	13	3	10	15	7	3	7	22	14	4	1	6	14	18	11	251	278
Malzeme Sıçraması	2	129	1	29	0	7	1	12	1	7	0	0	1	1	0	7	0	1	2	13	2	5	10	211
Kazı Kenarının Göçmesi	60	21	4	5	0	1	68	13	1	8	1	0	3	1	0	0	1	0	0	1		3	138	53
Yapı Kısmının Çökmesi	105	53	1	1	0	0	2	0	4	1	0	0	0	0	1	0	41	12	0	0	13	6	167	73
Elektrik Çarpması	255	59	1	3	0	1	5	1	0	1	0	0	4	1	6	0	1	0	9	5	12	9	293	80
Patlayıcı Madde Kazaları	4	19	24	27	0	1	8	11	0	7	5	3	0	1	3	5	0	0	1	4	5	4	50	82
Yapı Makinası Kazaları	33	24	90	33	0	3	13	7	4	8	2	2	6	2	19	8	1	2	7	1	31	7	206	97
Uzuv Kaptırma	1	420	0	53	0	5	0	19	0	29	0	3	0	7	0	21	0	1	0	2	0	44	1	604
Malzeme Uzuv Sıkıştırma	0	90	0	37	0	9	0	13	0	16	0	3	0	1	0	9	1	1	0	13	0	8	1	200
El Aleti İle Ele Vurma	0	26	0	4	0	1	0	2	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0	0	1	0	2	0	42
Sivri Uçlu Keskin Kenarlı Cisimle Yaralama	0	38	0	11	0	6	0	3	0	4	0	1	0	2	0	3	0	1	0	4	0	2	0	75
Şantiye İçi Trafik Kazası	22	8	74	15	21	1	13	3	2	3	1	2	3	0	14	1	1	0	5	3	12	2	168	38
Diğer Tip	23	44	9	3	0	1	7	0	6	2	0	0	2	1	7	2	0	0	6	1	25	20	85	74
TOPLAM	1535	1922	227	259	26	55	147	105	36	104	24	28	24	29	85	81	58	22	58	84	178	152	2398	2841

Tablo 1.16 İncelenen Ölümlü Kazaların Ünvan ve Kaza Tipine Göre Sayısal ve Yüzde Olarak Dağılımı

Kaza Tipi / Ünvan	İnsan Düşmesi		Elektrik Çarpması		Yapı Makinası Kazaları		Şantiye içi Trafik Kazaları		Malzeme Düşmesi		Kazı Kenarı Göçmesi		Yapı Kısmının Çökmesi		Patlayıcı Madde Kazaları		Diğer Tip Kazalar		Toplam
Vasıfsız İşçi	518	(50,4)	153	(52,2)	60	(29,1)	103	(61,3)	151	(60,2)	118	(85,5)	104	(62,3)	24	(48)	22	(22,7)	1253
Ustalar	377	(36,7)	100	(34,1)	14	(6,8)	6	(3,6)	43	(17,1)	12	(8,7)	38	(22,8)	5	(10)	7	(7,2)	602
Nezaretçi Personel	28	(2,7)	13	(4,4)	5	(2,4)	9	(5,4)	12	(4,8)	1	(0,7)	3	(1,8)	4	(8)	8	(8,2)	83
İş Mak. Op.	5	(0,5)	2	(0,7)	56	(27,2)	11	(6,5)	10	(4,)	1	(0,7)	0		7	(14)	5	(5,2)	97
Taşıt Şoförleri	1	(0,1)	0		13	(6,3)	12	(7,1)	4	(1,6)	1	(0,7)	1	(0,6)	0		10	(10,3)	42
Op.-Şoför Yrd.	3	(0,3)	3	(1)	49	(23,8)	14	(8,3)	4	(1,6)	2	(1,4)	0		3	(6)	2	(2,1)	80
Teknik Personel	25	(2,4)	10	(3,4)	6	(2,9)	5	(3)	10	4	0		4	(2,4)	0		6	(6,2)	66
Diğer Personel/ 3. Şahıs	71	(6,9)	12	(4,1)	3	(1,5)	8	(4,8)	17	(6,8)	3	(2,2)	17	(10,2)	7	(14)	37	(38,1)	175
Toplam	1028		293		206		168		251		138		167		50		97		2398

Tablo 1.16'da inceleme sonucu ortaya çıkan 14 kaza tipinin hepsine yer vermeye gerek duyulmamıştır. Örneğin tezgah ve makinalara uzuv kaptırma, el aleti ile ele vurma, malzeme arasında altında uzuv sıkıştırma, sivri cisim batması vb. kaza tiplerinden dolayı ölümlerin sayısı ya ihmal edilebilir düzeydedir, ya da hiç bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu kazalar diğer kaza tiplerine dahil edilerek analiz yapılmıştır.

Kazaya uğrayan kişilerin dağılımına baktığımızda da oldukça anlamlı sonuçlar çıkmaktadır. Tablo 1.16'da, ölümle sonuçlanan kazaların kazaya uğrayan kişinin ünvanına ve kaza tipine göre dağılımı verilmektedir. Tabloda parantez içinde verilen sayılar, her unvan için yüzdeleri vermektedir. Örneğin, ölümle sonuçlanan insan düşmelerinin yaklaşık %50'sine vasıfsız işçiler maruz kalmaktadır. Bu tablodan da anlaşılacağı üzere tüm kaza tipleri için, vasıfsız işçilerin ağırlıklı olarak yaşamını yitirdiği söylenebilir. İnşaat çalışanları arasında en eğitimsiz kesimi oluşturan ve adından da anlaşılacağı üzere "vasıfsız" personel olarak istihdam edilen işçilere vasıf kazandırmak, yalnızca işçi sağlığı ve iş güvenliği prensipleri konusundaki eğitimleri değil, kendi yapacakları işi de nasıl yapmaları gerektiğini anlatarak ancak gerçekleştirilebilir. Bir iki kez ustasının yanında işi gören ve genel olarak kırsal alanlardan gelen bu işçiler yapmaları gereken işe dair en temel prensipleri bilmedikleri için, iş güvenliği önlemlerini almaları, tehlikeleri ve olası riskleri önceden öngörmeleri mümkün değildir. Bu bakımdan, işçilere verilecek eğitimlerden yalnızca işverenler değil, devletin ve meslek kuruluşlarının da katkısı sağlanabilir.

Tablo 1.16'da inceleme sonucu ortaya çıkan 14 kaza tipinin hepsine yer vermeye gerek duyulmamıştır. Örneğin tezgah ve makinalara uzuv kaptırma, el aleti ile ele vurma, malzeme arasında altında uzuv sıkıştırma, sivri cisim batması vb. kaza tiplerinden dolayı ölümlerin sayısı ya ihmal edilebilir düzeydedir, ya da hiç bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu kazalar diğer kaza tiplerine dahil edilerek analiz yapılmıştır.

Tablo 1.17 İncelenen Yaralanmayla Sonuçlanan Kazaların Unvan ve Kaza Tiplerine göre Sayısal ve Yüzde Dağılımı

Unvan/ Kaza Tipi	İnsan Düşmesi	Elektrik Çarpması	Yapı Makinalarındaki Kazalar	Şantiye İçi Trafik Kazaları	Malzeme Düşmesi	Kazı Kenarının Çökmesi	Yapı Kısmının Çökmesi	Patlayıcı Madde Kazaları	Malzeme Sıçraması	Tezgah veya Makinada Uzuv Kaptırma	Malzeme altında-arasında uzuv kaptırma	El Aleti ile ele vurma	Sivri-keskin cisimle yaralama	Diğer Tipteki Kazalar	**TOPLAM**
Vasıfsız işçi	500 (53,5)	35 (43,8)	33 (34,0)	15 (39,5)	180 (64,7)	41 (77,4)	50 (68,5)	45 (54,9)	102 (48,3)	234 (38,7)	110 (55,0)	24 (57,1)	35 (46,7)	34 (45,9)	**1438**
Ustalar	360 (38,5)	32 (40,0)	9 (9,3)	2 (5,3)	56 (20,1)	5 (9,4)	16 (21,9)	19 (23,2)	72 (34,1)	239 (39,6)	44 (22,0)	16 (38,1)	24 (32,0)	19 (25,7)	**913**
Nezaretçi Personel	21 (2,2)	0	5 (5,2)	1 (2,6)	5 (1,8)	1 (1,9)	0	2 (2,4)	2 (0,9)	5 (0,8)	0	1 (2,4)	4 (5,3)	5 (6,8)	**52**
İş Mak. Op.	3 (0,3)	2 (2,5)	9 (9,3)	1 (2,6)	5 (1,8)	0	0	3 (3,7)	5 (2,4)	23 (3,8)	4 (2,0)	0	2 (2,7)	0	**57**
Taşıt Şoförleri	1 (0,1)	0	10 (10,3)	13 (34,2)	5 (1,8)	1 (1,9)	0	1 (1,2)	6 (2,8)	12 (2,0)	12 (6,0)	0	1 (1,3)	2 (2,7)	**64**
Op.- Şoför Yrd.	5 (0,5)	1 (1,3)	19 (19,6)	1 (2,6)	5 (1,8)	0	0	5 (6,1)	8 (3,8)	26 (4,3)	14 (7,0)	0	6 (8,0)	3 (4,1)	**93**
Teknik Personel	20 (2,1)	4 (5,0)	9 (9,3)	1 (2,6)	5 (1,8)	2 (3,8)	2 (2,7)	2 (2,4)	2 (0,9)	15 (2,5)	7 (3,5)	0	0	0	**69**
Diğer Personel	24 (2,6)	6 (7,5)	3 (3,1)	4 (10,5)	17 (6,1)	3 (5,7)	5 (6,8)	5 (6,1)	14 (6,6)	50 (8,3)	9 (4,5)	1 (2,4)	3 (4,0)	11 (14,9)	**155**
Toplam	**934**	**80**	**97**	**38**	**278**	**53**	**73**	**82**	**211**	**604**	**200**	**42**	**75**	**74**	**2841**

Tablo 1.17'de ise, incelenen 2841 yaralanmayla sonuçlanan iş kazasına ilişkin veriler görülmektedir. Bu tabloda kazaya uğrayanın ünvanı ve uğradığı kaza tipi aynı anda görülebilmektedir. Parantez içindeki değerler, her kaza tipi için farklı ünvanların yüzde oranlarını vermektedir. Bir önceki tabloda olduğu gibi, burada da vasıfsız işçilerin yaralanmayla sonuçlanan kazaların büyük bir kısmına maruz kaldığı görülmektedir. İncelenen 2841 olayın 1438'ine vasıfsız işçiler maruz kalmıştır. Vasıfsız işçilerin maruz kaldığı kazalara bakıldığında, ölümlü olaylara benzer bir dağılım kendini göstermektedir. Yine yüksekten düşmeler vasıfsız işçiler için en tehlikeli kaza tipi olarak dikkat çekmekte, hemen ardından ise tezgah veya makinaya uzuv kaptırma gelmektedir. Malzeme düşmeleri de, vasıfsız işçilerin yaralanmalarında son derece büyük bir tehdit olarak durmaktadır. Öte yandan, ölümlü vakalardan farklı olarak, toplam kazalar içinde, işçilerin gündelik olarak maruz kaldıkları Tezgah veya Makinada Uzuv Kaptırma, Malzeme altında-arasında uzuv kaptırma, Malzeme Sıçraması, Sivri-keskin cisimle yaralama, El Aleti ile ele vurma gibi kazaların ağırlığı oldukça fazladır. Toplam vakaların içinde 1132 olay, bu tip kazalar sonucunda meydana gelmiştir. Öte yandan bu türden kazaların kaza şiddetinin düşük, yaralanmaların görece az tehlikeli olduğu düşünüldüğünde, kayıtlara yansıma olasılığı oldukça düşüktür. Bu türden kazaların sayısının buradaki oranların çok üzerinde olduğu yorumu yapılabilir. Bu türden kazaların önlenmesi için, çok temel eğitimler ve özellikle kişisel koruyucular yeterlidir. Söz gelimi eldiven kullanımının yaygınlaşması bile bu türden kazaların ortadan kalkmasına neden olacaktır. Öte yandan, ölümlü kazalar arasında ikinci sırada yer alan elektrik çarpmalarının yalnızca 80 olayla son sıralarda yer aldığı görülmektedir. Genellikle ölümcül olan elektrik çarpmalarından (özellikle şantiye ortamında) korunmak için, gerek yönetmelik gerekse de şantiyede oluşturulan iş güvenliği plan ve programları harfiyen uygulanmalıdır. En ufak bir dikkatsizlik, diğer kaza tiplerinden farklı olarak ölüme neden olmaktadır. Ağır yaralanmalara neden olabilecek insan düşmesi, yapı makinası kazaları, elektrik çarpması gibi kazaların dışındaki verilerin toplam içindeki oranlarının çok sağlıklı olmadığı bir kez daha vurgulanmalıdır. Zira bu türden kazaların raporlanması çoğu zaman yapılmamakta, kalıcı bir hasar olmadığı durumda SSK istatistiklerine yansıma şansı bulmamaktadır. O bakımdan tez kapsamında genel olarak ölümle sonuçlanan kazalara odaklanılmış ve bu verilerden yararlanılmaya çalışılmıştır.

2. İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNİN GELİŞİMİ ve YASAL DÜZENLEMELER

İşçi sağlığı ve iş güvenliği (veya artık kullanılan şekliyle iş güvenliği ve sağlığı) için yapılan çalışmaların yıllara göre gelişimi dünyada ve Türkiye'de ayrı bir seyir izlemiştir. Türkiye'deki ve dünyadaki gelişimin kısa bir özetinin yapılması, ileriki sayfalarda açıklanacak iş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemlerini anlamamız ve uygulanabilirliğini tartışabilmemiz açısından anlamlı olacaktır. İş güvenliği ve sağlığı sorununun tarihçesi, yalnızca yasal düzenlemelerin seyrinin incelenmesiyle değil, toplumsal sınıflar arasındaki ilişkilerin aldığı biçimlerin de incelenmesiyle ortaya konabilir. Bugün iş güvenliği ve sağlığı uygulamalarının büyük bir kısmı, işçi hareketlerinin ve sendikaların 19. Yüzyıldan itibaren başlayan mücadelelerinin bir ürünüdür. Konunun işletmelerin verimliliğinin artırılması ve karın maksimizasyonu açısından ele alınması ise, ikincil bir faktör olarak ortaya çıkmıştır. Çalışan kesimler ve sermaye kesimi tarafından farklı açılardan ele alınan iş güvenliği ve sağlığı sorunu, bu iki kesimdeki güç ilişkilerine bağlı olarak yasal düzenlemelere de yansımıştır.

2.1 Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliği'nin kısa tarihçesi

İşçi sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarının Yunan ve Roma medeniyetlerine kadar uzanan bir geçmişi vardır. Dönemin ünlü bilginlerinden Hipokrates (M.Ö. 370) ve Nicander (M.Ö. 200) iş ile çalışan kişinin sağlığı arasındaki ilişki üzerinde durmuşlar, kurşun zehirlenmelerini tanımlamışlardır (MGK Genel Sekreterliği 1984).

İşçi sağlığı ve iş güvenliği üzerine esaslı çalışmalar 16.yüzyılda Agricola (1494-1555) ve Paracelus (1493-1541) ile başlar. Bu dönemin diğer bir ünlü ismi de iş sağlığının babası olarak bilinen Ramazzini'dir (1633-1714). Ramazzini kendisine gelen hastalara ne iş yaptıklarını sorarak, hastalık ile iş arasındaki ilişkinin ortaya çıkmasında ilk adımları atmıştır. Meslek hastalıkları üzerine yazılmış ilk eser olan "De Morbis Artificum Diatriba" adlı kitabında her sınıftan işgörenin sağlık sorunları ile ilgilenmiş, iş sağlığını koruyucu bir takım yöntemlerden bahsederek, işgörenin çalışma pozisyonunun, iş-işgören uyumunun iş verimi üzerindeki etkisini, ortaya

çıkarmıştır. Görüldüğü gibi Ramazzini daha 17.yüzyılda ergonomi ilkelerini açıklamış bulunmaktadır (Erkan, 1984).

İş güvenliği ve sağlığı kavramı ortaçağdan çıkışın öncülüğünü yapan İtalya'da ilk kez gündeme gelse de, gelişmesi kapitalist üretimin ilk olarak bir sistem haline geldiği İngiltere'de olmuştur. 17-18. yüzyıllarda İngiltere'de buhar makinesinin, elektriğin, dokuma tezgahlarının sanayiye girmesi, işgücünün mekanizasyonunda en büyük etmen olmuştur. Sanayileşme ve sanayi devrimi birçok sağlık ve güvenlik sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Üretimi arttırma arzusu işçilerin çok kötü koşullarda uzun süre çalışmalarını zorunlu kılmış, çalışanların durumu göze batacak kadar bozulmuştur. Bu kötü durumun daha fazla sürmesinin verimlilik ve karın maksimizasyonu açısından zararlı sonuçlar doğuracağı işveren tarafından anlaşılmış, İngiltere'deki Çartist işçi hareketinin de kazandığı mevziler, 19.yüzyıl başlarında bu ülkede çalışma koşullarını düzenleyen yasal önlemler alınmasını sağlamıştır.

Manifaktür üretimin aksine, iş bölümünün arttığı ve üretimin ülke ölçeğine yayıldığı kapitalist üretim biçiminde, sektörler arasındaki ilişki de eskisine nazaran çok daha sıkı ve karmaşık hale gelmiştir. Özellikle 19.yüzyıl ortalarında hızla artan makineleşme, iş yerlerinde kaza sıklığının artmasına neden olmuş, başta İngiltere olmak üzere Avrupa ve Amerika'da iş kazalarının önlenmesi için önlemler alınması zorunlu hale gelmiş ve bu aşamada denetim sisteminin oluşturulmasına çalışılmıştır. Denetim sistemine önce bölgesel ve gönüllü müfettişler ile başlanmış, sonra resmen denetici tayin edilerek işlerlerinde zararlı durumların düzeltilmesi için çaba sarf edilmiştir (Selcan, 1985).

Öte yandan Engels (1845) dönemin iş koşullarını araştıran, teftiş eden Avam ve Lordlar Kamarası komisyon çalışmalarını, hacimli raporlar, İçişleri Bakanlığı'nın raflarında sonsuz bir uykuya mahkum edilen yarım düzine soruşturma komisyonu giderleri olarak nitelendirir ve İngiltere'de çalışan sınıfların insanlık dışı çalışma koşullarını başarıyla gözler önüne serer.

Yasal denetim sisteminin gelişmesinden sonra yine İngiltere'de başlamak üzere tehlikeli makinelerin koruyucu içine alınarak zararsız hale getirilmesi yolu seçilmiştir, işçinin işyerinde kazalarda korunması yanında, kaza sonuçlarının işçi üzerindeki ağır etkilerinin hafifletilmesi için, işçinin sosyo-ekonomik yönden

korunması düşünülerek, kaza ve meslek hastalıkları sigorta sistemi getirilmiştir. İngiltere ve Fransa'ya oranla geç sanayileşen ve bunu ağırlıklı olarak devlet eliyle yapan Almanya'da Bismark dönemi, sigorta sistemi açısından Alman işçi sınıfına bazı haklar vermiştir. Bunda kuşkusuz, döneminin en güçlü mücadele birikimine sahip Alman işçilerinin sistemi sıkıştırmasının önemi büyüktür.

İşçi sağlığı ve iş güvenliğine ilişkin yasalar ilk defa İngiltere, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde yürürlüğe girmiştir. İngiltere'de 1802 yılında Fabrikalar Kanunu yürürlüğe konmuş, 1833'de de son biçimini almıştır. 19.yüzyılın başlarında özellikle tekstil sanayinde çalışanların hiçbir koruyucu önlem almadan çalışmalarını sürdürmeleri, zamanla devletin bu acıklı duruma müdahale etmesini gerektirmiştir. Bu harekete öncülük yapanlardan biri de Robert Owen adlı bir tekstil fabrikatörüdür. Owen, çocuk işçilerin çalışma şartlarını kendi fabrikasında düzenleyerek iş güvenliğini ilk defa işyerine sokmuştur. Bu hareketin sonucunda da Fabrikalar Kanunu yürürlüğe konmuştur (Akyüz, 1982).

1885'de ilk kez Almanya'da tazminat sistemi konmuş olup, bu sistem Avrupa ve Amerika'da yaygınlaşmıştır. 19.yüzyılın ikinci yarısında, sanayiye kimyasal maddenin girmesi üzerine gündeme meslek hastalıkları gelmiş. Bu durum karşısında meslek hastalıklarının teşhis ve tedavileri, korunma önlemleri için yapılan çalışmalar, gelişmeleri izlemiştir. İşçi sağlığı ve iş güvenliği üzerine uluslararası çalışmalar, 1919 yılında kısa adı ILO olan Uluslararası Çalışma Örgütü'nün kurulması ile başlamıştır. Bugün, ILO, Birleşmiş Milletler'e bağlı bir uzman kuruluş olarak tüm dünyadaki işçilerin çalışma koşullarını ve yaşam düzeylerini geliştirmeyi amaçlayan çalışmalar yapmaktadır (Müngen, 2000). ILO, Birinci Dünya Savaşı'nı izleyen Paris Barış Konferansı'nda (1919) Milletler Cemiyeti'ne bağlı bir örgüt olarak kurulmuştur. İkinci Dünya Savaşı sırasında Milletler Cemiyeti'nin ortadan kalkmasından sonra da varlığını sürdürmüş, Birleşmiş Milletler'in kurulması üzerine 1946 yılında bu topluluk bünyesinde yeralan ilk uzman kuruluş olmuştur. Bu teşkilat, çalışma hayatının sosyal, ekonomik, yasal, işletme ve sağlıkla ilgili boyutları ile ilgilenmekte, üye ülkelerin katkısıyla ve tavsiye kararları ile iş hayatını düzenlemeye yönelik çalışmalarını uluslararası düzeyde sürdürmektedir (Akbulut, 1986).

Tüm Dünya'da kabul edilmiş uluslararası bir platformda çalışan Dünya Çalışma Örgütü, işçi sağlığı ve iş güvenliği sorunlarının önemini araştırmak üzere kurulmuştur. 1950 yılında toplanan bir ortak komite, işçi sağlığı ve iş güvenliği

açısından ILO'nun amaçlarını kısaca belirlemişti. Her türlü işlerde çalışan işçilerin fizik, mental ve sosyal açıdan sağlıklarının en yüksek bir düzeyde tutulması ve korunması, işçilerin işyeri koşullarından kaynaklanan hastalıklar nedeni ile işlerini kaybetmelerinin önlenmesi, işyerindeki sağlığa zararlı etkenler karşısında her türlü koruyucu önlemlerin alınması, işçilerin fizyolojik ve psikolojik kriterlere göre dayanabilecekleri ve sağlıklı bir şekilde hizmet görebilecekleri işlerde görevlendirilmeleri, işlerinin insanca düzenlenmesi ve her çalışanında yapacağı işe uygun olması gözetilmeye başlanmıştır (Erkan, 1989).

Uluslararası düzeyde faaliyet gösteren diğer bir kuruluş olan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bugün, işçi güvenliği ve sağlığı alanında uluslararası gelişmelere ve ulusal düzeydeki yasaların geliştirilmesine yardımcı ve önder olan kuruluşların başlıcalarındandır. Uluslararası ölçekte Türkiye'yi de ilgilendirmesi açısından daha önce de sözü edilen, 1996 yılında kurulan Avrupa İş Güvenliği ve Sağlığı Ajansı'nın Avrupa ölçeğindeki çalışmaları da son derece önemlidir. Daha önce de sözü edildiği üzere, iş kazaları ve meslek hastalıklarında gözle görülür bir azalmanın olmaması AB'yi harekete geçirmiş, üye devletlerin istihdam politikalarına ilişkin 2003/0068 sayılı AB Konseyi kararı; iş güvenliği ve sağlığını ve tüm işçilerin eğtimlerini kapsayan, daha iyi çalışma koşullarını yaratmak amacıyla uygulanacak politikaların hedefinin özellikle şu olduğunu işaret etmiştir: 2003-2010 yılları arasında tüm üye devletlerde, tüm iş kolları için kaza sıklığında %15'lik bir azalma, yüksek risk içeren sektörlerde ise %25'lik bir azalma ve bununla birlikte düşük kalifiye işçilerle kalifiye işçiler arasında, iş güvenliği ve sağlığı eğitimlerine katılımlarda görülen farklılığın azaltılması şeklindedir.Ancak bu çalışmalarda, geçmişte olduğu gibi sosyal devlet ilkesinin yerini, "sosyal sorumluluk" adı altında şirket sorumluluğunun aldığı görülmektedir. Devletin denetimi kalkmakta, iş güvenliği meselesi daha çok sermaye kesiminin yaptığında ödüllendirildiği, koşulları sağlamadığında ise yaptırımların son derece cılız olduğu bir noktaya gelmiştir.

2.2 Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği'nin kısa tarihçesi

Batılı ülkelerde iş güvenliğinin bir sorun olarak çıkışından yaklaşık yarım yüzyıl sonra ülkemizde de konuyla ilgili ilk yasal düzenleme 1865'te yayınlanan "Dilaver Paşa Nizamnamesi"dir. Bu nizamnamenin genelde kömür üretimini artırmak amacını güttüğü öne sürülmekle birlikte bazı maddeleri çalışma koşullarına ilişkin önemli

hükümler getirmiştir. İşverenin işçiye yiyecek ve yatacak yer temin etmesi, kömür madenciliğinde çalışan işçilerin çalışma sürelerinin, ücretlerinin düzenlenmesi ve kazaya uğrayan işçilerin tedavilerine ilişkin maddeleri içeren bu nizamnamenin uygulanıp uygulanmadığı hususunda kesin bir bilgi bulunmamaktadır (Müngen, 2000).

1869 yılında çıkarılan "Maadin Nizamnamesi" iş güvenliği açısından Dilaver Paşa Nizamnamesi'ne göre daha ileri düzeyde maddeleri içermiştir. 1887 ve 1906 yıllarında ekler yapılarak genişletilen "Maadin Nizamnamesi"nde, çalışmanın ekonomik yönünden çok toplumsal yönüne ağırlık verilmiştir. Nizamname, kazaların bildirilmesine, madenlerde doktor ve ilk yardım malzemesi bulundurulmasına, işçiye gereken hallerde tazminat ödenmesine, işyerlerinde kazayı doğurabilecek tehlikelerin önlenmesine ilişkin hükümler getirmiştir.

1921 yılında yayımlanan "Ereğli Havza-ı Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanun" işçilere tanıdığı haklar açısından bugünkü işçi sağlığı ve iş güvenliği mevzuatının bir başlangıcı sayılmaktadır. Ülkemizde günlük çalışma süresinin sekiz saatle sınırlandırılması ve fazla çalışma için iki kat ücret ödenmesi hükmü ilk kez bu kanunda yer almıştır.

Cumhuriyet dönemiyle birlikte canlanan ekonomi ve artan işçi sayısı, çalışma hayatını düzenleyen yasaların ardı ardına çıkarılmasına neden olmuştur. 1926'da "Borçlar Kanunu", 1930'da "Belediyeler Kanunu" aynı yıl "Umumi Hıfzısıhha Kanunu" çıkarılmıştır. 1961 Anayasası, işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda önemli ölçüde yönlendirici olmuş, 1964'te "Sosyal Sigortalar Kanunu", 1971'de "İş Kanunu" yürürlüğe girmiştir.

İş Kanunu'nda, işçi sağlığı ve iş güvenliği konusuyla ilgili tüzüklerin çıkarılması öngörülmüştür. Bu yasanın yürürlüğe girmesini izleyen yıllarda konuyla ilgili birçok tüzük ve yönetmeliğin çıkarıldığı görülmektedir.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması görevi 1945 yılında kurulan Çalışma Bakanlığı bünyesinde İşçi Sağlığı Genel Müdürlüğüne verilmiştir. 1983 yılında denetim hizmetlerinin İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'na verilmesi üzerine, Genel Müdürlük, Daire Başkanlığına dönüştürülmüştür. Böylesine önemli bir alanda verilen hizmetin niteliğinin yükseltilmesi ve etkinliğinin artırılması amacıyla Bakanlık ana hizmet birimi olan İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, 4 Ekim 2000 tarih ve

24190 mükerrer sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 618 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü olarak yeniden teşkilatlandırılmış ve yeni görevlerle güçlendirilmiştir (Mert, 2002).

İşçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda hizmet veren bir diğer birim "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İSGÜM)"dir. Halen İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı'na bağlı olan bu birim 1969 yılında Türk Hükümeti ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı ve ILO temsilcileri arasında imzalanan anlaşma gereğince bir proje konusu yapılarak kurulmuştur. Bu projede İSGÜM'ün görevi, "Hükümet'in, işçileri, meslek hastalıkları ve iş kazalarına karşı korumak maksadı ile uygulayacağı programı daha etkili bir biçimde geliştirerek uygulamak, çeşitli kategorilerdeki personeli bu konuda eğitmek, hastalık ve kaza nedenleriyle ilgili çeşitli faktörleri aydınlatıcı pratik araştırmalar yapmak, tehlikeli davranışların düzeltilmesi yöntemlerini tesis etmek, işçilerin fiziki bütünlükleri ve sağlıklarını koruyucu tedbirleri geliştirmek" şeklinde belirlenmiştir (Müngen, 2000).

İSGÜM, 1982 yılında yapılan değişiklikle enstitü niteliği kazanmış olup halen Ankara'da merkez ve buna bağlı İstanbul, İzmir, Adana ve Zonguldak Bölge Laboratuarları'na sahiptir. Son yıllarda daha çok iş hijyeni ve işçi sağlığı konularında, çeşitli iş kollarında tarama çalışmalarına ağırlık vermiştir.

Türkiye, ILO'ya katıldığı tarihten bu yana sosyal mevzuatı ve çalışma yaşamı üzerinde önemli etkileri olmuştur. Türkiye yirmiden fazla milletlerarası çalışma sözleşmesini onaylamış ve bu sözleşmeler doğrultusunda çalışma yaşamını düzenlemiştir. Teşkilata giriş yılı olan 1932 tarihinden beri mevzuatımızın ve sosyal politika kuruluşlarımızın gösterdiği hızlı gelişme bu kuruluşun rolünü doğrulamaktadır (Çubuk, 1983).

ILO ile 17 Ocak 1955 tarihinde imzalanan 13 sayılı Ek Anlaşma uyarınca ILO'ya bağlı olarak "Yakın ve Orta Doğu Çalışma Enstitüsü" (YODÇE) kurulmuştur. YODÇE, 27 Şubat 1960 tarihinde 7460 sayılı teşkilat Kanunuyla T.C. Hükümetince devir alınarak devletin kurumları arasında göreve devam etmiştir. YODÇE 9.1.1985 tarihli 3146 sayılı kanunla Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına bağlı kuruluşlar arasında sayılarak "Yakın ve Orta Doğu Çalışma Eğitim Merkezi" (YODÇEM) adını almıştır (http://www.yodcem.gov.tr).

2.3 Türkiye'deki İş Güvenliği Ve Sağlığına İlişkin Mevzuatın Değerlendirilmesi

Ülkemizde yalnızca iş sağlığı ve güvenliğini düzenleyen kapsamlı bir yasal düzenleme mevcut değildir. Çeşitli kanunlarda iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin 4857 sayılı İş Kanunu'nda yer almaktadır. Gerçekten, İş Kanunu'nun 5. Bölümü "iş sağlığı ve güvenliği" başlığı taşımakta ve 13 madde ile bu husus düzenlenmektedir. Ayrıca, 1580 sayılı Belediyeler Kanunu, 1580 sayılı Belediyeler Kanunu, 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu ve Borçlar Kanunu'nda iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili hükümler yer almaktadır. İş Sağlığı ve güvenliğinin bazı özel konuları ülkemizde daha ziyade tüzük ve yönetmeliklerle düzenlenmiştir. 4857 sayılı İş Kanunu da bu konuda bir çok tüzük ve yönetmelik çıkarılmasını öngörmektedir (Ulucan ve diğ. 2004).

Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde, Türkiye'de pek çok yönetmelik düzenlenmekle birlikte, geçmişte İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü gibi tüzüklerle düzenlenen çalışma yaşamının, yönetmeliklerle düzenlenmesi hususu yasal olarak tartışmalar yaratmakta olup, halen bir belirsizlik bulunmaktadır. İş Kanunu'nun 78. maddesine dayanarak 2004 sonuna kadar yapılmış başlıca düzenlemelere bakıldığında aşağıdaki yönetmelikler görülecektir.

-Ağır ve Tehlikeli İşler Yönetmeliği (16/06/2004 Tarihli, 25494 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (26 Aralık 2003 Tarih ve 25328 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Askeri İşyerleriyle Yurt Güvenliği İçin Gerekli Maddeler Üretilen İşyerlerinin Denetim ve Teftişi Hakkında Yönetmelik. (Bu Yönetmelik, 22/5/2003 Tarihli ve 4857 Sayılı İş Kanununun 91 Inci Maddesinin Ikinci Fıkrasına Dayanılarak Hazırlanmıştır),

-Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete 07.04.2004, 25426),

-Çocuk ve Genç İşçilerin Çalıştırılma Usul ve Esaslari Hakkında Yönetmelik

(6 Nisan 2004/25425 R.G.),

-Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği (11/2/2004 Tarihli,25370 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Geçici veya Belirli Süreli İşlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkında Yönetmelik (15/05/2004 Tarih ve 25463 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği (23 Aralık 2003 Tarih ve 25325 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (11/2/2004 Tarihli,25370 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır.),

-İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki ve Sorumlulukları Ile Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik (Rg. 20.01.2004, 25352),

-İş Sağlığı ve Güvenliği Kurullari Hakkında Yönetmelik (Rg.07.04.2004, 25426.),

-İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği (Rg. 9.12.2003, 25311.),

-İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Risk Grupları Listesi Tebliği (Rg. 13.04.2004, 25432),

-İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik (10/2/2004 Tarihli, 25369 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-İşyeri Sağlık Birimleri ve İşyeri Hekimleri Görevleri İle Çalışma Usul ve Esaslari Hakkında Yönetmelik (16 Aralık 2003 Tarihli ve 25318 Sayılı Resmi Gazete'de Yayımlanmıştır),

-İşyerlerinde İşin Durdurulmasina veya İşyerlerinin Kapatılmasına Dair Yönetmelik

(5/3/2004 Tarih ve 25393),

-Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (26 Aralık 2003 Tarih ve 25328 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (26 Aralık 2003 Tarih ve 25328 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği (9 Şubat 2004 Tarihli,25368 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik

(11/2/2004 Tarihli,25370 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik (26 Aralık 2003 Tarih ve 25328 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği (23 Aralık 2003 Tarih ve 25325 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır),

-Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (21/2/2004 Tarihli,25380 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanmıştır).

Esas itibariyle tez kapsamında, inşaat iş kolunu yakından ilgilendiren başlıkların üzerinde ağırlıklı olarak durulacak, bölümün son kısmında ise risk analizi konusunda mevzuatımızın kapsamı değerlendirilecektir. Aksi takdirde, mevzuatımızın pek çok iş için ayrı ayrı yönetmelik ve tüzükleri olduğu görülecektir. Bu değerlendirmede altı çizilmesi gereken husus, hukuksal açıdan bir karşılaştırma yapmak değil, firma bazında yaşama geçirilmesi gereken İş Güvenliği Yönetimi ilkeleri açısından mevzuatımızın durumunu ortaya koymaktır. Ayrıntıya girmeden önce şu saptamalar son derece yararlı olacaktır. Türkiye'deki iş güvenliği mevzuatı incelendiğinde ise aşağıdaki hususlar göze çarpmaktadır:

-Geniş ve kapsamlı bir mevzuat yürürlükte olmasına karşın, bir kaynak bolluğu yaşanmaktadır,

-Bu kaynak bolluğu ve sistemsizlikten ileri gelen bir dağınıklık söz konusudur,

-En önemli mevzuat bileşenlerinin bile dışardaki uygulamalardan tercüme edildiği görülmektedir,

-Türkiye'nin teknolojik koşullarına ve çalışma yaşamı gereklerine uyumsuz maddeler yer almaktadır.

Yine denetim unsuru düşünüldüğünde ise çok çarpıcı sonuçlarla karşılaşmak mümkündür. Sözgelimi 93 yılında yapılan bir çalışma, işyeri sayısının en az 600 bin olduğunu saptarken, toplam 236 iş müfettişi olduğunu göstermektedir. Böylesi şartlarda etkin bir denetimin yapılması söz konusu değildir (Müngen, 1993). Bu sayı bugün de aynı mertebede olup, 300'ün altındadır. Bu söylenenlere ek olarak mevzuatımıza ilişkin şu hususlar da söylenebilir.

Odaların ve belediyelerin denetimi ise daha ziyade projenin teknik hususlarına ve imar mevzuatına dair olmakta, iş güvenliğine dair herhangi bir standardizasyona rastlanmamaktadır. Böylesi şartlarda etkin bir denetimin gerçekleştirilmesi mümkün

görünmemektedir. Bu geniş ve dağınık mevzuata ilişkin yapılması gerekenlerden biri bir çok ülkede görülen eğilime uygun olarak ülkemizde de iş güvenliği mevzuatının dağınıklıktan kurtarılarak, sistematik, açık, tutarlı ve tüm ilgililerin kolaylıkla hak, yükümlülük ve sorumluluklarını öğrenebilecekleri bir düzene kavuşturulmasıdır. Bunun için, değişik yasa ve hukuk kaynaklarında yer alan kurallar toplanarak, ihtiyaçlara uygun yeni hükümler de getirilmek suretiyle bir İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kanunu yürürlüğe konmalıdır. Örneğin ABD'de 1970 yılında öngörülen İş Güvenliği ve Sağlığı Yasası (Occupational Safety and Health Act, OSHA) bu niteliktedir (Süzek, 2001).

Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği işin görülmesi sırasında oluşabilecek tehlikelere karşı işçinin yaşamı ve sağlığının korunmasını ve çalışma süreleri dahil çalışma yöntem ve şekillerinin düzenlenmesini kapsar. Bu tanım da göstermektedir ki, dar anlamda iş sağlığı ve güvenliğinin içeriği oldukça geniştir. Gerçekten, işyerindeki iş kazaları ile meslek hastalıklarına karşı alınacak önlemler (teknik iş sağlığı ve güvenliği) yanında, işçinin psikolojik sağlığının, kişilik haklarının ve sosyal çevresinin korunması ve gözetilmesi amacıyla getirilmiş hükümler de dar anlamdaki kapsam içinde yer alır. Bu açıdan Türkiye'deki iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı, işçinin ruhsal sağlığını ve sosyal çevresini koruyucu önlemleri içermediğinden görece dar bir kapsama sahiptir (Ulucan ve diğ., 2004).

Mevzuatta yapılacak bu gibi derleyici toparlayıcı yenilikler, işyeri bazında atılacak adımları da kolaylaştıracaktır. İşyeri bazında yapılması gerekli olan ise İş Güvenliği Yönetimi sistemlerini oluşturmaktır. Bu sistemlerin farklı şantiye tipleri için nasıl oluşturulacağı ayrıntılı bir şekilde tezin bütününü kapsamaktadır. Burada genel Fişek'in saptamaları oldukça yerindedir:

"İşçi Sağlığı-iş güvenliği kurulunun görevi bütün bunları (mevzuatı) özemseyip kendi işyeri için bir iç yönerge yazmak. Bunu başarabildiği takdirde zaten risk analizi-risk haritası dedikleri şey ortaya çıkmış oluyor. Bu eğer işçilerin veya usatbaşılarının da katıldığı bir süreçle kollektif bir şekilde olgulaştırılabilirse zaten onun sürecinde hayata geçirilebilmiş oluyor. Bu çaba aslında başlıbaşına işyerlerinin yasal yükümlülüklerinden değil, gönüllü olarak yapmaları gereken bir olay" (Fişek, 2001).

2.3.1 Devletin Yükümlülüğü

Hukukumuzda, işyerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili önlemlerdeki yükümlülük esas olarak işverene yüklenmiş olup, devletin bu hususlaki yükümlülükleri ise iş sağlığı ve güvenliği mevzuatını oluşturmak, uygulanmasını sağlamak amacıyla gerekli teşkilatı kurmak ve denetim görevini yerine getirmektir (Ulucan ve diğ., 2004) Sosyal bir devlet olarak anayasadan doğan ödevini yerine getirebilmek için devlek ilgili yasa ve hukuki düzenlemeleri yapmakla mükelleftir. Devletin bu noktada emredici hukuk kuralları koyması, çalışma yaşamına en fazla müdahale etme zorunluluğu duyduğu alanların başında olan iş güvenliği ve sağlığı başlığında önemlidir. İş Kanunu'nun 78. maddesine göre 2004 yılı sonuna kadar çıkartılan başlıca yönetmelikler yukarıda verilmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ikinci yükümlülük ise, gerekli denetim mekanizmasını örgütlenmeler yoluyla sağlamaktır. Bu işle ilgili ilk sorumlu merci Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'dır. Ayrıca Sağlık Bakanlığı, Milli Savunma Bakanlığı, Sosyal Sigortalar Kurumu ve Belediyeler de bu hususta denetim yetkisine sahiptir. Bu hususlar önceki sayfalarda verildiği için esas itibariyle iş sağlığı ve denetimi üzerinde durulacaktır.

Devletin denetim yükümlülüğü, yapılış amaç ve zamanlarına göre türlere ayrılabilmektedir, bunlar:

a. Olağan denetim: İşyerlerinde doğabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği kurallarının tümüyle uygulanıp uygulanmadığını saptamak üzere yapılan denetimlerdir. İlk denetim, periyodik denetim olmak üzere ikiye ayrılır. İlk denetimde, işyerinin faaliyete başlamasından sonra yapılan ilk denetim yapılır, işyerindeki araç gereç, makina, çalışma ve üretim yöntemleri, kullanılacak maddeler denetlenir, işyerinde iş kazası ve meslek hastalıklarına yol açabilecek tüm hususlar belirlenerek, bir anlamda mevzuata uygun bir işyeri ve işletme yapılanmasının kurulup kurulmadığı saptanır. Periyodik denetimde ise, belirli aralıklarlar iş güvenliği ve sağlığı açısından yapılan denetimler anlaşılır. Bu denetim türü, er yıl grup başkanlıklarınca hazırlanan ve teftiş kurul başkanlıağını onayından sonra uygulanan programlı bir denetimdir. Bu denetimlerin sıklığı ve öncelikle denetlenmesi gereken işyerleri İş Teftişi Tüzüğü madde 17'de düzenlenmiştir.

b. Olağanüstü denetim: Bu denetimler önceki denetimlerde saptanan iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin eksikliklerin giderilip giderilmediğini saptamak, ortaya çıkan iş kazası veya meslek hastalığı varsa nedenlerini saptayıp, tekrar etmesini önleme ve bazı şikayetler üzerine yapılan denetimlerdir. Olağan denetimler sonunda işyerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından bir eksiklik varsa, bunlar müfettişlerce düzenlenen raporda belirtilmekte ve işverene belli bir önel tanınmaktadır. Bu önel (mühlet) sonunda saptanan eksikliklerin yerine getirildiği denetimler önel denetim olarak belirtilmektedir (Süzek'ten aktaran Ulucan ve diğ. 2004).

Olağanüstü denetimlerde, özellikle kamuda ve üniversitelerde çalışan inşaat mühendislerini en yakından ilgilendiren denetimlerden biri iş kazası ve meslek hastalığı üzerine yapılan denetimlerdir. İş Kanunu'nun 77. maddesinde de belirtildiği üzere, işveren veya vekili işyerinde gerçekleşen iş kazasını en geç iki iş günü içinde yazı ile işyerinin bulunduğu bölge müdürlüğüne bildirmek zorundadır. Aynı şekilde işveren, iş kazalarını derhal kolluk güçlerine ve en geç kazadan iki gün sonra da SSK'ya yazılı olarak bildirmek zorundadır. Bu denetim sonunda müfettiş tarafından düzenlenecek raporda, iş kazası ve meslek hastalığının nedenleri, oluşma şekli, ifadeler, kroki, şema, plan, fotoğraf vb. eklenmeli, müfettişin kendi yorum ve düşünceleri, öneriler raporun sonuna yazılmalıdır. Gerek denetim faaliyeti, gerek istatistiksel veri toplama, gerekse de sürecek olan davalara ışık tutabilmesi için müfettişler tarafından yapılması gereken denetimler son derece önemlidir. Kazanın oluşum nedenlerini saptamak açısından, zamanında yapılan denetimler son derece önem kazanmaktadır.

Şikayet üzerine yapılan denetimler ise, öncelikle yapılması gereken bir denetim türüdür. Bu denetimlerin şikayetin yerinde olduğu izleni edinildiği takdirde öncelikle uygulanması gerekir (Ulucan ve diğ., 2004).

Devletin denetim yükümlülüğünü yerine getirmesi, halihazırdaki teşkilat ile oldukça zor görünmektedir. Müngen'in aktardığına göre (Müngen, 1993) 1993 yılında tüm Türkiye'deki bakanlığa bağlı müfettiş sayısı 236'dır, kayıtlı işyeri sayısı ise 600 bin civarındadır. 2003 yılına ait veriler de fazla bir şeyin değişmediğini göstermektedir. SSK İstatistik Yıllığı'na göre Türkiye'de 777,177 kayıtlı işyeri bulunmakta olup, 294 müfettiş bulunmaktadır. Bu müfettişlerin yılda 300 gün çalıştığı ve her gün bir işyeri denetlediği düşünüldüğünde bile ancak işyerlerinin %10'unun denetlenebileceği görülecektir. Dolayısıyla devletin denetim yükümlülüğü, şikayet üzerine ve/veya iş

kazası/meslek hastalığı ortaya çıktığında yapılabilmekte, kısmen ilk denetim faaliyeti yerine getirilebilmekte, periyodik denetim ve olağanüstü denetimlerin uygulanamamaktadır. Devletin etkin denetiminin olmadığı noktalarda ise, şirket politikası olarak önerilen iş güvenliği yönetim sistemlerinin tek başına bir anlam ifade etmediği söylenebilir. İlerleyen bölümlerde ayrıntılı şekilde aktarılacağı üzere, iş güvenliği konusunda sertifikasyon faaliyetleri, bu alanın ticarileşmesi sonucunu doğurmuş, devletin en yoğun müdahale etmesi gereken çalışma yaşamının denetimi, ilgili teşkilat ve bağlı müfettiş sayısı artırılarak yetkin hale getirilmek yerine, devletin elinden alınmaya başlamıştır.

2.3.2 İşveren ve işçilerin yükümlülükleri

İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin temel dayanak İş Kanunu'nun 77. maddesinde bulunabilir. Bu maddeye göre:

İşverenler işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmak, işçiler de iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlüdürler.

İşverenler işyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine uyulup uyulmadığını denetlemek, işçileri karşı karşıya bulundukları mesleki riskler, alınması gerekli tedbirler, yasal hak ve sorumlulukları konusunda bilgilendirmek ve gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimini vermek zorundadırlar. Yapılacak eğitimin usul ve esasları Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nca çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir (Çalışanların İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul Ve Esaslari Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete 07.04.2004, 25426).

İşverenler işyerlerinde meydana gelen iş kazasını ve tespit edilecek meslek hastalığını en geç iki iş günü içinde yazı ile ilgili bölge müdürlüğüne bildirmek zorundadırlar.

Bu bölümde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tüzük ve yönetmeliklerde yer alan hükümler işyerindeki çıraklara ve stajlerlere de uygulanır.

Maddenin bu haliyle gerekçesine dair Günay (2005) şu hususları belirtmektedir:

Sadece iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alınmasının her zaman iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemekte yeterli olmadığı gerçeği karşısında, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünün değişik hükümlerinde yer aldığı ve uygulamada yargısal

içtihat tarafından kabul edildiği şekilde, işverenlere denetim ve eğitim görevleri de getirilmektedir.

Sosyolojik bir gerçek olarak işçileri bir bölümünün de alınan tedbirlere uymakta ihmal gösterdikleri görülmektedir. Bunun sebebi geniş ölçüde işçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusunda yeteri kadar eğitilmemiş ve bilinçlendirilmemiş olmalarıdır. Kanunla işverenlere işçileri mesleki riskler, alınması gerekli tedbirler konusunda gerekli eğitimi verme görevi getirilmiş ve eğitimin usul ve esaslarını düzenlemek üzere bir yönetmeliğin çıkarılması öngörülmüştür.

İşyerlerinde iş kazası ve meslek hastalığı risklerini işçiler kadar çıkarlar ve stajyerler de maruzdurlar. Bu sebeple konuya ilişkin Avrupa Birliği Yönergesi'nde de yer aldığı şekilde iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı kurallarından çırakların ve stajyerlerin de aynen işçiler gibi yararlanması sağlanmıştır.

2.3.2.1 İşverenin sorumluluğu

İşçinin işverene zarar verebilecek her türlü davranıştan kaçınması sadakat borcunun, işverenin işyerinde işçilerin sağlığını ve güvenliğini sağlaması ise işçiyi gözetme borcunun sonucudur. İşveren işçiyi korumak, ona yardımcı olabilmek için gayret göstermek ve çıkarlarının zedelenmesine yol açabilecek davranışlardan kaçınmakla yükümlüdür (Günay, 2005)

Eski kanunun 76. maddesinde yer alan "iş sağlığı ve güvenliği kurulu" başlıklı düzenleme, yeni kanunun 80. maddesinde şu şekilde düzenlenmektedir: Bu kanuna göre sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde her işveren bir iş sağlığı ve güvenliği kurulu kurmakla yükümlüdür.

Esas itibariyle işçiyi gözetme borcuna dair temel kural İş Kanunu 77'de yer almakta, Aralık 2003 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği ile bu hüküm tamamlanarak açıklığa kavuşmuştur. İlgili yönetmeliğin 6. maddesi a bendi şu hususlara yer vermektedir: "İşverenin işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dahil gerekli her türlü önlemi almak, organizasyonu yapmak, araç ve gereçleri sağlamak" zorunda olduğ, ayrıca işverenin sağlık ve güvenlik önlemlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun sürekli iyileştirilmesi amaç ve çalışması içinde olacağı hüküm altına alınmıştır. Yönetmeliğin daha sonraki düzenlemelerinde de, bu önlemlerin

alınmasında işverenin hangi prensiplere uyacağı, koruyucu ve önleyici hizmetler, ilk yardım, yangınla mücadele ve kişilerin tahliyesi, ciddi ve yakın tehlike halinde alınması gereken önlemler de ayrıntılı olarak düzenlenmiştir. Kamu hukukundan doğan işçiyi gözetme borcunun kapsamı geniş tutulmuş, hiçbir ayrıma tabi tutulmaksızın bütün işverenlerin iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekli her türlü önlemi almaları zorunlu tutulmuştur (Ulucan ve diğ. 2005).

Tüm bu söylenenlerin dışında, işveren gerekli önlemler almakla yetinmeyecek, bu önlemlere uyulup uyulmadığını denetleyecek; işyerinde iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi için işçileri bilgilendirecek, işçilerin görüşlerini alacak ve katılımlarını sağlayacaktır. İşyerindeki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalara işçiler katılımına sağlamak amacıyla yönetmelikte, seçimle oluşturulacak bir veya daha fazla sayıda sağlık ve güvenlik iş temsilcisinin görev yapması öngörülmekte olup, ayrıca işverenin işçilere gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimi vermesi de zorunlu kılınmıştır.

İşverenin işyerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili organizasyonu yapma yükümlülüğü ise, teknik elemanları, iş güvenliği uzmanlarını ve şantiyecileri bizzat yakından ilgilendiren bir hususdur. Organizasyona dair yasal yükümlülükler, belirli büyüklükte (50 ve daha fazla işçi çalıştıran) ve belirli nitelikte (sanayiden sayılan) işyerleri için öngörülmüştür. Bu kapsamda işverenler iş sağlığı ve güvenliği kurulu kuracak, işyeri hekimi istihdam edecek ve iş güvenliği ile ilgili mühendis ve teknik elemanlar istihdam edeceklerdir. Bu hususlarla ilgili ayrıntılı yorum ve değerlendirmeler ilerleyen sayfalarda verilecektir.

Bu söylenenlere ek olarak Günay'ın (2005) işveren sorumluluğuna dair söyledikleri aşağıdaki hususlara da dikkat çekmekte fayda bulunmaktadır:

Genellikle kusur bilirkişisi raporlarında işverenin kusur oranını yüzde yetmiş ve daha yüksek oranda tespit edilmektedir. Her olayda işvereni sorumlu kılma yoluna gidilmesi hakkaniyete uygun düşmese de kanımca işverenin kendisine bağımlı çalışan ve emeğinden başka bir şeyi olmayan işçinin korunmasını ve böylece işverenin işçiyi gözetme borcunun önemli bir yaptırımı olması tarflar arasında bir denge kurmaya da yöneliktir. Bu bakımdan hukuki illiyet kavramından çok, akdi sorumluluğun esaslarına göre, olaylarda işverenin hangi güvenlik tedbirini ihlal ettiği, ihlal edilen güvenlik tedbirinin kazanın oluşmasındaki etkisi üzerinde gereği

gibi durularak, sorumluluk oranlarının belirlenmesi gerektiği, risk teorisinin aşırılığa kaçan sonuçları ortaya çıkardığı gibi, uygun illiyet kavramının uygulanmasının da aşırı kısıtlamalara sebep olduğu belirtilerek, özel tehlike gösteren işletmeler bakımından işletmelerde, İsviçre'de olduğu gibi ağırlaştırılmış objektif sorumluluk, bu tür riskleri göstermeyen işletmeler için ise kusur ve objektif sorumluluk ilkelerinin hakim kılınabilmesi için yasal düzenleme yapılması ileri sürülmüştür.

Kusur sorumluluğu sistemi içinde kalarak, objektif kusur kıstasını uygulayarak, işverenin iş güenliği tedbirleirni alma borcu genişletilebilir. Ancak kusurun objektif açıdan değerlendirilmesiyle bir ölçtüde kusursuz sorumluluk prensibine yaklaşılmakta olduğundan bahsedilse de iki kavramı birbirinden ayırmak gerekir: Kusursuz sorumlulukta işverenin işletmesi ile zarar arasında illiyet bağı yeterli iken, kusurun objektifleştirilmesinde sorunluluk için sadece kusur aranır. Böyle olunca işverenin zararın doğmaması için tüm tedbirleri aldığının objektif olarak belirlenememesi durumunda sorunluluğu söz konusu olur."

2.3.2.2. İşçinin Yükümlülüğü

İşçilere yüklenen borç, İş Kanunu madde 77'de temel olarak verildiği üzere, alınan her türlü önleme uyğu yükümlülüğüdür. Bu borç, işçinin iş sözleşmesinden kaynaklanan, işverenin yönetim hakkına dayanarak işin görülmesi ve işçinin işyerindeki davranışları ile ilgili emir ve talimatlara uyma borcunun bir parçasıdır. Ayrıca iş kazası ve meslek hastalığı risklerinde işçiler yanında, işyerinde bulunan çıraklar ve stajyerlerin de maruz kaldıkları gerçeği bulunmakta olup, buradan hareketle iş kanununun ilgili maddesinin stajyer ve çıraklara da uygulanacağı hüküm altına alınmıştır (Ulucan ve diğ., 2005).

Öte yandan işyerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından işçinin sağlığını bozacak veya vücut bütünlüğünü tehlikeye sokacak yakın acil ve hayati bir tehlike karşısında, iş sağlığı ve güvenliği kuruluna başvurması imkanı sağlanmaktadır. Buna göre işçinin gerekli tedbirler alınıncaya kadar çalışmadan kaçınabileceği düzenlenmiştir. Bu tedbirlerin alınmaması halinde işçiye derhal fesih hakkı tanınmıştır. Çalışmaktan kaçınma hakkını kullanmak isteyen işçiler konunun teknik özellikler taşıması nedeniyle kendiliğinden buna karar veremeyecekler, işyerinde hayati veya acil bir tehlikenin varlığı konusunda iş sağlığı ve güvenlği kurulunnun yazılı tespitini

almaları gerekecektir. İş Sağlığı ve Güvenliği kurulunun bulunmadığı işyerlerinde, bu tespit yazısı bu konuda görevli işveren vekilinden alınacaktır (Günay, 2005).

Ancak bu hususta, bu hükmün uygulanabilirliği tartışılmalıdır. Zira özellikle inşaat sektörü söz konusu olduğunda, çalışan kişi sayısının 50'den az olacağı örnekler oldukça fazladır. Keza, işverenin işveren vekilinden böyle bir yazı istemesi ve bunun üzerine çalışmaktan kaçınması gerçek çalışma yaşamına kesinlikle uygun düşmemektedir. İşveren vekilinin böyle bir yazı verme olasılığı nasıl düşükse, iş güvencesi bulunmayan işçilerinde işten atılma korkusuyla böyle bir başvuruda bulunmaları olasılığı da o kadar düşüktür. İşsizlerin veya bir başka ifadeyle yedek sanayi ordusunun sayısının günden güne arttığı Türkiye ve dünyada, işçilerin tekil bir birey olarak işverenle karşı karşıya gelmesi mümkün görünmemektedir.

2.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatının Risk Değerlendirmesi açısından incelenmesi

Risk değerlendirmesi açısından mevzuatımız incelenmeden önce, iş kazasının mevzuatımızda nasıl açıklandığına bakmak anlamlı olacaktır. Zira bu tanımdan hareketle, ne gibi davranışların iş kazası riski yaratacağı hukuksal olarak daha iyi anlaşılabilir. 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu'nun 11. maddesine göre iş kazası için şu hususlara yer verilmektedir:

İş kazası, aşağıdaki hal ve durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedence veya ruhça arızaya uğratan olaydır:

a) Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,

b) İşveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısiyle,

c) Sigortalının, işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi yüzünden asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,

d) Emzikli kadın sigortalının çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,

e) Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmeleri sırasında.

Tanımdan da anlaşılacağı üzere, iş kazası tanımı geniş olarak iş yerindeki tüm risklerin sermaye sahibi tarafından giderilmesini gerektirmektedir.

2003 yılının son ayları itibariyle, Türkiye'deki iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde değiştirilmiştir. Konumuzla ilgili yönetmelikler aşağıda alfabetik sırayla verilmiştir. Çalışma kapsamında, bu yönetmelikler okunarak değerlendirilmiş ve Risk Değerlendirmesi ile ilgili maddeler taranmıştır. Risk Değerlendirmesi'ne ilişkin yönetmeliklerde yer alan hükümler bir tablo halinde sunulmuştur (Tablo 2.1). Öte yandan tez çalışmasının süresince iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına ilişkin bir belirsizlikten söz etmek de anlamlı olacaktır. Zira TMMOB, Türk Tabipleri Birliği, DİSK ile birlikte açtığı davada Danıştay 10. Dairesi İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin yürütmesini 2004/1942 esas nolu ve 24 Mayıs 2004 tarihli kararı ile durdurmuş olup, bu hususta yeni düzenlemelerin yapılması beklenmektedir. Ancak ilgili yönetmeliklerin değişmeyeceği, çünkü bunların Avrupa Birliği direktifi uyarınca düzenlendiği açık olup, Danıştay'ın ilgili kararında şu hususlara yer verilmektedir:

"4857 Sayılı Yasanın 78. maddesinin, İş Kanunu yasa değişikliğinin Türkiye Büyük Millet Meclisi görüşmeleri sırasında verilen değişiklik önergesi ile; Avrupa Birliği Direktifinde de yer aldığı üzere İş Sağlığı ve Güvenliğine ilişkin temel ilkelerin tüzükle düzenlenmesi, yönetmeliklerin ise bu temel ilkelerin detaylandırılması amacıyla kullanımın sağlıklı kurulması bakımından isabetli olacağı; gerekçesiyle düzenlendiği görülmektedir. Bu itibarla yasa koruyucunun iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin temel ilkelerin 4857 sayılı Yasa uyarınca çıkarılacak bir tüzükle uygulanmasının ise bu çerçevede çıkarılacak bir tüzükle uygulamanın ise bu çerçevede çıkarılacak yönetmeliklerle düzenlenmesini amaçladığı tartışmasızdır.

Bu durumda 4857 sayılı Yasanın 78. maddesi uyarınca iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilkelerin öncelikle üst hukuk normu olan bir tüzükle düzenlenmeksizin doğrudan yönetmelikte düzenlenmesinde hukuka hukuka uyarlık bulunmadığından dava konusu edilen yönetmeliğin tamamının iptali gerektiği sonucuna varılmıştır.

9,12.2003 gün ve 25311 sayılı Resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren iş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin "Amaç" başlıklı 1. maddesinde; Bu Yönetmelik, İşyerlerinde sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için alınacak önlemleri belirler.

4857 sayılı iş Kanunu'nun "Sağlık ve Güvenlik Tüzük ve Yönetmelikleri başlıklı 78. maddesinin 1. fikrasında "Sağlık Bakanlığı'nın görüşünü alarak Çalışma ve Sosyal

Güvenlik Bakanlığı işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınması, makineler, tesisat, araç ve gereçler ile kullanılan maddeler sebebiyle ortaya çıkabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi, yaş, cinsiyet ve özel durumları sebebiyle korunması gereken kişilerin çalışma şartlarının düzenlemesi amacıyla tüzük ve yönetmelikler çıkarır." kuralı yer almıştır.

Bu itibarla yasa koyucunun iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin temel ilkelerin 4857 sayılı Yasa uyarınca çıkarılacak bir tüzükle, uygulamanın ise bu çerçevede çıkarılacak yönetmeliklerle düzenlemesini amaçladığı tartışmasızdır.

Bu durumda 4857 sayılı Yasanın 78. maddesi uyarınca iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilkelerin, öncelikle üst hukuk normu olan bir tüzükle düzenlenmeksizin doğrudan yönetmelikle düzenlenmesi anılan Kanun hükmüne aykırı bulunmaktadır."

Halen kapsamı aynı kalmak üzere İş Sağlığı ve Güvenliği Tüzüğü'nün oluşturulması için çalışmalar sürmektedir. Bu bakımdan tez çalışmasında resmi gazetede yayınlanan yönetmeliklerin risk analizi açısından değerlendirilmesi uygun görülmüştür. İş Sağlığı ve Güvenliği'ne ilişkin yönetmelikler önceki sayfalarda verilmiştir. Yukarıda adı geçen yönetmeliklerde risk değerlendirmesine ilişkin hükümlerin hangi maddelerde bulunduğu Tablo 2.1'de görülmektedir. Bu hükümlerin neler olduğu ise tek tek tablodan sonra yer almaktadır.

Tablo 2.1 Yeni Yönetmeliklerde Risk Değerlendirmesine İlişkin Hususlar

İlgili Yönetmelik	**Risk Değerlendirmesine ilişkin hususlar**
Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 5
İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği	Madde Ek II 4.1.3 Ve Madde 4.4
İş Güvenliği Ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki ve Sorumlulukları Ile Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik	Madde 12 B, E, K
İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği	Madde 4, 9a-1,2, 10c-1
Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 5, 7, 8, 11, 14c, 16 A,C
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 6, 7, 8, 10, 12
Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik	Madde 6, 7, 10, Ekii A-2.9, B

2.4.1 Risk Değerlendirmesine ilişkin yönetmeliklerde yer alan hükümler ve değerlendirmeler

İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin mevzuat incelendiğinde, risk değerlendirmesine ilişkin hükümler aşağıda verilmiş ve kısa değerlendirmelerde bulunulmuştur. Bu değerlendirmelerin, şantiyelerde gerçekleştirilecek risk analizi çalışmalarında yol göstermesi açısından önemi bulunmaktadır. Sırayla gidildiği takdirde, ilk önce maalesef hala iş hayatımızda kullanılan asbeste ilişkin düzenlemelerle başlamak anlamlı olacaktır. Alt yapı ve yol inşaatları düşünüldüğünde, asbest kullanımı hala belli bir oranın üzerinde bulunmaktadır. Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'in 5. maddesi Genel Hükümler başlığı altında Risk Değerlendirmesi alt başlığında aşağıdaki hususlar bulunmaktadır:

İşveren, asbest tozuna maruziyet riski bulunan çalışmalarda, asbestin türü ve fiziksel özellikleri ile çalışanların maruziyet derecesini dikkate alarak risk değerlendirmesi yapmakla yükümlüdür. İşyerinde yapılan risk değerlendirmesi sonucunda:

a) İşçilerin maruziyetinin düşük seviyede ve nadir olması ve risk değerlendirmesinde çalışılan ortam havasındaki asbest miktarının belirlenmiş sınır değerin altında olduğunun ortaya çıkması halinde, bu Yönetmeliğin 6 ncı, 19 uncu ve 20 nci madde hükümleri, aşağıda belirtilen işlerde uygulanmayabilir;

1) Sadece, kolay kırılmayan malzeme ile çalışılan, geçici ve kısa süreli tamir ve bakım işlerinde,

2) Asbest liflerinin sıkı şekilde bağlı olduğu malzemenin bozulmadan ve parçalanmadan uzaklaştırılması işlerinde,

3) İyi durumdaki asbestli malzemenin paketlenmesi işlerinde,

4) Ortam havasının izlenmesi ve kontrolü işleri ile malzemelerde asbest bulunup bulunmadığının tespiti için örnek alınması işlerinde.

b) Risk değerlendirmesi yapılırken işçiler veya temsilcilerinin görüşleri alınacaktır. Gerek görüldüğünde ve kullanılan asbestli malzemenin değişmesi halinde risk değerlendirmesi yeniden yapılacaktır.

İlgili hükümlerde risk değerlendirmesinin yapılması sırasında işçilerin görüşlerinin alınması, çalışmanın bizzat içinde olanların katılımını sağlamak, onların iş güvenliği uzmanı tarafından tesbit edilemeyen hususları da risk değerlendirmesine dahil

edilmesini beraberinde getirecektir. Ancak, inşaat sektörü gözönünde bulundurulduğunda işçilerin ve temsilcilerinin görüşlerinin alınmasının nasıl uygulanacağı üzerinde tartışmak gerekmektedir. Taşeron sistemiyle çalışan inşaat sektöründe işçilerin üretim süreçlerine katılımının sağlanması, oldukça kapsamlı bir iş güvenliği programının işçilerle birlikte hazırlanıp hayata geçirilmesi zorlaşmaktadır.

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği'nde Ek II madde 4.1.3. "Halat kullanılarak yapılan çalışmalar ancak, risk değerlendirmesi sonucuna göre işin güvenle yapılabileceği ve daha güvenli iş ekipmanı kullanılmasının gerekmediği durumlarda yapılabilir. Risk değerlendirmesi göz önünde bulundurularak ve özellikle işin süresine ve ergonomik zorlamalara bağlı olarak, uygun aksesuarlı oturma yerleri sağlanacaktır" demekte, aynı ekin 4.4 maddesinin "Halat kullanarak yapılan çalışmalarla ilgili özel hükümler"i düzenleyen maddelerinde "Risk değerlendirmesi gözönünde bulundurularak ikinci bir halat kullanılmasının işin yapılmasını daha tehlikeli hale getirdiği istisnai durumlarda, güvenliği sağlayacak yeterli önlemler alınmak şartıyla tek bir halatla çalışma yapılabilir" denmektedir.

İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki ve Sorumlulukları ile Çalışma Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik'in Risk Değerlendirmesine ilişkin hususları madde 12'de yer almaktadır. İş Güvenliği Uzmanının Görevleri arasında:

İşyerindeki tehlikelerin tanımlanmasını ve risk değerlendirmesinin yapılmasını, tehlikelerin ortadan kaldırılmasını ve risklerin kontrol altına alınmasını sağlamak için önerilerde bulunmak, bu hususlarla ilgili işverene rapor vermek,

Risk değerlendirme sonuçlarını da dikkate alarak, ani veya yakın tehlike durumları ve kazaların potansiyelini tanımlayan ve bunlara ilişkin risklerin nasıl önleneceğini gösteren acil durum planlarını hazırlamak ve gerekli tatbikatların yapılmasını sağlamak.

İşyerine yeni bir sistem kurulması veya makine ya da cihaz alınması halinde; kurulacak sistem veya alınacak makine ya da cihaz ile ilgili olarak risk değerlendirmesi yaparak sağlık ve güvenlik yönünden aranan özellikleri belirlemek ve bu özelliklere uygun sistemin kurulması, makine veya cihazın alınması için

işverene rapor vermek, sayılmaktadır. Ancak iş güvenliği ile görevli mühendislerin risk değerlendirmesini nasıl ve hangi yöntemlerle yapacaklarına dair hususlara rastlanmamaktadır. Bu hususların ayrı bir tüzük veya yönetmelikle düzenlenmesi açısından, yalnızca tez kapsamında sunulduğu gibi inşaat sektöründe değil, farklı sektörlerde de risk değerlendirme yöntemleri karşılaştırılıp tartışılmalı, ortak bir yöntembilime ulaşılmalı, işyerlerinin puanlanması, risk değerlendirmesi, olasılık/olabilirlik, kaza şiddeti kavramları açıklığa kavuşturulmalı, çeşitli tablo ve puanlama sistemleri oluşturulmalı ve tüm işyerlerinde bir standardizasyona gidilmelidir. Sunulan tez çalışması bu önerilere bir katkı olma mahiyetini de taşımakta olup, risk değerlendirmesinin yalnızca firma ölçeğinde yapılacak analizlerin ötesinde, devletin ilgili birimlerinin de katılacağı bir süreç olması gerektiği düşünülmektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği Madde 4, Madde 9a-1 ve a-2, ve Madde 10c-1'de Risk Değerlendirmesini ilişkin hükümler yer almaktadır. Madde 4.'te risk değerlendirmesinin tanımı "İşyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmalar" olarak tanımlanmıştır. Madde 9'da İşverenin Diğer Yükümlülükleri başlığı altında işverenin "işyerinde risklerden özel olarak etkilenebilecek işçi gruplarının durumunu da kapsayacak şekilde sağlık ve güvenlik yönünden risk değerlendirmesi yapması, risk değerlendirmesi sonucuna göre, alınması gereken koruyucu önlemlere ve kullanılması gereken koruyucu ekipmana karar vermesi yer almaktadır. Madde 10'da İşçilerin Bilgilendirilmesi başlığı altında işyerinde iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin etkin bir biçimde sürdürülmesi için işçilerin bilgilendirilmesi esastır denmekte, İşverenin, işyerinin büyüklüğüne göre; işyerinde sağlık ve güvenlik ile ilgili özel görev ve sorumluluğu bulunan işçilerin veya temsilcilerinin bu görevlerini yürütebilmeleri için yönetmeliğin 9 uncu maddesinin (a) bendinin (1) ve (2) numaralı alt bentlerinde belirtilen risk değerlendirmesi ve alınan koruyucu önlemlere ulaşabilmelerini sağlaması gerektiği belirtilmektedir.

Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik ve Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik risk değerlendirmesine ilişkin ayrıntılı hükümler barındırmaktadır. Ancak inşaat sektörüyle daha fazla ilgisi olması açısından Patlayıcı

Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik üzerinde durulacaktır. İlgili yönetmeliğin Patlama Riskinin Değerlendirilmesi başlıklı 6. Maddesinde işverenin, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde belirtildiği şekilde işyerinde risk değerlendirmesi yaparken patlayıcı ortamdan kaynaklanan özel risklerin değerlendirmesinde aşağıdaki hususları da dikkate alacağı vurgulanmıştır. Bu hususlar

a) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığı,

b) Statik elektrik de dahil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri,

c) İşyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri,

d) Olabilecek patlamanın etkisinin büyüklüğüdür.

Ayrıca patlama riskinin, patlayıcı ortamların oluşabileceği yerlere açık olan veya açılabilen diğer yerler de dikkate alınarak bir bütün olarak değerlendirileceği hükmüne yer verilmiştir.

İşyerinin Güvenli Hale Getirilmesi başlığı altında ise risk değerlendirmesinin temel ilkelerine ve yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen hususlara uygun olarak çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için işverenin işçilerin ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliği için tehlikeli patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yerlerde güvenli çalışma şartlarını sağlaması, işçilerin sağlık ve güvenliği için tehlikeli patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yerlerde, yapılan risk değerlendirmesi sonucuna göre çalışma süresince uygun teknik yöntemlerle bu kısımların gözetim altında tutulmasını sağlaması hükümleri bulunmaktadır.

Aynı yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, işverenin aşağıda belirtilen "Patlamadan Korunma Dokümanı" olarak anılacak belgeleri hazırlaması gerektiği belirtilmekte bu dökümanda özellikle

a) Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği,

b) Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,

c) İşyerinde Ek-I'e göre sınıflandırılmış yerler,

d) Ek-II'de verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,

e) Çalışma yerleri ile uyarı cihazları da dahil iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrol ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,

f) İşyerinde kullanılan tüm ekipmanın "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ne uygun olduğu, hususları yazılı olarak yer alacaktır.

Patlamadan korunma dokümanı, işin başlamasından önce hazırlanacak ve işyerinde, iş ekipmanında veya organizasyonunda önemli değişiklik, genişleme veya tadilat yapıldığında yeniden gözden geçirilerek güncelleştirilecektir. İşveren, yürürlükteki mevzuata göre hazırladığı patlama risk değerlendirmesini, dokümanları ve benzeri diğer raporları birlikte ele alabilir.

Sözü geçen yönetmeliğin EK II A maddesi Çalışanların Sağlık ve Güvenliklerinin Patlayıcı Ortam Risklerinden Korunması İçin Asgari Gerekler başlığını taşımakta olup, Patlamada alınacak güvenlik önlemleri alt başlığında yapılan risk değerlendirmesinin gerektirmesi halinde;

a) Herhangi bir güç kesilmesinin ilave risklere neden olabileceği durumlarda, ekipmanın ve güvenlik sistemlerinin, tesisin diğer kısımlarından bağımsız olarak güvenli bir şekilde çalışmasını sürdürmesi mümkün olacaktır.

b) Otomatik proseslerde amaçlanan çalışma koşullarından her hangi bir sapma meydana geldiğinde, otomatik sistemle bağlantılı ekipmana ve koruyucu sistemlere güvenliği tehlikeye atmamak şartıyla el ile müdahale yapılabilir olacaktır. Bu müdahaleyi sadece bu işte yetkili çalışanlar yapacaktır.

c) Sistemin acil durdurulması halinde, biriken enerji mümkün olduğu kadar çabuk ve güvenli bir şekilde boşaltılacak veya tehlike oluşturmayacak şekilde izole edilecektir hükümleri bulunmaktadır.

Yönetmeliğin Ek II B maddesi ekipmanların ve koruyucu sistemlerin seçiminde uyulacak kriterleri belirtmektedir. Buna göre risk değerlendirmesine göre hazırlanan patlamadan korunma dokümanında aksi belirtilmemesi halinde, patlayıcı ortam oluşabilecek tüm yerlerdeki ekipman ve koruyucu sistemler, 27/10/2002 tarihli ve 24919 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Muhtemel Patlayıcı

Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelikte belirtilen kategorilere göre seçilecektir:

"Özellikle gazlar, buharlar, sisler ve tozlar için aşağıda belirtilen bölgelerde, karşılarında verilen kategorideki ekipman kullanılacaktır.

Bölge 0 veya Bölge 20 : Kategori 1 ekipman,

Bölge 1 veya Bölge 21 : Kategori 1 veya 2 ekipman,

Bölge 2 veya Bölge 22 : Kategori 1, 2 veya 3 ekipman."

Yeni mevzuat genel olarak değerlendirildiğinde birbiriyle uyumlu ve bütünlük arzeden bir yapısı olduğu söylenebilir. Ancak eski mevzuat çok daha ayrıntılı olup, yeni mevzuatta ayrıntılara gerektiği kadar yer verilmediği görülmektedir. Yeni yönetmelikler, daha genel ifadelere yer vermekte uygulanması için iş güvenliği kültürünün inşaat sektörümüzce sindirilmiş olması gerekmektedir. Bu kültürün eksik olduğu saptamasından hareket edildiğinde, iş yerlerinde iş güvenliği konusunda yapılması gerekenlerin tek tek hükümler şeklinde yer almadığı, daha çok işverenin insiyatifine bırakıldığı görülmektedir. Örneğin 100 sayfayı aşkın eski İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün yerine 5 sayfalık yeni yönetmeliğin konması uygulamada pek çok eksiklikler yaratacaktır. Yeni İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetmeliği'nin ardından çıkarılan ek yönetmeliklerin bu gereksinimi yeterince karşılamadığı görülmektedir. Sözgelimi işçilere ait yatıp kalkma yerlerinde bulunması gereken sağlık şartları ve güvenlik tedbirleri, bulaşıcı hastalıklara karşı alınacak önlemler, iş kazalarına karşı alınması gerekli tıbbi tedbirler ve bulundurulması zorunlu ilk yardım ve tedavi levazımı, sıhhi tesisat, bulundurulması gerekli güvenlik araçları, makina ve tezgahlarda alınacak güvenlik tedbirleri, kazanlarda, basınçlı kaplarda, kompresörlerde, fırınlarda, ocaklarda, elektrik tesisatında, kaldırma makinalarında, taşıyıcılarda, motorlu arabalarda, boru tesisatında, malzeme kaldırma, taşınma, istif ve depolanmasında, bakım ve onarım işlerinde alınacak önlemlere ilişkin yeni yönetmeliklerin çıkarılması gerekmektedir. Eski tüzükte bu hususların hepsi ayrı birer bölüm olarak yer almaktadır. Eski tüzükte yine ayrı bölümler olarak yer alan kimi başlıklardan kişisel koruyucular, kimyasal ve kanserojen maddelerle ilgili hükümler ayrı yönetmeliklerle yeniden düzenlenmiş ve bu eksiklik giderilmiştir. Yukarıda sözü geçen hususlarla ilgili de acilen yönetmeliklerin düzenlenmesi ve mevzuatın bütünlüğünün bozulmaması gerekmektedir.

Öte yandan aşağıda da tartışılacağı üzere iş güvenliği ile görevli mühendis veya teknik elemanlar yeni iş kanununa göre sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde işverenler, işyerinin iş güvenliği önlemlerinin sağlanması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesi ve uygulanmasının izlenmesi hizmetlerini yürütmek üzere işyerindeki işçi sayısına, işyerinin niteliğine ve tehlikelilik derecesine göre bir veya daha fazla mühendis veya teknik elemanı görevlendirmekle yükümlüdürler.

Ayrıca iş güvenliği ile görevli mühendis veya teknik elemanların nitelikleri, sayısı, görev, yetki ve sorumlulukları, eğitimleri, çalışma şartları, görevlerini nasıl yürütecekleri, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliğinin görüşü alınarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca çıkarılacak bir yönetmelikle düzenlenir denmektedir. Ancak inşaat sektörü gözönünde bulundurulduğunda, devamlı olarak elli işçi çalıştıran işyerlerinin sayısının az olması, taşeronluk sisteminin esas olması ve taşeronların çoğunlukla elliden az işçi çalıştırması ve kimi zaman işlerin altı aydan kısa sürede bitebilmesi, yasa hükümlerinin ve buna bağlı yönetmeliklerin uygulanmasında soru işaretleri yaratmaktadır.

Yapı İşlerinde Sağlık Ve Güvenlik Yönetmeliği'nde sözü edilen ve aşağıdaki bölümlerde tartışılan sağlık ve güvenlik koordinatörlüğü müessesesinin yaşama geçirilip geçirilmeyeceği hususunda da soru işaretleri bulunmaktadır. Yalnızca inşaat sektörü değil, tüm dünyadaki genel eğilimler uyarınca, işin parçalanması, taşeronlaştırma uygulamaları, esnek üretimin yaygınlaşması gibi unsurlar düşünüldüğünde, yeni iş kanunun ilgili maddelerine göre düzenlenmiş yönetmeliklerin uygulama alanının oldukça daralacağı yorumunda bulunmak mümkündür.

2.4.2 Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği'nin Değerlendirilmesi

Yukarıda söze edilen eksikliklere, Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği'nde de rastlanmaktadır. Kazı işlerinde, iskelelerde (ahşap, asma, sıpa ve çelik olmak üzere), kalıp yakıp ve sökümünde, merdivenlerde, yıkım işlerinde, kullanılan makina ve teçhizatta alınması gereken önlemler eski tüzükte çok daha ayrıntılı ve spesifik olarak belirtildiği halde, yeni yönetmelikte son derece genel ifadeler kullanılmaktadır. Ayrıca kimi eksiklikler de göze çarpmaktadır. Sözgelimi

yıkım işlerinde alınması gerekli önlemlere ilişkin söylenenler "Bina veya yapıların yıkımının tehlikeli olabileceği durumlarda: Uygun yöntem ve işlemler kullanılacak ve gerekli önlemler alınacaktır ve çalışmalar ancak uzman bir kişinin gözetimi altında planlanacak ve yürütülecektir" ifadelerinden ibarettir.

2.4.2.1 Koordinatörlerin görev ve sorumlulukları

Sözü edilen eksikliklerin koordinatör olarak tanımlanan kişi tarafından yapı alanında yürütülen faaliyetleri dikkate alarak, uygulanacak kuralları belirleyen bir sağlık ve güvenlik planı hazırlaması veya hazırlanmasını sağlaması suretiyle giderilmesi düşünülmüştür. Yeni yönetmeliğe göre hazırlık ve uygulama koordinatörü olarak belirtilen gerçek veya tüzel kişinin tarifi şu şekilde yapılmıştır:

Hazırlık Koordinatörü: Projenin hazırlık aşamasında işveren veya proje sorumlusu tarafından sorumluluk verilen ve bu Yönetmeliğin 7 nci maddesinde belirtilen sağlık ve güvenlikle ilgili görevleri yapan gerçek veya tüzel kişiyi,

Uygulama Koordinatörü: Projenin uygulanması aşamasında işveren veya proje sorumlusu tarafından sorumluluk verilen ve bu Yönetmeliğin 8 inci maddesinde belirtilen sağlık ve güvenlikle ilgili görevleri yapan gerçek veya tüzel kişiyi ifade eder.

Yapı işyerlerinde koordinatörlerin atanması, sağlık ve güvenlik planı ve bildirim ile ilgili hususlar yönetmeliğin 5. Maddesinde belirtilmiştir. Buna göre;

a) Aynı yapı alanında bir veya daha fazla işveren veya alt işverenin iş yaptığı durumda, işveren veya proje sorumlusu, sağlık ve güvenlik konularında bir veya daha fazla koordinatör atayacaktır.

b) İşveren veya proje sorumlusu, yapı işine başlamadan önce, 7 nci maddenin (b) bendinde belirtilen sağlık ve güvenlik planı hazırlayacaktır.

Yapı işinde Ek-II'deki listede belirtilen risklerin bulunmaması halinde koordinatör atanmayabilir.

c) İşveren veya proje sorumlusu aşağıda belirtilen durumlarda, yapı işine başlamadan önce Ek-III'te belirtilen bilgileri içeren bildirimi Bakanlığın ilgili bölge müdürlüğüne vermekle yükümlüdür;

- Yapı işi 30 iş gününden fazla sürecek ve devamlı olarak 20'den fazla işçi çalışacaksa,

- İşin büyüklüğü 500 yevmiyeden fazla çalışma gerektiriyorsa.

Bu bildirimde belirtilen bilgilerin yer aldığı levha, açıkça görünecek şekilde yapı alanının uygun bir yerine konulacaktır. Gerektiğinde bu bilgiler güncelleştirilecektir.

Sağlık ve güvenlik koordinatörlerinin projenin hazırlanması aşamasında yapması gerekenler yönetmeliğin 7. Maddesinde belirtilmiştir.

a) Yönetmeliğin 6 ncı maddesindeki yükümlülüklerin yerine getirilmesini koordine edeceklerdir.

b) Yapı alanında yürütülen faaliyetleri dikkate alarak, uygulanacak kuralları belirleyen bir sağlık ve güvenlik planı hazırlayacak veya hazırlanmasını sağlayacaktır. Yapı alanında Ek-II'de belirtilen işler yapılıyorsa, bu işlerle ilgili özel önlemler planda yer alacaktır.

c) Yapı üzerinde daha sonra yapılacak işler sırasında dikkate alınacak sağlık ve güvenlik bilgilerini içeren bir dosya hazırlayacaktır.

Sağlık ve güvenlik koordinatörlerinin proje uygulama aşamasında yapması gerekenler ise, yönetmeliğini 8. Maddesi uyarınca şunlardır:

a) Aynı anda veya birbiri ardına yapılan işlerin veya aşamalarının planlanması için teknik ve organizasyona yönelik kararlar alınmasında;

İşin bütününün veya bazı aşamalarının tamamlanması için gereken sürenin tahmininde, genel güvenlik ve koruma prensiplerinin uygulanmasının koordinasyonunu sağlayacaktır.

b) İşverenlerin gerekli önlemleri uygulamasını ve gerektiğinde işçilerin ve kendi adına çalışanların korunmasını, bu Yönetmeliğin 10 uncu maddesinde belirtilen prensiplerin istikrarlı bir şekilde uygulanmasını, gerekiyorsa 7 nci maddenin (b) bendinde belirtilen sağlık ve güvenlik planının uygulanmasını koordine edecektir.

c) Yapılan işteki ilerlemeleri ve meydana gelen değişiklikleri dikkate alarak 7 nci maddenin (b) bendindeki sağlık ve güvenlik planında ve aynı maddenin (c)

bendine göre hazırlanan dosyada gerekli düzenlemeleri yapacak veya yapılmasını sağlayacaktır.

d) Aynı yapı alanında, işe sonradan katılan işverenler de dahil olmak üzere, işverenler arasında organizasyonu sağlayacak, iş kazaları ve meslek hastalıklarından işçileri korumak üzere işverenlerce yapılan çalışmaları koordine edecek, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin 6 ncı maddesinin (d) bendinde belirtilen bilgi alış verişini sağlayacak ve gerekli hallerde kendi adına çalışan kişilerin de bu çalışmalarda yer almasını sağlayacaktır.

e) Yapı işyerinde güvenli bir şekilde çalışılmasını sağlamak üzere gerekli kontrollerin yapılmasını koordine edecektir.

f) İzin verilen kişilerden başkasının yapı alanına girmesini önlemek üzere gerekli düzenlemeleri yapacaktır.

Yeni düzenlemelerden anlaşıldığı üzere, alınması gereken önlemlerin ayrıntısı koordinatör tarafından hazırlanacak sağlık ve güvenlik planında yer alacaktır. Ancak bu planın yönetmelik ekindeki asgari şartları sağlaması yeterli görülmüştür. Sözü geçen asgari şartların son derece genel ifadelerden oluşması, hazırlanması zorunlu kılınan sağlık ve güvenlik planının herhangi bir resmi merci tarafından denetlenmesinin söz konusu olmaması ve dahası koordinatörlük müessesesinin muğlaklığı yeni yönetmeliğin uygulanabilirliği konusunda soru işaretleri yaratmaktadır. Koordinatör olarak tarif edilen kişilerin, İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki Ve Sorumlulukları Ile Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik hükümlerine uygun kişiler olup olmadığına dair hususlar her iki yönetmelikte de yer almamaktadır. Adı geçen yönetmelikte "İşverenler, işyerinde başka bir görevi yürüten mühendis veya teknik elemanı iş güvenliği uzmanlığı sertifikasına sahip olması şartı ile iş güvenliği uzmanı olarak görevlendirebilirler. İş güvenliği uzmanlarının, bu Yönetmelikte belirtilen görevlerinin eksiksiz olarak yerine getirebilmeleri için bu konu ile ilgili yeterli çalışma süresi sağlanır.İş güvenliği uzmanları bu süre içersinde başka bir işle görevlendirilemezler" denmektedir. Ancak iş güvenliği uzmanı olarak görevlendirilen kişilerin, Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde sözü edilen koordinatörlere karşılık gelip gelmediği açık bir şekilde belirtilmemiştir.

2.4.2.2 Proje Sorumlusu ve İşverenlerin Sorumlulukları

Yeni yönetmelikte Proje Sorumlusu "İşveren tarafından görevlendirilen ve işveren adına projenin hazırlanmasından, uygulanmasından ve uygulamanın kontrolünden sorumlu gerçek veya tüzel kişi" olarak tarif edilmiştir. İlgili maddelerde proje sorumlusu ve işverenlerin sorumlulukları ile ilgili hususlar şu şekilde belirtilmiştir:

-İşveren veya proje sorumlusu tarafından iş sağlığı ve güvenliği konusunda, bir veya birden fazla koordinatör atanması, bu kişilerin sorumluluklarını ortadan kaldırmaz.

-Bu Yönetmeliğe göre koordinatörlerin atanmış olması ve koordinatörlerin kendi görevlerini yapmaları, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde belirtilen, işverenlerin sorumlu olması prensibini etkilemez.

2.4.2.3 İşverenlerin Yükümlülükleri

Yapı işyerindeki çalışmalarda, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin 6 ncı maddesinde belirtilen hususlara uyulacak ve özellikle;

a) Yapı alanının düzenli tutulması ve yeterli temizlikte olması,

b) Yapı alanındaki çalışma yerlerinin seçiminde; buralara ulaşımın nasıl sağlanacağının ve ekipman, hareket ve geçişler için alan veya yolların belirlenmesi,

c) Malzemenin kullanım ve taşıma şartlarının düzenlenmesi,

d) Tesis ve ekipmanın kullanılmaya başlamadan önce ve periyodik olarak teknik bakım ve kontrollerinin yapılması,

e) Çeşitli malzemeler ve özellikle tehlikeli malzeme ve maddeler için uygun depolama alanları ayrılması ve bu alanların sınırlarının belirlenmesi,

f) Tehlikeli malzemelerin kullanılma ve uzaklaştırılma koşullarının düzenlenmesi,

g) Atık ve artıkların depolanması, atılması veya uzaklaştırılması,

h) Çeşitli işler veya işin aşamaları için öngörülen sürelerin yapı alanındaki işin durumuna göre yeniden belirlenmesi,

i) İşverenler ve kendi adına çalışanlar arasında işbirliği,

j) Yapı alanındaki veya yakınındaki endüstriyel faaliyetler ile etkileşimin dikkate alınması, sağlanacaktır hükümleri bulunmaktadır.

Ayrıca işverenin Bu Yönetmeliğin 8 ve 9 uncu maddelerinde belirtilen koşullarda, yapı alanında uygun sağlık ve güvenlik şartlarının devamının sağlanması için,

a) Özellikle 10 uncu maddenin uygulanmasında Ek-IV'te belirtilen asgari şartları dikkate alarak uygun önlemleri alacaktır.

b) Sağlık ve güvenlikle ilgili konularda koordinatörlerin uyarı ve talimatlarını dikkate alacaktır.

2.4.2.4 Diğer Kişilerin Yükümlülükleri

Yapı alanında faaliyette bulunan diğer kişilerin yükümlülükleri yeni yönetmelikte aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

a) Yapı alanındaki uygun sağlık ve güvenlik şartlarının sürdürülmesi için kendi adına çalışanlar;

1) Özellikle aşağıdaki hususlara uyacaklardır;

i) İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 6 ncı maddesinin (d) bendi ve 13 üncü maddesi ile bu Yönetmeliğin 10 uncu maddesine ve Ek-IV'e,

ii) İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinin 6 ncı maddesi ile aynı Yönetmeliğin Ek'inde belirtilen ilgili hükümlere,

iii) Kişisel Koruyucu Donanımlar Yönetmeliğinin 5 inci maddesi, 6 ncı maddesinin (a), (d) ve (i) bentleri ile 7 nci maddesine.

2) Sağlık ve güvenlikle ilgili konularda koordinatörlerin uyarı ve talimatlarını dikkate alacaklardır.

b) Yapı alanındaki uygun sağlık ve güvenlik şartlarının sürdürülmesi için, inşaatta yapılan çalışmalara bizzat katılmaları halinde, işverenler;

1) Özellikle aşağıdaki hususlara uyacaklardır;

i) İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin 13 üncü maddesine,

ii) İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinin 6 ncı maddesi ile aynı Yönetmeliğin Ek'inde belirtilen ilgili hükümlere,

iii) Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmeliğin 5 inci maddesi, 6 ncı maddesinin (a), (b), (c), (d) ve (i) bentleri ile 7 nci maddesine.

2) Koordinatörlerin sağlık ve güvenlikle ilgili konularda görüşlerini dikkate alacaklardır.

Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği, risk değerlendirmesi konusunda herhangi bir hüküm bulundurmamaktadır. Kesin tanımı, özellikleri, görevlendirilme ve denetlenme, sertifikalandırılma esasları belirlenmiş bir koordinatör tarafından hazırlanacak sağlık ve güvenlik programının tehlike ve risk değerlendirmeyi de kapsaması, risk değerlendirmenin projenin farklı evrelerinde güncellenmesi ve şantiyeye tehlike puanı verilmesi, yapılacak çalışmaların bu risk dereceleri dikkate alınarak sürdürülmesi esas olmalıdır. Ayrıca bu çalışmaların kamu tarafından sıkı bir denetimi gerçekleştirilmelidir. Projelerde görev alacak iş güvenliği mühendislerinin ve/veya koordinatörlerinin ilgili kamu kuruluşları, meslek odaları ve üniversitelerin ortak çalışması sonucunda belirlenecek ve sertifikalandırılacak kişiler olması, sürekli denetim ve gözetim gereksinimini büyük ölçüde sağlayacaktır.

3. İŞ GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMLERİ

Bu bölümde Türkiye'de de yeni yeni uygulama alanı bulan, dünya ölçeğinde ise artık belli bir olgunluğa erişmiş iş güvenliği yönetim sistemleri üzerinde durulacak ve bunların karşılaştırılması, eski ve yeni mevzuatımız gözönüne alınarak yapılacaktır. İş güvenliği yönetim sistemlerinin çıkış noktası, iş güvenliği ve sağlığı konusunda bir belgelendirme ve standardizasyona duyulan gereksinimdir. Firmaları iş güvenliği ve sağlığı konusunda yapmaları gereken yönetsel başlıklarda belli bir standarda ulaştırmak ve bu standard üzerinden firmaların iş güvenliği yönetimini değerlendirmek amacıyla hazırlanan sistemlerin en fazla öne çıkanı OHSAS 18001 Yönetim sistemleridir. İnşaat sektöründe giderek daha fazla tanınmaya ve bir gereklilik olarak kendini dayatmaya başlayan bu sisteme ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

3.1 OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi

İşçilerin işlerini rahatça yapabilmeleri ve kafalarında başkaca hiçbir problem kalmadan kaliteli ve verimli bir sonuç elde etmeleri için "iş sağlığı ve güvenliği" kavramına gerekli önem verilmelidir. Bu bağlamda, iş güvenliği ve sağlığı konusu sistematik bir şekilde ele alınmalıdır. Bu sebeple sağlıklı işleyen, güvenilir, kontrol edilebilir, sürekliliği olan, düzenli, katılımcı, anlaşılır ve oluşabilecek riskleri irdeleyen bir yönetim sistemine ihtiyaç vardır. Ancak böyle bir sistem sayesinde sürdürülebilir sonuçlar elde edilebilir.

OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series) yukarıda açıklanmış olan gereksinimlerin sonucunda doğmuş, bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi standardı olarak tanımlanabilir.

OHSAS 18001, bir iş sağlığı ve güvenliği politikasına oturan, "planlama", "uygulama ve çalıştırma", "kontrol ve düzeltici faaliyet", "yönetimin gözden geçirilmesi" ve "sürekli iyileştirme" unsurlarına dayanan bir iş sağlığı ve güvenliği sistemi olarak tanımlanabilir.

3. İŞ GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMLERİ

Bu bölümde Türkiye'de de yeni yeni uygulama alanı bulan, dünya ölçeğinde ise artık belli bir olgunluğa erişmiş iş güvenliği yönetim sistemleri üzerinde durulacak ve bunların karşılaştırılması, eski ve yeni mevzuatımız gözönüne alınarak yapılacaktır. İş güvenliği yönetim sistemlerinin çıkış noktası, iş güvenliği ve sağlığı konusunda bir belgelendirme ve standardizasyona duyulan gereksinimdir. Firmaları iş güvenliği ve sağlığı konusunda yapmaları gereken yönetsel başlıklarda belli bir standarda ulaştırmak ve bu standard üzerinden firmaların iş güvenliği yönetimini değerlendirmek amacıyla hazırlanan sistemlerin en fazla öne çıkanı OHSAS 18001 Yönetim sistemleridir. İnşaat sektöründe giderek daha fazla tanınmaya ve bir gereklilik olarak kendini dayatmaya başlayan bu sisteme ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

3.1 OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi

İşçilerin işlerini rahatça yapabilmeleri ve kafalarında başkaca hiçbir problem kalmadan kaliteli ve verimli bir sonuç elde etmeleri için "iş sağlığı ve güvenliği" kavramına gerekli önem verilmelidir. Bu bağlamda, iş güvenliği ve sağlığı konusu sistematik bir şekilde ele alınmalıdır. Bu sebeple sağlıklı işleyen, güvenilir, kontrol edilebilir, sürekliliği olan, düzenli, katılımcı, anlaşılır ve oluşabilecek riskleri irdeleyen bir yönetim sistemine ihtiyaç vardır. Ancak böyle bir sistem sayesinde sürdürülebilir sonuçlar elde edilebilir.

OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series) yukarıda açıklanmış olan gereksinimlerin sonucunda doğmuş, bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi standardı olarak tanımlanabilir.

OHSAS 18001, bir iş sağlığı ve güvenliği politikasına oturan, "planlama", "uygulama ve çalıştırma", "kontrol ve düzeltici faaliyet", "yönetimin gözden geçirilmesi" ve "sürekli iyileştirme" unsurlarına dayanan bir iş sağlığı ve güvenliği sistemi olarak tanımlanabilir.

"İş güvenliği yönetimi, kuruluşun organizasyonundaki mesleki sağlık ve güvenliği belirleyen tüm yönetim fonksiyonlarını içeren aktivitelerin toplamı olarak özetlenebilir."

Kısaca,OHSAS 18001, bir işletmenin organizasyonundaki tüm iş sağlığı ve güvenliği konularını yönetim etkinliği perspektifinden inceleyen bir standarttır.

3.1.1 Tarihsel Gelişim

İş sağlığı ve güvenliği standartlarının ortaya çıkması çok yakın zamana kadar mümkün olmamıştır. Bu konuda ilk adım olarak, 1996 yılında yayınlanmış olan BS 8800 gösterilebilir. Fakat, bu standart beklentiler tam olarak karşılamıyor ve bir sertifikasyon amacı gütmüyordu. BS 8800'ün dolduramadığı bu boşluğu doldurmak amacı ile ISA 2000 ve DNV tarafından yayınlanan OHSMS da gerekli ihtiyaca cevap olamamıştır. ISA 2000, belgelendirmeye esas olan ilk standarttır. Standart, genel olarak, iş sağlığı ve güvenliği konusunu bir yönetim organizasyonu olarak ele almaya çalışır. Buna karşın, bu standardın ortaya koymuş olduğu modelin uygulanabilirliği düşüktür. Çünkü, önerilen sistem çok detaylı olup, kurulumunun maliyeti yüksektir. Bu sebeple, ISA 2000 yeterli uygulama alanı bulamamıştır.

Yukarıda da açıklandığı gibi, kabul görür bir standardın ortaya çıkmayışı, uluslararası standardizasyon kuruluşlarını yeni arayışlara sevk etmiştir. Bu bağlamda, ISO 9001 ve ISO 14001'e uyumlu olacak şekilde hazırlanan OHSAS 18001 ortaya çıkmıştır.

OHSAS 18001'i daha önce hazırlanan standartlardan farklı kılan unsurlar şunlardır;

a) Standardın uygulama alanının geniş tutulması.

b) Özellikle bir iş güvenliği ve yönetim sisteminde bulunması gereken temel noktaları vurgulaması. Uygulayıcıya inisiyatif vermesi.

c) ISO 9001 ve ISO 14001 ile entegre bir yapıya sahip olması.

İş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemi çalışmalarının tarihçesi aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1993 İngiliz Standartları Enstitüsü, BS 8750 tarifnamesini geliştirmeye başladı,
- 1996 BS 8800 kılavuzu yayımlandı,

- 1996 ISO İSİG çalışması başladı,
- 1997 NPR 5001 kılavuzu yayımlandı,
- 1999 İSİG çalışması hakkındaki ISO/TMB (Technical Management Board) kararları alındı,
- Nisan-1999 OHSAS 18001 yayımlandı,
- Kasım-1999 OHSAS 18002 yayımlandı (18002, kuruluşlarda sistemin nasıl uygulanacağını anlatan destek dokümandır).

Türkiye'de standardizasyonla ilgili kurum olan, Türk Standartları Enstitüsü, 9 Nisan 2001 tarihinde, OHSAS 18001'in Türkçe çevirisi olan TS18001 (İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri- Şartlar) yayımlanmıştır. Standardın amacı kapsam bölümünde şu şekilde açıklanmıştır; "Bu standart, kuruluşun iş sağlığı ve güvenliği risklerini kontrol etmesi ve performansını geliştirmesini sağlamak için işçi sağlığı güvenliği, yönetim sistemi şartlarını kapsar."

3.1.2 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Spesifikasyonu

Bu bölümde OHSAS 18001'in kapsamından, yaptığı tanımlamalardan ve yönetim sistemin unsurlarından söz edilecektir. Zira yönetim sistemini oluştururken, ilk başta tanımların yerli yerine oturtulması son derece önemlidir.

-Kapsam

OHSAS 18001, iş sağlığı ve güvenliği konusunda, risklerin kontrolü ve performansın arttırılmasını sağlamak amacı ile bir yönetim sisteminin ana hatlarını ortaya koyar. Fazla ayrıntıya girmeyen OHSAS 18001, yönetim sisteminin tasarımı ve performans kriterleri hakkında elastik bir yapıya sahiptir. OHSAS 18001 ürün ve servis güvenliğine değil, iş sağlığı ve iş güvenliğine dair konularda hazırlanmış bir standarttır.

OHSAS 18001'e kaynaklık yapan yayınlar;

- ISO 9001:1994 Kalite Sistemleri – Üretim, Tesis ve Serviste Kalite Güvencesi
- ISO 14001:1996 Çevre Yönetim Sistemi – Kullanım Kılavuzu
- ISO/IEC Rehber 2 1996 Standardizasyon ve İlgili Faaliyetler – Genel Sözlük

Bu yayınların son baskılarına başvurulması önerilir. Özellikle;

- OHSAS 18002 : 1999 OHSAS 18001'in Uygulanması İçin Rehber
- BS 8800: 1996 İşçi Sağlığı ve iş Güvenliği Yönetim Sistemleri İçin Rehber

Bu konuyla ilgilenenlerin başvurabilecekleri önemli ve kullanışlı rehberlerdir.

OHSAS 18001'e kaynaklık eden yayınların hemen hemen hepsi kendi alanında standardizasyon oluşturmaya çalışan yayınlardır. Buradan da, tüm bu standardizasyonun birbirine uyumlu olduğu sonucu çıkacaktır. Dolayısıyla ISO belgelerinden herhangi birisini alan bir firmanın, OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi'ne kolayca gececeği düşünülebilir. Bunun tersi de geçerlidir. Burada firmalar arasında belli konularda stardardizasyon son derece işlevli olup, şirketlerin ortak çalışmalarında işe yarayacak bir noktadır.

3.1.2.1 Tanımlar

Kaza: Ölüme, hastalığa, hasara, zarara ya da diğer kayıplara yol açan istenmeyen olay.

Tetkik: Faaliyetlerin ve ilgili sonuçlarının planlanmış düzenlemelere uygunluğunu, bu düzenlemelerin etkili bir biçimde uygulandığını ve politikaları ve hedefleri gerçekleştirmek için uygun olduğunu belirlemek amacıyla yapılan sistematik değerlendirmelerdir.

Sürekli İyileşme: Organizasyonun İSİG politikasına bağlı olarak genel işçi sağlığı ve iş güvenliği performansında gelişmeler sağlamak için; iş sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemini geliştirme sürecidir.

Tehlike: İnsan yaralanması ya da hastalığı, malın hasar görmesi, iş yeri çevresinin zarar görmesi ya da bunların kombinasyonuna neden olabilecek potansiyel bir durum ya da kaynak

Tehlike Tanımlanması: Tehlikenin farkına varma ve özelliklerini (karakteristiklerini) tanımlama süreci

Olay: Kazaya neden olan ya da olma potansiyeli olan oluşum.

Ölüme, hastalığa, hasara, zarara ya da diğer kayıplara neden olmayan olaylar "kayba ramak kala" dır. "Olay", "kayba ramak kalmaları" da kapsar.

İlgili taraflar: Organizasyonun İSİG performansı ile ilgilenen ya da bundan etkilenen birey ve gruplar.

Uygunsuzluk: Doğrudan ya da dolaylı olarak insan yaralanmasına ya da hastalığına, malın hasar görmesine, iş yeri çevresinin zarar görmesine ya da bunların kombinasyonuna neden olabilecek bir olay sonucu, iş standartları, uygulamalar, prosedürler, kurallar, yönetim sistemi performansı ve benzerlerinden, herhangi bir sapma.

Hedefler: Organizasyonun İSİG performansı anlamında elde etmek istediği sonuçlar.

İş Sağlığı ve İş Güvenliği: Çalışanların, geçici işçilerin, müteahhit personelinin, ziyaretçilerin ve iş sahasındaki diğer tüm insanların iyiliğini etkileyecek faktör ve koşullar.

İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi: Organizasyonun yönetim sisteminin, faaliyet alanı ile ilgili İSİG risklerini yönetmek için kullanılan parçası olarak tanımlanabilir. Bu sistem, organizasyonun yapısını, planlama faaliyetlerini, sorumluluklarını, iş pratiklerini, prosedürlerini, süreçlerini ve İSİG sisteminin geliştirilmesini, uygulanmasını, iyileştirilmesini, gözden geçirilmesini ve sürekliliğinin sağlanmasını kapsar.

Organizasyon: Şirket, işletme, firma, girişim, enstitü ya da birlik.

Performans: Organizasyonun İSİG yönetim sisteminin; İSİG politika ve amaçlarına dayanan, işçi sağlığı ve iş güvenlik risklerinin kontrolü ile ilgili ölçülebilir sonuçlarıdır. Performans ölçümü İSİG yönetim faaliyetleri ve sonuçlarını kapsar.

Risk: Belirlenmiş tehlikeli bir olayın sonuçları ve oluşma olasılığının bileşkesi

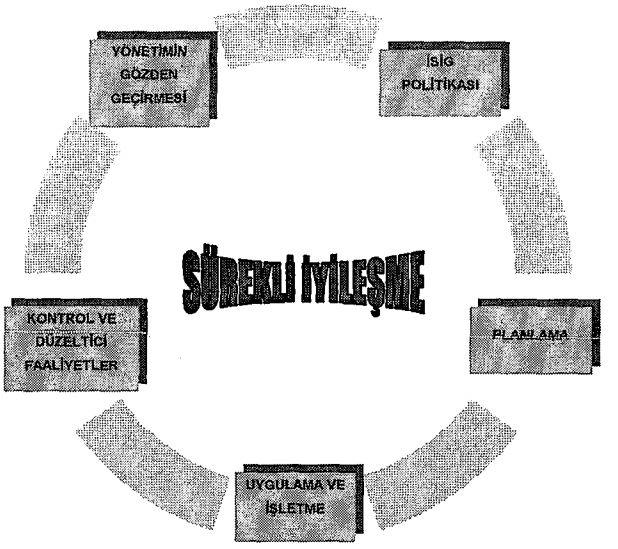
Risk Değerlendirme: Riskin büyüklüğünü hesaplama ve riskin tolere edilebilir olup olmadığına karar verme işlemi.

Güvenlik: Kabul edilemez zarar riskinden uzak olma durumu (ISO / IEC Rehber 2)

Tolere Edilebilir Risk: Organizasyonun yasal yükümlülükleri ve İSİG politikası çerçevesinde tahammül edilebilir düzeye indirilmiş risk

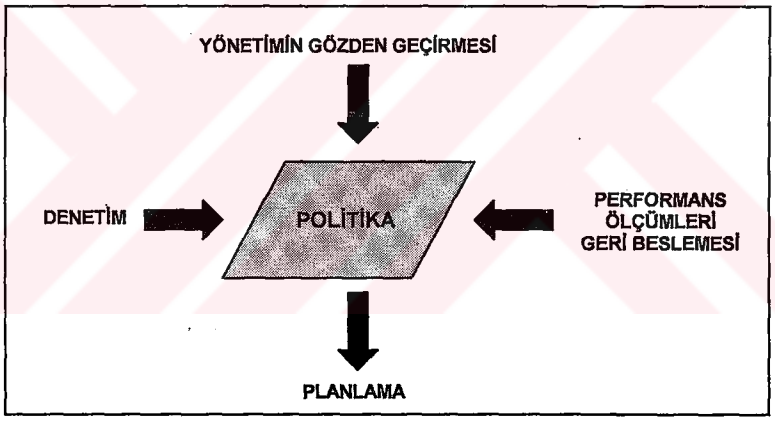
3.1.2.2 İSİG Yönetim Sistemi Elemanları

İş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemi elemanları beş tanedir. Bu elemanlar Şekil 3.1'de açıkça görülmektedir.



Şekil 3.1 Başarılı İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetiminin Elemanları

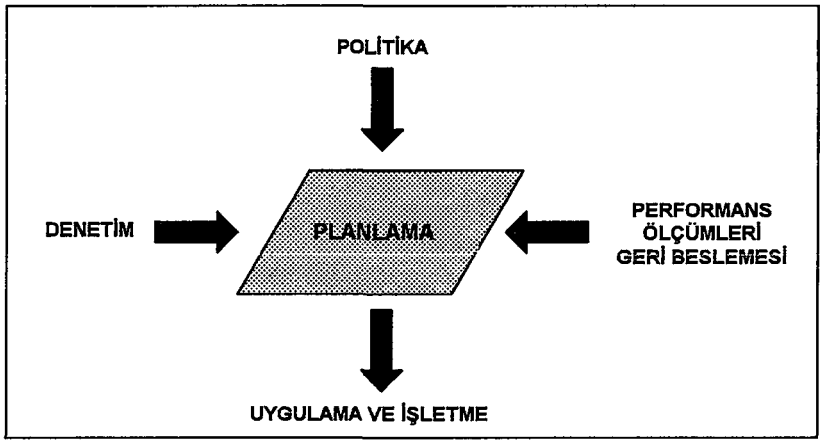
Şekil 3.2'de ise sistemin girdileri ve çıktıları gösterilmektedir.



Şekil 3.2 İSİG Politikası

Politika, yönetim tarafından performans ölçümleri ve denetimden elde edilen bilgiler ışığında ortaya konur. Politika, asıl itibariyle planlamaya kaynaklık eder. Bir diğer deyişle planlamanın sınırlarını çizer. Politika, organizasyonun yönetimi tarafından kabul edilmiş olmalı, güvenlik ve sağlık konularında sistemli bir ilerleme isteği açıkça ortaya konulmalıdır. Politika, organizasyonun yapısına, iş güvenliği riskinin derecesine uygun bir yapıya sahip olmalıdır. Ayrıca, politika sürekli iyileştirme konusunda yönetimin kararlılığını ortaya koyar bir yapıya sahip olmalıdır. Politikanın yürürlükteki mevzuata uygunluğu bir diğer önemli husustur. Politika mutlaka belgelenmeli ve pratiğe aktarılmalıdır. İşçiler politika konusunda bilgilendirilmelidir. Ayrıca politika ilgili herkes için ulaşılabilir olmalıdır.

Planlama ise politika, denetim, uygulama-işletme ve performans ölçümleri ile geri beslemelerle oluşturulmaktadır. Şekil 3.3'de gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Planlama

Planlamanın farklı boyutları bulunmaktadır. Örneğin;

a) Tehlikelerin Tanımlanması, Risk Değerlendirilmesi ve Risklerin Kontrol Edilmesi İçin Planlama:

Bu tip bir planlama yapmak için, tehlikeli durumların ve risklerin değerlendirilmesi ile organizasyon içindeki performansın ölçülmesinden elde edilen sonuçlar, politikanın hedefleri çerçevesinde ele alınmalı ve gerekli prosedürler hazırlanmalıdır.

Bu prosedürler rutin ve rutin olmayan faaliyetleri, işyerine ulaşabilme imkanına sahip tüm personelin faaliyetlerini (taşeronlar ve misafirler dahil) ve iş yerinde sağlanan tüm olanakları kapsamalıdır.

Tehlikelerin tanımlanması, risklerin denetlenmesi ve kontrol edilmesi konusunda daha fazla rehberlik için OHSAS 18002'e bakılabilir.

b) Yasal Şartlar ve Diğer Gereklilikler:

Yasal şartların, organizasyon tarafından, tanımlanabilmesi ve ulaşılabilmesi açısından bir prosedür oluşturulmalıdır. Mevzuatla ilgili bilgiler sürekli güncellenmeli ve ilgili taraflar periyodik olarak bu konuda bilgilendirilmelidir.

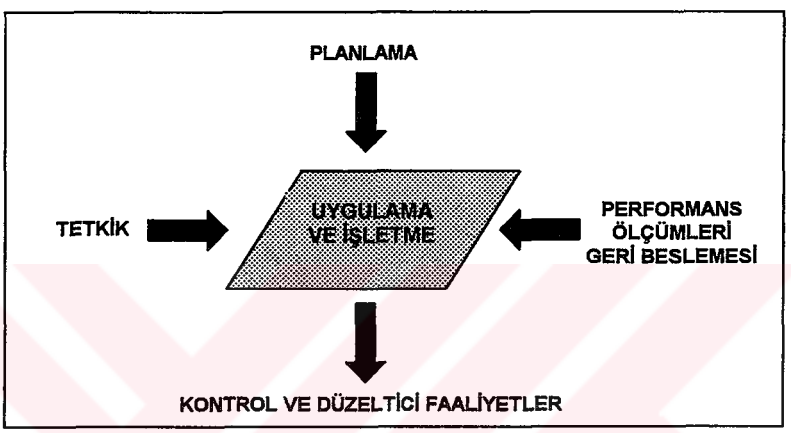
c) Hedefler:

Hedefler öncelikle iş güvenliği politikasına uygun olmalıdır. Hedefler belirlenirken yasal şartlar göz ardı edilmemelidir. Ayrıca, iş güvenliği zararları, risk durumu, teknolojik durum, finansman ve işletme özelliklerine uygun hedefler seçilmelidir.

d) İSİG Yönetim Program(lar)ı:

Yukarıda açıklamış olduğumuz hedefler doğrultusunda sürdürülebilir yönetim programları hazırlanmalıdır. Bu yönetim programlarında dökümantasyon önemli bir husustur. Dökümantasyonda mutlaka hedeflere ulaşılması için gerekli yetki ve sorumluluk paylaşımından söz edilmelidir. Buna ek olarak, hedefler doğrultusunda kullanılacak araç ve zaman çizelgeleri dökümante edilmelidir. İş programları, sürekli izlenmeli ve gerekli düzeltmeler vakit kaybetmeden yapılmalıdır.

Uygulama ve İşletme'nin yönetim döngüsündeki yeri ise Şekil 3.4'te verilmektedir.



Şekil 3.4 Uygulama ve İşletme

Uygulama ve işletme aşamasında uygulanması gereken önemli başlıklar ise aşağıda sıralanmaktadır. Etkin bir yönetim için ilk aşamada yapının oluşturulması ve sorumlulukların belirlenmesi, sonrasında eğitim, dökümantasyon sistemi ve diğer başlıkları yerli yerine oturtulmaları zorunludur.

a) Yapı ve Sorumluluklar:

İşletmede iş güvenliği yönetim ve organizasyonu konusunda çalışacak olan personelin rolü, yetkileri, sorumlu olduğu kişiler, açıkça belirtilmeli, bu bilgiler belgelenmeli ve ilgili tarafların bilgisine sunulmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği yönetiminde asıl görev üst yönetime düşmelidir. Üst düzey bir yönetici iş güvenliği prosesinin uygulanması, denetlenmesi konularında yetkili olmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli kaynakları sağlamakla sorumlu olan yönetimdir.

OHSAS 18001'e uygun olarak bir sistemin kurulması, işletilmesi ve sürdürülmesi ile sistemin iyileştirilmesine temel oluşturacak sistem performansı raporlarını oluşturacak bir kişinin yönetim tarafından atanması zorunludur. Bu kişi gerekli yetkiye sahip olmalıdır.

b) Eğitim, Bilinçlendirme ve Yetkinlik:

İş yerinde çalışacak personel iş güvenliği ve sağlığı konusunda yeterli bilgiye sahip olmalıdır. Bu tanımda bahis edilen "yeterli"den kasıt uygun eğitim,öğretim veya deneyime sahip olmak olarak tanımlanabilir. Yönetim her düzeyde çalışanını iş güvenliği yönetim ve organizasyonu konusunda bilgilendirmelidir. Bu bilgilendirme, sisteme uyumun önemini, iş güvenliği sisteminin getirdiği sonuçları, sistemin faydalarını, sistemin politikasını, prosedürleri, acil durumlarda yapılması gerekenleri, sapmanın yaratacağı sonuçları içermelidir. Eğitim prosedürleri sorumluluk, yetenek ve okuryazarlık düzeyi ve risklere göre farklılıklar olacağını dikkate almalıdır. Şantiyelerde gerçekleştirilecek periyodik tehlike ve risk analizleri, işçilere ve diğer çalışanlara verilecek eğitimlere ışık tutabilir.

c) İletişim ve Bilgi Paylaşımı:

Yönetim, organizasyonda çalışanlardan ve tüm ilgililerden bilgi alış verişini kolaylaştıracak bir uygulanabilir prosedür kurmakla sorumludur. İş güvenliği ve sağlığı sistemine etkin işçi katılımı sağlanmalıdır.

d) Dokümantasyon:

Organizasyon, yazılı, elektronik vb. uygun ortamlarda, yönetim sisteminin ana elemanlarını ve bu elamanların birbirleriyle olan ilişkileri açıklamak ve ilgili dökümana yönlendirmeyi sağlayacak bir dökümantasyon sistemi kurmakla sorumludur. .

e) Doküman ve Veri Kontrolü:

Dökümantasyon sistemi ve verilerin OHSAS şartlarına uygun olarak kontrol edilmesi için prosedürler oluşturulmalıdır.

Şu noktalardan emin olunmalıdır;

- Yerleştirilebilir olduklarından,
- Periyodik olarak gözden geçirildikleri, gerekli olduğunda revize edildikleri ve yetkilendirilmiş personel tarafından yeterliliklerinin onaylandığından,
- İlgili dökümanların son nüshalarının sistemin uygulandığı tüm birimlerde bulunduğundan,

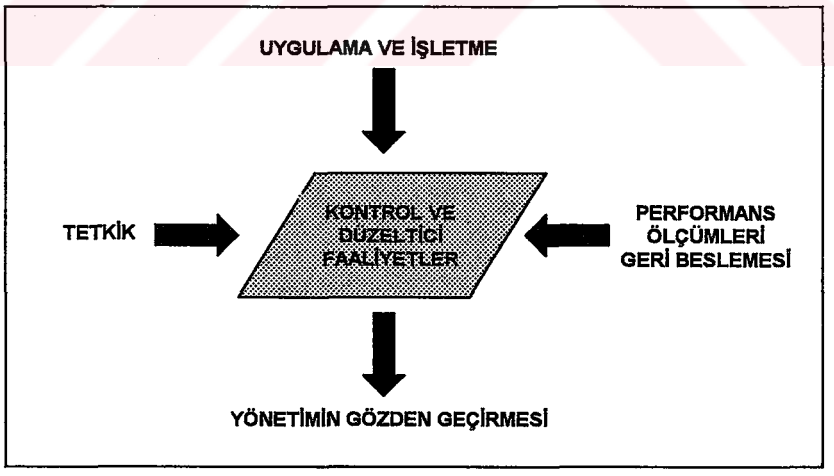
- Geçersiz belgelerin, dökümantasyon sisteminden hızlı bir şekilde ayıklanıldığından,
- Yasal gereklilikler için veya bilgi saklama amacı için ya da her iki amaç için birden arşivlenen doküman ve verilerin uygun biçimde tanımlandığından emin olunmalıdır.

f) Çalıştırma Kontrolü:

Yönetim, uygulanması gerekli önlemleri tespit etmeli, bu tespiti yaparken tanımlanmış riskleri göz önüne almalıdır. Yapılacak faaliyetler, bakım çalışmaları da dahil olmak üzere planlanmalıdır.

g) Acil Durum Hazırlıkları ve Acil Durumlara Tepki:

Yönetim, acil durumlarda yapılacakları ve durum sonucu oluşabilecek muhtemel yaralanmaları önlemek için sürdürülebilir plan ve programlar yapmalıdır. Özellikle bir acil durumun oluşmasından sonra bu olayla ilgili elde edilmiş donelerden yararlanılarak acil durumlarda kullanılacak prosedürler revize edilmelidir. Periyodik olarak mümkün ise yapılan planlamalar tatbikat şeklinde denenmelidir. Kontrol ve düzenleyici faaliyetlerin yönetim döngüsündeki yeri ise Şekil 3.5'te açıkça görülmektedir.



Şekil 3.5 Kontrol ve Düzeltici Faaliyetler

Uygulama ve İşletme, aşağıda açıklanan gerekleri içermelidir.

a) Performans Ölçümleri ve İzleme

Kuruluş, düzenli bir performans ölçüm ve izleme prosedürü kurmakla ve sürdürmekle sorumludur.

Bu prosedürler sayesinde;

* Yönetimin gereksinimlerini karşılayacak somut ve soyut ölçümler,

* İş güvenliği yönetim sisteminde hedeflerden ne kadar sapıldığı,

* Performansın, sisteme ve yasal mevzuata uygunluğunu gösteren lehte ölçümleri,

* Eksiklikleri ortaya koyan aleyhte ölçümleri,

* Daha sonra yapılacak düzeltici faaliyetlere kaynaklık yapması amacıyla performans ölçüm ve izlemelerinin kayıt altına alınması sağlanır.

b) Kazalar, Olaylar, Uygunsuzluklar ve Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler:

Organizasyon,

- kazaların, olayların ve uygunsuzlukların incelenmesi,
- kazalardan, olaylardan ya da uygunsuzluklardan kaynaklanan sorunların hafifletilmesi için çalışılması,
- düzeltici ve önleyici faaliyetlerin uygulanabilirliğinin sağlanması,
- yapılan düzenleyici faaliyetlerin kazandırdıklarının tespitini yapmak için gerekli prosedürleri hazırlamalıdır.

Bu prosedürler, bütün düzeltici ve önleyici faaliyetlerin risk analizi aşamasında ele alınmasını gerektirir.

Alınan tedbir, belirlenen risk ve problemin büyüklüğüne uygun olmalıdır.

c) Kayıtlar ve Kayıt Yönetimi:

Organizasyon, tetkik sonuçları ve gözden geçirme kayıtları da dahil, İSİG kayıtlarının tanımlanması, saklanması ve ortadan kaldırılması için prosedürler oluşturmalı ve sürekliliklerini sağlamalıdır.

İSİG kayıtları okunaklı, tanımlanabilir olmalı ve kapsadığı faaliyetlerin izlenebilirliğini sağlamalıdır.

İSİG kayıtları, kolaylıkla ulaşılabilir olmaları; hasar görmemeleri, bozulmamaları ve kaybolmamaları sağlanacak şekilde saklanmalı ve korunmalıdır. Saklanma süreleri belirlenmeli ve kaydedilmelidir.

Kayıtlar sistem ve organizasyon yapısına uygun olarak saklanmalı, OHSAS spesifikasyonuna uyumu göstermelidir.

d) Tetkik:

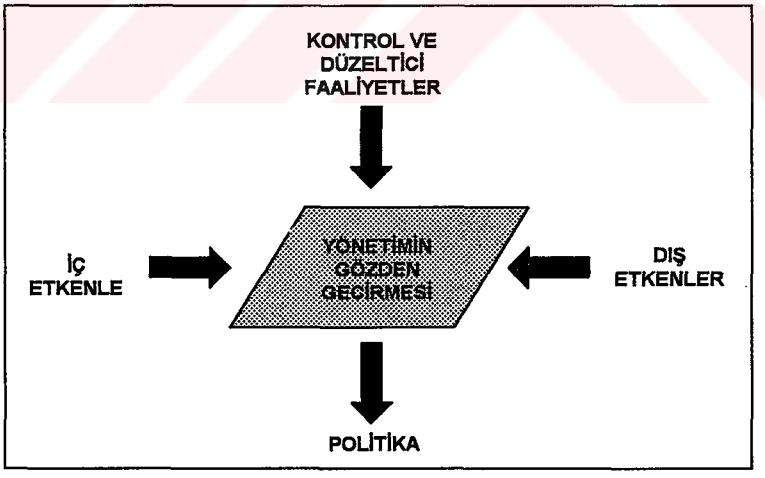
Tetkik, organizasyon tarafından önemsenmeli ve gerekli uygulama prosedürleri oluşturulmalıdır.

Tetkik, sistemin yapılan planlara uygunluğunu, düzenli bir şekilde uygulanmasını, hedeflere ulaşmakta etkin olmayı sağlayan bir unsurdur.

Buna ek olarak, önceki tetkiklerin gözden geçirilebilmesi ve yönetimin tetkikler sayesinde sisteme hakim oluşu ancak düzenli bir tetkik prosedürü sayesinde olur.

İmkan dahilinde tetkiklerin yapıldığı yerde görev almayan "bağımsız" birinin tetkik yapması gereklidir. Bu açıklamadaki bağımsızdan kasıt kuruluş dışından biri olması manasına gelmemektedir.

Yönetimin Gözden Geçirilmesi ise OHSAS Yönetim sisteminin son başlığını oluşturmakta olup, Şekil 3.6'da yönetimin gözden geçirilmesinin yönetim döngüsündeki yeri açıkça görülmektedir.



Şekil 3.6 Yönetimin Gözden Geçirmesi

Yöneticiler, kontrol ve düzenleyici faaliyetlerin ışığında sistemin yeterliliğini ve etkinliğini sağlamak için periyodik olarak yönetim sistemini gözden geçirmelidirler Bu gözden geçirme dökümante edilmelidir.

Yönetimin gözden geçirmesi faaliyetleri, yönetim sistemi denetim sonuçları, değişen koşullar ve sürekli iyileştirme taahhüdü ışığında; politika, hedefler ve yönetim sisteminin diğer elemanlarının değişimi ihtiyacını saptamalıdır.

3.2 OHSAS 18001, OHSAS 18002 ile ILO-OSH : 2001'in karşılaştırılması

Bu bölümde ILO'nun hazırlamış olduğu ILO-OSH ile OHSAS belgeleri arasındaki ana farklar irdelenecektir. İki standart arasında temel konularda kayda değer farklar bulunmamaktadır. Bir diğer değişle, OHSAS 18001 ve ILO-OSH : 2001, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri olarak verdikleri temel tavsiyeler açısından büyük benzerlik göstermektedirler.

Öte yandan Uluslararası Çalışma Örgütü tarafından hazırlanan ILO-OSH'nin iki önemli amacı bulunmaktadır. Bunlar:

a) Ülkenin kendi iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemini kurmasına yardımcı olmak,

b) Genel politika ve yönetim düzenlemesi bakımından tekil organizasyonlara yol göstermektir.

OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenli yönetim sisteminin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde, risk kontrolü ve performans arttırma konularına değinmektedir. OHSAS 18002 ise OHSAS 18001'in uygulanması için yol gösteren bir standarttır. OHSAS dokümanlarının, ILO-OSH'nin üçüncü bölümü ile karşılaştırılabilir bir uygunluğa sahip olduğu söylenebilir. İki yönetim sistemi arasındaki karşılaştırma 11 madde üzerinde detaylı olarak yapılacaktır. Bu karşılaştırma, inşaat firmalarında ve şantiyelerde en etkin yönetim sistemine karar verilebilmesi ve iş kazalarını sıfır noktasına çekmek açısından verimli olacaktır.

3.2.1 Her iki yönetim sisteminin temel başlıklarının karşılaştırılması

-Kapsam: ILO-OSH, İŞÇİ odaklı bir yapıya sahiptir. OHSAS türü standartlar ise daha liberal (tarafsız) bir tarza sahiptir. Bu temel farklılığı iki standardın tehlike kavramını tanımlama şekillerinden rahatlıkla anlayabiliriz.

OHSAS 18001'e göre tehlike insanların yaralanması, hastalanması, malın, çalışılan yerin zarar görmesi veya bunların birlikte gerçekleşmesine neden olabilecek

potansiyel kaynak veya durum olarak tanımlanırken, ILO-OSH'e göre tehlike insan sağlığına zarar verebilecek potansiyel durum olarak tanımlanmaktadır.

Bu iki tanımdan da anlaşıldığı üzere, ILO-OSH insan odaklı bir temele oturmaktadır. Halbuki OHSAS 18001, insanın yanına malı da koyarak işveren açısından daha kabul edilebilir bir temele oturmaktadır.

*Model:*Her iki standartta da önerilen temel sistem birbirlerine benzer bir yapıya sahiptir. Genel yönetim elamanları ve döngüsü birbirinden farksızdır.

*İşçi Katılımı:*ILO-OSH'ye göre, işveren sağlık ve güvenlik komitesini kurmak ve bu komiteyi etkin olarak çalıştırmaktan sorumludur. Buna ek olarak, işçi güvenliği ve sağlığı temsilcilerini kanunların öngördüğü şekilde tanımalıdır. ILO-OSH, işçi katılımı konusuna büyük önem vermektedir.

OHSAS 18001, bu konuda dokümantasyon, düzenlemelerin geliştirilmesi ve organizasyona daha genel olarak ilgililerin (tüm tarafların) katılımının gerekliliğini ortaya koyar. ILO-OSH ise bu gerekliliği ulusal konunlar ve uygulamaların gerektirdiği şekilde düzenlenebilmesi açısından bir zorunluluk olarak nitelememektedir.

Bir diğer deyişle ILO-OSH daha uluslar arası bir yapıya sahip olduğu için, ülkelerin kendi mevzuatları içinde bu sorunu çözümlemelerini önermektedir. Buna karşın OHSAS 18001 tekil sistem yönetimi odaklı olduğu için daha net ifadeler kullanabilmektedir.

*Sorumluluklar:*ILO-OSH, önlemlerin alınmasını ve sağlık programlarını önerir. OHSAS dokümanları da bu önlemleri önerirler. Fakat bu önlemlerin alınması için risk durumu (risk analizi sonuçlarının) ile iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin bu ihtiyacı ortaya koyması gerektiği ifade eder.

*Hizmet İçin Eğitim :*Bu konu OHSAS dokümanlarına göre bir zorunluluk değildir. ILO-OHS ise bu konuyu 3.4.4 no'lu alt başlıkta incelemektedir. ILO-OHS'ye göre, eğitim bütün katılımcılara ücretsiz ve iş saatleri içinde (mümkünse) sağlanmalıdır. Bu fark daha önce belirtmiş olduğumuz ILO,OSH'nın daha işçi odaklı olduğu yargısını destekler özelliktedir.

*Tehlike Önleme:*ILO-OSH'ye göre, tehlike ve risk önleyecek önlemlerin alınması önerilmektedir. Bu önlemlerin öncelikleri şöyle sıralanabilir;

a) tehlike/risk' i yok etmek

b) tehlike/risk' i kaynağında kontrol etmek

c) güvenlikli çalışma sistemleri tasarlayarak tehlike/risk' i minimize etmek

d) işçinin tehlike/risk önlemlerine katılımını sağlamak. Kişisel korunma önlemlerinin kullanılmasını sağlamak.

OHSAS dokümanları, bu konuda pek açıklayıcı değildir. OHSAS'a göre tehlikenin ortamdan kaldırılması için, risk yönetimi ölçümleri sonuçları kullanılmalıdır. Buna ek olarak, mevcut riskin azaltılması, olayın oluş sıklığını ve potansiyel tehlike derecesini azaltarak yapılmalıdır. OHSAS dokümanları genel olarak, daha ayrıntılı bir şekilde tehlike tanımlaması, risk ve risk kontrolü konularını işlemektedir.

Bu fark bize OHSAS belgesinin daha esnek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi OHSAS bu özelliği ile uygulanabilirliğini arttırmaktadır. Bir diğer deyişle, OHSAS ne yapılacağını değil, nasıl bir sistemle yapılacağını belirten bir dokümandır.

*Tedarik:*ILO-OSH tarifine göre, sağlık ve güvenlik ihtiyaçları satın alma ve kiralanma ile sağlanmalıdır. OHSAS dokümanlarına göre ihtiyaçlar satıcı ile bağlantıya geçilerek sağlanabilir. Fakat bu bağlantının nasıl olacağından bahis edilmemektedir. ILO-OSH'ye göre ulusal konunlar ve düzenlemeler, tedarik işleminden önce incelenmelidir. OHSAS'a göre ulusal kanunlar ve düzenlemeler risk analizi sırasında ele alınmalıdır.

*Alt Yüklenici:*ILO-OSH, organizasyonun güvenlik ve sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için yükleniciye uygulanacak adımları tanımlar. OHSAS bu konuyla ilgili bir bilgi vermemektedir.

ILO-OSH'ye göre,

a) İş sağlığı ve güvenliği kriterleri yüklenici seçilirken göz önüne alınmalı,

b) Tehlike ve tehlike önleme konularında yüklenici ile organizasyon arasında etkili iletişim kurulmalı,

c) Raporlama sistemi uygun olarak kurulmalı,

d) Güvenlik ve sağlık için uygun çalışma imkanı alt-yükleniciye yada onun çalışanlarına sağlanmalıdır.

e) Alt-yüklenicilerin yaptığı işler, sağlık ve güvenlik bakımından kontrol edilmelidir.

f) Alt-yüklenicinin sahada uygulanan sağlık ve güvenlik kurallarına uyması sağlanmalıdır.

OHSAS'ın bu konuda kayıtsız kalışı, bu konuyu yönetimin inisiyatifine bırakma isteği olarak tanımlanabilirse, bir eksiklik olarak görülebilmesi de mümkündür.

3.2.2 Yaralanma, Hastalık ve Olayların İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerindeki Etkilerinin İrdelenmesi

ILO-OSH bu konuda koruyucu ve düzeltici, risk değerlendirme prosesine dayanan, OHSAS 18001'e benzer bir uygulama tarzı önermemektedir. OHSAS 18001 ise bu konuyla ILO-OSH' dekinden daha etkin olarak değinmektedir.

OHSAS 18001' e göre, (4.5.2)

Kuruluş, aşağıdakiler için sorumluluk ve yetkiyi belirlemek için prosedürler oluşturmalı ve sürdürmelidir.

a) Aşağıdakilerin ele alınması ve incelenmesi için,

- Kazalar
- Vakalar
- Uygunsuzluklar

b) Bu durumları azaltmak için tedbir alınmalı

c) Düzenleyici ve önleyici faaliyetler başlatılmalı

d) Yapılan düzenleyici ve önleyici faaliyetlerin teyidi yapılmalı.

Bu prosedürler, önerilen bütün düzeltici ve önleyici faaliyetler gerçekleştirmeden önce risk değerlendirmesi yapılmasını gerektirir.

Denetim

ILO-OSH denetim elemanların seçiminde istişare yapılmasını önerir.

OHSAS ise denetim elemanlarının bağımsız ve objektif olarak çalışmasını önerir.

Sürekli Gelişim

ILO-OSH' de bu konu ayrı bir alt başlık olarak, detaylı bir şekilde incelenmektedir. Aynı düzenleme OHSAS dokümanlarında da bulunmaktadır. Fakat ayrı bir başlık altında yer almamaktadır. Bu konu ILO-OSH' da madde 3.16 olarak geçer. ILO-OSH' ye göre,

Sistem kendi içinde sürekli olarak geliştirecek düzenlemelere dikkat edilmelidir. Bu düzenlemeler aşağıdaki maddeler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

a) İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin ana kapsamına uygun olmalıdır,

b) Risk tanımları göz önün alınmalı,

c) Performans sonuçları incelenmeli,

d) İş kazaları, hastalık ve vakalar incelenmeli buna ek olarak denetim elemanlarının görüşü olmalı,

e) Yönetim değerlendirme sonuçları incelenmeli,

f) Gelişimle ilgili, organizasyon içi ve dışı tüm kurumların görüşleri dikkate alınmalı,

g) Konular, yönetmelikler sürekli incelenmeli,

h) Yeni farklı araştırmalar taranmalı,

i) Daha önce uygulanmış iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri incelenmeli.

Sonuç olarak her iki sistemin karşılaştırılması için şunlar söylenebilir. OHSAS dokümanları ve ILO-OSH aynı amaca farklı yollardan ulaşmaya çalışan iki düzenleme olarak düşünülebilir.

Her ikisininde ulaşmak istediği ana amaç iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemini standart hale getirerek yaygınlaştırmaktır.

ILO-OSH genel olarak daha uluslararası bir yapıya sahiptir. Bunun yanında OHSAS daha çok bireysel işletmelere hitap etmektedir. Bir başka değişle ILO-OSH misyonunu daha geniş tutmaktadır.

Buna ek olarak, ILO-OSH hazırlanışı bakımından iş sağlığı ve güvenlik yönetimine işçi odaklı bir sistem içinde bakmaktadır.

OHSAS ise, işletmelerin bu konuya baktıkları pencereden bu konuyu incelemektedir.

Sonuç olarak, OHSAS ile ILO-OSH'nin OHSAS'a uyumlu üçüncü bölümü, iki başlık altında incelenmiştir. Bu incelemeden de anlaşılmaktadır ki, iki standart bir çok konuda birbirlerinden nüansla ayrılmakta, bazı konularda ise konulara verilen ağırlık ve bakış açısı bakımından, bazı farklılıklar söz konusu olmaktadır. Bu söylenenler ışığında, daha çok belgelendirme almak amacıyla bir araç olarak görülen OHSAS 18001 ile birlikte veya onun yerine, Uluslararası Çalışma Örgütü'nün İş Sağlığı ve Güvenliği standardını oturtmak ve işçi-çalışan merkezli bir iş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemi kurmak Türkiye inşaat sektörü açısından zorunlu görülmektedir.

3.3. OHSAS 18001'in İnşaat Sektöründe Uygulanabilirliği

İnşaat sektörü gibi bir sektörde OHSAS 18001 gibi bir standardın uygulanabilirliği konusunda büyük şüpheler mevcuttur. Bu şüphelerin asıl sebebi, bu tip bir standardın daha çok imalat sanayine uygun olarak tasarlandığı ve inşaat sektörü gibi, insan faktörünün, doğanın ve dolayısı ile değişkenliğin hakim olduğu bir sektörde uygulanabilirliğinin düşük olduğu düşüncesidir. Aslında, bu düşünce doğru olsa da, bu düşünce sebebiyle uygulamadan vazgeçilmemeli, aksine konu daha ciddi ele alınmalıdır.

Gerçekçi olarak bakıldığında, inşaat sektöründe iş güvenliği yönetimi konusu göstermelik olarak ele alınmakta, ortaya bir bütünü oluşturmayan sistemsiz dolayısı ile sonuçsuz çalışmalar çıkmaktadır. Buna ek olarak uygulanmaya çalışılan bir çok iş güvenliği standardı, inşaat sektöründe uygulama alanı bulamamıştır. Bunun asıl nedeni bu standardların kalıplaşmış ve formalitelerle dolu bir yapıya sahip olmasıdır.

Halbuki OHSAS 18001 standardı, bu konuda kalıplardan uzak, esnek bir üsluba sahip olup, bu nedenle, inşaat sektörü açısından daha kabul edilebilir ve uygulanabilir olmuştur. Sistemin en önemli özelliklerinden biri her aşamada revizyona açık olan yapısıdır. Bu durum inşaat sektöründeki değişkenliğe uygun bir yapının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Günümüzde bir çok inşaat firması, OHSAS 18001 Standardı belgesine sahiptir Bu firmalar şantiyelerinde İş Güvenliği ve Sağlığı yönetim sistemini başarıyla uygulamaktadırlar.

Sonuç olarak, OHSAS 18001, elastik yapısı, hedefleri , düzenlemeleri açısından inşaat sektörü için uygun bir standarttır. İş sağlığı konusu inşaat sektöründe özellikle

Türkiye'de gerekli ciddiyetle ele alınmamakta ve bir çok şey deneyimli teknik elamanların inisiyatifine bırakılmaktadır. Bu sebeple elde edilen sonuçlar değişken olmaktadır. Halbuki, doğru yapılmış risk analiziyle desteklenen bir OHSAS 18001 uygulaması inşaat sektöründeki iş sağlığı ve güvenliği konusunda bize sürdürülebilir sonuçlar getirecektir. Buna ILO-OSH standardizasyonunun etkin devlet denetimiyle uygulanması eklendiğinde ve önceki bölümde önerilen bir Risk Değerlendirme ve Analiz Yönetmeliği'nin çıkarılmasıyla, işçi sağlığı ve iş güvenliği başlığında büyük bir aşama katetmek mümkün olacaktır.

3.4 Avrupa Birliğinde İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Sistemlerine Genel bir Bakış

OHSAS 18001 ile ILO-OSH'ın incelenmesinin ardından, Avrupa Birliği'nde bu konuda yapılan çalışmalara da değinmek gerekmektedir. Avrupa İşte Sağlık ve Güvenlik Ajansı (European Agency for Safety and Health at Work) tarafından hazırlanan "iş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemi" bulunmakta olup, bu yönetim sisteminin uygulandığı işletmelere dair yayınlar da mevcuttur (EASHW, 2002). Yine bölümün sonunda hem konuyla, hem inşaat sektörü ile alakalı bir örnek uygulama incelemesi, Avrupa Birliği ajansı kaynaklı olarak verilmiştir.

3.4.1 İş Güvenliği Yönetim Sisteminin Amaçları

Ajans tarafından hazırlanan, ancak OHSAS 18001'e veya ILO-OSH'a bir alternatif olmaktan çok, Birlik ülkeleri içinde belli bir uyumu sağlamak amacıyla hazırlanan AB iş güvenliği yönetim sistemi, ILO-OSH'taki gibi insan merkezli olmaktan çok şirket ve şirket politikaları merkezli bir yönetim sistemidir. Sistemin amaçları ise aşağıda verilmektedir:

a) Şirketlerin önceliklerini değiştirmek Sağlık ve güvenlik birçok firmanın ilgilendiği en önemli konulardan biri olarak görülmez. Bu sebeple iş güvenliği yönetim sisteminin ana amacı bu görüşü değiştirmektedir.

b) İş güvenliği konusunda işverenin sorumluluğunu arttırmak

c) İşçinin bu yönetim sistemine katılmasını sağlamak

d) Yönetimin ve işçilerin motivasyonunu yükseltmek

e) Ürün kalitesini ve çevresel durumun korunmasını sağlamak

f) Çalışma masraflarının düşürülmesi, çoğunlukla bu konu göz ardı edilir. Halbuki, kazaların ve işçilerin uğrayacağı zararların önlenmesi ile büyük bir işgücü ve parasal kazanç ortaya çıkar.

g) Diğer yönetim sistemleri ile uyum sağlayabilecek bir sistem kullanılmalıdır.

h) İş güvenliği yönetim sistemi şeffaf olmalıdır.

3.4.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Girdileri

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri dört ana değişkene sahiptir,

a. İşletme Kararları ve Kaynaklar:

- İSGYS çalışmasını izlemek,
- İSGYS'nin planlaması ve yönetilmesi için gerekli kaynakları sağlamak,
- İSGYS'yi destekleyecek organisasyonel altyapıyı (eleman, yönetici) kurmak.

b. Uyum ve Sisteme Uygunluk:

Kanunların İSGYS ile ve İSGYS'nin kanunlarına uygunluğun sağlanmış olması.

c. Sorumluluk Ve Otorite:

Hesap verebilirlik, sorumluluk ve otorite İSGYS için çok önemli bir faktördür.

d. İşçi Katılımı:

- doğrudan katılım (kişisel uyum)
- dolaylı katılım (temsilcilerle komitelere katılım)

3.4.3 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin Ortaya Konması ve Uygulanması

a. Formülasyon

Formülasyonun içeriği,

1) İş Güvenliği Ve Sağlığı Politikası

İş güvenliği politikası kısa ve anlaşılır olmalı. Bütün çalışanlar tarafından benimsenmeli Özellikle yönetim, bu politikanın arkasında durmalı..

2) Performans Ölçümleri

Performans ölçüm kabiliyetinin yükselmesi ölçülebilen "işaretlerin" belirlenmesini sağlar.

3) Sistem Planlaması Ve Gelişmesi

İşin kısımsal İSGYS planlaması detaylı olarak yapılmalı

4) Temel Değerlendirme ve Tehlike Değerlendirmesi

Kurumun ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile olan vakaları tehlike ve risk analizi bakımından irdeleyerek İSGYS'ni geliştirmek için kullanılır. Bu noktada iyi bir inceleme yapılması ve olayın doğru analiz edilmesi ön plana çıkmaktadır.

5) İSGYS Prosedürü

Kurumsal prosedürü geliştirmek için daha genel dokümanlardan yararlanılmalıdır. Unutulmamalıdır ki, dokümantasyon İSGYS'nin önemli noktasıdır. Dökümante edilmemiş bir sistemin sürekliliği sağlanamaz.

b. Uygulama: Uygulamanın ana elemanları arasında aşağıdakiler sayılabilir

1) eğitim sistemi

2) tehlike kontrol sistemi

a) acil durum planlaması

b) hasar yönetim sistemi

3) Koruyucu ve önleyici hareket sistemi

4) bütçe ve kontratlar: bütçe, uygulama için işveren tarafından iş başlamadan önce garanti edilmelidir. Yüklenici ile yapılan kontratlarda İSGYS göz önüne alınmalıdır.

3.4.4 İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sisteminin Sonuçları

Avrupa İşte Sağlık ve Güvenlik Ajansı tarafından hazırlanan iş güvenliği yönetim sisteminde, ilgi çekici ve bir o kadar da sistemin sonuçlarını somuta döken başlıklar aşağıda verilmektedir. Bu başlıklara göre hazırlanması gereken, haftalık, aylık, üçer, altışar aylık raporlar ve yıllık büyük rapor ile performans değerlendirmesi başarılı bir şekilde yapılabilmektedir. Ancak özellikle verimlilik ve genel performans değişiminin nasıl ölçüleceğine dair herhangi bir hüküm yer almamaktadır. Bu

hususlarda genel işletme bilimi yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Sistemin sonuçlarının değerlendirildiği dört ana başlık ise aşağıdaki gibi verilmektedir:

1) Hastalık ve yaralanma oranları,

2) İş gücü sağlığı,

3) Verimlilik değişimi,

4) İşletmede genel performans analizi.

Düzgün çalışan dokümantasyon ve haberleşme sistemi kurularak elde edilen sonuçların sistemi geliştirecek şekilde "geri beslemesi" sağlanmalıdır. Bu işlem yapılırken "sebep-sonuç" ilişkisi kurulmalıdır. Bu temel sonuçlara bakıldığında, iş güvenliği yönetiminin aslında genel inşaat (proje) yönetiminin bir alt başlığı değil, bir bileşeni olarak görüldüğü anlaşılacaktır. Şantiyede iş programları, adam-saat analizleri etkin bir şekilde yaşama geçirildiğinde, iş güvenliği yönetiminin de genel inşaat yönetiminin bir bileşeni olması çok kolay olacaktır. Proje yönetimi anlayışının gelişmediği bir işletmede ise, Ajans tarafından önerilen iş güvenliği yönetimi sisteminin uygulanması son derece yapay olacaktır.

3.4.5 İSGYS'nin Sınıflandırılması

Ajans tarafından önerilen yönetim sisteminin farklı şekillerde uygulamaları mevcuttur. Bu uygulamalarda şirketin yönetim anlayışı rol oynamaktadır. Örneğin geleneksel ve yenilikçi yönetim modellere sahip iki farklı şirketin, önerilen iş güvenliği yönetimi sistemini uygulama şekilleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bu farklılıklara elveren yapısıyla, sistemin esnek olduğu yorumu kolaylıkla yapılabilir. Farklı şirket anlayışlarını gözönünde tutarak, farklı uygulama şekilleri aşağıdaki başlıklarda incelenebilir.

1) Geleneksel Ve Yenilikçi Yönetim Modeli,

a) Geleneksel Model,

Bir yönetici, uzman veya "sağlık ve güvenlik kurulu", merkezi olarak sağlık ve güvenlik konusunda yetkili olur. İşçiler sisteme katılabilir ama yönetim sisteminde müdahil değildirler. Bir diğer değişle işçiler etken değil edilgen bir yapıya sahiptirler. Konu iki bakış açısıyla ele alınır,

- güvenlikli işçi,

- güvenlikli mekan.

b) Yenilikçi Model.

Yönetim sistemi, sağlık ve güvenlik konusunda etkili olan ana unsurdur. Yönetim sistemi, sağlık ve güvenlik sistemine entegre olmuştur. İşçinin, sisteme katılımı sadece edilgen değil, hem etken hem edilgen bir yapıya sahiptir.

2) Güvenli Yer Merkezli Strateji ve Güvenli Çalışan Kontrol Stratejisi.

a. Güvenli Yer Modeli,

Tehlikeler kaynağında oluşmadan önlenmeye çalışılır. Özellikle tasarlama sırasında tehlikelerin tespit edilmesi beklenir.

b. Güvenli Çalışan Modeli.

Çalışanın sağlığını koruyucu önlemler alınması sistemine dayanır. Yukarıda açıklanan iki boyut yönetim sisteminin sınıflandırılmasında ana etkendir. Bu etkenler sayesinde "dört ana" alt grup oluşturabilinir. Bu dört ana grup aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Gelişmiş Davranış Modeli: Yönetim, İSGYS' ni işçilerle tam entegrasyon içerisinde uygular ve yönetir. Tavır suçlayıcı değil geliştirici bir yapıya sahiptir.

Uygulamalı Tehlike Yöntemi: Tehlikenin kaynağında önlenmesi mantığına dayanır. Sorun çözme, kontrol, uygulama ve planlama merkezli, işçi merkezli bir yönetim modelidir

Tehlikeli Davranış Önleme Modeli: Davranışlar üzerine odaklanılır. İşçinin riske girmesi önlenmeye çalışılır.

Geleneksel Tasarım ve Mühendislik: Tanımlama, uygulama ve kontrol sistemiyle tehlike kaynağında önlenmeye çalışılır. İşçi katılımı sınırlıdır.

3.5 İş Güvenliği Yönetimi İlkeleri ve Türkiye'deki İş Güvenliğine İlişkin Mevzuatın Bu İlkeler Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm boyunca açıklanan iş güvenliği yönetim sistemleri ve yapılan literatür araştırması gözönünde bulundurulduğunda, bir işyerinde gözönünde bulundurulması gereken temel iş güvenliği yönetimi ilkelerinin neler olduğu çıkarılmaya çalışılmıştır. İncelenen kaynaklardan yararlanarak, bir işgüvenliği yönetim sistemi oluşturmak için on üç temel başlığın layığıyla yerine getirilmesinin zorunluğu olduğu görülmektedir.

İş kazalarının önlenmesinin etik ve insani boyutu bir yana, maliyet, kayıp işgünü açısından önemi açıktır. Keza Proje Yönetim konsepti açısından bakıldığında da, Maliyet Yönetimi ve Süre Yönetimi başlıkları doğrudan proje evrelerinde İş Güvenliği Uygulamalarını zorunlu kılmaktadır.

Avrupa Birliği Konseyi 2062/94 ve 1643/95 sayılı yönetmelikleri ile 1996 yılında Avrupa İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Ajansı kurulmuştur. Ajans kuruluş amacı olarak "çalışma koşullarının iyileştirilmesi için üye ülkeleri teşvik etmeyi ve Birlik organlarına, üye ülkeleri ve ilgili herkese iş güvenliği ve işçi sağlığı hususlarında teknik, bilimsel ve ekonomik boyutu olan bilgi vermeyi ve ilgili araştırmalar yapmayı" saptamıştır. Ajansın yaptığı çalışmalar sonucu, ilk kez 2001 yılında AB İstihdam Rehberi iş güvenliği ve işçi sağlığı konularını da kapsamına almıştır. Ajans tarafından yapılan çalışmalarda dikkat çekici hususlardan biri, inşaat sektörünün AB üyesi ülkelerde de en fazla ve en sık iş kazasının gerçekleştiği sektör olmasıdır. Yapılan saptamalar kısaca şöyle özetlenebilir:

-AB İnşaat Sektörü en fazla kaza riskinin bulunduğu sektördür,

-AB bünyesinde faaliyet gösteren inşaat firmalarının %99'u küçük ve orta ölçekli firmalardır,

-Zararların azaltılmasında danışmanlık yapacak işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır,

-Denetim ve düzenli teftiş ve düzenli denetim mekanizması risk değerlendirmeleri için gereklidir,

-Küçük ve orta ölçekli firmalarda çalışan inşaat işçilerinin kazalara maruz kalma riski, 50 ve üstü işçi çalıştıranlarda rastlananların iki katı mertebesindedir,

-Küçük ve orta ölçekli firmalarda risk yönetimi son derece önem kazanmaktadır.

Bu konularda yapılan çalışmalar tüm Birlik ölçeğinde değerlendirilmekte ve üye ülkeler gerek uygulama gerekse de mevzuat alanında gerekli değişiklikleri yapmaktadır. Yukarıda sözünü edilen "küçük işletmeler" olgusu Türkiye için de oldukça önemlidir. Zira İş kazalarının yaklaşık %73'ü küçük işletmelerde meydana gelmektedir. Buna karşın küçük işyerlerinin işyeri hekimi tutma zorunluluğu, işçi sağlığı-iş güvenliği kurulu oluşturma zorunluluğu bulunmamaktadır (Fişek, 2001).

İnşaat sektörünün en çok kazanın olduğu sektörlerin başında gelmesi ve ölümcül kazalarda çoğu ülkede ilk sırada, bazılarında ise madencilik sektörünün hemen

ardından ikinci sırada bulunması yalnızca gelişmekte olan ülkelerin değil, gelişkin kapitalist ülkelerin de sorunudur. Avrupa Birliği'ndeki inşaatlardaki iş kazaları için söylenenlerin benzeri Amerika Birleşik Devletleri için de söylenebilir. ABD'de İş Güvenliği ve Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün (OSHA) otuz yılı aşkın bir zamandır faaliyet yürütmesi ile pek çok sektörde kazaların azaldığı, yaralanma ve ölüm oranlarının belirgin bir oranda düştüğü gözlenmekte, ancak aynı başarının inşaat sektöründe gerçekleştirilemediği görülmektedir. OSHA iş güvenliği ve sağlığı uygulamalarının inşaat şantiyelerinde uygulanması için yoğun çaba gösterse de, kaza ve ölüm oranlarında gözle görülür bir azalma gerçekleşmemektedir (Occupational Safety and Health Reporter, 1992).

İnşaat sektöründeki kazaların azaltılması için kapsamlı bir araştırma yapmak, eksikliklerin nerelerde olduğunu saptamak gerekmektedir. İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetimi'nin ayrı bir disiplin olarak kendini ortaya koyması gerekmektedir. Bir işletmede iş kazalarının önlenmesi, iş kazasını oluşturan nedenler (Güvencesiz koşullar ve güvencesiz davranışlar) ile "kıl payı kazalar" diye isimlendirilen kazalaran saptanmasına bağlıdır. Bu olguların saptanması ise ancak "İş Sağlığı Yönetim Sistemi"nin işletmede iyi bir şekilde kurulmasına ve işletilmesine bağlıdır. İş Kazalarının işletmede önlenebilmesi için, İş Kazası nedenlerinin ve kıl payı kazalarının, İş Sağlığı bilinci yaratılmış işçiler ve ustaları tarafından kaydedilmesi; bu kayıtların, sistem elemanları tarafından analiz edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir. İş Kazası nedenlerinin ve dolayısıyla iş kazalarının ortadan kaldırılması bilgi, deneyim ve maliyet gerektirir. Dolayısıyla sistemin başında koruyucu önlemler için gereken maliyetleri karşılamak üzere karar verebilecek bir başkanın yer alması uygun olacaktır (Sabuncu, 2001). Burada Sabuncu'nun da belirttiği üzere, iş güvenliğine ilişkin firma bazında önlemlerin alınması ve İş Güvenliği (ve/veya Sağlığı) Yönetimi Programı'nın her işletmede hayata geçmesi gerekmektedir. Küçük ve birbirine yakın şantiyeleri ise bir arada koordine edecek sistemler geliştirilebilir. Aşağıdaki ilkeler başlangıç açısından anlamlı olacaktır.

-İnşaat sektöründe şirket bazında gerçekleştirilmiş, başarılı kaza önleme programları gözden geçirilmeli,

-Devlet kuruluşları, ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından uygulanan veya önerilen inşaatlarda iş güvenliği uygulamaları karşılaştırılmalı,

-Uygulanan işçileri koruma programlarının, inşaat firmaları bazında kaza ve yaralanma oranlarına etkileri belirlenmeli,

-Bunların ardından, bu programların sağladığı ikincil faydalar, sözgelimi maliyetteki azalma, çalışanın motivasyon ve moralinin artışı, giderek artan verimlilik analiz edilmelidir.

Maalesef, iş güvenliği ve sağlığına ilişkin literatürde kimi zaman bu ikincil faydaların ilk sıraya konduğu, iş güvenliği kavramının en basit koruma önlemlerinden oluştuğu unutularak, "kapsamlı" analizler yapılmaktadır. İş Güvenliği ve Sağlığı uzmanlarının esas üzerinde durduğu konu, herhangi bir yönetim uygulamasında işyerindeki yaralanma ve hastalıkların azaltılmasının önemidir. Bunu gözönüne almaya çalışan ABD İş Güvenliği ve Sağlığı Genel Müdürlüğü, 1989 yılında gönüllü Güvenlik ve Sağlık Program Yönetimi İlkeleri (54 FR 3904) ile Gönüllü Koruma Programları'nın (GKP) yaratılmasını hedeflemiştir. Bu program, işyerlerinde örnek alınacak iş güvenliği ve sağlığı programları için kamusal bakışı sağlamayı amaçlamakta ve kamuoyunun bunların uygulanması sonucunda şantiyelerdeki kaza ve yaralanmaların nasıl azaldığına dair başarılı sonuçlara karşı haberdar olmasını sağlamaktadır. Gerek İlkeler gerekse de Gönüllü Koruma Programları'nda işçi, işveren ve kamu arasında gönüllü bir birliktelik ve işbirliği esas alınmaktadır. Burada işyeri yönetimi önceden konulmuş kriterler bağlamında etkin bir programı uygulamaya karar vermekte, çalışanlar programa katılmayı kabul ederek, yönetim ile birlikte güvenli ve sağlıklı bir işyeri yaratmak için irade ortaya koymakta, İdare (İş Güvenliği ve Sağlığı Genel Müdürlüğü) ise, programın Gönüllü Koruma Programı kriterlerine uyup uymadığını değerlendirmektedir. Bu şekilde kamu, ilgili şantiyenin tanımlanmış programını dikkate almakta, rutin teftiş faaliyetlerinin ötesine geçmektedir. İdare yine yasal olarak belirlenmiş teftiş faaliyetlerini yapmaktadır. Ancak bu şekilde, o işyerine özgü bir denetim mekanizması hayata geçirilmektedir. İdare ayrıca, periyodik olarak, işyerinin genel olarak Gönüllü Koruma Programı kriterlerine uyup uymadığını, yapılan anlaşmaya göre bir veya iki yılda bir onaylamaktadır. Sözü edilen İlkeler'de ve GKP'de etkin bir işçi koruma programının temel ilkeleri olarak yönetimin taahhüdü, işçilerin katılımı, şantiye analizleri, tehlikelerin önlenmesi-kontrolü ve iş güvenliği ve sağlığı eğitimleri bulunmaktadır.

Başka kaynaklarda da benzer temel ilkelerden sözedilmektedir. Örneğin bunlara işçi seçimi, ödüllendirmeler, iletişim ve geri besleme (Vredenburg, 2002), iş güvenliği ve sağlığı yönetimi sistemi dökümantasyonu (ILO-OSH Guidelines on occupational safety and health management systems, 2001), şantiyedeki kişilerle birebir görüşmeler (HSE, Construction (Design and Management) Regulations-1994), işin tanımlanabilirliği, sorumluluk ve otoritenin paylaşımının belirlenmesi (EASHW, 2002) gibi ek yönetsel uygulamalar da eklenebilir. Zaten biraz ayrıntılı düşünüldüğünde temel ilkelerin içinde çoğu ek yönetsel uygulamanın bulunduğu da görünecektir. Bu bakımdan saptanan ve bir işyerinde olmazsa olmaz olarak görülmesi gereken temel yönetim uygulamalarını aşağıdaki temel başlıklarda toplamak anlamlı olacaktır:

- İş Güvenliği ve Sağlığı Plan ve Programları,
- İş Güvenliği ve Sağlığı, ilgili sorumluluklar ve bunların tanımlanabilirliği,
- Çalışanların Katılımı,
- Tehlike Analizi,
- Tehlikelerin Önlenmesi ve Denetimi/Azaltılması,
- Teftiş,
- Acil Durum Müdahale Planları,
- İlk Yardım ve Tıbbi Koşullar,
- Kaza Soruşturması, Raporlaması ve Analizi,
- Eğitim ve İş Güvenliği Toplantıları,
- Ortak İş Güvenliği Komiteleri (Kurulları),
- İş Güvenliği ve Sağlığı için Yüklenici/Alt Yüklenici İlişkisi.

Ele alınmaya çalışılanın inşaat sektörü bazında gerçekleştirilmesi gereken yönetsel önlemlerden çok, firma-şantiye bazında yaşama geçirilmesi gereken iş güvenliği yönetimi uygulamaları olduğunu vurgulamak gereklidir. Bu şekilde temel başlıklarda mevzuatı inceleyip karşılaştırmak, Proje Yönetimi ilkeleri açısından ön açıcı olacaktır. Tek tek bu başlıklar aşağıda incelenmiş olup, sonraki bölümde ise, mevzuatımızın, bu temel başlıklar konusundaki durumu ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır.

3.6 İş Güvenliği Yönetimi İlkelerinin Tanım ve Tarifleri

İş güvenliği yönetimin temel ilkeleri için ayrıntılı bir literatür araştırması yapılarak, her başlığın altı doldurulmaya çalışılmıştır. Farklı araştırmacıların veya farklı yönetim sistemlerinin (bölümün başında anlatıldığı üzere) farklı anlayışları olmasa da, farklı bakış açıları olabilmektedir. Tüm bu bakış açılarını ortak bir zeminde oluşturmak amacıyla ayrıntılı bir literatür araştırmasının yapılması zorunlu görülmüş olup, mevzuatımızın iş güvenliği yönetimine ne ölçüde elverdiğinin bu temel başlıklar baz alınarak incelenmesi çok daha verimli bir yol olmuştur. Aşağıda on üç temel başlığın ayrıntılı bir şekilde açıklamalarına yer verilmektedir.

3.6.1 İş Güvenliği ve Sağlığı Plan ve Programları

Pek çok yazarın makalelerinde ve bildirilerinde de altını çizdiği gibi (Freeman, 1990; Smith ve Roth, 1991; Culver, 1993; Hislop, 1991, Walters, 1983) inşaat şantiyelerinde iş güvenliği şartlarını sağlamanın ilk adımı iş güvenliği ve sağlığı yönetimi konusunda bir taahhütte bulunmaktan geçmektedir. Bu, ilgili firmanın, işçilerin güvenliğini üst sıralara koyduğunu, bunun gerçekleşmesi için oluşturacağı iş güvenliği programları, güvenlik ekipmanları ve işçilerin eğitimi için para ve zaman harcama taahhütüdür aynı zamanda. Bu konudaki kararlılığı belirten en somut şey ortaya yazılı bir iş güvenliği programı koymak olacaktır. Bu program, firma tarafından gerçekleştirilen projenin tüm evrelerini kapsamak zorundadır. Programda amaçlar net olarak ortaya konmalı, amaçlara ulaşmak için nelerin yapılması gerektiği belirtilmelidir. Programın uygulanmasına ilişkin taahhütte en inandırıcı unsurlardan biri de yönetimin üst kademelerinde yer alan kişilerin, programın uygulanmasında bizzat yer alması ve ortalıkta görünmesidir!

Programın ayrıntılarını belirten kopyaları tüm çalışanlara iletilmelidir. Bu iletilen bilgi formlarında kişisel korunma araçlarının kullanımı, aletlerin ve elektrikli ekipmanın düzgün kullanımı, güvenli çalışma uygulamaları ve mevzuatta belirtilen şartların ötesine geçen şirket uygulamaları da belirtilmelidir. Yazılı program ayrıca yılda belli periyodlarla, uygulamaların etkinliğinin ve başarısının nasıl değerlendirileceğinden söz etmelidir. Program, şantiyede uygulanacak daha genel ifadeleri kapsamalıdır. Yine yazılı, şantiyeye özgü bir iş güvenliği planı ise iş güvenliği hususundaki sorumluluk paylaşımını, acil durum prosedürlerini, tehlike durumunda iletişimin nasıl sağlanacağını, kaza önleme, teftişler, elektrik sistemleri,

kayıt tutulması, kişisel korunma araçları ve temizlik gibi başlıkları kapsamalıdır. Bunun ötesinde, şantiyede yapılacak tehlike riski yüksek bir iş kalemine özgü iş güvenliği prosedürleri (örneğin yıkım işleri) de hazırlanmalıdır. Sonrasında ayrıntılı bir şekilde ele alınacağı üzere, gerek bizim mevzuatımızda, gerekse de uluslararası kuruluşların ve/veya farklı ülkelerdeki ilgili şartnamelerin işe özgü güvenlik önlemlerinde ayrıntılı bir şekilde söz ettiği görülmektedir. Ancak burada şantiyeye özgü programın ve planın içinde olacak, iş kalemlerine özgü güvenlik prosedürleri, ilgili şartname ve tüzüklerden yola çıkarak, o şantiyede, o iş için alınması gereken önlemleri belirtmelidir.

Bu plan, şantiyedeki tüm çalışanlar tarafından kolaylıkla temin edilebilmelidir. İncelendiğinde kolaylıkla görüleceği üzere, yabancı kuruluşların hemen hemen hepsinde, ana yüklenicinin bir iş güvenliği ve sağlığı programı ve güvenli operasyon prosedürleri hazırlamasını şart koşmaktadır. Birbirinden farklılıklar gösterse de, çoğunluğu yönetsel prosedürleri, sorumlu personeli, alt yüklenicinin işlerinin koordine ve kontrol edilmesini, teftişleri, işe özgü güvenlik programlarını (yangından korunma gibi) ve tehlike analizlerinin yapılması gerekli planları belirlemiştir.

3.6.2 İş Güvenliği ve Sağlığı, ilgili sorumluluklar ve bunların tanımlanabilirliği

İş Güvenliği ve Sağlığı programı, en üst kademeden en alt kademeye kadar, firmada çalışanların iş güvenliğine dair sorumluluklarını ortaya koymalıdır. Ancak sorumluları atamak yeterli değildir. Güvenlikle ilgili sorumluluğu olan her çalışan, güvenlik tedbirlerini uygulamadaki performansından da sorumludur. Ancak sorumluluk, bunun tanımı ve performans değerlendirmesi, ilgili her personele yetki verilmesini ve gerekli ekipmanın sağlanmasını gerektirir. Denetim sistemleri yerine getirilmesi gereken sorumlulukları, yerinde ve zamanında tespit edebilmelidir. Bu amaca ulaşmak için iki farklı yol bulunmaktadır: Bazı firmalar her sorumlu yöneticinin denetiminde yapılan işlerde yaralanma oranlarını yıllık olarak gözden geçirir ve terfi ve/veya maaş artışı kararlarında bunları göz önünde bulundurur. Bazı firmalar ise daha resmi bir izleme sistemi ile ilgili yöneticinin iş güvenliği konusundaki iyi sicilini ödüllendirir (LaBar, 1992; Walters, 1983).

İşçilerin de iş güvenliği politikaları ve prosüderlerine uymakla mesul oldukları net bir şekilde belirtilmeli, firmanın iş güvenliği programı açıkça belirtilen disiplin öğeleri içermelidir. Disiplinle ilgili maddelerde, iş güvenliğiyle ilgili yapılması

gerekenlere uyulmadığı takdirde, uygulanacak yaptırım belirtilmelidir. Disipliner önlemler belli bir hiyerarşi içinde ele alınmalıdır. Sözlü ve yazılı uyarılardan, yönetimle yapılan görüşmeler (burada ifade vermek gibi), işe ara verdirme ve son olarak de işe son verme şeklinde bir sıra izleyebilir (Walters, 1983).

3.6.3 Çalışanların katılımı

Konuyla ilgili literatürde, genel olarak çalışanın iş güvenliği ve sağlığı programlarının hazırlanması ve uygulanmasına katılımından söz edilmektedir. (DeJoy, 1985; Lanier, 1992; Davies ve Tomasin, 1990; Dedobbeleer, 1990). İşçi katılımı (veya çalışanların sürece müdahil olması), örgüt içi iletişim akışında ve karar verme süreçlerinde bireyleri veya grupları kapsayan bir davranış merkezli bir tekniktir. Katılımın niceliği, yöneticilerin tüm kararları aldığı sıfır katılımdan, herkesin kararlarda ilgili, etkili olduğu katılıma kadar değişir (Vredenburgh, 2002).

Çalışanların yaptıkları işi ve işin yapıldığı koşulları tanıması, iş güvenliğine ilişkin karar alma süreçlerine ve kazaların önlenmesine uygun bir dile çevrilebilmelidir. Programdaki karar alma süreçlerine katılmış, bilgili bir işçinin işyerinde güvenli bir çalışma ortamı için, kendi sorumluluğunu yerine getireceği kesindir. Çalışanların katılımı farklı şekillerde gerçekleşebilir. Örneğin iş güvenliği programlarının hazırlanmasına, işyerindeki teftişlere, ortak iş güvenliği kurullarına ve kaza soruşturmalarına (kılpayı atlatılan kazalar da dahil olmak üzere) katılım gibi.

3.6.4 İşe Uygunluk

İnşaat işi yapısı itibariyle karmaşık iş kalemleri içeren, fiziksel kuvvet isteyen, tehlikeli ve herşeyden öte emek yoğun bir üretimdir. Dolayısıyla işçilerin fiziksiz, ruhsal ve duygusal olarak işlerini güvenli yerine getirebilecek durumda olmaları gerekir. İşçinin işe uygunluğu hem kendisinin hem de çalışma arkadaşlarının güvenliğini doğrudan etkiler. İncelenen standard, yasa ve rehberin çoğunda, işe uygunluğa dair genel ifadeler bulunmaktadır. Bazıları ise şantiyede içki ve uyuşturucu kullanımını yasaklamakta, bazı özel makina ve ekipmanları kullanacak operatörler için özel şartlar koymaktadır.

Her iş için, işçilerin gerek sağlık, gerek ruhsal durumlarının yanısıra vasıflarının da önceden belirlenmesi son derece gereklidir.

3.6.5 Tehlike Analizi

Tehlikelerin belirlenmesi, farklı iş kalemleri için spesifik tehlikelerin analiziyle başlar. Tüm şantiye koşullarını, her işçinin işinin ve her ana iş evresinin incelenmesiyle, şantiye analizleri bazı özel işlem veya prosesler için özgün güvenlik, sağlık ve ergonomik tehlikeleri tanımlar. İşçiler tarafından yaptıkları işe dönük İş Tehlike Analizi veya İş Güvenlik Analizi, ana proje evrelerinin gözden geçirilmesiyle yapılacak İş Kalemi (aktivite) Güvenlik Analizi, gibi tanımlar yapılmalıdır. Tehlike analizlerinin amacı şöyle sıralanabilir:

- Belli bir iş, iş kalemi veya proje evresiyle ilişkili tehlikeleri belirlemek,
- Çalışanları bu tehlikelerden koruyacak denetim önlemleri ve prosedürlerini belirlemek,
- Daha ayrıntılı analiz içeren iş kalemlerini veya proje evrelerini belirlemek veya özel koruma önlemlerine karar vermek,
- Şantiyede iş güvenliği teftişlerini yapacak kişinin, yetkilinin, mühendisin niteliklerini göstermek.

Genel olarak, tehlike analizlerinin iş güvenliği yönetiminden sorumlu kişilerin önünü görmesini ve bir sonraki adımları rahat atmasını sağlayacağı söylenebilir (Levitt ve Samuelson, 1987; Walters, 1983; Culver, 1993). Bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgiler sonraki bölümlerde verilecek ve tez kapsamında sunulan risk analizine temel teşkil eden teorik alt yapı ayrıntısıyla anlatılacaktır.

3.6.6 Tehlikelerin Önlenmesi, Denetimi/Azaltılması

Şantiyede tehlikelerin iyi bir biçimde yönetilmesi yaralanma ve ölümleri azaltacak en önemli başlıktır. Güvenli iş prosedürleri oluşturulmalı ve çalışanlara bunlar iletilmelidir. İnşaat şantiyelerinin dinamik çalışma ortamında tehlikelerin önlenmesi ve denetimi, oldukça dikkatli bir planlamayı, her aşamada karşılaşılacak tehlikelerin ayrıntılı bir analizini, tanımlı ve belirli tehlikelerin yok edilmesi veya minimize edilmesi için tasarım ve uygulamayı, şantiye sahasında rutin teftişleri, iş güvenliği kurallarının uygulanması için gerekli ekipmanın sürekli bulundurulmasını gerektirmektedir.

Düzeltici adımların atılmasıyla, tanımlanmış tehlikelerin azaltılması mümkün olabilir, ancak bazı durumlarda işi durdurmadan da tehlikenin azaltılması veya

ortadan kaldırılması mümkün olabilir. Aksi durumda işin durdurulması ve tehlikeli durumları düzeltici yeni düzenlemelerin yapılması gereklidir. İşin durmamasının gerekli olduğu durumlarda geçici bazı önlemler alınarak, işçilere ek koruyucu ekipman verilerek tehlikenin azaltılması sağlanabilir. Tablo 2'de bu konudaki farklı hüküm ve/veya öneriler görülecektir (Walters, 1983; Rademaker, 1991; Hislop, 1991).

3.6.7 Teftişler

Şantiyedeki iş güvenliği koşullarını sağlamak ve sürdürmek için sık sık yapılacak şantiye teftişleri temel teşkil etmektedir. Bu teftişleri yapacak kişi işin ehli olmalı, şantiyede yapılmakta olan işlerin yanısıra, ekipmanı ve kullanılan malzemeyi de bu teftiş etmelidir. İşçiler, güvensiz durum ve davranışları anında raporlama veya üstlerine bildirme konusunda cesaretlendirilmeli, bunların düzeltilmesi konusunda da kendilerine bilgiler verilmelidir. Pek çok kuruluş, inşaat şantiyelerinin dinamik yapısından dolayı günlük teftişleri önermekte veya şart koşmakta ve bazıları da görülen eksiklikler ve bunların nasıl düzeltildiğini içeren bir belgelemeyi istemektedir (Walters, 1983; Hislop1991).

3.6.8 Acil Durum Müdahale Planları

Şantiyelerde bir tehlike anında gelişir ve olumsuz sonuç anında ortaya çıkar. Keza, kazalar birden fazla işçiyi etkiler, yaralanmasına yol açar. Bu yüzden acil durumlara karşı her an hazırlıklı olacak bir ruh hali içinde olmak elzem haline gelmekte, acil müdahale planları da İş Güvenliği Yönetimi'nin ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Kazaların önlenmesi ve güvenlik planları özel olarak önceden öngörülmüş acil durumları da kapsamak durumundadir. Bu acil durumlarda neler yapılması gerektiği, bu planlarda yazmalı ve işçiler bunların farkında olmalıdırlar. Acil durumlarda kimle temasa geçeceklerinden, ilk yardım çantasının nerede olduğuna kadar her türlü bilgi işçilerin bilgisi dahilinde olmalıdır.

3.6.9 İlk Yardım ve Tıbbi Koşullar

Ölümle veya kalıcı sakatlanmayla sonuçlanan kazaların oranının oldukça yüksek olduğu inşaat şantiyelerinde ilk yardım son derece önemli bir başlıktır. Ancak ilk yardım araç gerecinin bulundurulmasından öte, konuyla ilgili bir sağlık personelinin şantiyelerde bulundurulması şarttır. İnşaat üretiminin doğası gereği, yerleşim

yerlerinden çok uzakta, tenha yerlerde de bulunabilen şantiyelerde, şantiyenin büyüklüğüne göre bulundurulması gereken teçhizat ve sağlık personeli sayısı incelenen standart, yönetmelik ve yasa hükümlerinde belirtilmiştir.

3.6.10 Kaza Soruşturması, Raporlaması ve Analizi

İncenen tüm standart, yönetmelik ve yasa hükümlerinde tam bir kaza raporlamasının, soruşturmasının ve analizinin önemle üzerinde durulmuştur. Önemli üzerinde durulmasının nedeni, kazaların esas nedeninin ne olduğunu tespit etmektir bir yanıyla. Bunun diğer yanında ise, sorumluların tespit edilmesi, zararların tazmini gibi başlıklar bulunmaktadır.

Daha spesifik kayıt ve raporlama standartları, yüklenici veya alt yüklenici (taşeron) tarafından kötü performanslarını gizlemelerine engel olmakta, yüklenici ve alt yüklenicilerin, iş güvenliği yönetimi uygulamalarına uygun hareket edip etmemelerinde birbiriyle olan farklılıkları da ortaya koyabilmektedir.

Yüklenici ve alt yükleniciler için ayrı ayrı tutulan istatistikler daha anlamlı olmaktadır. Bir diğer önemli nokta da yüklenici ve alt yüklenicilerin tuttuğu raporların birbiriyle uyumlu olması meselesidir. Her iki konunun üzerine ilgili literatürde önemli durulmuştur (DeJoy, 1985; Fellner ve Sulzer-Azaroff, 1984; Walters, 1983; Hislop, 1991).

3.6.11 Eğitim ve İş Güvenliği Toplantıları

Eğitim başlığı, iş güvenliği programlarının temel bileşenlerinden biridir. Eğitimlerin etkinliği şantiyede veya herhangi bir işte karşılaşılabilecek herhangi bir tehlikeyi nasıl yok ettiğinin, azalttığının, dahası onun nasıl farkında olunmasının sağlanmasıyla ölçülebilir. Günlük olarak iş güvenliğinden sorumlu olan yöneticiler-denetçiler, tehlikelerin tanımlanması, denetimi kadar, güvenlik uygulamalarını yerine getirme ve etkin bir geri besleme sağlama hususunda da eğitim almalıdır. Hemen hemen tüm kuruluşların eğitim başlığına önem verdiği görülmektedir. Bir kısmı daha ayrıntıya girmiş, projenin farklı evrelerinde farklı başlıklarda eğitimlerden söz etmişlerdir. Örneğin bazı işverenlerin işin başlangıcında bir oryantasyon gerçekleştirmesi, sonrasında iş güvenliği araçlarını ve yöntemlerini gözden geçirici toplantılar yapması ve bu toplantıların o anda yapılmakta olan işe yoğunlaşması gibi ifadeler mevcuttur. Yine bazı kuruluşlar, yönetici-denetçilerin iş güvenliği eğitimini

zorunlu koşarken, yüksek tehlike derecesindeki işler ve koşullar için salt yapılan işe özgü özel eğitimler de zorunlu kılınmaktadır (Lanier, 1992; Dedobbeleer, 1987, LaBar, 1992; Walters, 1983; Hislop, 1991).

3.6.12 Ortak İş Güvenliği ve Sağlığı Komiteleri (Kurulları)

Ortak İş Güvenliği kurulları, işçiler ile yönetim arasında, iş güvenliği programının uygulanması için iş birliği zemini yaratan ve sıkça kullanılan bir uygulamadır. Bu konuda mevzuatımızda bir de tüzük bulunmaktadır. Bu kurullar işçilerin, iş güvenliği konularında karar alma süreçlerine aktif olarak girmeleri için oldukça verimli bir araçtır. Ayrıca tehlike tanımlanması ve denetimi hususlarında özel eğitimler almalarını sağlayacak ve kendi deneyimlerini de aktaracakları bir organdır. Bilgili işçiler, iş güvenliği programlarının uygulanmasında bir kaldıraç görevi görmektedirler. Örneğin bazı komite üyeleri şantiyede rutin teftişler yapar ve tehlike denetimi konusunda önerilerini sunar. Ortak İş Güvenliği kurullarının başarılı olması için, açık tartışma ortamı sağlanmalı, işçiler ve yönetim arasında iletişim ve işbirliğini sağlayacak, güvensiz durum ve davranışları azaltacak her türden öneri maddi veya manevi bir ödül sistemine tabi olmalıdır. Bu komiteler, en üst yönetimle doğrudan temas halinde olabilmeli, düzenli programlanmış toplantılar yapmalı, bu toplantıların gündemi ve alınan kararlar tüm çalışanlara aktarılmalıdır (Walters, 1983).

3.6.13 İş Güvenliği ve Sağlığı için Yüklenici ve alt yüklenici (taşeron) ilişkisi

Çok sayıda işçinin çalıştığı, pek çok çalışma gruplarının (taşeron işçilerinin) bulunduğu, farklı uzmanlık başlıklarının taşeron(lar) aracılığıyla konusunda özel uzmanlığa sahip ekiplere verildiği inşaat projelerinde, inşaat işlerinin değişken yapısı da gözönünde tutulduğunda, iş güvenliği koşullarını sağlamak oldukça karmaşık bir iştir. Burada sayılan kişiler arasındaki sözleşmeye dayalı (genel olarak eser sözleşmesi, taşeronluk sözleşmesi, iş sözleşmesinden doğan işçi-işveren ilişkisi vb.) ilişkiler ağı son derece karmaşık olmaktadır (Arden, 1992). Kimin hangi konuda yetkili ve sorumlu olduğu son derece dikkatli ve etkin bir şekilde koordine edilmeli, herkes kendisinin ve başkalarının yetki ve sorumluluğundan haberdar olmalı ve bu tüm çalışanlara deklare edilmelidir. Zarar-ziyanın tazmini gibi maddi konular bir yana, iş güvenliği programının uygulanmasında kimin hangi dereceye kadar sorumlu olduğunun bilinmesi, herhangi bir iş kazasında ve/veya güvensiz durum ve

davranışta bir düz işçinin bile konuyu muhatabına iletmesini sağlayacaktır. Yetki karmaşası olmayacak, boşta kalan alanlar da bulunmayacaktır. Çok yüklenicili projelerin doğal olduğu inşaat sektöründe, iş güvenliği konusunda, ana yüklenicinin, alt yüklenicilerin performansından daha fazla sorumlu olması eğilimi artmaktadır. Ana yükleniciler bu açıdan bakıldığında, alt yüklenicilerle sözleşme yapmadan önce, onların iş güvenliği konusundaki sicilini kontrol etme zorunluluğuyla karşı karşıya kalmakta, onlardan iş güvenliği programlarını istemektedirler. Bazı durumlarda ise, projeye özgü olarak, alt yüklenicilerden iş güvenliği planı hazırlamaları istenmektedir. Başka bir uygulama ise, ana yüklenicinin ve/veya temsilcisinin haftalık olarak, şantiyedeki iş gruplarıyla iletişim içinde olmasıdır. Bu resmen ilan edilmiş toplantılar biçiminde de kendisini gösterebilir, daha oturmuş teftişler yapılır (Hislop, 1991; Meridian Research Inc. Final Report, 1994).

Buraya kadar sayılan yönetim uygulamalarının, farklı yasa, yönetmelik ve standardlara nasıl yansıdığı, Türkiye'deki iş güvenliği mevzuatıyla da karşılaştırarak aşağıdaki bölümlerde ayrıntısıyla açıklanmıştır.

3.7 Farklı Kuruluşların ve Türkiye'deki Mevzuatın İş Güvenliği Yönetimi Temel İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

İnşaat işiyle ilgili bazı ulusal ve uluslararası kuruluşlar tehlikelerin azaltılması, inşaat işçilerinin güvenlik ve sağlıklarının korunması için bazı yönetsel uygulamalar geliştirmişlerdir. Aşağıda incelenen kuruluşların standard, yönetmelik ve rehber kitapları bulunmaktadır.

-ABD İş Güvenliği ve Sağlığı Yasası (29 CFR Part 1926) İnşaat Standartları (1971),

-CMAA (ABD İnşaat Yöneticileri Birliği) İnşaat Yönetiminin Hizmet ve Uuygulama Standardı-İş Güvenliği Uygulaması (2002),

-Mühendisler Topluluğu Güvenlik ve Sağlık Şartları El Kitabı (1992),

-ABD Enerji Bakanlığı İnşaat Projelerinde İş Güvenliği ve Sağlığı Kuralları (1993),

-Amerikan Ulusal Standartları, Güvenli ve Sağlıklı bir Ortak Sağlayacak İşveren Programının Temel Bileşenleri ANSI A10.38 (1991),

-İnşaat ve Yıkım İşlerinde Amerikan Ulusal Standartları, Çok İşverenli Projelerde İş Güvenliği ve Sağlığı Programı Şartları, ANSI A10.33 (1992),

-ABD Ana Yükleniciler Birliği, İnşaatlarda Kazaların Önlenmesi El Kitabı (1992),

-Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) İnşaatlarda İş Güvenliği ve Sağlığı Uygulama Kuralları (1992),

-Geçici veya Seyyar İnşaat Şantiyelerinde Minimum İş Güvenliği ve Sağlığı Şartlarının Uygulanması için Avrupa Birliği Yönergesi Directive 92/57/EEC (1992).

Bunların yanısıra eski ve yeni mevzuatımız incelenmiş, bu kapsamda aşağıdaki eski tüzüklerle birlikte, Bölüm 2.'de ayrıntısı verilen yönetmelikler mercek altına alınmıştır.

-İş Kanunu (Kanun No: 1475, 1971),

-İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü (1974),

-Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü (1974),

-İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük (1973),

-İş Teftişi Tüzüğü (1979),

-Çalışma Bakanlığı İş Güvenliği Müfettişleri Yönetmeliği,

-Ağır ve Tehlikeli İşler Tüzüğü.

Bu bölümde esas itibariyle, tek tek maddeler halinde sunulan İş Güvenliği Yönetimi ilkelerine ilişkin mevzuatımızda yazılanlar ve eksiklikler değerlendirilecek, yabancı standard, yönetmelik ve rehberlerde bu hususlara dair yer alan hüküm veya öneriler ile kimi karşılaştırmalar yapılacaktır.

Bu değerlendirmeyi yaparken temel çıkış noktası, hukuksal açıdan sorumlulukların belirlenmesi, hukuksal işleyişteki aksaklıkların ortaya konması, işçi-işveren ilişkileri açısından iş kazaları gibi başlıklar değil, kimi zaman bunlarla da kesişen, işyeri bazında iş güvenliği ilkelerinin uygulanması olacaktır. Zira işyeri ölçeğinde iş güvenliği sistemlerinin hayata geçirilmesi, makro ölçekteki pek çok sorunun da temelden çözümü için bir başlangıç noktasıdır.

Vurgulanması gereken bir husus da, firma bazında yapılması gerekli İş Güvenliği Yönetimi programlarına ilişkin Nisan 2001 tarihli TS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi-Şartlar başlıklı belgenin işlevidir. Bu standart OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Management Systems 18001) standardının neredeyse birebir çevirisi olmaktadır. Ayrıntısı bölümün başında verilmiş ve

tartışılmıştır. İnşaat sektöründe ve akademik çevrelerde bu standarda ilişkin fazla bir bilgi bulunmadığı gözlenmiştir. Bu standart genel olarak yönetim ilkelerini ortaya koymuştur. Bu açıdan ABD İnşaat Yöneticileri Birliği- İnşaat Yönetiminin Hizmet Ve Uygulama Standardı İş Güvenliği Uygulaması ile benzerlikler taşımaktadır. Ancak bunun ne şekilde hayata geçirileceğine dair herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Keza bu, belli bir deneyim sonucu ABD İnşaat Yöneticileri tarafından oluşturulan İnşaat Yönetiminin Hizmet Ve Uygulama Standardı İş Güvenliği Uygulaması'ndan farklı olarak, sektörümüzün herhangi bir birikimini kapsamamaktadır. Böylesi bir standardın oluşturulması için, çeviri ile birebir almaktan çok, kendi sektörümüzün koşulları, gerçekleri, deneyimleri ışığında kopyacılıktan kaçınan, özellikle de iş güvenliği uzmanlarının somut katkılarını da kapsayan bir çalışma yapılması gerekmektedir. Sunulan çalışmanın amaçlarından biri de bu olmaktadır. Bu söylenenler düşünüldüğünde ve bölümün başında ayrıntısıyla ele alındığı göz önünde tutulduğunda, TS (OHSAS) 18001 standardını, aşağıda yapılacak değerlendirmelere katmama gerekçesi de açıklanmış olmaktadır.

İncelemenin daha anlaşılır olması açısından, literatür çalışmasından yola çıkarak saptanan on üç temel iş güvenliği ilkesi başlığı altında, farklı standard, yönetmelik, rehber ve yasa-tüzük maddeleri ele alınmaya çalışılmıştır. Her iş güvenliği yönetimi ilkesine ilişkin mevzuatımızda yer alan hususlar bu şekilde çok daha verimli bir şekilde değerlendirilecek ve anlaşılacaktır.

3.7.1 İş Güvenliği ve Sağlığı Plan ve Programlarına İlişkin Değerlendirmeler

Bu başlıkta mevzuatımızda herhangi bir talep veya zorlayıcılık bulunmamaktadır. Özel olarak, şantiye/işyeri için hazırlanması gereken iş güvenliği ve sağlığı plan ve programlarından söz edilmemiş, ilgili yasa ve tüzüklere uyulması gerektiği belirtilmiştir. Tek istisna genel olarak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük'ün 4. Maddesinin a bentinde sözü edilen "işyerinin niteliğine uygun, işçi sağlığı ve iş güvenliği iç yönetmeliği taslağı" hazırlama görevinin kurulların görevleri arasında sayılmasıdır. Genel olarak yasa, tüzük ve yönetmeliklere uyulmasının yeterli olacağı görülmektedir. Sözgelimi kamu ihalelerinde kullanılan ve bazı özel işlerde de baz alınabilen, Bayındırlık İşleri Genel Şartnamesi, yüklenicinin bütün giderleri kendisine ait olmak üzere çalışanların çalıştıkları ve yaşadıkları yerleri yürürlükteki sağlık ve güvenlik mevzuatına uygun

olarak düzenlemesi gerektiğini şart koşmaktadır. Yine aynı şartnamede, yüklenicilerin kontrol teşkilatına vermesi gereken iş programından söz edilmektedir. Bilgisayarla ayrıntılı bir şekilde hazırlanmış bir iş programı talep edilirken, İş Güvenliği Planı gibi bir talepte bulunulmaması, bir eksikliktir. Mevzuat hükümlerinde de, yüklenicilerin ve/veya alt yüklenicilerin işverene sunması gereken herhangi bir İş Güvenliği ve Sağlığı Programı ve/veya planından söz edilmemektedir. Bu programın ortada olmamasına karşın, bazı büyük şantiyeler kendi iş güvenliği programlarını oluşturmaktalardır. Burada iş kazalarının maliyete olan etkisi motive edici bir unsur olmaktadır. Yüklenicilerin iş güvenliği programlarını hazırlamaları, bunları yetkili bir merciye onaylatmaları istenmeli ve uyulup uyulmadığının kontrolü devlet ve/veya meslek odaları tarafından yapılmalıdır. Küçük şantiyeler söz konusu olduğunda ise, birbirine yakın şantiyeleri bir arada ele alacak programlar oluşturulmalı, aralarında eşgüdüm olmalı (acil durum müdahale planları ve ilk yardım başlıkları gibi) yine aynı şekilde denetim devlet tarafından sağlanmalıdır.

İş sağlığı ve güvenliği kurulları hakkında yönetmelik, bir iş güvenliği ve plan ve programının önerildiği yegane metindir. Bu yönetmeliğin yedinci maddesinin (a) bendi aşağıda aynen verilmiştir.

> İş sağlığı ve güvenliği kurullarının görev ve yetkileri aşağıda belirtilmiştir;
>
> a) İşyerinin niteliğine uygun bir iş sağlığı ve güvenliği iç yönetmelik taslağı hazırlamak, işverenin veya işveren vekilinin onayına sunmak ve iç yönetmeliğin uygulanmasını izlemek, izleme sonuçlarını rapor haline getirip alınması gereken tedbirleri belirlemek ve kurul gündemine almak.

Genel olarak bakıldığında bu konuda mevzuatımızda bir zorunluluk söz konusu değildir. Konu ilgili yasa ve tüzüklere uyulması gerekliliği şeklinde bir nevi geçiştirilmiştir. Mevzuatta, iş planının yapılması bir zorunluluk iken, iş sağlığı ve güvenliği planlamasından söz edilmemesi önemli bir eksikliktir. Mevzuatımızdaki bu temel eksiklik, iş sağlığı ve güvenliği planlamasını, işletmenin inisiyatifine bırakarak, sistemin uygulanabilirliğini düşürmüştür. OHSAS 18001'in temel felsefesine aykırı olan bu durum, özellikle sistemin işleyişinde büyük sorunlar yaratmaktadır.

3.7.2 İş Güvenliği ve Sağlığı İlgili Sorumluluklar ve Tanımlanabilirliği İlkelerinin Değerlendirilmesi

Sorumluluklar başlığında İş Kanunu ve İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde genel ifadeler bulunmaktadır. Bu genel ifadelerde her işverenin işyerinde işçilerin sağlığını ve iş güvenliğini sağlamak için gerekli olanı yapmak ve bu hususlaki şartları araçları noksansız bulundurmakla, işçilerin de bu yoldaki usül ve şartlara uymakla yükümlü oldukları belirtilmektedir. Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü ve genel olarak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü yapılması gerekenleri belirtmiştir. Ancak şantiye içi organizasyonda sorumluluğun nasıl paylaşılacağına dair bir planlama gerekmektedir. Herhangi bir iş kazasında Sosyal Sigortalar Kanunu, İş Kanunu ve ilgili tüzük ve yönetmelikler baz alınmaktadır. Kaza olup olmadığı bir yana bırakıldığında da, şantiyelerde yetki ve sorumluluk karmaşası yaşandığı, bazı "kör nokta"ların, bir başka ifadeyle sorumlularının kim olduğunun belli olmadığı işlerin bulunabildiği görülmektedir. Hazırlanacak iş güvenliği planı bu eksiklikleri ortadan kaldıracak ve her şirketin örgütsel yapısına uygun bir sorumluluk matrisi oluşturacaktır.

Yeni İş Kanunu'nda "İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanlar" başlığında, işverene sorumluluk yüklenmesi olumludur. Bu başlık altında şunlar söylenmektedir:

"Bu kanuna göre sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde işverenler işyerinin iş güvenliği açısından denetlenmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesi ve bu önlemlerin uygulanmasının izlenmesi hizmetlerini yürütmek üzere işyerindeki işçi sayısına, işyerinin niteliğine ve tehlikelilik derecesine göre bir veya daha fazla mühendis veya teknik elemanı görevlendirmekle yükümlüdürler.

İşverenler görevli mühendis ve teknik elemanlara iş sağlığı ve güvenliği ile iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi konularında eğitim verilmesini sağlar.

İş güvenliği ile görevli mühendis veya teknik elemanların nitelikleri, sayısı, görev, yetki ve sorumlulukları, eğitimleri, çalışma şartları, görevlerini nasıl yürütecekleri Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca çıkarılacak bir yönetmelikle düzenlenir."

Kanunda ayrıca, işverenin (ana yüklenici ile alt yüklenici işçileri arasında da benzer sorumluluk vardır, sonraki başlıklarda tartışılmıştır) çalıştırdığı işçilerin maruz kalacağı kazalarda "kusursuz sorumlu" olması, otokontrol mekanizmasını hayata geçirecek olması bakımından olumludur.

Ayrıca vurgulanması gereken önemli bir husus da, mühendis ve teknik elemanların kendi yasal sorumluluklarının bilincinde olmamalarıdır. Sorumluluğunu bilmediği için ilgili işin başında bulunmaması dolayısıyla, iş kazalarında yasal olarak zor durumda kalmaları, iş mahkemelerine ve ceza mahkemelerine yansıyan iş kazası dosyalarından da görülmektedir.

4857 nolu iş kanunun iş güvenliği ve sağlığı konusunda sorumluluklar tanımlayan 77. maddesinde ele alınmış ve iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğinin 5. ve 6. maddelerinde bu konu açıklanmıştır. Bu madde uyarıncaİşverenlerin ve işçilerin yükümlülükleri şöyledir:

İşverenler işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmak, işçiler de iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlüdürler.

İşverenler işyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine uyulup uyulmadığını denetlemek, işçileri karşı karşıya bulundukları mesleki riskler, alınması gerekli tedbirler, yasal hak ve sorumlulukları konusunda bilgilendirmek ve gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimini vermek zorundadırlar. Yapılacak eğitimin usul ve esasları Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.

İşverenler işyerlerinde meydana gelen iş kazasını ve tespit edilecek meslek hastalığını en geç iki iş günü içinde yazı ile ilgili bölge müdürlüğüne bildirmek zorundadırlar. Bu bölümde ve iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tüzük ve yönetmeliklerde yer alan hükümler işyerindeki çıraklara ve stajyerlere de uygulanır.

İş sağlıgı ve güvenliği yönetmeliğinin konu ile ilgili maddeler aşağıda aynen verilmiştir;

"Madde 5. İşverenlerin yükümlülükleri ile ilgili genel hükümler aşağıda belirtilmiştir:

a) İşveren, işle ilgili her konuda işçilerin sağlık ve güvenliğini korumakla yükümlüdür.

b) İşverenin iş sağlığı ve güvenliği konusunda işyeri dışındaki uzman kişi veya kuruluşlardan hizmet alması bu konudaki sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

c) İşçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluğu ilkesini etkilemez."

İşverenin Genel Yükümlülükleri

"Madde 6. İşveren aşağıda belirtilen sağlık ve güvenlikle ilgili hususları yerine getirmekle yükümlüdür:

a) İşveren, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dahil gerekli her türlü önlemi almak, organizasyonu yapmak, araç ve gereçleri sağlamak zorundadır.

İşveren, sağlık ve güvenlik önlemlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun sürekli iyileştirilmesi amaç ve çalışması içinde olacaktır.

b) İşveren, sağlık ve güvenliğin korunması ile ilgili önlemlerin alınmasında aşağıdaki genel prensiplere uyacaktır:

1) Risklerin önlenmesi,

2) Önlenmesi mümkün olmayan risklerin değerlendirilmesi,

3) Risklerle kaynağında mücadele edilmesi,

4) İşin kişilere uygun hale getirilmesi için, özellikle işyerlerinin tasarımında, iş ekipmanları, çalışma şekli ve üretim metodlarının seçiminde özen gösterilmesi, özellikle de monoton çalışma ve önceden belirlenmiş üretim temposunun hafifletilerek bunların sağlığa olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi,

5) Teknik gelişmelere uyum sağlanması,

6) Tehlikeli olanların, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanlarla değiştirilmesi,

7) Teknolojinin, iş organizasyonunun, çalışma şartlarının, sosyal ilişkilerin ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan genel bir önleme politikasının geliştirilmesi,

8) Toplu korunma önlemlerine, kişisel korunma önlemlerine göre öncelik verilmesi,

9) İşçilere uygun talimatların verilmesi.

c) İşveren, işyerinde yapılan işlerin özelliklerini dikkate alarak;

1) Kullanılacak iş ekipmanının, kimyasal madde ve preparatların seçimi, işyerindeki çalışma düzeni gibi konular da dahil işçilerin sağlık ve güvenliği yönünden tüm riskleri değerlendirir. Bu değerlendirme sonucuna göre; işverence alınan önleyici tedbirler ile seçilen çalışma şekli ve üretim yöntemleri, işçilerin sağlık ve güvenlik yönünden korunma düzeyini yükseltmeli ve işyerinin idari yapılanmasının her kademesinde uygulanmalıdır.

2) Bir işçiye herhangi bir görev verirken, işçinin sağlık ve güvenlik yönünden uygunluğunu göz önüne alır.

3) Yeni teknolojinin planlanması ve uygulanmasının, seçilecek iş ekipmanının çalışma ortam ve koşullarına, işçilerin sağlığı ve güvenliğine etkisi konusunda işçiler veya temsilcileri ile istişarede bulunur.

4) Ciddi tehlike bulunduğu bilinen özel yerlere sadece yeterli bilgi ve talimat verilen işçilerin girebilmesi için uygun önlemleri alır.

d) Aynı işyerinin birden fazla işveren tarafından kullanılması durumunda işverenler, yaptıkları işin niteliğini dikkate alarak; iş sağlığı ve güvenliği ile iş hijyeni önlemlerinin uygulanmasında işbirliği yapar, mesleki risklerin önlenmesi ve bunlardan korunma ile ilgili çalışmaları koordine eder, birbirlerini ve birbirlerinin işçi veya işçi temsilcilerini riskler konusunda bilgilendirirler.

e) İş sağlığı ve güvenliği ile iş hijyeni konusunda alınacak önlemler hiç bir şekilde işçilere mali yük getirmez."

Yukarıda tam metin olarak verilmiş olan yasa ve yönetmelik maddelerinde, iş sağlığı ve güvenliği konusunda sorumluluk işverene yüklenmiş olup, bu sorumluluklar açıklanılmaya çalışılmıştır. Ancak, mevzuat işverenin bu genel sorumluluklarının bir organizasyon içinde nasıl paylaşılacağından bahis etmemektedir. Bu sebeple OHSAS 18001 ile uyumlu bir tanımlama içinde olsa da, uygulamaya yönelik olarak, yeterli değildir.

4857 nolu iş kanunun aşağıda belirtilen 82. maddesi işverenin sorumluluklarını uygulaması konusunda profesyonel bir tavır sergilemektedir.

"Madde 82. Bu Kanuna göre sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde işverenler, işyerinin

iş güvenliği önlemlerinin sağlanması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesi ve uygulanmasının izlenmesi hizmetlerini yürütmek .üzere işyerindeki işçi sayısına, işyerinin niteliğine ve tehlikelilik derecesine göre bir veya daha fazla mühendis veya teknik elemanı görevlendirmekle yükümlüdürler."

Bu madde özellikle OHSAS 18001'in 4.4.1 nolu yapı ve sorumluluk başlığı altındaki açıklamalarıyla bütünlük sağlamaktadır. OHSAS 18001'in ilgili bölümü aşağıda verilmiştir.

"İşçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda asıl sorumluluk üst yönetimindir. Organizasyon, üst yönetimden bir üyeyi (örneğin, büyük bir organizasyonda Yönetim Kurulu Üyesi ya da üst düzey bir yönetici) İSİG yönetim sisteminin gereği gibi uygulanmasından ve organizasyonun tüm birimlerinde ve yönetim kademelerinde gereksinimleri sağlamasından özellikle sorumlu olarak atamalıdır."

Buna ek olarak 50'den az işçi çalıştıran işletmeler için belli sorumlulukların ortadan kalkıyor olması düşündürücüdür. Çünkü bu şekilde bir çok kuruluş bu ödevlerinden kaçmaktadırlar.

3.7.3 Çalışanların Katılımı/Ortak İş Güvenliği Komiteleri (Kurulları) Açısından Mevzuatın Değerlendirilmesi

Bu iki başlığı birlikte değerlendirmek daha anlamlı olacaktır. İş Güvenliği yönetiminin en önemli unsuru, çalışanların yaptığı işin tehlikelerinin farkında olması, bu tehlikelerin bertaraf edilmesi veya etkilerinin azaltılması için yapılacak her girişimin içinde olmalarıdır. İş Kanunu Md. 80 bu kurullardan söz etmekte, genel olarak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük ise bu kurulların kuruluşu, üyeleri ve işleyişini açıklamaktadır. İşçi sağlığı ve iş güvenliği kurullarının faliyetlerinden istenilen sonuçların alınamamasında mevzuatımızda bu kurullara sadece danışmanlık görevinin yüklenmesi de etkili olmaktadır. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük'te kurulların yükümlülüklerine (md.8) ve işçilerin kurullar tarafından alının kararlara uymak zorunda olduklarınıa (md.9) ilişkin hükümlere yer verildiği halde, işverenler hakkında herhangi bir yükümlülük öngörülmemiştir. İşçi sağlığı ve iş güvenliği kurullarının sadece danışman kurul olmaktan çıkarılarak, kararlarının ve önerilerinin belirli bir etki gücüne kavuşturulmaları uygun olacaktır.

Bu konuda bir başka husus ise, bu kurulların işçi niteliği taşıyan üyelerinin (işyeri güvenlik şefi, mühendis veya teknik eleman, işyeri hekimi, sosyal işler danışmanı, formen, ustabaşı ya da usta) sendika temsilcisi dışında iş güvencesine sahip olmamalarıdır. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları'nın etkin bir çalışma düzenine girmesi isteniyorsa iş güvencesi esastır.

Ülkemizde küçük işletmelerin oranı yüksektir ve bu işletmelerde iş kazası oranı büyüklere nazaran çok fazla olmaktadırk Mevzuatımıza göre, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları elliden fazla işçi çalıştıran işyerlerinde kurulacağından küçük işletmeler bu kurulların katkılarından yoksun kalmaktadır. O nedenle, tüzüğe getirilecek bir hükümle belirli bir bölgede yer alan küçük işletmeler için ortak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları oluşturulması yoluna gidilmelidir (Süzek, 2001). Yeni İş Kanunu Tasarısı'nda da bu konuda herhangi bir yenilik bulunmamaktadır. 4857 nolu iş kanunun 80. maddesi bu kurulun kurulması gerekliliği ortaya koymuştur. Gerekli ayrıntılı düzenleme iş kurulları hakkında yönetmelikte yapılmıştır. Bu yönetmeliğin 7. maddesi bu kurulun görevlerinin anlaşılması için aynen verilmiştir:

"Madde 80. Bu Kanuna göre sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde her işveren bir iş sağlığı ve güvenliği kurulu kurmakla yükümlüdür. İşverenler iş sağlığı ve güvenliği kurullarınca iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uygun olarak verilen kararları uygulamakla yükümlüdürler.

İş sağlığı ve güvenliği kurullarının oluşumu, çalışma yöntemleri, ödev, yetki ve yükümlülükleri Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca hazırlanacak bir yönetmelikte gösterilir."

İş kurulları ile ilgili yönetmeliğin konuyla ilgili bölümü aşağıda aynen verilmiştir;

"Madde 7. İş sağlığı ve güvenliği kurullarının görev ve yetkileri aşağıda belirtilmiştir;

a) İşyerinin niteliğine uygun bir iş sağlığı ve güvenliği iç yönetmelik taslağı hazırlamak, işverenin veya işveren vekilinin onayına sunmak ve iç yönetmeliğin uygulanmasını izlemek, izleme sonuçlarını rapor haline getirip alınması gereken tedbirleri belirlemek ve kurul gündemine almak,

b) İş sağlığı ve güvenliği konularında o işyerinde çalışanlara yol göstermek,

c) İşyerinde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlikeleri ve önlemleri değerlendirmek, tedbirleri belirlemek, işveren veya işveren vekiline bildirimde bulunmak,

d) İşyerinde meydana gelen her iş kazası ve tehlikeli vaka veya meslek hastalığında yahut iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir tehlike halinde gerekli araştırma ve incelemeyi yapmak, alınması gereken tedbirleri bir raporla tespit ederek işveren veya işveren vekiline vermek,

e) İşyerinde iş sağlığı ve güvenliği eğitim ve öğretimini planlamak, bu konu ve kurallarla ilgili programları hazırlamak, işveren veya işveren vekilinin onayına sunmak ve bu programların uygulanmasını izlemek,

f) Tesislerde yapılacak bakım ve onarım çalışmalarında gerekli güvenlik tedbirlerini planlamak ve bu tedbirlerin uygulamalarını kontrol etmek,

g) İşyerinde yangınla, doğal afetlerle, sabotaj ve benzeri ile ilgili tedbirlerin yeterliliğini ve ekiplerin çalışmalarını izlemek,

h) İşyerinin sağlık ve güvenlik durumuyla ilgili yıllık bir rapor hazırlamak, o yılki çalışmaları değerlendirmek, elde edilen tecrübeye göre ertesi yılın çalışma programında yer alacak hususları ve gündemi tespit etmek, işverene teklifte bulunmak, planlanan gündemin yürütülmesini sağlamak ve uygulanmasını değerlendirmek,

i) 4857 sayılı İş Kanunu'nun 83 üncü maddesinde belirtilen taleplerin vukuunda acilen toplanmak ve karar vermek."

Bu yönetmeliğin 9. maddesi ise işverenin bu kurulla ilgili sorumluluklarını ortaya koymak için aşağıda mevcuttur.

"Madde 10. İşveren veya işveren vekili, toplantı için gerekli yeri, araç ve gereçleri sağlamakla yükümlüdür.

İşveren veya işveren vekili, kurulca hazırlanan toplantı tutanaklarını, kaza ve diğer vakaların inceleme raporlarını ve kurulca işyerinde yapılan denetim sonuçlarına ait kurul raporlarını, iş müfettişlerinin incelemesini sağlamak amacıyla, işyerinde bulundurmakla yükümlüdür. İşverenler, iş sağlığı ve güvenliği kurullarında mevzuata uygun olarak verilen kararları uygulamakla yükümlüdür."

Bu çerçevede belirtilen kurul özellikle işveren üzerinde tavsiyeden daha fazla bir yaptırıma sahip değildir. Uygulamada bu kurul göstermelik bir hale gelmektedir. OHSAS 18001 açısından baktığımızda, böyle bir kurulun mevzuat garantisi altına alınması yaralı görülebilir. OHSAS 18001'in en önemli unsurlarından biri olan sürekli iyileşme, bu şekilde çalışan etkin bir kurul tarafından sağlanabilir. Mevzuat ve standartların uyum içinde işleyebilmesi için, mevzuatın genel olarak standardı tamamlama amacı gütmesi işleyişi kolaylaştıracaktır. Denetimin kuvvetli olduğu bir mevzuat, standartların göstermiş olduğu sistematik içerisinde hazırlanırsa alınacak sonuçlar şüphesiz başarılı olacaktır.

3.7.4 İşe Uygunluk Kriterleri'nin Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi

Bu konuda mevzuatımızda ayrıntılı hükümler bulunmamaktadır. Kimlerin ne tür işlerde çalışabileceklerine dair genel ifadeler vardır. Söz gelimi Ağır ve Tehlikeli İşler Tüzüğü Ağır ve Tehlikeli İşlere Ait Cetvel'de Yapı İşleri başlığında 16 yaşını doldurmuş fakat 18 yaşını bitirmemiş çocuklar ile kadınların çalıştırılamayacağına belirtilmektedir. Ancak inşaat işçilerinin yapılacak işe dair kalifikasyonlarının test edilmesi gibi bir konu mevzuatımızda bulunmamaktadır. İş Kanunu Md. 21 ise çalışma ve kimlik karnesi başlığında 15 günlük bir deneme süresinden söz etmektedir. Bunun ötesinde bir hüküm bulunmamaktadır.

3.7.5. Tehlike Analizine İlişkin Hükümlerin Değerlendirilmesi

Bu hususta mevzuatımızda herhangi bir ifadeye bile rastlanmamaktadır. İlk başlıkta (iş güvenliği ve sağlığı plan ve programları) söylenenler burada da söylenebilir. Zaten tehlike analizi, herhangi bir işyerinde bir iş güvenliği programının hayata geçirilmesi ile yapılabilir. Ülkemizde gözlenen ise, deneyimli teknik elemanların, bu deneyimlerini gittikleri şantiyelere yazılı değil, sözlü olarak taşıması ve uygulamaya çalışmasıdır. Bu konuda yapılan bilimsel çalışmaların da eksikliği vurgulanması gereken bir husustur.

Bu konuda yapılan çalışmaların da (Müngen, 93) yeni çalışmalarla güncelleştirilmesi, kaza istatistiklerinin, kaza analizlerinin sistematik bir şekilde elden geçirilerek, şantiye bazında yapılacak tehlike analizlerine temel oluşturması gerekmektedir. Ancak herşeyden önce, mevzuatımızda bu hususlarda bağlayıcı ifadelerin yer alması şarttır.

3.7.6 Tehlikelerin Önlenmesi ve Denetimi/Azaltılmasına Dair Hükümlerin Değerlendirilmesi

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük Md. 4, kurulların ödev ve yetkilerini saymıştır. Burada işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında o işyerinde çalışanlara yol göstermek, işyerinde işçi sağlığı ve iş güvenliğine ilişkin tedbirleri tespit etmek ve işveren veya işveren vekiline tekliflerde bulunmak, işyerinin niteliğine uygun bir işçi sağlığı ve iş güvenliği iç yönetmeliği taslağı hazırlamak ve işverenin veya vekilinin onayına sunmak ve uygulanmasını izlemek diye görev tarifi yapılmıştır. Keza kurulların çalışma usülleri de belirlenmiştir. Bu hükümler harfi harfine uygulandığında, tehlikelerin önlenmesi, denetimi ve azaltılması hususunda adımlar atılmış olacaktır. Ancak Tüzük'te yer verilen "işçi sağlığı ve iş güvenliği iç yönetmeliği"nin, ki bu çalışmamızın eksenini oluşturan iş güvenliği yönetimi plan ve programını andırmaktadır, hangi yönetim ilkeleriyle hazırlanması gerektiği konusunda ayrıntıya yer verilmemiştir. Bir diğer husus ise, elliden az işçi çalıştıran işyerlerinde bu kurulların olmaması gerçeğidir. Şantiyedeki tehlikeli-güvensiz koşulların tespiti, bir tehlike analizini gerektirir. Bunun üzerinden uygulanacak iş güvenliği programı (bu programın tehlikelerin azaltılması, yok edilmesi başlığı) ile bu konuda adımlar atılacaktır. Denetimin nasıl sağlanacağına dair genel ifadelerin, şantiye-işyeri bazında ete kemiğe bürünmesi gerekmektedir. Bunu sağlayacak olan da, adına ne denirse densin (işçi sağlığı ve iş güvenliği iç yönetmeliği, iş sağlığı yönetimi programı, iş güvenliği programı vb.) o işyerine özgü hazırlanmış planlardır.

Ayrıca İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü ve Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, farklı iş kalemlerine ilişkin ayrıntılı kurallar koymaktadır. Ancak yönetim etkinliği açısından bir madde bulunmamaktadır.

Mevzuatımız bu konuda genel tanımlarla konuya yaklaşmış bu yüzden bu konu yüzeysel kalmıştır. OHSAS 18001'e mevzuatımızın uyumu konusunda işçi sağlığı ve iş güvenliği iç yönetmeliği taslağı hazırlanması isteği olumlu bir noktadır. Böyle bir taslak hazırlanarak sistemli bir iş güvenliği yönetimine giden yol açılabilir. Yalnız bu noktada asıl sorun bu yönetmeliğin içinin nasıl dolacağının belirsiz oluşudur. Bu belirsizlik OHSAS 18001'e uyum konusunda güçlükler yaratmaktadır.

3.7.7 Teftiş ile İlgili Hükümlerin Değerlendirilmesi

Çalışma Bakanlığı İş Güvenliği Müfettişleri Yönetmeliği genel olarak İş Kanunu'na tabi işyerlerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında inceleme, araştırma, teftiş ve kontrol yapmakla görevli personelin mesleğe alınmaları, meslek içinde yetişme, yükselme ve meslekte uygulanacak esasları kapsamaktadır. Öte yandan 1979 yılında çıkarılan İş Teftiş Tüzüğü uyarınca, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na doğrudan bağlı olarak faaliyet gösteren İş Teftiş Kurul kurumuştur. İş Güvenliği Müfettişleri de, bu bünyeye alınmışlardır. Türkiye'deki çalışma hayatının denetlenmesi konusunda en önemli birim olması nedeniyle kurulun görev ve yetkileri üzerinde durulabilir.

Teftişin işlevine bakıldığında yeterli ifadeler bulunmakta, müfettişlerie geniş yetkiler verilmektedir. Ayrıca teftiş raporları ve teftiş defterinden ayrıntılı bir şekilde söz edilmektedir.

Bunların dışında Sosyal Sigortalar Kurumu'nun sağlık yardımları, rehabilitasyon, tazminat ödeme, gelir bağlama gibi görevlerinin yanısıra, iş güvenliği denetimi yapan müfettişleri de bulunmaktadır.

Bunların yanısıra İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İSGÜM) de denetim yapmaktadır.

Ayrıca, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük'ün 4. Maddesinin c, f, g, h, ı ve j bentlerinde olağan teftişler kurulların görevleri arasında sayılmıştır.

Denetim unsurunun kamu tarafından yürütülmesi zorunludur. Ancak, 90 yılı verileriyle, toplam işyeri sayısı 514.390 ve iş müfettişi sayısı 236 olan Türkiye'de (Müngen, 1993) devletin bu asli işlevini yerine getiremediği açıktır. Bu noktada devlet kadrolarının artırılması tek başına yeterli olmayacaktır. İşyeri ölçeğinde alınacak önlemler, işverenin (malsahibinin) yükleniciyi kendisine sunulan ve yetkili mercilerce de (kamu) onaylanan iş güvenliği programı çerçevesinde denetlemesi, bunu eser sözleşmesine ayrıntılı bir şekilde alması gerekmektedir. Bunların yanısıra hernekadar inşaat sektöründe sendikalaşma oranı son derece düşük olsa da, işçi sendikalarına üyelerinin güvenli ve sağlıklı koşullarda çalışıp çalışmadığını denetlemesi yetkisi verilmelidir. Bu noktada işçi sınıfının her sektörde olduğu gibi, inşaat sektöründe de örgütlü olması, toplumsal bir olgu olan iş kazalarının önlenmesinde etkili olacaktır.

Teftişler OHSAS 18001'in en önemli noktalarından biridir. Teftişin işletmeden bağımsız olarak yapılması OHSAS 18001'in istediği bir durumdur. Mevzuatımızın OHSAS 18001'e uyumu arttıkça teftişlerin önemi artacaktır.

3.7.8 Acil Durum Müdahale Planları Açısından Mevzuatımızın Değerlendirilmesi

Mevzuatımıza bakıldığında genel bir acil durum saptaması yapılmadığı, ancak farklı farklı durumlar için yapılacakların belirtildiği görülmektedir. En derli toplu maddeler İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün İşyerlerinde Yangına Karşı Alınacak Güvenlik Tedbirleri (Md.109-141) başlığı altındaki maddelerde verilmiştir. Bunun işyerinde genel İş Güvenliği ve Sağlığı programı veya planı ile ilişkisi kurulmamıştır. Her zaman acil bir durumun yasanmasının muhtemel olduğu inşaat işinde, her şantiyeye özgü acil durum planları, İş Güvenliği Yönetimi programının temel başlıklarından biri olmalıdır.

3.7.9 İlk Yardım ve Tıbbi Koşulların Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi

İş Kanunu Md. 74, Umumi Hıfzıssıhha Kanunu Md. 179'e gönderme yapmakta, gerektiğinde tüzüklerin çıkarılacağı belirtilmektedir. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Meslek Hastalıklarına Karşı Alınacak Genel Tedbirler başlığı altındaki maddeler (Md. 57-90) ve aynı tüzüğün İşyerlerinde İş Kazalarına Karşı Alınacak Tıbbi Tedbirler Ve Işyerlerinde Bulundurulması Zorunlu Olan Ilk Yardım Ve Tedavi Levazım ile Sıhhı Tesisat başlığı altındaki maddeler (Md. 91-108) bu konuda yeterli sayılabilir. Ayrıca İş Kanunu Tasarısı'nda şunlar da belirtilmiştir:

Devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran işverenler, Sosyal Sigortalar Kurumunca sağlanan tedavi hizmetleri dışında kalan, işçilerin sağlık durumunun ve alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin denetlenmesi, ilk yardım ve acil tedavi ile koruyucu sağlık hizmetlerini yürütmek üzere işyerindeki işçi sayısına ve işin tehlike derecesine göre bir veya daha fazla işyeri hekimi çalıştırmak ve bir işyeri sağlık birimi oluşturmakla yükümlüdür. İşverenler işyeri hekimlerine ve sağlık personeline ilk yardım, acil tedavi, koruyucu hekimlik ile iş sağlığı ve güvenliği konularında eğitim verilmesini sağlar. İşyeri hekimlerinin nitelikleri, işe alınmaları, görev, yetki ve sorumlulukları, eğitimleri, çalışma şartları, görevlerini nasıl yürütecekleri ile işyeri sağlık birimleri Sağlık Bakanlığının görüşü alınarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından çıkarılacak bir yönetmelikte düzenlenir.

3.7.10 Kaza Soruşturması, Raporlaması ve Analizine İlişkin Hükümlerin Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi

İş Teftiş Tüzüğü'nde müfettişlerin görev, yetki ve sorumlulukları belirtilmiş, teftiş raporlarının ve defterlerinin nasıl hazırlanacağı ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Buna göre:

- Her teftiş sonucu bir rapora bağlanır. Raporların kapsam, tür ve biçimleri yönetmelikte belirtilir.
- İşyerinde teftiş sırasında saptanan eksiklik ve mevzuata aykırılıklardan teftiş süresi içinde tamamlanabilecek ve düzeltilebilecek olanlar, bu süre içinde işverene tamamlattırılır.
- Tamamlanması için mevzuatça önel verilmesi zorunlu bunumadığı halde ve derhal tamamlanmaması işçi sağlığı ve iş güvenliği bakımından yakın bir tehlike göstermeyen eksiklik ve mevzuata aykırılıkların giderilmesi için müfettişçe uygun bir önel verilebilir.
- İşverenler, bu önel içinde eksiklik ve aksaklıkları gidermek ve giderildiğini bölge çalışma müdürlüklerine bildirmekle yükümlüdürler.
- Grup başkanlarınca bölge çalışma müdürlüklerine gönderilen raprolarda, çalışma mevzuatına aykırı tutumları saptanan işveren veya işveren vekilleri hakkında çalışma müdürlüklerince, yasal kovuşturma yapılmak üzere yetkili makamlara başvurulur.
- Müfettif raporlarının gereğinin bölge çalışma müdürlüklerince geciktirilmeksizin yerine getirilmesi zorunludur.

SSK müfettişlerince de yapılan denetimler sonrasında düzenlenen raporlar kuruma bildirilmektedir. Bu denetimler sonucunda işyerinde yeterli tedbirlerin alınmadığı saptanırsa bu durum o işyerinin tehlike derecesinin yükseltilmesine ve buna bağlı olarak da Kurum'a ödenen prim miktarının artmasına neden olmaktadır(SSK md. 74).

Normal dönemlerde yapılan denetimlerin yanısıra bir iş kazasının meydana gelmesi durumunda SSK (gerekli gördüğü takdirde) müfettişlerce olayın soruşturmasını yapmaktadır (Eski İş Kanunu md.89 ve SSK md.115).

Eski İş Kanunu'nun 88 ila 108. Maddeleri teftişlerle ilgili hususları içermektedir. Ayrıca denetime ilişkin olarak,Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Md. 5'teki yapı iş defterinden de söz edilebilir.

Mevzuat hükümleri denetime ilişkin yeterli görünse de, müfettiş sayısının ve devlet tarafından ayrılan kaynakların azlığı, denetim unsurunu olumsuz etkileyen bir faktördür. Ayrıca, yapılan teftişler ve hazırlanan raporlar sonucunda kaza analizleri yapılmamaktadır. SSK md.74.'te söz edilen tehlike derecesinin artırılması, bir tehlike veya kaza analizi olarak görülemez.

3.7.11 Eğitim ve İş Güvenliği Toplantılarının Mevzuatımız Açısından Değerlendirilmesi

Burada kastedilen eğitim sorunu, genel anlamda üniversitelerin, meslek odalarının, işçi ve işveren sendikalarının yapacağı eğitimler değil, işyerinde (şantiyede) yapılması gerekli eğitim ve iş güvenliği toplantılarıdır. Bu konuda mevzuatımızda, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük'ün 4. Maddesinin d ve e bentlerinde görevleri arasında sayılmıştır. Bu konuya ilişkin, işvereni bağlayıcı ifadelerin ilgili kanun, tüzük ve yönetmeliklerde bulunması gerekmektedir. Bu eğitim genel ifadelerden ibaret olmamalı, işyerine özgü olarak oluşturulacak İş Güvenliği Yönetimi programının nasıl uygulanacağının tartışıldığı toplantı veya toplantılar şeklinde yapılmalıdır. Bu programın oluşturulmasında ortak kurullar vasıtasıyla söz sahibi olacak işçiler de, programın nasıl hayata geçirileceğini bu eğitim ve iş güvenliği toplantılarında düzenli olarak, her ana inşaat evresi öncesi veya kritik iş kalemleri öncesi öğrenmelidirler. Bu konuda mevzuatımızda bağlayıcı maddeler bulunmalıdır.

Bu konuda mevzuatımızda, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Hakkındaki Tüzük'ün 4. Maddesinin d ve e bentlerinde görevleri arasında sayılmıştır. Bu konuya ilişkin, işvereni bağlayıcı ifadelerin ilgili kanun, tüzük ve yönetmeliklerde bulunması gerekmektedir. Bu eğitim genel ifadelerden ibaret olmamalı, işyerine özgü olarak oluşturulacak İş Güvenliği Yönetimi programının nasıl uygulanacağının tartışıldığı toplantı veya toplantılar şeklinde yapılmalıdır. Bu programın oluşturulmasında ortak kurullar vasıtasıyla söz sahibi olacak işçiler de, programın nasıl hayata geçirileceğini bu eğitim ve iş güvenliği toplantılarında düzenli olarak, her ana inşaat evresi öncesi

veya kritik iş kalemleri öncesi öğrenmelidirler. Bu konuda mevzuatımızda bağlayıcı maddeler bulunmalıdır.

Eğitim OHSAS 18001'in en önemli noktalarından biridir. Bu sebeple mevzuatımız bu konuda OHSAS 18001'i destekleyici bir nitelik kazanmalıdır.

3.7.12 İş Güvenliği ve Sağlığı için Yüklenici/Alt Yüklenici İlişkisi

Bu konuyu teşvik edecek veya zorunlu kılacak bir maddeye mevzuatımızda rastlanmamaktadır. Öte yandan Borçlar Kanunu md.55'te:

"Başkalarını istihdam eden kimse, maiyetinde istihdam ettiği kimselerin ve işçisinin hizmetlerini ifa ettikleri sırada yaptıkları zarardan sorumludur. Şu kadar ki böyle bir zararın meydana gelmemesi için şartların gerektirdiği bütün dikkat ve itinada bulunduğunu yahut dikkat ve itinada bulunmuş olsa dahi zararın meydana gelmesine mani olamayacağını isbat ederse sorumlu olmaz.

İstihdam eden kimsenin, zarardan sorumlu olduğu ölçüde zararı veren şahsa rücu hakkı vardır" denmektedir.

Ayrıca Borçlar Kanunu 100. Md "Bir borcun ifasını veya borçtan doğan bir hakkın kullanılmasını kendisiyle beraber yaşayan şahıslara veya maiyetinde çalışanlara kanuna uygun bir şekilde de olsa bırakan kimse, bunların işlerini ifa esnasında sebet oldukları zarardan dolayı diğer tarafin karşı sorumludur" deyip, 55. Maddeden farklı olarak kurtuluş beyyinesi kabul etmemiştir.

Burada kusursuz sorumluluk kavramı üzerinde durmak gereklidir. Niteliği itibariyle tehlike yaratan bir girişimde bulunan kimse, kusurlu olmasa dahi girişimin sebep olduğu zarardan sorumlu tutulmalıdır (Yarg.HGK 18.3.1987, K87/203). Kusursuz sorumluluk kavramı, ana yüklenici ve alt yükleniciler (taşeronlar) arasında, iş güvenliğine ilişkin bir işbirliğini zorunlu kılmaktadır. Ancak Borçlar Kanunu'nu referans alan ve bu konuyu iş güvenliği hususunda biraz daha derinleştiren hükümlerin ilgili kanun, tüzük ve yönetmeliklerde yer alması gereklidir. Dahası, ana yüklenici ile alt yükleniciler arasındaki ilişkinin nasıl olması gerektiği de belirtilmelidir. Şantiye için hazırlanacak İş Güvenliği Yönetimi programında da bu ilişkinin, işbölümünün, işbirliğinin ayrıntılı bir şekilde altının çizilmesi ve planlanması gerekmektedir.

4. TEHLİKE VE RİSK KAVRAMLARI, ANALİZ ve ORTADAN KALDIRMA YÖNTEMLERİ

Şantiyelerdeki tehlikelerin ve risklerin belirlenmesinden önce tehlike ve risk kavramlarını açmak ve aralarındaki farklardan söz etmek anlamlı olacaktır. Tehlike ve risk arasındaki farkı belirtmek önemlidir. Riskler kişisel, çevresel, yapılan işin niteliğinden kaynaklı olabilir kimi zaman iyi kimi zaman ise yetersiz bir şekilde nicelleştirilebilir. Riskin doğası ve kişinin risk üzerindeki denetimi, riskin kavranışını da değiştirecektir.

En genel tanımıyla tehlike, zarara veya yaralanmaya doğal olarak neden olma potansiyeli barındıran herhangi bir şey olarak tanımlanırken, risk ise bir tehlikeden kaynaklanacak olan zarar veya yaralanmanın olasılığı olarak tanımlanabilir. Daha sistematik bir tanımlama yapmak gerekirse:

Tehlike; insan yaralanması ya da hastalığı, malın hasar görmesi, iş yeri çevresinin zarar görmesi ya da bunların kombinasyonuna neden olabilecek potansiyel bir durum ya da kaynaktır. (TS 18001) İnsan sağlığına, çevreye veya mala herhangi bir zarar verme potansiyeline sahip olan durum, potansiyel bir zarar kaynağı, tehlikeli bir malzeme olabileceği gibi, yapılan bir aktiviteden de kaynaklanabilir.

Zarar; fiziksel yaralanma, ölüm, hastalık, mal mülk ya da ekipman hasarı ve bunlardan kaynaklanan her türlü kayıp olarak tanımlanır.

Risk; belirlenmiş tehlikeli bir olayın oluşma olasılığı ve sonuçlarının kombinasyonudur (TS 18001). İnsan sağlığına, çevreye veya mala gelebilecek bir zararın meydana gelme olasılığı olan risk, olağan çalışma esnasında mevcut bir tehlikenin yaratabileceği zarar şeklinde de tanımlanabilir.

Risk Analizi; zararın meydana gelme olasılığını ve ciddiyetini belirleme yöntemidir. Belirlenen tehlikeden doğabilecek riskler tahmin yapılarak analiz edilir. Olayların ortaya çıkma olasılığı ve ortaya çıktığında maruz kalınabilecek sonuçlar belirlenir.

Risk Değerlendirme; riskin büyüklüğünü hesaplama ve riskin tolere edilebilir olup olmadığına karar verme yani riskleri makul bir seviyeye indirebilmek için gerekli tedbirlerin belirlenmesi ve bu tedbirlerin hangilerinin öncelikle alınması gerektiğine karar verilmesi işlemidir.

Benzer tanımlamalar pek çok kaynaklarda bulunmaktadır. Günümüzde giderek yaygınlaşan iş güvenliği yönetim sistemlerince kullanılan tanımlar, tez boyunca da kullanılacak, farklı yönetim sistemlerinin farklı tanımlamaları karşılaştırmalı bir şekilde gösterilmeye çalışılacaktır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde ise 'İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır' olarak tanımlanmıştır. Riskler değerlendirilir, derecelendirilir ve gerekli kontrol ölçümlerinin yapılması için prosedürler oluşturulur, risk seviyelerinin kabul edilebilirliğinin önceden tesis edilmiş kriterler ile kıyaslaması yapılır. Kalan riskin katlanılabilirliğinin değerlendirmesi, ihtiyaç duyulan her ilave risk kontrol önleminin belirlenmesi, risk kontrol önlemlerinin riski katlanılabilir bir seviyeye indirmeye yetip yetmeyeceğinin değerlendirilmesi yapılır. Risk analizi derecelendirme tablosuna işlenen riskler öncelik sırasına koyulacaktır. Çok yüksek, yüksek ve orta seviyede risk içeren alanlar bu sıralamaya uygun olarak değerlendirilmelidir. Risk değerlendirme işlemine koruyucu tedbirler belirlenip uygulamaya konarak, bu koruyucu tedbirler riski kabul edilebilir seviyeye indirene kadar devam edilecektir.

Risk Değerlendirmesi aşağıdaki sorulara cevap arar:

-Ne yanlış gidebilir?

-Bunun olasılığı nedir?

-Olursa ne tür sonuçlar doğurabilir?

-Riski nelerdir?

-Bu riskler kabul edilebilir düzeyde midir?

-Riskler nasıl azaltılabilir?

Tehlikeli bazı aktivitelere örnek olarak, pürüzlü, düz olmayan yüzeylerde yürümek, basamaklardan veya merdivenlerden inip çıkmak, elektrikli cihazları kullanmak verilebilir. Öte yandan bu aktiviteler sırasıyla düşme, kayma, ayağın takılması; aşağıya düşme veya merdivenin yıkılması ve elektrik çarpması ve bunu sonucunda vücutta yanık gibi riskleri barındırmaktadır.



Şekil 4.1 Tehlike ve Risk Kavramlarının Gösterimi

Riskin derecesi ancak varolan denetim önlemlerinin yeterliliğinin dikkatle gözden geçirilmesi ile nicel hale getirilebilir. Sözgelimi, yukarıdaki örneklerden devam edersek, bir yüzeyde bulunan delikler, ıslak zemin, yetersiz aydınlatma gibi faktörler bilindiği zaman, düz olmayan bir zeminde düşme, ayağın takılması riski de belirlenebilecektir. Bu riskler alınan önlemlerle etkin bir şekilde azaltılabilir. Örneğin yerdeki döküntülerin temizlenmesi, zemin kaplamasının iyi koşullarda yapılması, ışıklandırmanın yeterli olması gibi. Bir tehlikenin değerlendirilmesi için harcanan zaman ve çaba riskin doğasını ve derecesini tahmin etme işinin bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu değerlendirmeler tek bir aktivite özelinde (merdivenden çıkmak), bir iş için (beton dökülmesi, içinde pekçok aktivite barındırmaktadır) veya daha genel olarak gerçekleştirilebilir.

Şantiyelerdeki kazalarla ilgili çalışmalarda, geriye dönük bir bakış ile sorunların derecesi, kaza sayıları ve kazaların şiddeki karşılaştırılarak yapılabilir. Ancak, ileriye dönük bir bakış için şantiyedeki risk faktörlerinin, kazaya neden olabilecek faktörlerin varlığı değerlendirilmelidir. İlgili risk faktörlerine ilişkin bir bilgi, her kaza kaydının detaylı bir analiziyle gerçekleştirilebilir. Bu bilgiler kaza olduğunda işçi ve operatörlerin konumunu, o anda neler yaptıklarını veya hangi araçla, ne gibi yöntemlerle çalıştıklarını, kaza sonucunda ne gibi zararların veya yaralanmaların gerçekleştiğini ve

kaza alanı çevresindeki faktörleri kapsamalıdır.

Risk ölçümleri, geriye dönük bir ölçüm sağlayacak şekilde, geçmişte gerçekleşen kazaların sayısı ve yaralanmaların ciddiyetiyle ilgili bilgiler üzerine yapılmalıdır. Kişilere dönük yaralanma riski iki tip veri ile tanımlanabilir:

Riskin Ölçümü: Riskin ölçümü yaralanmaların hesaplanmış sıklıklarını ve yaralanmanın ciddiyetinin ölçümünü kapsar. Bu tanımlama belli bir sayı işçi için kayıp işgünü olarak ifade edilebilir.

Riskin tipi veya tehlike bileşenlerinin değerlendirilmesi: Bu yalnızca kazaya neden olacak kaynakların ve diğer zararlı faktörlerin belirlenmesini değil, yaralanma veya hasara neden olabilecek koşullarında belirlenmesini kapsar. Örneğin yüksekte çalışma, ciddi yaralanmalı düşme riskini olası bir sonuç olarak içinde barındırır. Benzer bir şekilde, kesme aletleriyle çalışma, keskin parçalarla temas sonucu kesilmeleri içinde barındırır. Pek çok risk tipi için genel sağduyu belli bir bilgiyi içerir. Örenğin, yüksekte çalıştığınız takdirde düşebilirsiniz, kaygan zeminde düşebilirsini, keskin kenarlı malzemelerle çalıştığınızda bir yerinizi kesebilirsiniz. Ancak pek çok risk tipi sağduyuyla kavranabilecek kadar açık değildir. (örneğin gürültü duyma sorunlarına yol açabilir, bazı karışımlar beyinde hasara yol açabilir, bazı kimyasallar solunduğunda zehirlenmeye neden olabilir). En görünür olandan, en farkedilmesi güç olana kadar tüm risk tiplerine ilişkin bilgilerimizin kaynağı geçmişte yaşanan deneyimlerdir. Ancak bilinmesi gereken ilk şey ne olduğuyken, ikincisi ise gelecekte ne olacağıdır (Jorgensen, 1998). Ancak şantiyelerde iş kazalarına ilişkin bir analizde farklı bir bakış açısının geliştirilmesi zorunludur. Risk pek çok durumda olasılık teorisi çerçevesinde iyi tanımlanmaktaysa da, olayların tek tek ele alınmasında belirsizleşmekte ve istatistiksel yaklaşım yetersiz kalmaktadır (Jackson, 1992). Çünkü olasılık teorisi yaklaşımında bir olay kümesi ele alınırken, tekil risk olasılığı, teorinin bilgi alanı dışına çıkmaktadır. Örneğin ülkemizde gerçekleşen 30 yıllık verilerden yola çıkarak, farklı tip şantiyelerde hangi kaza tiplerinin ortaya çıkacağına ilişkin tablolar hazırlanabilir. Ancak herhangi bir şantiyede çalışan bir işçinin gelecekte iş kazasına uğrama olasılığı önceden hesaplanamaz. Bu yüzden olasılık kavramının dışında, olabilirlik (possibility, likelihood) kavramının gündeme gelmesi gerekmektedir. Çünkü inşaat sektöründe bir işçinin iş

kazasına uğrama olasılığının %0.5 olarak belirlenmiş olması, halen bir projenin yapımında çalışan bir işçinin kazaya uğrayıp uğramayacağı hakkında yeni bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle bazı durumlarda olasılık teorisinin kapsamı içinde olmayan "olabilirlik ölçeği" bize bilgi sunabilmektedir. Bu bakımdan incelenen iş kazalarının yol açan nedenlere dayanarak, ilgilenilen tekil bir projede, belli bir işte çalışan işçilerde özel olarak araştırılması, iş güvenliği açısından gerekli önlemlerin alınması ve iş güvenliği yönetim sisteminin kurulmasında son derece gereklidir.

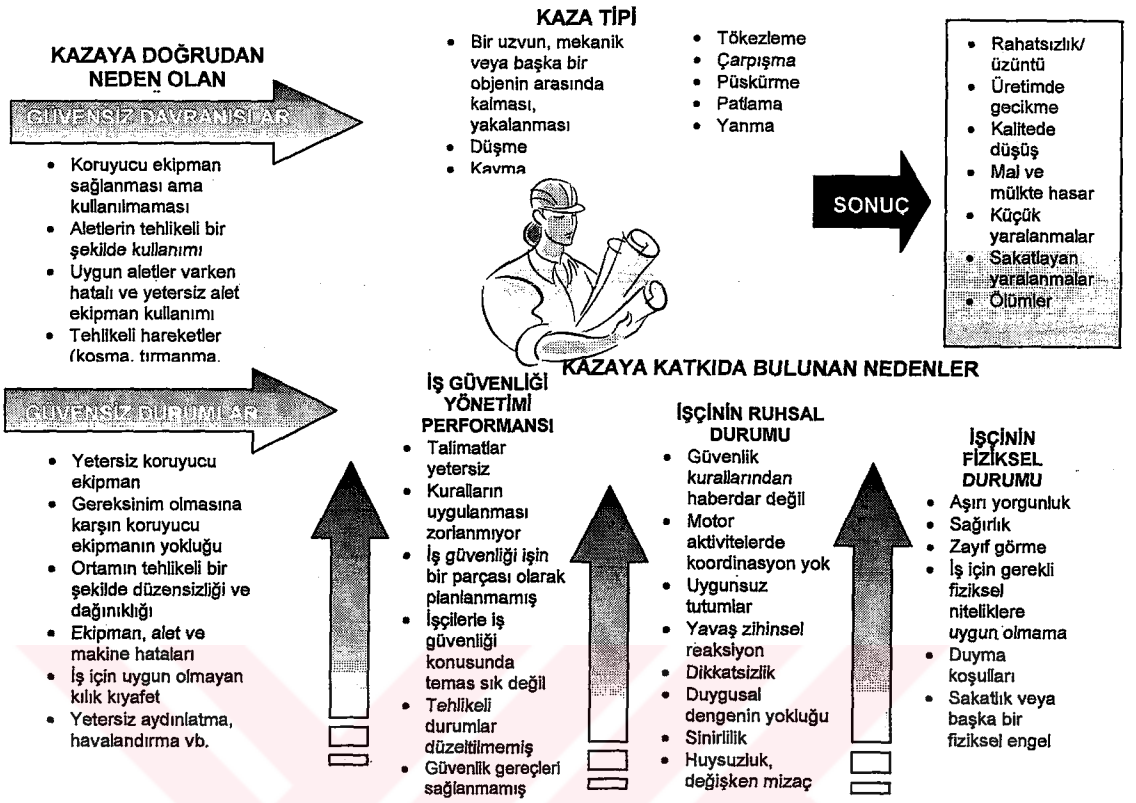
Dolayısıyla riskin belirlenmesiyle ilgili aşağıda verilen üç ana faktörden hareketle tehlike analizleri yapılmalıdır. Bu faktörler şunlardır:

-Her türden riskin varlığını veya yokluğunu belirleyen faktörler,

-Kazaya veya yaralanmaya neden olacak bu risklerin olasılığını artıran veya azaltan faktörler,

-Bu risklerle ilişkili olan kazaların ciddiyetini (şiddetini) etkileyen faktörler.

Bu faktörlerden ilkini açıklamak için, kazanın nedeninin tanımlanması, bir başka ifadeyle kaynağın ve diğer zararlı faktörlerin tanımlanması gerekmektedir. Diğer iki ana faktör ise riskin ölçümüne ilişkin faktörlerdir. Meslek hastalıkları düşünüldüğünde, kimi maruz kalmalar ve bunların risklerinden söz etmek mümkündür. Ancak iş kazaları ve özellikle şantiyelerdeki iş kazaları düşünüldüğünde, doğrudan kazaya yol açabilecek ana faktörler aşağıda sıralanmıştır. Meslek hastalıklarından farklı olarak bu faktörler zamana yayılan değil, anında yaralanmaya neden olan faktörlerdir. Bu faktörler göz önünde tutularak yapılacak tekil kaza analizlerinde iki amaç öne çıkacaktır. İlki bu faktörlerin tek tek belirlenmesi ama en önemlisi ise benzer kazaların önlenmesi için o anda alınmış önlemler revize edilecek, eğer herhangi bir önlem yoksa bunun için çalışmalar yapılacaktır. Kazaların belli bir neden sonuç ilişkisi içinde geliştiği ve önlenebileceği gerçeği, kazalara neden olan faktörler üzerinde çalışmayı zorunlu kılmaktadır. Bu faktörler üzerinde yapılacak çalışma ile, kazaların kökeninde yatan nedenler izole edilebilir ve kazaların yeniden gerçekleşmemesi için gerekli önleme adımları atılabilir. Kazaların kökeninde yatan nedenler doğrudan nedenler ve katkıda bulunan nedenler olarak ikiye ayrılabilir. Şekil 4.2'de kazaların yapısı, doğrudan ve katkıda bulunan nedenler ayrıntılı bir şekilde verilerek sunulmuştur.



Şekil 4.2 Kazaların Yapısı (Raouf, 1998)

Kazalara karşı alınacak önlemlerden ve tehlike analizlerinden söz etmeden önce, kaza neden-sonuç ilişkisi üzerine oluşturulan teorilerden söz etmek anlamlı olacaktır.

4.1 Kazalarda Neden-Sonuç İlişkileri Üzerine Teoriler

Kazalar, yaralanmalara, ölümlere, üretim kaybına veya mala mülke ve eldeki değerlerdeki zarara neden olan planlanmamış olaylar olarak tanımlanabilir. (Raouf, 1998). Kazaların nedensellikleri anlaşılmadan onları önlemek hemen hemen imkansız bir uğraş olacaktır. Bugüne değin kaza nedenselliğine ilişkin pek çok önceden tahmin teorisi geliştirilmeye çalışılmışsa da, evrensel olarak kabul edilen bir tanesi halen yoktur. Bilim ve mühendisliğin farklı dallarından pek çok araştırmacı kazaları tanımlamak, yalıtmak ve kazaya doğrudan neden olan veya oluşumuna katkıda bulunan faktörleri ortadan kaldırmak için kaza nedensellik teorisi geliştirmeye çalışmaktadır. Aşağıda kaza nedensellikleri üzerine farklı yaklaşımlar özet olarak sunulmuştur.

4.1.1 Domino teorisi

Domino teorisini geliştiren W.H. Heinrich'e göre kazaların %88'i insanların güvensiz davranışlarından, %10'u güvensiz durumlardan ve %2'si de doğal koşullardan kaynaklanmaktadır. Her ber faktörün diğer aşamayı harekete geçirdiği, domino taşlarında olduğu gibi, beş faktörden oluşan kaza ardıllığı öneren Heinrich'e göre bir kazanın oluşumu aşağıdaki gibi bir sıra izlemektedir:

1. Kişinin geçmişi ve sosyal çevre,
2. İşçinin fiziksel özellikleri,
3. Mekanik ve fiziksel tehlike ile birlikte güvensiz davranış,
4. Kaza,
5. Hasar veya yaralanma (Heinrich,1931).

Bir sıradaki herhangi bir domino taşının kaldırılması, serinin gidişatını engelleyecektir. Heinrich'e göre anahtar olan domino taşı 3. sırada yer alandır. Ancak Heinrich bu teori için herhangi bir veri sunmamış, ancak düşünmek için bir başlangıç noktası sunmuştur.

4.1.2 Çok Yönlü Nedensellik Teorisi

Bu teori, domino teorisinin geliştirilmesiyle oluşturulmuştur. Ama tek bir kaza için pek çok yan faktörün (katkıda bulunan faktörlerin) olabileceğini söylemekte olup, nedenler ve alt nedenler ve bunların belli bir biraradalığının kazalara yol açabileceğini iddia etmektedir. Bu teoriye göre, kazalara katkıda bulunan nedenler iki ana kategoride gruplandırılabilir:

Davranışsal: Bu kategori işçiye has faktörleri kapsamaktadır. Bunlar arasında uygunsuz tutum ve davranış, bilgi noksanlığı, ustalık noksanlığı ve fiziksel ve ruhsal durumdaki yetersizlik sayılabilir.

Çevresel: Bu kategori diğer tehlikeli iş bileşenlerinin yetersiz ve uygun olmayan şekilde denetlenip, nezaret altına alınmasını ve ekipmanların kullanım ve güvensiz prosedürler sonucunda riskli hale gelmesini kapsamaktadır. Bu teorinin en büyük katkısı, bir kazanın ancak nadiren tek bir neden veya davranış sonucunda meydana geldiğini ileri sürmesidir (Raouf, 1998).

4.1.3 Saf Tesadüf Teorisi

Bu teoriye göre, bir işçi kümesi içinde herkesin bir kazaya maruz kalma şansı eşittir. Teori ayrıca şunu da iddia etmektedir; bir kazaya neden olabilecek ayırdedici tek bir model yoktur. Bu teoride, tüm kazalar, Heinrich'in doğa olayları olarak değerlendirdiği kategoride değerlendirilmekte olup, onları önlemek için herhangi bir müdahaleden söz edilmemektedir. (Raouf, 1998)

4.1.4 Kazaya Eğilimli Olma Teorileri

Bu teorilerden birine göre, bir kazaya karışmış bir işçinin gelecekte bir kazaya karışma veya maruz kalma şansı, diğer işçilere oranla ya daha az, ya da daha fazladır. Teorinin bakış açısı budur. Bu teori de kazalardan kaçınmak için geliştirilecek korunma tedbirlerine ilişkin çok az katkıda bulunmaktadır. Bir diğer bakış açısı da, herhangi bir işçi kümesi içinde, kazaya maruz kalma şansları daha fazla olan bir işçi alt kümesi olduğunu varsaymaktadır. Araştırmacılar bu teoriyi ispat etmiş değillerdir, çünkü bu alanda yapılan araştırmalar zayıf bir şekilde ele alınmış, bulguların büyük bir kısmı da çelişkili ve sonuç için yetersiz kalmıştır. Genel olarak kabul edilmeyen bu teorilerin, kanıtlansa bile kazaların istatistiksel değeri olmayan çok küçük bir kısmı için kanıtlanması mümkün olabilir (Raouf, 1998).

4.1.5 Enerji Transferi Teorisi

Bu teoriyi kabul edenlerin iddiasına göre, yaralanmaya maruz kalan bir işçi veya hasara uğrayan bir ekipman, enerji değişimi ile bu durumlara maruz kalmaktadır. Her enerji değişiminde bir alıcı ve bir verici vardır. Bu teori yaralanmanın nedenselliğini belirlemek ve enerjiyle ilişkili tehlikeleri ve kontrol yöntemlerini değerlendirmek için faydalı olabilir. Enerji transferine göre koruyucu, sınırlandırıcı veya iyileştirici stratejiler geliştirmek mümkündür.

Enerjinin kaynağında denetimi aşağıdaki yollarla sağlanabilir:

Kaynağın yok edilmesiyle,

İşyerindeki bileşenlerin tasarım veya şartnamelerindeki değişikliklerle,

Önleyici bakım ile.

Enerji transferinin takip ettiği yol ise aşağıdakiler ile değiştirilebilir:

Yolun kuşatılması,

Bariyerler yerleştirilmesi,

Absorbe edicilerin yerleştirilmesi,

Yalıtkanların yerleştirilmesi,

Enerji transferinin alıcısına aşağıdaki önlemlerle yardımcı olunabilir:

Maruz kalmayı sınırlandırma,

Kişisel koruyucuların kullanımı.

Kazalardaki nedenselliği araştırmak için faydalı olabilecek bu teknikte, her kaza için alıcı, verici ve enerji transferinin takip ettiği yolun izlenmesi zor olabilir. Ancak farklı bir bakış açısı sunması açısından faydalıdır. Sözgelimi, yüksekten düşme gibi bir kazada, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye ve sonrasında da çarpma enerjisine dönüşmesi sözkonusudur. Ancak burada yapılacak bir analiz, elektrik çarpması veya sert bir cismin düşmek suretiyle kişiyi yaralaması gibi bir kazada yapılacak analize oranla daha zor olmaktadır (Raouf, 1998).

4.1.6 Semptomlara karşı nedenler teorisi

Bunun bir teoriden çok kazaların nedenselliğinin anlaşılması için önemsenmesi gereken bir uyarı olarak algılanması daha doğru olacaktır. (Raouf, 1998) Genellikle, kazaları araştırırken, kazaların görünürdeki nedenleri üzerinde durulurken, temelinde yer alan nedenler ihmal edilir. Örneğin güvensiz durum ve davranışlar semptomlardır ve kazanın temel nedenleri değillerdir. O güvensiz durumu yaratan koşullar veya işçiyi iş güvenliğine aykırı şekilde davranmaya iten nedenler nelerdir (eğitim eksikliği, yeterli uyarıların yapılmaması, iş temposunun yoğunluğu, yorgunluk vs.)? Bu bakış açısı esas araştırılması gerekenlere ışık tutması açısından son derece önemlidir.

Kaza nedenselliği çok karmaşık olup, kazaların önlenmesinin geliştirilmesi için, yeterince anlaşılması şarttır. İş Güvenliği'nin teorik bir temelinin olmayışı, bugüne kadar bir bilim olarak değerlendirilmesini engellemiştir. Ancak bu durum, iş güvenliği üzerine çalışanların cesaretlerini kırmamalıdır. Kaza nedenselliğine ilişkin çalışmalar,

kalıcı bir teori oluşturmaya çalışanlar için geniş bir alan sunmaktadır. Bugün, kaza nedenselliğine ilişkin teoriler daha çok kavramsal düzeyde olup, kazaların önlenmesi ve denetlenmesinde sınırlı bir kullanıma sahiptir. Yukarıda kısmen sayılan teorilerin çeşitliliği, neden tek ve evrensel olarak kabul edilen bir teorinin olmadığını da açıklamaktadır. Bu teoriler gerekli olsa da, kazaların oluşumunun anlaşılması için bir çerçeve ortaya koymak hususunda yetersiz kalmaktadır.

4.2 Tehlike Değerlendirme Teknikleri

Risk, tehlike, güvenilirlik, güvenlik kavramlarının birbirine karıştırıldığı ve çoğu kez birbirinin yerinde kullanıldığı, önceki bölümlerde de belirtilmişti. Güvenilirlik çalışmaları sistemdeki ekipman veya proseslerin arıza olasılıklarını düşürmek için yapılan çalışmalardır. Örneğin bir şantiyedeki yapı makinalarının, kurulan iskelelerin güvenilir olması için yapılan çalışmalar bu kapsamda değerlendirilebilir. Öte yandan güvenlik veya iş güvenliği üzerine yapılan çalışmalar, bunları kapsadığı gibi, sistemde olabilecek hasar olasılıklarını da hesaba katar. Bu bağlamda düşünüldüğünde tehlike tanımını bir başka açıdan yaparsak, tehlike düzeltilmediğinde bir kaza, hastalık veya mal hasarına yol açabilecek bir durum veya durumlar kombinasyonudur (Goetcsh, 1993; Hollnagel, 1993). Tehlike kaza oluşturma potansiyelini ifade eder. Risk ise tehlikelerin olasılıklarını belirtmektedir. Bir başka açıdan bakarsak risk, tehlikelerle ve ardışık olaylarla ilgili olasılıkların fonksiyonu olup, potansiyel kazaların, tehlikelerin ve ardışık olayların olma olasılığının azaltılması riski de azaltır (Goetsch, 1993).

İşyerlerinde potansiyel tehlikelerin dikkatlice incelenmesi, günümüzde yaygın olarak kullanılan pek çok tekniği ve uygulamayı beraberinde getirmiştir. Esas itibariyle tehlike değerlendirmelerinin amaca, olası kazaları ve ardışık olayları tanımlamaktır (AIChE, 1985, Goetsch, 1993). Tehlike Değerlendirme Teknikleri, Tehlike Analiz Teknikleri ve İş Güvenliği Teknikleri'nden oluşur. Tehlike Analiz Teknikleri olası kazaların önlenebilmesi veya azaltılabilmesi amacıyla, mevcut tehlikelerin veya tehlike sonucu gerçekleşebilecek olayları (olasılıkları ile birlikte) belirlemek için geliştirilen yöntemlerdir. İş Güvenliği teknikleri ise, işletmenin olağan çalışması sırasında, kanun ve yönetmeliklerin gereklerine göre tesisi, ekipman, personel vb. güvenli olarak çalışması için belli bir planı öngörür, gerekli sapmaların tespit edilmesini sağlar. Bir tehlike eğer

yaralanmaya veya hastalığa yol açabilecek durumda ise, Tehlike Değerlendirme Teknikleri tehlikeyi belirlemek ve düzeltici faaliyetler tavsiye etmek için sistematik süreçler sunar (Goetsch, 1993). Tehlike değerlendirme için farklı farklı teknikler bulunmaktadır. Günümüzde en sık kullanılan Tehlike Değerlendirme Teknikleri şunlardır (AIChE, 1985; Dizdar, 2000):

1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis),
2. İş Güvenliği Denetlemesi (Safety Review),
3. Süreç/Sistem Kontrol Listeleri (Process/System Check Lists),
4. İşlemleri İnceleme Tekniği (Technics of Operations Review),
5. Göreceli Sıralama-Dow ve Mond Tehlike İndeksleri (Relative Ranking-Dow and Mond Hazard Indices),
6. Risk Analizi (Risk Analysis),
7. "Olursa Ne Olur" Analizi ("What If" Analysis),
8. Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (Hazard and Operability Studies),
9. Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis),
10. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis),
11. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis),
12. Sebep Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis),
13. İnsan Hatası Analizi (Human Error Analysis),
14. Tehlike Erken Uyarı Modeli (Diagnostics Model for Hazard).

Ciddi bir yaralanma veya ölümcül hastalık potansiyelinin bulunduğu durumlarda, yukarıdaki Tehlike Değerlendirme Tekniklerinden biri veya birkaçı kullanılabilir. Hangi yöntemle çalışılacağına olay ve tesisin türüne ve işleyişine göre o yönteme ait kriterler incelenerek karar verilir. Bazı durumlarda seçilen bir yöntemle çalışılırken bir başka yöntemden de faydalanılabilir (AIChE, 1985; Kirwan, 1992; Goetsch, 1993; Getrtman et al., 1993).

4.2.1 Ön Tehlike Analizi

Bu teknik, tesis daha tasarlanırken plan ve proje aşamasında tehlikelerin tespit edilerek tasarımı yapan teknik elemanlara rehber olması için kullanılır. Bu şekilde daha sonraki aşamalarda tespit edilliklerinde alınması gerekli düzeltici önlemlerin yüksek maliyetlerinden kurtulup zamandan tasarruf sağlanır. Özellikle eski deneyimlerden yararlanılmayacak olan yeni projeler üzerinde çalışıldığında veya yeni bir tesis kurulacağında kullanılan bu yöntem, tehlikeleri ortadan kaldıracak veya minimize edecek tavsiyeleri içeren yararlı sonuçları içermektedir.

4.2.2 İş Güvenliği Denetlemesi

Yapılan İş Güvenliği Denetlemeleri ile orijinal standartlarda istenilen güvenliğin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilerek sapmalar tespit edilir. İş Güvenliği Denetlemesi, tesisin toplam iş güvenliğiin ve performansını geliştirecek nitelikte olup, operasyonların detayına girmez, ana riskler üzerinde durur.

4.2.3 Süreç/Sistem Kontrol Listeleri

Uygulanması için fazla bir tecrübenin gerekmediği bu yöntemde, beklenen tehlikeler evet-hayır karar sorgulaması ile tespit edilerek sistemin standart işlemlere uygunluğu belirlenir. Yöntemin kullanımı ve hazırlanması kolay ve ucuz olup sonuca çabuk ulaşılır. Üst Yönetimin periyodik denetlemeleri için kullanabileceği bu yöntem, karar vericiye kalitatif sonuçlar sunar.

4.2.4 İşlemleri İnceleme Tekniği

İşçilerin amirleri ile işyeri kazalarını ve hatalarını incelemeleri için birlikte çalışmalarına izin verilen bu teknikte şu soruya yanıt aranır: "Sistem niçin böyle bir şeyin olmasına izin vermiştir?" Bu yaklaşım Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi ve Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi gibi sistemden kaynaklanan nedenleri belirlemeye çalışan İşlemleri Gözden Geçirme Tekniği uygulaması altı adımda gerçekleşirilmektedir: Takım kurma, takım üyelerinin ortak bilgi sahip olamsı için toplantılar düzenleme, kazanın oluşumunda önemli rol oynayan sistemdeki temel faktörlerden birini belirleme (daha sonraki incelemeler için başlangıç noktası olacaktır), bir dizi evet-hayır seçenekleri ile

soruna yol açabilecek faktörleri bulma, belirlenen faktörlerde takım üyelerinin hemfikir olup olmadığının gözden geçirilmesi ve en ciddi faktörden başlayarak derecesine göre sıralamayı yapma, her faktörün düzeltici ve önleyici stratejileri geliştirme. Bu tekniğin eksikliği, hata veya kaza gerçekleştikten sonra belirlenmesine yönelik olmasıdır, etkili tarafı ise tüm personelin bu incelemede yer alabilmesidir (Goetsch, 1993).

4.2.5 Göreceli Sıralama-Dow ve Mond Tehlike İndisleri

Tesislerde risklerin göreceli olarak sıralanmasını sağlayan kolay bir yöntemdir. Yöntemde tesisin tehlike yönünden artı ve eksi süreçleri belirlenerek risk derecesine göre sıralama sağlanır. Burada eksi yönde bulunan bulgular kazaya neden olabilecek malzeme ve durumları belirlerkenş artı yöndeki bulgular bu kazaları ortadan kaldıracak veya azaltacak parametreleri gösterir (AIChE, 1985).

4.2.6 Risk Analizi

Genel olarak işyerini inceleme, tehlikeleri belirleme ve bu tehlikelerin üstesinden gelmek için stratejiler geliştirmede kullanılır. Analiz işlemi iki temel soru üzerine odaklanmaktadır: "Belli bir olay hangi sıklıkta gerçekleşmektedir ve olayın sonuçları ne kadar ciddidir?" Risk analizini gerçekleştirirken farklı yöntemler kullanılabilmektedir ki bunlardan en etkilisi Chapanis (1986) tarafından geliştirilendir. Chapanis, kaza olma sıklıklarını kendine göre olasılık düzeylerinde değerlendirmiş ve "imkansız", "oldukça düşük", "orta sıklıkta", "arasıra", "makul düzeyde sık" ve "sık" olarak 1-6 arasında derecelendirmiştir (Chapanis, 1986; Goetsch, 1993). Farklı uygulama şekilleri bulunmaktadır.

4.2.6.1 Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı:

Başarısı takım çalışmasına bağlıdır. Çok fazla doküman ihtiyacı gerektirir ve takım liderinin de tecrübeli olması, diğer kişilerin de görev tanımının iyi yapılması metodolojinin başarısı için gereklidir.Takım liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir. Çok Değişkenli X Tipi Matris metodunu tüm sektörlere uygulanabilirdir.

4.2.6.2 Risk Değerlendirme Karar Matris Metodu:

Genel olarak risk değerlendirme yöntemleri arasında en sık kullanılan yaklaşımlardan biri olan risk değerlendirme karar matrisidir. Riskin derecelendirilebilmesi için olasılık ve sonucun şiddet derecesinin sayısal olarak ifadelendirilmesi pratik yarar sağlayabilir. Genel kullanımına bakıldığında 5x5 yöntemi olarak anılmaktadır. Kimi şantiye uygulamalarında 3x3 matrisler de kurulabilir. Sık kullanılan bir yöntem olduğundan dolayı biraz daha ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

Değerlendirme yapılırken önemli değişkenlerden biri Kaza Şiddeti'dir. Kaza şiddeti için aşağıdaki tanımlar ve sıralamalar verilmektedir.

Birden çok ölümlü veya ölümlü için 5,

Büyük yaralanma için 4,

En az üç gün istirahat gerektiren yaralanmalar için 3,

İlkyardım gerektiren küçük yaralanmalar için 2,

Hasar ya da yaralanmaya neden olmayan kaza veya kıl payı olaylar için 1.

Diğer değişken ise kaza olasılığıdır. Bunun belirlenmesinde ise aşağıdaki hususlar gözönünde tutulmaktadır:

-Maruz kalan personel sayısı,

-Tehlikeye maruz kalma sıklığı ve süresi,

-Elektrik, su kesintileri gibi kontrol ve önlemlerin etkinliğini azaltabilecek durumlar,

-Tesis ve makinelerdeki güvenlik bileşenleri eksiklikleri,

-Kişisel koruyucuların etkinliği ve kullanım sıklığı,

Güvensiz davranışlar

Ortaya çıkma olasılığı/frekans için kullanılan derecelendirme basamakları ise aşağıda verilmiştir:

Her gün (çok yüksek olasılık) için 5,

Haftada bir (yüksek olasılık) için 4,

Ayda bir (orta dereceli olasılık) için 3,

Üç ayda bir (küçük olasılık) için 2,

Yılda bir (çok küçük olasılık) için 1.

'Risk = Zararın ciddiyet derecesi x Ortaya çıkma olasılığı' denklemiyle örneğin yüksekte çalışma gerektiren bir kalıp montajı aktivitesi hiçbir önlem alınmadan-koruyucu kullanılmadan, ölümcül yaralanma nedeni olabilecek bir yükseklikte, uygun bir platform olmadığı halde sürdürülüyorsa; değerlendirmeyi yapan ekip düşme olasılığını çok yüksek (5), oluşacak yaralanmanın ciddiyet derecesini de çok ciddi (5) olarak değerlendirerek buradaki risk skorunu 5X5=25 olarak saptayacaktır. Yöntemde aşağıdaki matristen yararlanarak risk değerleri belirlenmektedir.

Tablo 4.1 5x5 Risk Matrisi Yönteminde risklerin sayısal gösterimi

İHTİMAL	ŞİDDET				
	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız (1)	Düşük (2)	Düşük (3)	Düşük (4)	Düşük (5)
2 (Küçük)	Düşük (2)	Düşük (4)	Düşük (6)	Orta (8)	Orta (10)
3 (Orta Derece)	Düşük (3)	Düşük (6)	Orta (9)	Orta (12)	Yüksek (15)
4 (Yüksek)	Düşük (4)	Orta (8)	Orta (12)	Yüksek (16)	Yüksek (20)
5 (Çok Yüksek)	Düşük (5)	Orta (10)	Yüksek (15)	Yüksek (20)	Yüksek (25)

Risk Skoru Belirleme Matrisi tablosuna göre çıkan risk seviyesi, Tabloda verilen Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri tablosuna göre değerlendirilir ve gerekli önlemler alınır. Çok yüksek, yüksek ve orta seviyede risk içeren alanlar bu sıralamaya uygun olarak değerlendirilmelidir. Buna göre;

Tablo 4.2 Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri

KATLANILAMAZ RİSKLER (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devamı eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
ÖNEMLİ RİSKLER (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılıncaya kadar iş başlatılmamalı eğer devamı eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu Önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
ORTA DÜZEYDEKİ RİSKLER (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
KATLANILABİLİR RİSKLER (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
ÖNEMSİZ RİSKLER (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

Daha bir karmaşık risk değerlendirme formülü aşağıda verilmiştir:

Risk=(zararın şiddeti x zararın olma olasılığı) + risk alımdaki kişi sayısı + test ve kontrolleri önceki benzeri kazalar

Uygulanması karmaşık, zor ve ekip çalışması gerektirdiğinden başlangıçta kullanılması tavsiye edilmez. Aynı zamanda bu formülün, kaza istatistiklerinin yapıldığı işyerlerinde kullanılması uygun olacaktır.

4.2.7 Olursa Ne Olur Analizi

Deneyimli uzmanlarca uygulanması gerekli olan bu yöntem, tasarın, inşaat veya çalışma tekniklerinde olabilecek sapmaların incelenmesini içerir. Uygulamada süreç veya operasyon belirli konular bazında "olursa ne olur?" sorgulamalarıyla detaylı bir şekilde incelenerek beklenmeyen olaylar açığa çıkarılmaya çalışılır. Sorgulamada, tehlikenin başlatıcı olayı ortaya konarak, ulaşılacak istenmeyen noktaların görülmesi sağlanır. Yöntem mevcut tesiste bir takım değişiklikler düşünüldüğünde uygulanır ve potansiyel kaza ve zincirleme olayların senaryoları tablolar halinde listelenir (AIChE, 1985).

4.2.8 Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi

Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi, deneyimlerin yetersiz kaldığı durumlarda veya yeni teknolojiler uygulamaya alındığında, buradaki sorunların belirlenmesi çin oluşturulmuş bir yöntem olmasına karşın, tesisin tasarımdan sonra uğradığı değişikliklerin tespiti ve bunların sonunda oluşan tehlikeleri çözümleri ile birlikte raporlayan bir yöntemdir. Yöntemin uygulamalarında farklı deneyim ve uzmanlıklara sahip kişiler bir araya gelir, bir dizi toplantı ve gezi düzenlenerek tesis incelenir. Uygulama çalışmalarında "beyin fırtınası" ile tesis tasarımı gözden geçirilir, belirli noktaları sırayla ele alınır ve farklı noktalarda odaklanarak incelemeler sürdürülür ve parametrelerden sapmalar belirlenir.

Bu yöntemin temel beş adımı incelenecek sistemin veya işlemin seçimi; uzman takım oluşturma, yöntemi tüm takıma açıklama, amaçları ve zaman sınırlarını belirleme ve beyin fırtınası seansları gerçekleştirme. Özlelikle kimya sanayiindeki yeni işlemlerde kullanılmak üzere geliştirilmiş bir inceleme yöntemi olan bu yöntemin gücü, belli bir süreç veya sistem tecrübe edilmeden önce sorunları belirleme olanağı sağlamasındadır. Yöntem, sistem hatalarındaki sorunları tahmin eder. Ancak bunlar teknolojik hatalardır, insan faktörü işin içinde bulunmamaktadır. İnsan hataları da kazalarda genellikle önemli bir faktör olduğu için ilgilenilmesi gereken bir eksikliktir (AIChE, 1985; Kirwan, 1992; Goetsch, 1993).

4.2.9 Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi

Bu analiz, tesis ekipmanlarında olabilecek her bir kusurun sisteme olan etkisi ve potansiyel tehlikesini kritiklik sırasına göre tablolanarak listelenmesini içerir. Diğer bir ifade ile bu yöntem, ekipmanları, bunların arıza yapabileceği durumları ve ortaya çıkabilecek etkileri inceler. Yöntem, sistemin kritik olarak incelenmesi, parçalara ayrılması, parçaların hataya açık taraflarının bulunması, hatanın meydana getirdiği tehlikelerin derecelendirilmesi, istemin her bir parçası için her potansiyel hatanın incelenmesi ve sonuçlarının ne olabileceğinin bulunması olarak dört temel aşamayı içerir. Otomotiv ve uzay gibi ileri imalat sistemlerinde emniyet açısından kritik ürünler üreten, gelişmiş elektronik ve mekanik donanımları içeren alanlarda sıkça kullanılan bu yöntem, sistem analizini esas alır. Belli bir işlem veya sistem için geniş bir inceleme olanağı veren yöntemin, eksik yönleri de bulunmaktadır. En önemli eksiklik insan

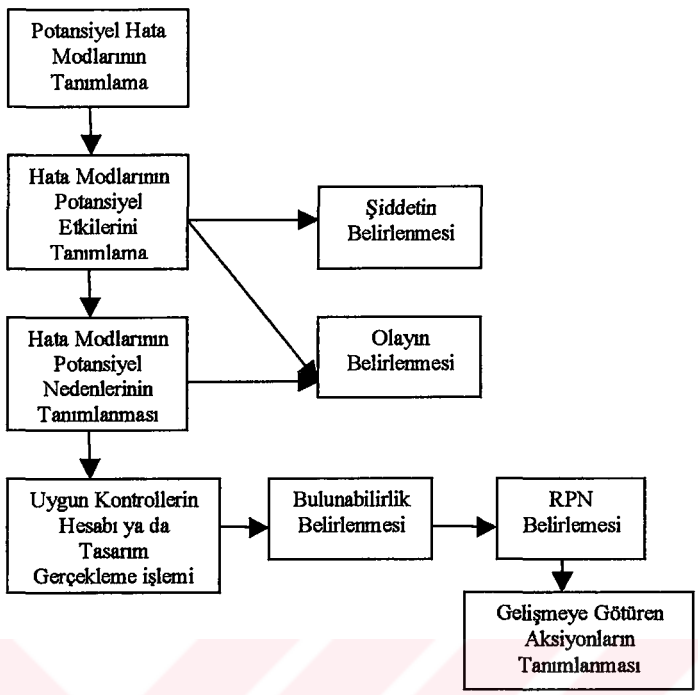
hatasını göz ardı etmesidir. İnsan hataları iş kazalarında önemli bir faktör olduğundan, bu eksiklik İnsan Hatası Analizi ile giderilmektedir. Parçalar ve sistemler arasındaki etkileşimleri göz ardı eder. Ancak problemler genellikle bu etkileşim noktalarında oluşur. Ayrıca tekniğin uygulanmasında her operasyonun arıntılı bir şekilde incelenmesi yöntemi zaman alıcı ve sıkıcı kılmıştır. Tekniğin olası hata şekilleri, nedenleri ve etkilerinin belirlenmesinde uzman bilgisi istemesi, uygulama alanlarını kısıtlayan diğer bir olumsuzluğudur (AIChE, 1985; Goetsch, 1993)

Hata Modları, Etkileri Analizi'nde (FMEA) ve Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi'nde (FMECA) genel olarak şu temel bilgilerin tanımlanması gereklidir:

- Parçalar,
- Fonksiyonlar,
- Hatalar,
- Hata modları,
- Hata nedenleri,
- Güncel kontroller,
- Önerilen faaliyetler,
- Diğer konuyla ilgili ayrıntılar v.b.

Ayrıca bu şekildeki analizler, analiz sırasında tanımlanmış bazı durumlara değerler vererek ve de her duruma birbirine göre üstünlük dereceleri vererek risk analizi yapan iki metot mevcuttur. Bunlar; Risk öncelik numaraları (RPN) ve Kritiklik analizi (FMECA)dır. Hata modları, etkileri analizi için temel analiz prosedürü aşağıdaki dört temel aşamaya göre işler

- Sistemin kritik olarak incelenmesi,
- Parçalara ayrılması, parçaların hataya açık taraflarının bulunması,
- Hatanın meydana getirdiği tehlikelerin derecelendirilmesi,
- Sistemin her bir parçası için her potansiyel hatanın incelenmesi ve sonuçlarının ne olabileceğinin bulunması.



Şekil 4.3 Hata Modu ve Etkileri Analizi Yol Haritası

Bunun yanında yukarıdaki sıralamayı geniş anlamda da şu şekilde de sıralanabilir;

- Grup/Takımı toparlama,
- Temel kuralları belirleme,
- Konu ile ilgili bilgi toplama ve gözden geçirme,
- Analiz edilen işlemleri tanımlama,
- Analiz edilen her işlem için fonksiyonların, hataların, etkilerin, nedenlerin ve kontrollerin tanımlanması,
- Risk analizi sonuçlarının değerlendirilmesi,
- Düzeltici aksiyonların önceliklerin belirlenmesi ve saptanması,
- Düzeltici aksiyonların gösterilip, tekrar değerlendirilmesi,
- Uygun bir şekilde analiz sınıflama, gözdem geçirme ve güncelleme.

FMECA için iki yaklaşım mevcuttur;

a. Nitel Yaklaşım

Bu yaklaşım belirli bir hata oranı verisi yokken kullanılması uygundur. Hata modları olay olabilirliklerine göre yapılan derecelendirme işlemi (FMECA) ile tanımlanır. Olaya, şiddetine, ortaya çıkan sonuçlara nicel bir ölçü ortaya koymak istersek, kriterler, işlemdeki bütün etkiler düşünülerek kabul edilmelidir. Bununla ilgili örnekler aşağıda belirtilen tablolarda mevcuttur.

b. Nicel Yaklaşım

Bu yöntemin kullanılması için analiz grubu her hatanın etki şiddetinin derecelendirmeli, her hata nedeni için olayların olabilirliğinin belirlemeli, her hata nedeni için önceden ortaya çıkma olasılığını belirlemeli ve risk öncelik sayılarını (RÖS) hesaplamalıdır.

FMEA Bileşenleri ve tanımlamalar şunlardır:

Şiddet; potansiyel bir hata modunun etkilerinin ciddiyetinin derecelendirmesidir. Örneğin ölçü: 1-10 için; 1:hiçbir etki yok, 5: orta etki, 8:ciddi etki, 10: tehlikeli etki şeklinde sıralanabilir.

Olay; sistemin içindeki yaşantımızda meydana gelen, birinci derece bir neden ve onun sonuç hata modu, dizayn edilmiş hayatın bir ürünü şeklinde tanımlanabilir. Örneğin ölçü:1-10 için; 1: muhtemel olmayan hata, 5: arada sırada olan hata, 8:olması yüksek hata, 10: kesin hata. Tablo 4.3'te olay olasılıkları, Tablo 4.4'te şiddet olasılıkları, Tablo 4.5'te ise hata bulma olasılıkları gösterilmektedir.

Tablo 4.3 Olay Olasılıkları

Derece	***Olay Kriteri***	**Olayın Derecesi (devir, saat, vb.)**
1	Muhtemel olmayan; Böyle bir hata modunun olması beklenemez	—
2	İzole edilebilir; Az sayıda hata bulunan benzer tasarımlara dayanır.	1/10.000
3	Ara sıra görülen (seyrek); Ara sıra meydana gelebilecek tecrübe edinilmiş hata bulunan benzer tasarımlara dayanır.	1/1.000
4	Makul; problem nedeni belli olan benzer tasarımlara dayanır	1/100
5	Tekrarlı; sonuncunda kesin hata ortaya çıkacak	1/10
NOT: Seçilen derecelendirme kriterleri baştan sona FMECA ya uygun olmalıdır.		

Bulma/Buluş; dizayn, ürün ya da işlemler için potansiyel hata modlarının bulunması, uygun kontrollerin ya da bulma metotlarının olma olasılığını belirleyen derecelendirmedir. Örneğin; ölçü:1-10 içim; 1: bulunur hata, 5: belki bulunabilir hata,

10: hata bulunması neredeyse imkansız gibi. RÖS daha sonra analiz içindeki sayıların karşılaştırılması için kullanılır.

RÖS= Şiddet x Olay x Ortaya çıkarma **(4.1)**

Tablo 4.4 Şiddet olasılıkları

Derece	***Şiddet Kriteri***
1	Önemsiz; dikkate değer bir etki yok. Oluşan hata fark edilemeyecek düzeyde.
2	Marjinal; rahatsız edici, sistemde bir bozulma mevcut değil.
3	Orta; Hoşnutsuzluk nedeni olur, bazı sistem bozuklukları yaratır.
4	Kritik; Yüksek derecede hoşnutsuzluk, sistem fonksiyonu kaybına yol açar.
5	Felaket. Bu hata incitme veya ölünle sonuçlanır. Büyük zayiat oluşur.
NOT: Seçilen derecelendirme kriterleri baştan sona FMECA'ya uygun olmalıdır.	

Hata modları ve kritiklik sayıları (Cm) parçalar için kritiklik sayılarının bir bölümüdür.Hata modları için Cm şu şekilde tarif edilebilir;

$Cm = b.a.l_p.t$ **(4.2)**

Bu denklemde

b = Fonksiyonu kaybetmenin koşula bağlı olasılığı,

a = Hata mod oranı,

l_p = Parça hata oranı,

t = Zaman / operasyon süresidir.

Tablo 4.5 Hata Bulma olasılığı.

Derece	***Bulma Kriteri***	***Olabilirlik***
1	Oluşmadan hata bulma olasılığının çok yüksek olması. Neredeyse her zaman uyarıdan önce meydana gelir.	**80%–100%**
2	Oluşmadan hata bulma olasılığının çok yüksek olması. Çoğu zaman uyarıdan önce meydana gelir.	**60%–80%**
3	Oluşmadan hata bulma olasılığının orta düzeyde olması. Uyarı almanın olasılığı yaklaşık %50.	**40%–60%**
4	Oluşmadan hata bulma olasılığının düşük olması. Daima küçük yada hiçbir uyarı olmadan gelir.	**20%–40%**
5	Oluşmadan hata bulma olasılığının çok uzak olması. Daima hiçbir uyarı olmaz.	**0%–20%**
NOT: Seçilen derecelendirme kriterleri baştan sona FMECA ya uygun olmalıdır.		

'b' değeri daima analistin değerlendirmeleri kullanılarak duruma göre kayıpların olabilirlik derecelerini belirler ve bu genel olarak Tablo 4.4'te sınıflandırmıştır. Hata modu oranı, a, parçaların (items) başarısız olma olasılığıdır. Eğer tüm parçaların potansiyel hata modları listelenmiş ise tüm parçaların toplam değeri '1'e eşit olur. Bireysel hata mod çarpanları hata oranı kaynak verilerinden ya da testlerden ya da halehazır verilerden çıkarılır. Eğer hata modu verileri yoksa, bir değer analistin değerlendirmelerine göre parçaların fonksiyonun analizinden alınabilir. Parça hata oranları, 'l_p' , uygun güvenilirlik tahmin metodunun (MTBF) verileri kullanılarak ya da el kitaplarından ya da referance malzemeler kullanılır. İmalatçı sık sık hata verilerini depolar, fakat şu önemli ki, hata verilerini toparlarken çevre ile parçayı, çevre ile üretici gibi benzer tutmak gerekir.

Tablo 4.6 Hata Etkileri

Hata Etkileri	**Fonksiyonu Kaybetme Olabilirliği**
Gerçek Kayıp	b =1
Muhtemel Kayıp	0.10<b <1.00
Makul (olası) Kayıp	0<b <0.10
Etkisiz	b =0

Operasyon süresi, 't', genelde parça analizi yaparken saat ya da devir olarak düşünülür. 'a' ve 'b' değerleri, çoğu zaman subjektiftir. Böylece nicel yöntemi yaptığımızı farz edip, aslında nitel yöntem kullanılır. Bütün bunlar düşünüldüğünde, genel olarak FMECA işlemlerinin nitel olduğunu anlarız.

Otomotiv ve uzay gibi ileri imalat sistemlerinde emniyet açısından kritik ürünler üreten, gelişmiş elektronik ve mekanik donanımları içeren alanlarda sıkça kullanılan bu yöntem, sistem analizini esas alır. Belli bir işlem veya sistem için geniş bir inceleme olanağı veren yöntemin, eksik yönleri de bulunmaktadır. En önemli eksiklik insan hatasını göz ardı etmesidir. İnsan hataları iş kazalarında önemli bir faktör olduğundan, bu eksiklik İnsan Hatası Analizi ile giderilmektedir. Parçalar ve sistemler arasındaki etkileşimleri

göz ardı eder. Ancak problemler genellikle bu etkileşim noktalarında oluşur. Ayrıca tekniğin uygulanmasında her operasyonun ayrıntılı bir şekilde incelenmesi yöntemi zaman alıcı ve sıkıcı kılmıştır. Tekniğin olası hata şekilleri, nedenleri ve etkilerinin belirlenmesinde uzman bilgisi istemesi, uygulama alanlarını kısıtlayan diğer bir olumsuzluğudur. Çok fazla doküman ihtiyacı gerektirir. Tek bir analist ile yapılamaz, orta düzeyde deneyimli takım çalışması metodun başarısı için gereklidir.

4.2.10 Hata Ağacı Analizi

Bu analiz yöntemi, işlem sürecini görsel olarak sergilemek için grafik model kullanan analitik bir yöntemdir. Sistem güvenliği analizinde yaygın olarak kullanılan yöntem, belirli bir hata veya kaza üzerinde odaklanarak bunun nedenini belirlemek üzere sistem geliştirmeyi amaçlar. Yöntem, kazayı onu oluşturan ekipman kusurlarına ve insan hatalarına göre parçalara ayırarak inceler. Uygulama çalışmalarına kazadan veya önlenmesi gereken istenmeyen olaydan başlanır ve olayın nedenleri araştırılır. Bu nedenle bu yöntem, "geriye doğru düşünme" tekniği olarak da adlandırılır (AIChE, 1985; Goetsch, 1993;). Yöntemdeki hata ağacı adıyla kullanılan grafiksel model özel bir takım sembollerden oluşur ve incelenen kazaya neden olabilecek ekipman veya insan hata ve kusurlarının kombinasyonlarını gösterir. Hata ağacı, en üstündeki olayın belirlenmesi, bu olaya neden olacak olası üç temel adıma sahiptir. Sonuçta ortaya çıkan model, bir mantık şeması veya akış diyagramıdır. Hata ağaçları oluşturulduktan sonra, tepedeki olaya neden olabilecek hataların çeşitli kombinasyonları incelenir. Son adımda önleyici tedbirler için tavsiyelerde bulunulur. Şemaya ayrıca olasılıklar da eklenerek, model kantitatif hale getirilebilir. Ancak bu güvenilir olasılık rakamlarına ulaşmak pek mümkün olmadığından sık kullanılmaz (AIChE, 1985; Goetsch, 1993; Wilpert ve diğ., 1993).

4.2.11 Olay Ağacı Analizi

Kazayı ve olaylar zincirini kaydetmede ve başlatıcı zincirleme olaylar arasındaki ilişkileri tanımlamada bir yol öneren Olay Ağacı Analizi'nde başlatıcı olay olarak bilinen belirli bir sistem veya insan hatası sonucu oluşabilecek potansiyel olaylar zinciri incelenir. Sonuçlar kazayı tanımlayan hata dizilerinin kronolojik sıralaması, yani başlatıcı olayı takip eden zincirleme olaylar olarak belirlenir. Bu yöntem ayrıcı iş güvenliği

önlemlerinin başarılı olup olmayacağı durumların test edilmesinde de kullanılır. Yöntem Hata Ağacı Analizi'nin aksini "ileriye doğru düşünme" tekniği olarak adlandırılır (AIChE, 1985).

4.2.12 Neden-Sonuç Analizi

Neden-Sonuç Analizi, Hata Ağacı Analizi'nin geriye doğru, Olay Ağacı Analizi'nin ileriye doğru düşünme mantığını birleştirir nitelikte, kaza dizilerini olası temel nedenlerine bağlayan bir tekniktir. Yöntemin uygulamasında, potansiyel kazalar ve zincerleme olaylar ile temel nedenleri arasındaki ilişkilerin görüldğü grafiksel bir diyagram elde edilir (AIChE, 1985).

4.2.13 İnsan Hatası Analizi

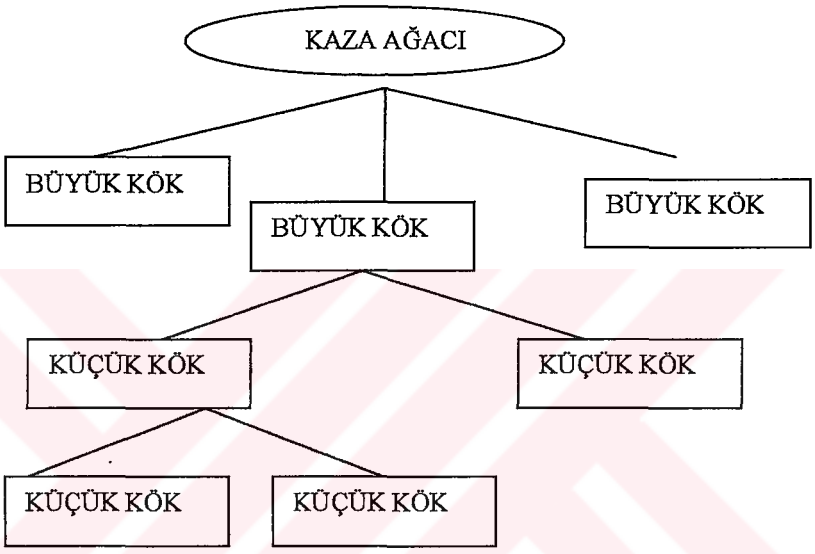
Bu yöntem potansiyel insan hatalarının bunların nedenlerinin ve etkilerinin belirlenmesinde kullanılır. Yöntem aynı zamanda, bir işi gerçekleştirebilmek için gerekli olan beceri, eğitim gibi gerekli fiziksel ve çevresel koşulların tanımlanmasında ve insan performansını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesinde de kullanılır. İHA uygulamaları sık sık Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi ve Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi ile birliktelik kazanır. Bu ortak kullanım Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi, Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi ve İnsan Hatası Analizlerinin etkinliğini artırmaktadır. Ayrıca İHA'yı gerçekleştirebilmek için bir çok "iş analizine dayalı" kalitatif teknik vardır. Bu yöntem, gerçekleştirilmesi çok kolay olmasına karşın, diğer tehlike analiz yöntemleriyle oldukça iç içe olması dolayısıyla bir çok durumda karmaşıklık kazanmaktadır (AIChE, 1985; Goetsch, 1993; Petersen, 1984; Kirwan, 1992 a,b),

4.2.14 Tehlike Erken Uyarı Modeli

Güvenlik yönetim stratejilerinin etkili olabilmesi çin sistem ve süreç bütünüyle, kapsamlı ve sistematik olarak analiz edilerek karar vericiye kazalar hakkında objektif bilgiler sunulmalıdır. Tehlike Erken Uyarı Modeli, kazaların gerçek nedenlerinin bulunması ve olası kazaların tahmini gibi tehlike değerlendirme çalışmalarında iki temel sorunun çözümüne getirilen yeni bir tekniktir. Modelin felsefesi şu konular üzerine yoğunlaşmıştır (Dizdar, 2000).

- Kazaların sistemin karakteristiklerine bağlılığı,
- Kazanın gerçek nedeninin bulunması
- İnceleme için kaza raporlarının kullanılması
- Kazaların yapısı ve tahmini

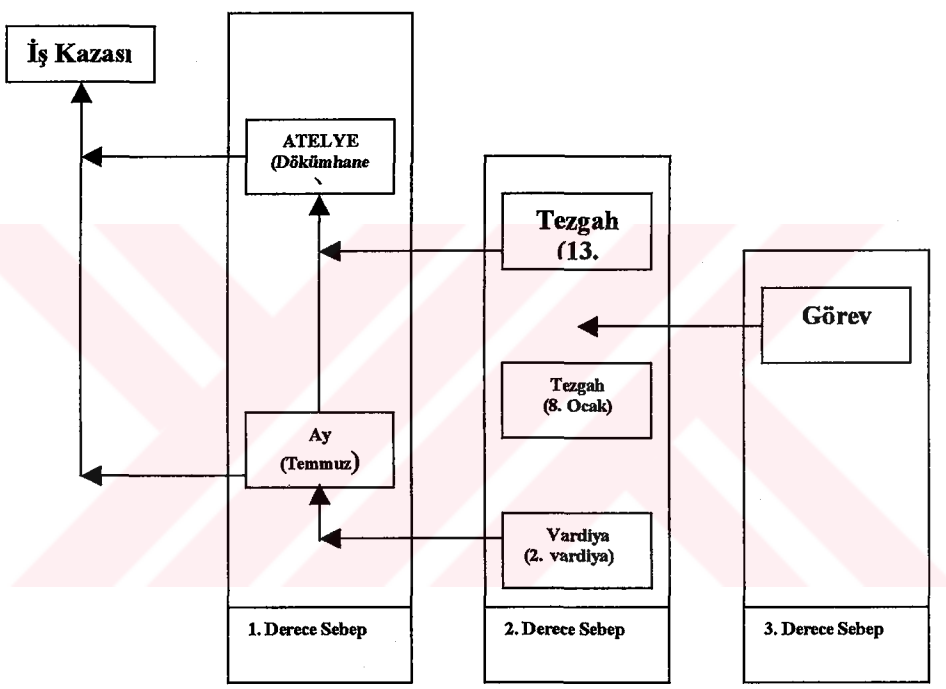
Şekil 4.4'te modelin genel şemasını görmek mümkündür.



Şekil 4.4 Kaza Ağacının Sembolik Gösterimi

Modelde, gerekli veriler için kaza raporları kullanılmakta, kazaların gerçek nedenleri bulunmakta, bu nedenlerin zaman ile olan ilişkisi incelenerek gelecek dönemler bazında olası kazalar tahmin edilmektedir. Böylece meydana gelebilecek olası kazalar hakkında bilgilendirilmiş üst yönetim bu erken uyarıları dikkate alarak, vuku bulmadan önce gerekli tedbirleri almak yoluyla potansiyel kazaların eliminasyonuna gider. Bu yöntem sistemdeki kazaları bir ağaca benzetir. Ağacı meyvaları "kazalar", kökleri ise kazaları oluşturan nedenler ve ona etki eden faktörlerdir. Bu ağaç kurutulacak ise, öncelikle köklerinin kurutulması gerekir. Çünkü kaza ağacını besleyen kökleridir. Bunun için ağacın kurutulacak köklerinin tespit edilmesi, yani sistemde kazalara neden olan faktörlerin bulunması gerekir. Ağaçta "büyük kökler"den çıkan, onlara hayat suyu taşıyan "küçük kökler" de bulunur. Bu küçük kökler, gövde ile dorudan bağlı değillerdir. Onlar ancak "büyük kökler" aracılığıyla gövdeyi beslerler. Büyük kökler üstündeki bu

küçük köklerin ne kadarı kurutulabilir ise, büyük kökler dolayısıyla ağaç da o oranda kuruyacaktır. O yüzden, büyük köklere bağlı bu küçük köklerin de bilinmesi gerekir. Kazalara doğrudan etkili faktörlere (1. dereceden nedenlere) etki eden dolaylı faktörler (2. dereceden nedenler) de bulunmalıdır. Sonuçta kaza ağacı, kökleri kurutulduğu zaman ölür. Kazalar, onlara etki eden faktörler ortadan kaldırıldığında sistemden kaybolacaktır. Dolayısıyla, bu faktörler en büyüğünden başlanarak varsa kombinasyonları ile birlikte bulunup elimine edilmelidir. Bu şekilde kazaların sistem güvenliği üzerindeki tehdidi ortadan kalkacaktır.



Şekil 4.5 Kaza ağacı örneği

Tehlike Erken Uyarı Modeli'nin işlem sırası şu şekilde ifade edilebilir.

1. Etkili faktör ve kombinasyonlarının bulunması
2. Bunların anlamlılığının sıralanması
3. En etkili faktörden başlanarak, anlamlılık seviyesinin başta tanımlanan anlamlılık değeri a ile karşılaştırılması; eğer bulunan anlamlılık düzeyi a'dan büyük ise, dördüncü adıma geçilmesi; eğer anlamlılık düzeyi a'dan küçük ise analizin sona erdirilmesi

4. Söz konusu faktörün (veya faktör kombinasyonlarının), düzeyleri bazında bir sonraki periyod için kayıp tahmininin yapılması
5. Tahmin sonuçlarının sıralanması
6. En yüksek tahmin değerinden başlanarak, tahmin değerlerinin başta tamınlanan kabul edilebilir alt sınır değerleri ile karşılaştırılması; eğer bulunan tahmin değeri bu değerin üzerinde ise, en yüksek değerli faktörden başlanarak, söz konusu faktör altındaki diğer faktörlerin kaza üzerinde etkisinin araştırılması için ilk adıma geçilmesi; eğer bulunan tahmin değeri, bu değerin altındaysa ikinci en etkili faktöre geçilerek üçüncü adıma geçilmesi.

Modelin sonunda anlamlı cümleler kurulur, raporlar hazırlanır, bunlar tavsiyeler şeklinde gerçekleşecektir sözgelimi "Temmuz ayındaki 2. vardiyalarda olası kazalar için gerekli tedbirleri al" gibi. Hazırlanan bu raporla, sistemde güvenlği tehdit eden faktörler önem sırasına göre derecelendirilmiş ve olası kazalar tahmin edilmiş olarak yönetime sunulmaya hazır bir durumdadır. Diğer bir anlatımla, rapordaki her bir satır, sistemin güvenliğini tehdit eden faktörler hakkında "erken uyarı mesajı" veren bir yapı teşkil etmektedir.

Karar vericiye kazaların önlenebilmesi için kalitatif veya kantitatif sonuçlar sunan Tehlike Değrelendirme Tekniklerinin etkili olabilmesi için, sistemin ve prosesin doğru ve sistematik olarak değerlendirilmesi gerekir. Sistemin çok karmaşı olduğu durumlarda, tüm zincirleme olayların göz önünde bulundurulması ve kazanın olma olasılığının tahmini için başlatıcı olayların olasılıklarının tahmini ve birleştirilmesi gerekir.

Olursa Ne Olur Analizi, Hata Ağacı Analizi, Olay Ağacı Analizi, Neden –Olay Analizi ve Tehlike Erken Uyarı Modeli teknikleri zincirleme oluşabilecek olayların sıralamasını bulmaya yarayan tekniklerdir. Bu amaç için seçilebilirler. Bunlardan son dördünün yapısı daha geniş olup, yeterli ön bilgi olduğunda kantitatif sonuçlarına ulaşılabilir.

Ağırlıklı olarak üretim süreçlerinin ardışık ve bant tipi olduğu imalat sektörü için düşünülmüş olan bu model inşaat sektöründe kısıtlı bir şekilde kullanılabilir. Geçmiş yıllardaki kaza verileri ve/veya o işletmedeki kaza verileri imalat sektöründe daha rahatlıkla kullanılabilir ve tahminler daha kolaylıkla yapılabilirken, inşaat sektörü için aynı durumdan söz etmek mümkün değildir. Sözgelimi kimyasal malzeme üretimi yapan

iki fabrika, üretim prosesleri açısından büyük ölçüde benzerlik taşıyacaktır. A fabrikasında gerçekleşen bir iş kazasının veya bir üretim prosesinin bütünün etkin bir analizinden yola çıkılarak, B firması için bu veya benzer modellerin uygulanması mümkündür. Ancak inşaat sektöründe, üretimde standartizasyonun olmaması, her bir inşaat işinin kendine has özellikler barındırması ve daha önceki şantiyelerden pek çok açıdan farklılıklar göstermesi, üretim süreçlerinde ortaya çıkabilecek iş kazaları açısından belirsizlik, pusluluk, bulanıklık gibi kavramlar işin içine girmekte ve etkin bir analiz yöntemi için fuzzy mantık uygulamalarına gereksinim duyulmaktadır.

Sonraki bölümlerde yukarıda sayılan Tehlike Analizi Yöntemleri'nden de yararlanarak oluşturulan, inşaat sektörü özelinde fuzzy mantık uygulamasını yaşama geçiren ve tezin ana önermesini oluşturan bir yeni yaklaşım ana hatlarıyla anlatılacaktır.

4.3 Tehlike Önleme Yöntemleri

Sözü edilen yöntemler, potansiyel tehlikelerin belirlenmesi amacını gütmektedir. Bu aşamadan sonra ise bu incelemeler sonucunda elde edilen bilgiler ve veriler ile kazaların önlenmesi aşamasına geçilir. ABD Üretim Mühendisleri Derneği'nin tehlike kontrol ve önleme yöntemi olarak önerdikleri aşağıda sıralanmıştır.

1. Tehlike kaynağını ortadan kaldırma,
2. Daha az tehlikeli olan dengiyle yer değiştirme,
3. Tehlikeleri kaynağında azaltma,
4. İşçiyi tehlikeden uzaklaştırma (robot veya otomatik bir sisteme geçiş ile),
5. Tehlikeleri izole etme,
6. Tehlikeleri hafifleştirme,
7. Uygun yönetim stratejileri uygulama,
8. Uygun personel koruyucu ekipmanı kullanma,
9. İşçi eğitimi sağlama.

ABD Kimya Mühendisleri Enstitüsü ise tehlike önleme ve azaltma faaliyetlerini dört temel kategoriye ayırmıştır. (AIChE, 1985):

- Fiziksel tasarım ve kontrol sistemlerindeki değişiklikler,
- Çalışma yöntemlerindeki değişiklikler,
- Yöntemde ve süreçlerde değişiklikler,
- Ana güvenlik elemanlarının testinde değişiklikler.

Mühendislik yöntemleri ile gerçekleştirilen çözümlerin, insana dayalı çözümlerin önünde gelmesi gerektiği; risk kontrolünün aciliyeti ve harcanacak çabanın, riskin boyutu ile orantılı olması gerektiği unutulmamalıdır. Tasarlanan kontrol ve önlemler uygulama öncesinde yeniden gözden geçirilmelidir. Ayrıca bazı riskler ortadan kaldırılırken, yeni risklerin yaratılmadığından, birileri için güvenlik sağlanırken, diğerlerinin riske sokulmadığından, karanlıkta kalan, değerlendirmeye alınmayan bir operasyon veya aktivitenin kalmadığından ve kontrollerin çalışanların iş yükünü artırmadığından emin olunmalıdır.

Bu bölümde genel olarak kazaların oluşumuna dair teoriler, tehlike ve risk analiz yöntemleri ve bunlara karşı geliştirilecek stratejiler ele alınmıştır. Bu konuda pek çok kaynak olup, ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojilerine ilişkin pek çok çalışma mevcut olup, en kapsamlısı, yeni mevzuatı da kapsayacak şekilde Özkılıç (2005) tarafından hazırlanmıştır. Ancak tehlike ve risk değerlendirme yöntemleri incelendiğinde, sonraki bölümlerde de gerekçesi ayrıntılı bir şekilde anlatılacağı üzere, inşaat sektörüne dair kolay, uygulanabilir, şantiyelerin değişen ve birbirinden farklı yapısına uyum sağlayan, belirsizliklerden kaynaklanan dezavantajları bertaraf eden bir yöntem kendini dayatmaktadır. Bu yöntem imalat sanayiinden pek çok açıdan ayrılan inşaat sektörünün özgünlüklerini hesaba katmalı ve uygulamacılar açısından kolay anlaşılır ve kullanılabilir olmalıdır. Tez kapsamında geliştirilmeye çalışılan yöntemin ana hatları ilerleyen bölümlerde anlatılmaktadır.

5. BULANIK KÜME TEORİSİNİN TEORİK ARKA PLANI VE UYGULAMALARI

Tezin ilerleyen bölümlerinde kullanılacak olan bulanık küme teorisinden söz etmeden önce inşaat mühendisliği alanındaki kimi uygulamalarından söz etmek anlamlı olacaktır. Fuzzy küme teorisinin, inşaat mühendisliğindeki uygulamaları 1970'li yılların ortalarında başlamıştır. Blockey tarafından 1977 yılında yayınlanan bir çalışmada, yapıların çökme analizi, dayanım ve yüklerdeki değişikliklerin stokastik biçimde değil, değişime yol açabilecek nedenler dikkate alınarak oluşturulan modelin çözümü ile gerçekleştirilmiştir. (Blockley, 1977) Teoriden yoğun biçimde yararlanan yapı mühendisliği dalındaki çalışmalar arasında, mevcut yapılarda hasar tesbiti ve onarımı, yapıların güvenilirlik analizleri, taşıyıcı detayların yorgunluğa dayanımı, çelik kolonların narinlik analizi ve beton dayanımında işçi niteliğinin yapı gibi konular da eklenebilir (Ayyub, 1985). İnşaat mühendisliğinde fuzzy küme teorisini ilgi duyulan bir diğer alan, inşaat işletmesi alanıdır. İhale tekliflerinin değerlendirilmesinde, tasarım ve yapı önerilerinin değerlendirilmesine, yapım stratejilerinin saptanmasından aktivite sürelerinin öngörülmesi gibi konularda şimdiye kadar bazı çalışmalar yapılmış bulunmaktadır (Nguyen, 1985; Ayyup, 1984).

5.1 Olasılık, olabilirlik ve sistem tanımları ışığında inşaat üretiminin değerlendirilmesi

Öte yandan, inşaat sektöründe iş güvenliği açısından risk incelendiğinde, risk kavramı her ne kadar olasılık teorisi çerçevesinde iyi tanımlanmaktaysa da, olayların tekil değerlendirilmesinde belirsizleşmekte ve istatistiksel yaklaşım yetersiz kalmaktadır (Wang, 1997; Mamdani ve Assilien, 1975; Sii, 2001). İnşaat sektöründe iş kazalarına dair yapılacak çalışmalar bu yetersizliğin en fazla kendisini hissettirdiği alandır. Sözgelimi inşaat sektöründeki iş kazalarına dair yapılan ve tezin önceki bölümlerinde sunulan kaza analizleri yaklaşık 30 yılın verilerini kapsamaktaysa da, bir işçinin gelecekte iş kazasına uğrama olasılığını önceden hesaplamak mümkün

değildir. Yapılan işin standart olduğu, kullanılan makine veya tezgahların birbirine benzediği, işin organizasyonu açısından da birbirine büyük oranda benzeyen bant tipi sanayi üretimi bu bakımdan inşaat sektöründen ayrılmaktadır. Herhangi bir makinanın veya tezgahın ekonomik ömrü boyunca bozulma olasılığı, benzer işlerde çalışan işçilerin yorgunluğu, verim düşüklüğü, organizasyonel kimi veriler, diğer verilerle birlikte analistlerin elindedir ve örneğin bir otomotiv fabrikasında analizleri büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır. Bunun ötesinde farklı fabrikalarda yapılan analizlerin birbirlerine uyarlanması ve o sonuçların kullanılması mümkün olabilmektedir. Ancak bu söylenenler inşaat üretiminin yapısı düşünüldüğünde imkansızdır. Birbirinin aynısı gibi görünen iki bina şantiyesinde bile, sanayi üretimindeki tek tipliği görmek mümkün olmamaktadır. Keza, eğitimli ve deneyimli sanayi işçileriyle kıyaslandığında, eğitimsiz ve çoğu kez deneyimsiz inşaat işçilerinin genel karakteri hakkında bütünü kapsayan sağlıklı veriler elde etmek de mümkün değildir.

Bu söylenenlerin ışığında, inşaat sektöründe olasılık (probability) kavramı yerine, olabilirlik (likelihood, possibility) kavramının kullanılması, ölçeklemenin bu kavram ışığında yapılması gerekmektedir, zira eldeki istatistiksel veriler halen bir projenin yapımında çalışan bir işçinin kazaya uğrayıp uğramayacağı hakkında yeni bir bilgi ver(e)memektedir. Bu nedenle olasılık teorisinin kapsamı içinde olmayan "olabilirlik ölçeği"nin sunduğu bilgi daha yararlı olabilir ve incelenen iş kazalarına yol açan nedenlere dayanarak, ilgilenilen tekil bir proje için iş kazalarının olabilirliğinin araştırılması anlamlı olabilir (Karabay, 1997). Geçmişteki istatistiksel veriler ise, bulanık mantık çerçevesinde hazırlanan tehlike analizleri için sağlıklı veri tabanının oluşturmanın ötesinde kesin bir şeyler söylemeyecektir. Olasılık teorisine dayanan stokastik teknikler, kesin ve net verilerin, bilgilerin edinilemediği geleceğe dönük kararların alınmasında ve yargılarda bulunulmasına yaramaktadır. Ancak, ulaşılan sonuçlaın güvenilirliği ve sunduğu bilgilerin işlevselliği açısından indüktif çıkarım yöntemi ve küme teorisinin matematiksel aksiyomlarının ne ölçüde dikkate alındığı önemlidir. Çünkü bu noktalar, olasılık teorisinin bir sistemin çözümüne uygulanabilmesi için temel öncülleri (varsayım ve özellikleri) oluşturmaktadır. Bu öncüller aşağıda sunulmuştur (Karabay, 1997):

-Bir olasılık ölçeğine ulaşılabilmesi için, geçmişten yeterli sayıda verinin olması gerekmektedir.

-Geçmişte gözlenen-denenen sistem, gelecekte de aynı biçimde işleyecektir. Bir başka ifadeyle sistemin iç koşulları değişmemektedir (Bu noktada otomotiv sektörü ve inşaat sektörü karşılaştırılabilir).

-Geçmişte ulaşılan sonuçlarda var olan dış çevre koşulları değişmemektedir.

-Olası tüm sonuçlar (seçenekler kümesi) önceden bilinmektedir (Herhangi bir makinada veya CNC tezgahında ortaya çıkabilecek kazaların büyük bir kısmı bilinse de, inşaat sektöründe ortaya çıkan kazalar ancak genel başlıklar altında toplanabilmektedir, en basitinden düşme tipi kazaların alt başlıkları sayısızdır!).

-Olası tüm sonuçların (seçenekler kümesinin) anlamı-sınırları kesindir.

-Olasılık ölçekleri, yalnızca irdelenen olaylar topluluğu boyutunda anlamlı olup, tekil olaylar ile ilgilenmezler.

-Olasılık önermesinin iki doğruluk değeri (1 ve 0 veya doğru ve yanlış) bulunmaktadır.

Yukarıda sözü edilen sistem kavramı ve bir sistemin çözümüne dair uygulanacaklar, sistemin tanımını da gerektirmektedir. Eğer sistemi, karşılıklı etkileşim içinde olan iki ya da daha fazla öğeden ve bu öğeleri dış çevreden ayıran gerçek veya sanal bir sınırdan oluşur (Karabay, 1997), şeklinde tanımlarsak, inşaat şantiyelerine için yapacağımız sistem tanımlaması daha anlaşılır olacaktır. Örneğin bir inşaat şantiyesinde yapı makinaları ve diğer motorlu araçlar, beton santrali, beton pompası, iskeleler, elektrik tesisleri, şantiye yönetim binaları vb. birbirini bütünleyerek, projenin gerçekleştirilmesi işlevini yerine getirmek üzere bir araya gelmişlerdir. Tekil olarak ele alındığında birbirinden bağımsız görünebilse de, proje planlamasında, her öğenin projenin süresinde, maliyetinde, kalitesinde ve güvenliğinde bir etkisinin olduğu görülecektir. Parça ve bütün arasındaki bu etkileşim, sistemi veya başka bir ifadeyle bütünü her parçanın etkilemesini, ayrıca parçalar arasındaki ilişkiyi de anlatmaktadır. İnşaat üretiminindeki belirsizlik, farklı parçalardaki belirsizliğin etkileşimi dolayısıyla daha da artmaktadır.

5.2 Bulanık Sistemler

İngilizce'de "fuzzy" sözcüğünün karşılığı olarak neyin konacağına dair pek çok tartışma yapılmış olup, artık genel olarak kabul gören karşılık "bulanık" sözcüğüdür.

Şen'in de (Şen, 2001) altını çizdiği gibi bulanık sözcüğünün genel olarak puslu, dumanlı, kesinlikle ayırdedilemeyen, kesin olmayan, belirsiz, kafa karıştıran, müphem gibi bir dizi anlamı bulunmaktadır. Bulanıklığın anlamı, bir araştırıcının incelediği konunun kendisi tarafından tam kesinlikle bilinmemesi durumunda sahip olduğu eksik ve belirsiz bilgilerin tümüdür. Böylece araştırıcı klasik analitik yöntemler ile dinamik ilkeleri (enerjinin, maddenin, momentumun korunumları gibi) elde ettiği denklemleri, verilerinde ve bilgilerinde belirsizlik veya bulanıklık bulunduğu için doğrudan kullanamaz. Araştırıcının incelediği olay veya mekanizma sadece kesin kurallı, çıkarımlarında kabul ve varsayımlar olana denklemler yerine, onların tamamlayıcısı olarak mevcut onunla ilgili sözel ve oldukça belirsiz bilgiler de göz önünde tutularak modellenebilir. (Şen, 2001) Öte yandan vurgulanması gereken şu husus önemlidir, veri ve bilgi bakımından bulanıklıktan söz edilse de, bulanık mantık yöntemlerinin işleyisi belirgindir.

Gerçek olayların oldukça karmaşık olması, onların belli aksiyomlara dayanan, belirgin denklemlerle tanımlanmasını ve kontrol edilmesini oldukça güç hale getirmektedir. Mühendislik alanında da bu olgu karşımıza çıkmakta olup, araştırmacılar veya uygulamadaki mühendisler çoğu kez yaklaşık ancak çözülebilirliği olanaklı yöntemleri kullanmaya eğilimlidir. Çoğu çözümün yaklaşık olduğundan söz etmek abartılı bir ifade olmayacaktır. Bu konuda bazı sanatçı ve bilim adamlarının ifadeleri bulanık kavramının anlaşılması açısından son derece yararlı olacaktır:

-Kesinlik gerçeklik değildir (Henri Matisse).

-Bazen daha ölçülebilir olma, en önemli şeyi dışarda bırakır (René Dubos).

-Matematiğin yasaları gerçekliğe işaret ettiği oranda kesin değildir. Ve kesin olduğu oranda ise gerçekliğe işaret etmezler (Albert Einstein).

-Karmaşıklık arttıkça, kesin ifadeler anlamını yitirir ve anlamlı ifadeler kesinliğini yitirir (Lütfi Zadeh).

-Görünen ile içerik özdeş olsaydı, bilim ve felsefeye gerek kalmazdı (Karl Marx).

Bu söylenenlerden hiçbir şeyin tam bilinemeyeceği, herşeyin belirsiz olduğu, gerçeğin bilgisine kesin olarak ulaşılamayacağı anlaşılmaktadır. Ancak bu uç yorumlara götürülmemelidir, insan bilgi birikimiyle gerçekliğin bilgisine ulaşmaya çalıştıkça, nesnelliği tanır, ona dönük pratik eylemini çok daha anlamlı bir şekilde

gerçekler. Herşeyin anlamsız, belirsiz olduğu, gerçekliğin aslında bir yanılsamadan ibaret olduğu gibi yorumlar bilim ve felsefenin dışına atılması gereken yorumlar olup, bulanık yöntemlerin amacı belirsizlikleri mümkün olduğunca azaltmaya çalışmak veya yönetilebilir, yönlendirilebilir hale getirmeye çalışmaktan ibarettir. Bu çalışmada bulanık kümelerin kullanılması da böylesi bir kaygının ürünüdür, zira bir inşaat şantiyesi ve üretimi düşünüldüğünde, yukarıda yapılan alıntıların birebir uyduğu görülecektir. Yapılmaya çalışılan ise, bu kaotik, belirsiz, birbiriyle etkileşim halindeki pek çok öğenin etkileşim halinde olduğu alana bir bilişsel müdahalede bulunarak, nesnelliği kavrama çabasıdır. Bir inşaat şantiyesindeki nesnelliğin kesin olmasa da daha fazla kavranması, "İş Sağlığı ve Güvenliği" uygulamalarında önümüzü açacaktır. Herhangi bir olayın kesinliği ile gerçek anlamını Şekil 5.1 çok güzel ifade etmektedir.



Şekil 5.1 Bir Olayın Kesinliği ile Gerçek Anlamı

Mühendislikte tüm kuramlar ve denklemler, gerçekliği yaklaşık olarak ifade etmektedir. Gerçek sistemlerin çoğunun doğrusal olmayan sistemler olmasına (non-lineer olmasına) karşın, incelenenirken sürekli doğrusal olduklarının varsayılması pratik gerekliliklerin sonucudur. Sistemler veya bir malzemenin doğrusal davranması aslında beklenir bir sonuç değildir, bu yüzden mukavemet boyutlandırmalarında ve pek çok uygulamada emniyet katsayısı gibi bir büyüklük hesaplara dahil edilerek, olabilecek belirsizlikler yine belirgin bir şekilde göz önünde tutulur. Emniyet katsayısının kullanılması, bir bakıma belirsizliklerin arka kapıdan çözümün içine katı bir şekilde sokulmasıdır. Halbuki, gerçek malzemenin davranışlarında emniyet

katsayısı gibi bir büyüklüğe gerek kalmadan boyutlandırma yapılması için belirsizlik ilkelerine gerek duyulur (Şen, 2001).

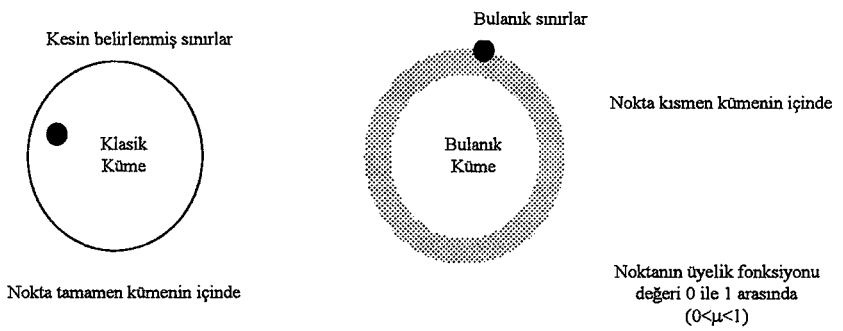
Tüm bu söylenenlere ek olarak, bulanık mantığın sözel verilere verdiği önemden de söz etmek anlamlı olacaktır. İnsanlar tarafından kullanılan sözel veriler, sisteme müdahale eden veya o sistemi tanıyan insanların beyinlerinde karmaşık süreçlerden geçerek oluşturdukları kümeleri ifade etmektedir. Bu kümelerin kesin matematiksel ifadeleri olmayıp, gözlemler ve yaşanmışlıkların birikiminden doğan deneyimlerin sonucudur. Deneyimli bir iş güvenliği uzmanı, herhangi bir iskeleye baktığı zaman "güvenli" ifadesini kullandığında, bu ifadenin pek çok parametreyi içerdiği (yüksekliğin en küçük taban boyutunun 4 katından az olması, tabanının tam oturmuş, çapraz çubukların uygun yerleştirilmesi, iskelenin tepesine korkulukların uygun bir şekilde yerleştirilmesi vs.) görülecektir.

Bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri, uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yaramaktadır. Şen'in verdiği örnekle devam edersek, taşkın çalışmalarının yapılmasındaki risk hesaplamaları, su toplama havzasının alan, eğim, drenaj yoğunluğu, yağış ve akışın şiddeti, tekerrür süresi gibi sayısal değerlerin yanında, o bölgede yaşayanlardan elde edilen sözel bilgiler ile, arazide geçmiş taşkınların bıraktığı izlerin düşük, orta veya çok derin debileri geçirdiği şeklindeki sözel bilgiler de hesaba katılarak yapılmalıdır. Bunun için ise bulanık sistemlere gereksinim bulunmaktadır.

5.3 Bulanık Kümeler

Bulanık mantık, geleneksel olasılık teorisi ile karıştırılabilir, ancak ilki bir kümedeki üyelik derecesini ölçerken, ikincisi yalnızca o kümedeki olayın olabilirliğini ölçmektedir. İkisi arasındaki fark Şekil 5.2'de görülebilir. Klasik bir kümede herhangi bir eleman ya kümenin içinde ya da dışındadır. Ancak bulanık bir kümede herhangi bir eleman tamamen veya kısmen içinde veya dışında olabilir. Küme elemanının pozisyonu üyelik fonksiyonu (μ) ile tanımlanabilir. Eğer küme elemanı tamamen içinde ise üyelik fonksiyonu 1 değerini ($\mu=1$) alacak, eğer tamamen dışındaysa bu kez 0 değerini ($\mu=0$) alacaktır. 0 ile 1 arasındaki değerler ($0<\mu<1$) ise ilgili elemanın kısmen kümeye ait olduğunu gösterecektir.

Bir başka ifadeyle bir elemanın üyelik değeri klasik kümede $\{0,1\}$ gibi iki sayı ile sınırlı iken, bu değer bulanık küme kuramı çerçevesinde [0,1] aralığında herhangi bir reel sayıyı alabilmektedir.



Şekil 5.2 Klasik ve Bulanık Küme Arasındaki Farkın Gösterimi (Gentile, 2003).

Bir bulanık kümede, üyelik derecesi 1 değerine ne kadar yakınsa, elemanın o kümeye üyeliğinin o derece yüksek olduğu anlaşılmalıdır. Öte yandan üyelik derecesinin 1 olması kesin olarak o kümeye üye olduğunu, 0 olması ise kesin olarak o kümeye üye olmadığını göstermektedir. Bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin daha genelleştirilmiş biçimidir ve klasik küme işlemlerini de kullanmaktadır. Bir başka ifadeyle klasik küme, fuzzy kümesinin özel bir durumudur (Zadeh, 1965).

Bulanık kümelerde, klasik kümelerde olduğu gibi bir öğeden ötekisine keskin ve ani bir geçiş olmamaktadır. Bu geçişler yumuşak ve sürekli bir şekilde gerçekleşmekte olup, bu geçişte pusluluk, belirsizlik, hayal gücü ve sezgi gibi düşünceler rol oynamaktadır. Aslında üyelik derecesi fonksiyonu bu düşüncelerin değişik üyelik derecesinde öğelere yayılmasını ifade etmektedir. Buradan bulanık kümenin değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluk olduğu şeklindeki tanıma ulaşılabilir. Klasik kümelerde bir öğenin kümeye ait olması için üyelik derecesinin mutlaka 1'e eşit olması gerekirken, bulanık kümede bütün öğelerin değişik derecelerle kümeye ait olmaları mümkündür. Keza, bir bulanık küme öğesi aynı değişken özelliğine sahip olmak üzere başka bir kümenin de öğesi olabilir. Tezin ilerleyen bölümlerinde de anlatılacağı gibi, örneğin insan düşmesi şeklindeki kazalar hem çok şiddetli, hem de çok çok şiddetli kümelerine değişik üyelik dereceleriyle üye olabilir. Öğe değerleri ile üyelik değerleri arasında birebir bir karşılık ilişkisi vardır.

Bulanık kümeleri klasik kümelerden ayırmak için, tez boyunca harflerin altına thilda işareti ($\underset{\sim}{A}$) konmak suretiyle bulanık kümeler gösterilmiştir. Bu gösterim ve diğer gösterimlerde Ross'un notasyonu esas alınmıştır (Ross, 1998).

Öte yandan, U evrensel kümesinin elemanı olan bir objenin (x), U kümesinin herhangi bir alt kümesine (A) üyeliği, $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu ile aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$A=\{x, \mu_A(x), x \in U\} \quad \textbf{(5.1)}$$

A klasik bir küme ise $\mu_A: x \rightarrow \{0,1\}$ **(5.1a)**

$\underset{\sim}{A}$ bulanık bir küme ise $\mu_A: x \rightarrow [0,1]$ **(5.1b)**

Zadeh ve Ross tarafından da kullanılan notasyon uyarınca, herhangi bir bulanık kümenin gösteriminde aşağıdaki notasyonlar kullanılacaktır.

$$\underset{\sim}{A} = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \ldots\ldots \right\} = \sum_i \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \quad \textbf{(5.2)}$$

Eğer evrensel küme U sürekli ve sonsuz ise bulanık küme $\underset{\sim}{A}$ aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\underset{\sim}{A} = \left\{ \int \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \quad \textbf{(5.2.a)}$$

Her iki notasyon da da, bölüm işaretinin bölme işlemi anlamına gelmemekte olup, alttaki değer kümenin elemanını, üstteki değer ise üyelik derecesini belirtmektedir. Ayrıca, 5.2 denklemindeki artı işaretleri de toplamayı değil, kümenin elemanlarının topluluğunu ifade etmek içindir. Keza, 5.2a'da gösterilen integral işaretinin de, topluluğu gösteren bir işaret olarak algılanması gerekmektedir (Ross, 1998). Bulanık kümeye örnek olarak tezin ilerleyen bölümlerinde de sözü edilecek olan inşaat iş kazalarının şiddetini verebiliriz. Burada "elektrik çarpmalarının kaza şiddeti" bulanık kümesi ve bu kümenin elemanları klasik bir küme ifadesiyle {ihmal edilebilir, hafif, orta, şiddetli, çok şiddetli} olarak verilirse, bulanık küme ifadesi uzman görüşleri sonucunda aşağıdaki gibi oluşmuştur:

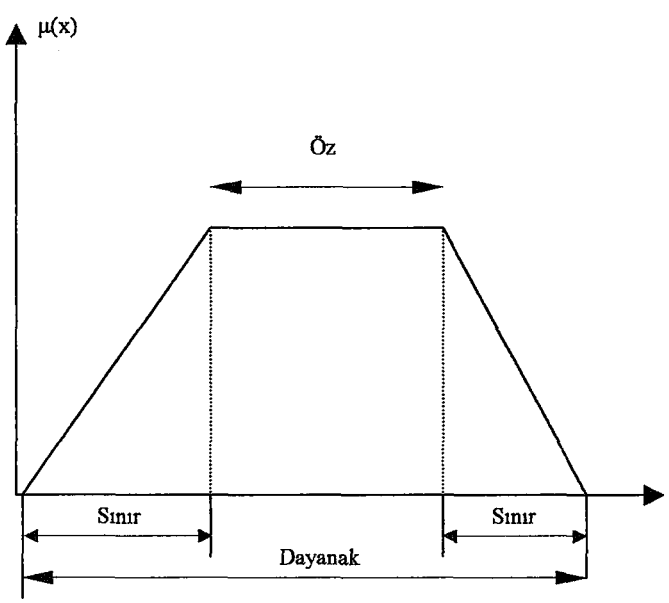
"elektrik çarpmalarının kaza şiddeti" =

{0/ + 0/hafif + 0/orta + 0.7/şiddetli + 0.3/çok şiddetli} **(5.2.b)**

Burada görüldüğü üzere, elektrik çarpmalarının kaza şiddetini tek başına bir sözel ifadeyle belirtmek yerine, farklı üyelik dereceleriyle bulanık küme yaklaşımı geliştirilmiştir. Burada sözel ifadelerle kaza şiddeti ifade edilmeye çalışılmakta, uzmanların deneyimleri, eksik, ulaşılamayan verilerin yerine oldukça kullanışlı ve işlevsel bir küme sunmaktadır.

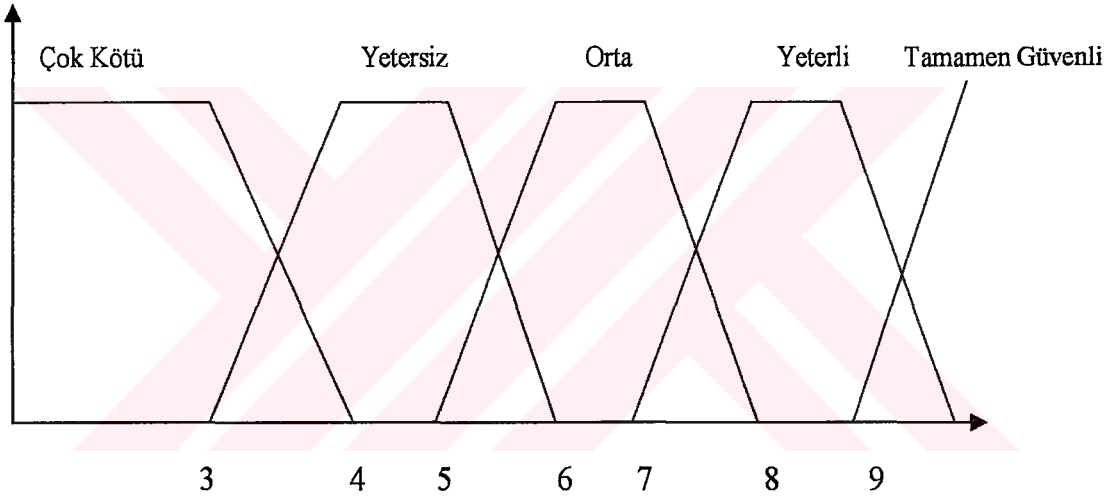
5.4 Üyelik Fonksiyonları ve Özellikleri

Yukarıda da belirtildiği üzere, klasik kümelerde herhangi bir elemanın bulanık kümeye üye olup olmadığı ifade edilir. Ancak bulanık kümelerde her elemanın bir üyelik derecesi bulunmaktadır. Bu üyelik derecelerini ifade eden fonksiyonlar çeşitli şekillerde gösterilebilir. Yaygın gösterimler arasında üçgen, yamuk ve çan eğrisi şeklindeki gösterimler en sık kullanılanlar arasındadır. Üyelik fonksiyonları ve özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgi çeşitli kaynaklarda rahatlıkla bulunabilir (Ross, 1998; Şen, 2001; Yen ve Langari, 1999; Zimmerman, 1991) Burada kısaca üyelik fonksiyonunun özellikleri grafiksel olarak açıklanacak ve tez kapsamında kullanılan üyelik fonksiyonlarından bir örnek verilecektir. En genel ifadesiyle, yamuk şeklinde bir üyelik fonksiyonu düşünüldüğünde Şekil 5.3'ten de görüleceği gibi çeşitli kısımlara ayırmak mümkündür.



Şekil 5.3 Üyelik fonksiyonunun bölümleri

Şekile bakarak üyelik fonksiyonunun özellikleri kısaca ifade edilirse, üyelik dereceleri 1'e eşit olan küme elemanlarının toplandığı bölüme kümenin özü, dendiğini, bir kümenin tüm elemanlarını kapsayan aralığa ise o kümenin dayanağı adı verildiği anlaşılacaktır. Üyelik dereceleri 1'den küçük olan ve 0'dan büyük olan elemanların oluşturduğu bölümler ise üyelik fonksiyonunun sınırı veya geçiş bölgesidir. Vurgulanması gereken noktalardan biri yukarıda üyelik fonksiyonu verilen bulanık kümenin normal olduğudur. Normal kümede en azından bir tane üyelik derecesi 1'e eşit eleman bulunmalıdır. Bu olmadığında ise o küme normal olmayan bulanık küme olarak anılır. Aşağıda ise şantiyelerde risk analizi değişkenlerinden biri olarak kullanılan "İş Güvenliği Düzeyi" kümesinin elemanlarının (alt kümelerinin) üyelik fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 5.4 İş Güvenliği Düzeyi için Bulanık Üyelik Fonksiyonları

Ayrıntılı açıklamalar bir sonraki bölümde yapılsa da kısaca üyelik fonksiyonlarının yapısından söz edilebilir. Literatür incelemesi yapıldığında, çoğunlukla üçgen veya yamuk şeklindeki üyelik fonksiyonları çizimleri yapıldığı görülmektedir. Burada da yamuk şeklindeki üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Şekile bakıldığında, farklı kümeler arasında geçişlere izin verdiği görülmektedir, bu da kesin olarak belirlenemeyen değer aralıklarının üyelik derecelerinin bulanık küme yardımıyla ifadesini kolaylaştırmaktadır.

5.5 Üyelik Derecelerinin Belirlenmesi

Üyelik derecelerinin belirlenmesinde pek çok yöntem bulunmaktadır. Bulanık kümelerin gerek üyelik drecelerinin gerekse de bunların tümünü temsil edebilecek üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde, ilk başlayanlar tarafından bile kişisel sezgi, mantık ve tecrübelerin kullanılmasına sıkça rastlanmakta olup, gündelik yaşamda da karşılaşılan sorunların üstesinden gelebilmek için bu yaklaşımların yeterli olduğu görülür. Herşeyin ötesinde bir yaklaşım olabilmesi açısından sezgiler ve tecrübelerle hareket etmek oldukça yararlı olabilmektedir. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden bazıları ise şunlardır (Ross, 1998):

-Sezgi,

-Çıkarım,

-Derecelendirme-Sıralama,

-Açısal bulanık kümeler,

-Sinir Ağları,

-Genetik algoritmalar,

-Çıkarıma dayalı akıl yürütme (muhakeme).

Üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında ise, şu soruyla karşılaşılmaktadır: Bir bulanık kümenin tam şeklini nasıl tam olarak belirleyebiliriz? Bu soruya yanıt vermeden önce, üyelik fonksiyonlarının bir kaç önemli noktası hatırlanmalıdır. Bunlardan en önemlisi, üyelik fonksiyonlarının tam üyelik ile üye olmama hali arasında, bir bölgeden diğer bölgeye kademeli bir geçisi sağlamasıdır. Bir üyelik fonksiyonu üç farklı şekilde tasarlanabilir: Uğraşılan konuya yakın insanlarla konuşmak ve sonrasında belli bir ayarlama, deneme-yanılma yöntemi ile düzenlemek, ikincisi doğrudan veriler yardımıyla oluşturmak, üçüncüsü ise sistemin geri beslemesine göre bir ayarlama gerçekleştirmek (Yen ve Langari, 1999). Üçüncü kategoriye, yukarıda sayılan üyelik derecesi belirleme yöntemlerinden sinir ağları ve genetik algoritmalar gibi yöntemler girmektedir. Bu gibi yöntemler, özellikle 90'ların başından itibaren kullanılmaktadır.

Yen ve Langari, üyelik fonksiyonlarının şekillerini tasarlamaya çalışan araştırmacılara özellikle az sayıda parametre ile tanımlanabilecek fonksiyonlar

kullanmalarını önermektedir. Parametrik hale getirilebilecek fonksiyonlar kullanılması, yalnızca sistemin tasarım süresini kısaltmamakta, sonrasında üyelik fonksiyonunda yapılacak düzenlemeleri de daha kolay hale getirmektedir. Zira, üyelik fonksiyonunun yukarıdaki şekillerden de anlaşılacağı üzere, darlaşması veya genişlemesi doğrudan parametreleri etkileyecektir. Yen ve Langari de özellikle üçgen veya yamuk şekilli üyelik fonksiyonlarına vurgu yapmaktadır.

Yukarıda söylenenler ışığında ayrıntısı ileride verilmek üzere kısaca çalışmada nasıl bir yöntem izlendiği üzerinde durulabilir. İnşaat sektöründe gerçekleşen iş kazalarına, şantiyelerdeki iş güvenliği uygulamalarına dair pek çok veri bulunmakta olup, bu veriler tam anlamıyla yeterli değildir. Öte yandan gerek tezin gerçekleştirildiği anabilim dalı, gerekse de tezin yazarı iş güvenliği konusunda çok sayıda uygulamayı inceleme olanağı bulduğundan ve çok sayıda kazayı bilirkişi dosyaları vasıtasıyla incelemiş olduğundan, bir de bu deneyimlere diğer uzmanların birikimleri de eklendiğinde çıkarımlar yapabilecek bir bilgi birikimi oluşmaktadır. Bu bilgi birikimi sezgi, çıkarım ve derecelendirme, sıralama yöntemlerinin bir arada kullanılması sonucunda üyelik fonksiyonları oluşturulmuş ve tezde kullanılmıştır. Sözgelimi bir iş kazası tipinin, şantiyelere göre dağılımı olasılık teorisi bağlamında bir şeyler söylemese de çıkarımlar yapmak açısından faydalı olabilmektedir. Örnek olarak bina şantiyelerinde insan düşmelerinin diğer kazalara oranla çok fazla olması ve buradan yola çıkarak kimi çıkarımların yapılabilmesi verilebilir. Ayrıca uzmanlar tarafından şantiyelerde alınması gereken iş güvenliği önlemleri ikili olarak karşılaştırılarak, ağırlıklar belirlenmiş ve tezde de kullanılmıştır. Önceki bölümlerde de vurgulandığı üzere, tezde sunulan yöntemin en önemli özelliği veri, gözlem ve deneyimleri bir araya getiren ve sözel ifadeleri kullanan bir analiz yöntemi sunmasıdır.

5.6 Bulanık Küme İşlemleri

Bulanık kümelerle yapılacak işlemlerde bazı kurallara gereksinim bulunmaktadır. Bu kurallar uyarınca gerçekleştirilecek işlemler sonucunda, sözel ifadelerin bulanık kural tabanlı sistemler yardımıyla çeşitli işlemlere tutulması ve sonuca ulaşılması gerçekleşebilir. Yapılan işlemler cebirdeki toplama, çıkarma, bölme ve çarpma işlemlerine karşılık gelir ve pek çok açıdan klasik kümelerdeki işlemlerle benzerlikler gösterir.

Tablo 5.1 Bulanık Kümelerde İşlemler ve Özellikleri

Bileşim	$\mu_{A\cup B}(x) = \mu_A(x)\ V\ \mu_B(x)$
Kesişim	$\mu_{A\cap B}(x) = \mu_A(x)\ \Lambda\ \mu_B(x)$
Değillik (Tümleme)	$\mu^{-}_{A}(x) = 1 - \mu_A(x)$
Denklik	$\underset{\sim}{A} = \underset{\sim}{B} \leftrightarrow \mu_A(x) = \mu_B(x)$
Kapsanma	$\underset{\sim}{A} \subset \underset{\sim}{B} \leftrightarrow \mu_A(x) < \mu_B(x)$
De Morgan	$\overline{\underset{\sim}{A} \cup \underset{\sim}{B}} = \overline{\underset{\sim}{A}} \cap \overline{\underset{\sim}{B}}$ $\overline{\underset{\sim}{A} \cap \underset{\sim}{B}} = \overline{\underset{\sim}{A}} \cup \overline{\underset{\sim}{B}}$
Orta Bağdaşmazlık	U evrensel küme ise $\underset{\sim}{A} \cup \overline{\underset{\sim}{A}} \neq U$, $\underset{\sim}{A} \cap \overline{\underset{\sim}{A}} \neq 0$ $\mu_U(x) = 1$, $\mu_{\varnothing}(x) = 0$

Bulanık kümelerin birleştirilmesi, kesiştirilmesi, değilinin bulunması (tamamlanması) için terimleri açıklamak gerekmektedir. Tablo 5.1'de, bulanık kümelerde gerçekleştirilen işlemler sunulmuş ve ardından gerekli açıklamalar yapılmıştır.

5.6.1 Kaynak, geçiş noktası ve bulanık tekillik kavramları

Kaynak dendiğinde, U evrensel kümesinin içinde yer alan $\underset{\sim}{A}$ bulanık kümesinde, üyelik derecesi sıfırdan büyük olana elemanların oluşturduğu küme anlaşılmalıdır. Aynı tanım, klasik kümeler için de geçerlidir. Çok sayıda kümede aynı derecede bulunabilmeye geçiş noktası denir. Üçgen veya çadır şeklinde tanımlanan bir üyelik fonksiyonunda bu nokta $\mu_{\underset{\sim}{A}}=0.5$ olarak tanımlanmaktadır. Bir bulanık kümenin kaynağı U ise ve U tek bir noktadan oluşuyorsa, bir başka ifadeyle $\mu_{\underset{\sim}{A}}=1$ ise buna bulanık tekili (fuzzy singleton) denmektedir (Lee, 1990).

U evrensel kümesi içinde, üyelik dereceleri $\mu_{\underset{\sim}{A}}$ ve $\mu_{\underset{\sim}{B}}$ olan $\underset{\sim}{A}$ ve $\underset{\sim}{B}$ bulanık kümeleri alındığında aşağıdaki tanımlar yapılabilir

5.6.2 Bulanık Bileşim

$\underset{\sim}{A}$ ve $\underset{\sim}{B}$ bulanık kümelerinin bileşim üyelik fonksiyonu $\mu_{A\cup B}(x)$ ve $x \in U$ ise

$$\mu_{A\cup B}(x) = \text{maks}\ \{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \qquad \textbf{(5.3)}$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Zadeh, 1973)

5.6.3 Bulanık Kesişim

$\underset{\sim}{A}$ ve $\underset{\sim}{B}$ bulanık kümelerinin kesişim üyelik fonksiyonu $\mu_{A\cap B}(x)$ ve $x \in U$ ise

$$\mu_{A\cap B}(x) = \min \{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (5.4)$$

şeklinde tanımlanır.

5.6.4 Bulanık Tamlama (Değillik)

Herhangi bir bulanık küme $\underset{\sim}{A}$'nın tamlayanının üyelik fonksiyonu $\mu^{-}_A(x)$ ise ve $x \in U$ ise, bulanık tamlayanın üyelik fonksiyonu

$$\mu^{-}_A(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (5.5)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

5.6.5 Bulanık kartezyen çarpım

$\underset{\sim}{A}_1$, $\underset{\sim}{A}_2$, ···, $\underset{\sim}{A}_n$ bulanık kümeleri sırasıyla, U_1, U_2···, U_n içinde yer alıyor ise, $U=U_1 \times \cdots \times U_n$ kartezyen çarpımı içinde $\underset{\sim}{A}_1 \times \cdots \times \underset{\sim}{A}_n$ kartezyen çarpımının, üyelik fonksiyonları ile ifade şekli aşağıda görüldüğü gibi iki farklı şekilde olmaktadır;

$$\mu_{\underset{\sim}{A}_1 \times \cdots \times \underset{\sim}{A}_n}(x_1,\ldots x_n) = \min \{\mu_{\underset{\sim}{A}_1}(x_1), \cdots \mu_{\underset{\sim}{A}_n}(x_n)\}, \quad (5.6)$$

veya $\bullet$ cebrik çarpım ise

$$\mu_{\underset{\sim}{A}_1 \times \cdots \times \underset{\sim}{A}_n}(x_1,\ldots x_n) = \mu_{\underset{\sim}{A}_1}(x_1) \bullet \cdots \bullet \mu_{\underset{\sim}{A}_n}(x_n) \quad (5.7)$$

5.6.6 En büyük-yıldız (sup-star) bileşimi

R ve S, UxV ve VxW kartezyen çarpımlarına bağlı olmak üzere bulanık bağıntılar ise, R ile S'nin bileşimi de bulanık bir bağıntıdır ve R∘S şeklinde gösterilir. R∘S'nin açık şekilde ifadesi ise aşağıdaki gibidir;

$$R \circ S = \{[(u,w), \sup_V (\mu_{\underset{\sim}{R}}(u,v) * \mu_S(u,w))], u \in U, v \in V, w \in W\} \quad (5.8)$$

Bu eşitlikte yer alan * sembolü, üçsensel norm (triangular norm, t-norm) olarak anılan minimum, cebrik çarpım, sınırlı çarpım vb. olabilir (Lee, 1990; Klir veYuan, 1995; Gupta ve Qi 1991).

5.7 Kural Tabanlı Bulanık Sistemler

Makinalar tarafından bilgi işlemlerinin algılanma yolu olan yapay zeka alanında, bilgi işlemi için değişik yollardan bir tanesi de, bilgiyi insan diline benzer bir ifade ile temsil etmektir. Bu en yaygın olarak kullanılan insan bilgisini işleme yoludur. Böyle bir ifadede EĞER-İSE (IF-THEN) sözcükleri ile ayrılmış olan iki kısım bulunur. Bunlarden EĞER ile İSE sözcükleri arasında bulunan bölüme öncül (ön şart), İSE sözcüğünden sonra gelen kısma ise sonul veya çıkarım adı verilir. (Şen, 2001) Genel olarak ifade edilirse EĞER öncül İSE çıkarım şeklinde göstermek mümkündür.

Bulanık mantık sistemlerinin özünde, bu kuralların makul ve etkin bir tarzda uygulanması bulunmaktadır. Yukarıda genel olarak ifade edilen EĞER-İSE kuralını biraz daha ayrıntılı bir şekilde ifade etmek gerekirse bir bulanık mantık bilgi/kural tabanlı sistem aşağıdaki gibi EĞER-İSE kurallarından oluşur:

$$\text{EĞER } x_1 \text{ , } \underset{\sim}{A}_1 \text{ İSE ve } \ldots \text{ve } x_n \text{ , } \underset{\sim}{A}_n \text{ İSE, } y \ \underset{\sim}{B} \text{'dir} \qquad \textbf{(5.9)}$$

Burada $\underset{\sim}{A}_1$ ve $\underset{\sim}{B}$ sırasıyla U $\subset$ R ve V $\subset$ R içinde bulanık kümeler olup, $x=(x_1,x_2,\ldots,x_n)^T \in U$ ve $y \in V$ bulanık sistemin giriş ve çıkış (sözel) değişkenleridir.

Bu şekilde yazılan ifadelerden oluşan sistemlere EĞER-İSE kural tabanlı sistem adı verilmektedir. Kural tabanlı bilgiler uzmanların yanısıra, başka kaynaklardan gelen verileri de işleyebilme özelliğine sahiptir. Bulanık mantık modellerinde girdiler veya öncüller dilsel (linguistik) ifadeler ve onların bulanık kümeleridir. Çıktılar ise (çıkarım) yine aynı şekilde bulanık kümeler yoluyla açıklanabilen dilsel değişkenler (Mamdani Modeli) veya lineer fonksiyonlar (Sugeno modeli) olabilir (Yen ve Langari, 1999) Girdilerin (öncüllerin) bulanıklaştırılması, kuralların değerlendirilmesi ve tüm gerekli kuralların bir araya getirilmesi bulanık çıkarım olarak adlandırılmaktadır.

Bulanık mantık ve bulanık çıkarımın matematiksel temelleri farklı kaynaklarda yer almaktadır (Ross, 1998; Yen ve Langari, 1999; Duboise ve Parade, 1998; Zimmerman, 1991; Schmucker, 1984). Aşağıda gösterilecek olan bulanık sistem, Tablo 1'de açıklanan Mamdani modeline dayanmaktadır. Mamdani tipinde çıkarım, her kuralın sonucundan (çıktı, çıkarım, sonul) ortaya çıkan bulanık kümeleri toplama işlemi ile birleştiren ve sonuçta ortaya çıkan bulanık kümeyi durulaştırarak (defuzzification) sistemin çıktısına ulaşan bir yöntemdir. Durulaştırma ile kastedilen, bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüdür.

Pratik uygulamalarda, özellikle cihaz ve mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırmalar için eksin sayısal değerlere gerek duyulmaktadır. İşte bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli yanıtların verilmesi için bulanık olan bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. İnsanlar için yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken, küme, mantık ve sistemler öneme sahip olsalar da, bunların çıkarımlarının kesin sayılara dönüştürülmesi gerekir. Mamdani tipi çıkarım yöntemi de sonuçları durulaştırarak sözel (dilsel) değil, sayısal olarak vermektedir.

EĞER $\underset{\sim}{A}$ İSE $\underset{\sim}{B}$ ilişkisine dayanan $\underset{\sim}{R}$ bulanık ilişkisinin $(\underset{\sim}{R} = \underset{\sim}{A} \rightarrow \underset{\sim}{B})$ elde edilmesinde kullanılan pek çok yöntem vardır. Bunlar bulanık harmanlama (implication) işlemleri olarak bilinir ve tüm $x \in X$ and $y \in Y$ değerleri için geçerlidir. Aşağıdaki harmanlama operatörü Mamdani'nin kartezyen X x Y uzayında tanımlı $\underset{\sim}{R}$ bulanık ilişkisininin üyelik fonksiyonu değerlerinin elde edilmesinde kullanılan tekniğini göstermektedir

$$\mu_R(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \qquad \textbf{(5.10)}$$

Yukarıdaki eşitlik literatürde pek çok farklı şekilde isimlendirilebilir; İngiliz profesör Mamdani'nin sistem kontrolü alanındaki çalışmalarının ardından korrelasyon-minimum veya Mamdani'nin harmanlaması (implication) olarak anılagelmiştir. (Mamdani, 1976). Harmanlandırmanın bu şekilde formülasyonu bulanık küme $\underset{\sim}{A}$ ve $\underset{\sim}{B}$'nin çarpımı $(\underset{\sim}{R} = \underset{\sim}{A} \text{ X } \underset{\sim}{B})$ ifadesinin de eşdeğeridir. Tablo 5.2. Mamdani modelinin karakteristik özelliklerini vermektedir.

Tablo 5.2 Mamdani Modelinin Karakteristikleri

İşlem	Operatör	Norm	Formül
Bileşim (VEYA)	MAKS	T-conorm*	$\mu_C(x) = maks(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) V \mu_B(x)$
Kesişim (VE)	MIN	T-norm**	$\mu_C(x) = min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \Lambda \mu_B(x)$
Harmanlama çıkarım fonksiyonu (implication)	MIN	T-norm	$maks(min(\mu_A(x), \mu_B(x)))$
Toplama	MAX	T-conorm	
Durulaştırma Yöntemi***	Ağırlık Merkezi Yöntemi		$\mathbf{COA} = z^* = \frac{\int z\, \mu_c(z) dz}{\int \mu_c(z) dz}$

$\mu_C(x)$ = Sonuçta ortaya çıkan üyelik fonksiyonunun değeri
z = absis değeri, ($\mu_C(z)$ ordinat değeri).
* T-conorm (S-norm olarak da bilinir): Fuzzy bileşim (VEYA) operatörlerinin üst kümesini tanımlayan iki girişli bir fonksiyon olup, maksimum, cebrik toplam gibi parametrik T-conormlarını kapsamaktadır.
** T-norm: Fuzzy bileşim (VE) operatörlerinin üst kümesini tanımlayan iki girişli bir fonksiyon olup, minimum, cebrik çarpım gibi parametrik T-normlarını kapsamaktadır.
*** İlerleyen bölümlerde ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

Özet olarak söylemek gerekirse Mamdani modeli kural tabanlı sistemlerde şu operatörleri kullanmaktadır (Yen ve Langari, 1999):

-Sup-min bileşim operatörü,

-Kartezyen çarpım için min (en küçük) operatörü,

-Aynı kural içinde yer alan birbirine bağlı koşullar için min operatörü,

-Birden fazla kuralın birleşiminde ise maks (en büyük) operatörü.

Tezde sunulan şantiyelerde risk değerlendirme sistemi çerçevesinde, insan bilgi ve deneyimini, sözel değişkenler yardımıyla, EĞER-İSE kurallarını kullanmak suretiyle sisteme dahil etmek kolaylaşmaktadır. Burada bulanık kuralların başlıca üç özelliğinden de söz etmek gerekmektedir (Wang, 1997):

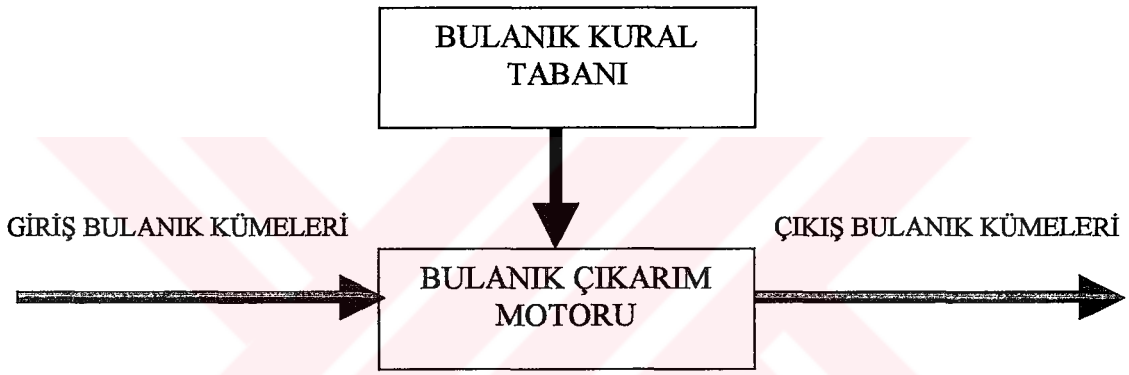
-Eğer her $x \subset U$ için bulanık kural tabanlı sistemde en az bir kural, örneğin 1.9 eşitliğinde verildiği şekliyle r. kural, $\mu_{Ai}^{r}(x_i) \neq 0$ $(i=1,2,\ldots,n)$ şartını sağlıyorsa o bulanık EĞER-İSE kural kümesine tamamdır denir. Bu eşitlikten de görüleceği gibi kurallar kümesinin tamamlığı şu anlama gelmektedir; giriş (input) uzayında yer alan herhangi bir nokta en az bir kural tarafından "çalıştırılmaktadır" bir başka ifadeyle o kuralın EĞER bölümünün üyelik değeri sıfırdan farklıdır,

- Bir EĞER-İSE kurallar kümesinde, aynı EĞER kısımlarına sahip olup farklı İSE kısımlarına sahip olan kurallar yoksa o kurallar kümesi tutarlıdır,

- Bir EĞER-İSE kurallar kümesi, İSE kısımlarının kesişimi boş olan komşu kurallardan oluşmuyorsa süreklidir.

5.8. Bulanık Sistemlerde Çıkarım Yöntemi

Yukarıda anlatılan kural tabanlı sistemlerde çıkarımın nasıl yapıldığını anlatmak açısından grafiksel yöntemler tercih edilmektedir. Çıkarım yöntemlerini anlatabilmek için iki öncülü ve bir çıkarımı olan bir EĞER-İSE kural tabanlı sistem alınacak ve açıklamalar bu örnek üzerinden yapılacaktır. Bu örnekteki sistem genel olarak sistem modellenmesinde iki girdisi ve bir çıktısı olan bir sistemi göstermektedir. Genel bulanık sistemin yapısı aşağıdaki şekilde verildiği gibidir.



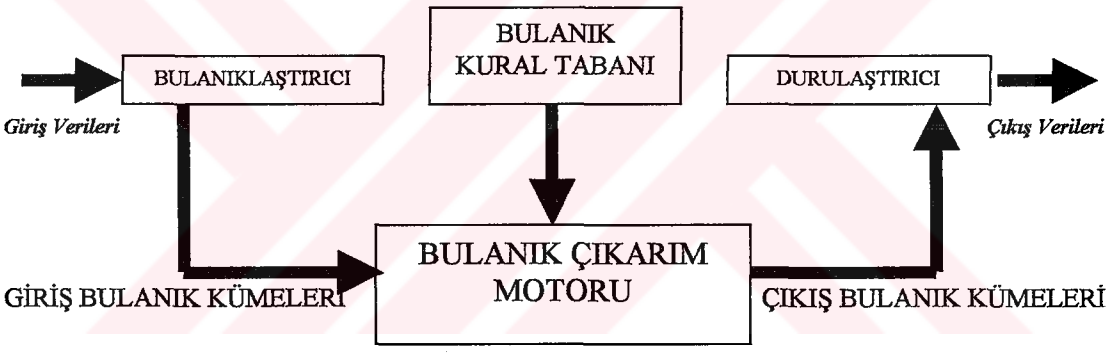
Şekil 5.5 Genel Bulanık Sistem (Şen, 2001)

Bu sistem içinde ilk kısımı oluşturan Giriş Bulanık Kümeleri, sistemin bilgi tabanı kısmını oluşturmaktadır. İncelenecek olayların girdi değişkenleri ve bunlar hakkındaki tüm bilgiler bu kısımda içerilmektedir. Genel veri tabanı ifadesi, buradaki bilgilerin sayısal veya sözel, hatta ikisinin de bir arada bulunabilmesinden kaynaklanmaktadır. Tez çalışmasında Girdi Bulanık Kümeleri Kaza Şiddeti, Kaza Olabilirliği ve İş Güvenliği Düzeyi olarak alınmıştır. Girdi değişkenleri sayısal ve sözel ifadelerin kural tabanlı sistem içinde bir araya getirilmesi ile kullanılmaktadır.

Bulanık sistemdeki bulanık kural tabanı kısmı, genel veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER-İSE kurallarının tümünü içermektedir. Bu kuralların yazılmasında, yalnızca girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm bulanık küme bağlantıların düşünülmekte olup, hir bir kuralın girdi uzayının bir parçasını, çıktı uzayına mantıksal olarak bağlaması düşünülmektedir. Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş ilişkilerin tümünü bir araya toplayan ve sistemin çıkışını sağlayan işlemler topluluğu Bulanık Çıkarım

Motoru kısmı olarak adlandırılabilir. Bu motor her kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak (aggregation) sistemin varolan girdiler ile nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesini sağlamaktadır. Çıkış bulanık kümelerinin oluşturduğu çıkış kısmı, bilgi ve bulanık kural tabanlarının, bulanık çıkarım motoru yardımıyla elde edilen çıktı değerlerini belirtmektedir.

Öte yandan bulanık sistem çıktılarının mühendislik ve diğer alanlarda kullanılması amacıyla sayılaştırılması gerekmekte, bunun için de bulanık ifadeleri durulaştırmak, bir başka deyimle sayısallaştırmak gerekmektedir. Bulanıklaştırma ve durulaştırma giriş sayılarının bulanıklaşması ve bulanık sayıların sayısallaştırılması anlamına gelmektedir. Sözel bilgilerin modellenebilmesi açısından, Şekil 5.5'teki sistemin son kısmına bir durulaştırıcı eklenmesi, verilerin sayısallaştırılması ve kullanılabilirliği açısından bir zorunluluk olarak kendisini dayatmıştır. Buna uygun sistem ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.6 Bulanıklaştırma-Durulaştırma Birimli Bulanık Sistem (Şen, 2001)

Fuzzy çıkarım motorunun burada yaptığının matematiksel ifadesi, evrensel U kümesinde yer alan bulanık $\underset{\sim}{A}$ kümesinden, V evrensel kümesi içinde yer alan bulanık $\underset{\sim}{B}$ kümesine bir eşleme yapmasıdır. Bulanıklaştırıcı gerçek değerli $x^* \in U \subset R^n$ noktasından U içindeki $\underset{\sim}{A}$ bulanık kümesine bir eşleme olarak tanımlanabilir. Girdi x^* sayısal bir değerdir ve bulanıklaştırıcının bunu dikkate alması gerekmektedir. Keza bulanık çıkarım motorunda gerçekleştirilecek olan hesaplamaların, bulanıklaştırıcı tarafından basitleştirilmesi gerekmektedir.

Öte yandan durulaştırma ise bulanık bir değeri veya ifadeyi, kesin bir değere veya ifadeye çevirmek anlamına gelmektedir, bir başka ifadeyle bulanıklaştırma işleminin tersini ifade etmektedir. Bir bulanık sürecin çıktısı, çıktı değişkeninin ifade edildiği

kümede tasarlanmış iki veya daha fazla üyelik fonksiyonunun mantıksal bileşimi olabilir. Bulanık çıkış fonksiyonlarının durulaştırılması için, literatürde araştırmacılar tarafından pek çok yöntem arasından çoğunlukla önerilen en az yedi yöntem bulunmaktadır. (Ross, 1998). Bu yöntemler:

-En büyük üyelik yöntemi,

-Ağırlık merkezi yöntemi,

-Ağırlıklı ortalama yöntemi,

-Ortalama en büyük üyelik yöntemi,

-Toplamların merkezi yöntemi,

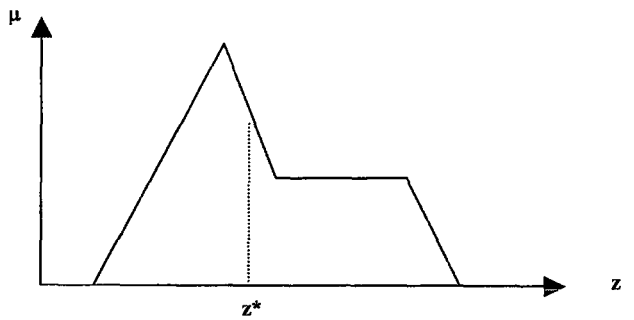
-En büyük alanın merkezi yöntemi,

-En büyük veya son üyelik derecesi yöntemidir.

Bu yöntemler arasında, ağırlıklı ortalama yöntemi hesaplanmasının basit olmasından dolayı en yaygın kullanılan yöntem olsa da, yalnızca simetrik üyelik fonksiyonlarında kullanılması gibi bir eksikliği bulunmaktadır. Bu eksiklik de göz önünde tutularak bu çalışmada Ağırlık Merkezi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem Mamdani tarafından da önerilen bir yöntem olup, asimetrik üyelik fonksiyonlarında da kullanılabilir ve bulanık çıkarımların gerçekleştirildiği MATLAB Bulanık Mantık Araçları'nda da kolaylıkla hesabı yapılabilmektedir. Ağırlık Merkezi yönteminin cebirsel ifadesi aşağıdaki gibidir:

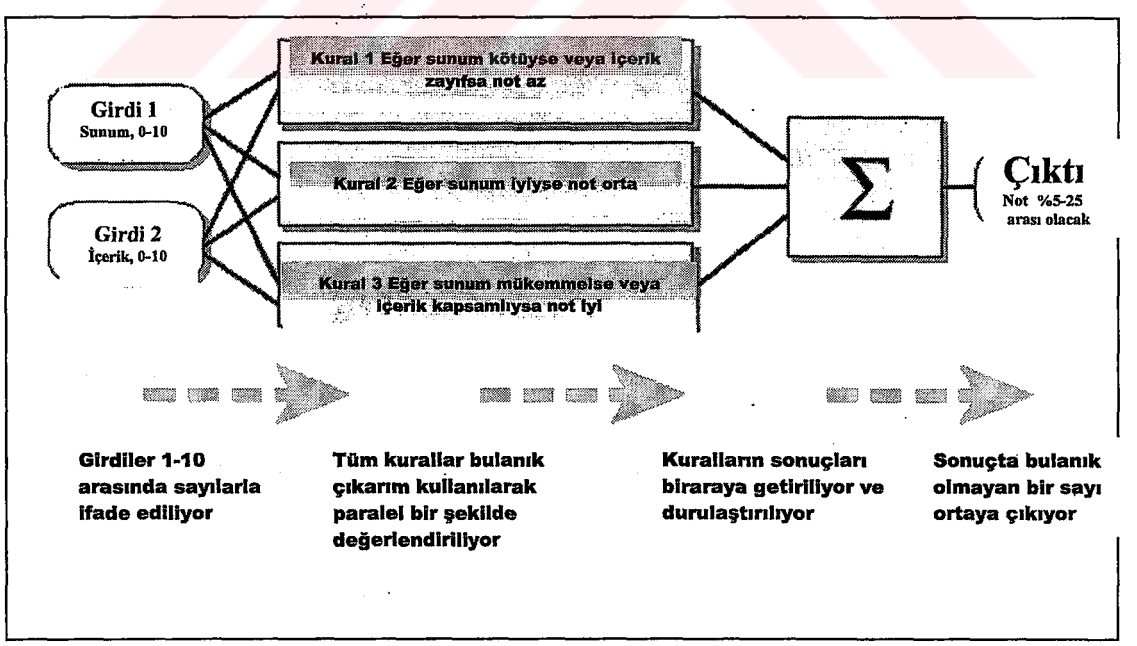
$$\text{Ağırlık Merkezi} = z^* = \frac{\int z\,\mu_c(z)dz}{\int \mu_c(z)dz} \qquad \textbf{(5.11)}$$

Tezde giriş değişkenleri arasında yer alan Kaza Olabilirliği bulanık kümesi simetrik değildir ve çıkış üyelik fonksiyonlarının da simetrik olmayacağı açıktır. O yüzden Şekil 1.7'de grafiksel gösterimi yapılan Ağırlık Merkezi yönteminin kullanımı uygun görülmüştür. İlerleyen sayfalarda verilecek örnekten de görüleceği üzere, çıkış üyelik fonksiyonu, giriş üyelik fonksiyonlarının farklı üyelik dereceleriyle bir bileşkesini oluşturmaktadır. Bu bileşke üyelik fonksiyonu simetrik bir geometrik şekil olmayıp, birden fazla giriş fonksiyonunun bulanık çıkarım sonucundaki birleşim kümesini vermektedir.



Şekil 5.7. Ağırlık Merkezi Durulaştırma Yöntemi

Tüm bu anlatılanların özetlenmesi ve daha açık anlaşılması açısından aşağıda iki giriş değişkeni, bir çıkış değişkeni olan ve üç kural tarafından "çalıştırılan" bir örnek verilecektir. Bu örnekte çıkış değişkeni de bir bulanık kümedir ve Mamdani tipi çıkarım yöntemi izlenmiştir. Örnekte dönem sonu verilen bir ödevin sunumu ve içeriğinin kalitesi giriş üyelik fonksiyonlarını oluşturmakta, yıl sonu notunun %25'ini oluşturacak olan not ise çıkış üyelik fonksiyonunu oluşturmaktadır. Öğrenciler çalışmalarını bir jüriye sunmakta olup, jüri üyeleri sunum ve içeriğe 1-10 arasında puanlar vermektelerdir.



Şekil 5.8 İki Girdili, Bir Çıktılı ve Üç Kurallı Bir Bulanık Çıkarım Sistemi

Örneğimizde, jüri üyeleri sunuma 10 üzerinden 3 puan vermiş, içeriğe ise 10 üzerinden 8 puan vermiştir. Sunum girdisi üç sözel bulanık küme ile ifade edilmektedir. Bunlar kötü, iyi ve mükemmeldir. İçerik ise zayıf, orta ve kapsamlı olarak yine üç bulanık küme olarak ifade edilmektedir. 10 üzerinden verilen bu puanlara göre üyelik dereceleri şu şekilde oluşmuştur;

Sunum = {0,35/Kötü + 0,65/İyi + 0/Mükemmel}

İçerik ={0/Zayıf + 0.3/Orta + 0.7/Kapsamlı}

Sistemde ortaya konan kurallar, sunum ve içerik kalitesine göre iki girdinin farklı şekillerde bir araya gelme olasılıklarını göstermektedir. Sunumun ve içeriğin kalitesi 10 üzerinden tek bir değer olsa da, bu sayısal ifadenin birden fazla sözel bulanık kümeye farklı üyelik dereceleriyle aidiyeti bulunmaktadır. Burada kuralları çok farklı şekillerde de vermek mümkündür. Sözgelimi ikinci kural yalnızca tek bir girdi ve çıktıdan oluşmaktadır (Sunum ve not). Dolayısıyla burada içerik hesaba katılmayacaktır. Bir başka dikkat çekici husus ise iki girdinin VEYA ile birbiriyle ilişkilendirilmesidir. Önceki sayfalardan hatırlanacak olursa VEYA (OR) operatörü, Mamdani çıkarım yönteminde en büyük üyelik derecesinin (MAKS) kullanılması anlamına gelmektedir. Burada grafiksel gösterimden önce MAKS operatörünü kullanarak tek tek kuralları uygulamak ve çıktıya (not bulanık kümesine) ulaşmak daha açıklayıcı olacaktır.

Kural 1: Eğer sunum kötü ise VEYA İçerik Zayıf ise Not az

Not Sunum İçerik

$\mu_{Az}(x) = \mu_{Kötü}(x)$ V $\mu_{Zayıf}(x) =$ maks(0.35, 0) = 0.35

Kural 2. Eğer sunum iyi ise not orta

Not Sunum İçerik

$\mu_{Orta}(x) = \mu_{İyi}(x)$ = 0.30

Burada dikkat edilirse, Kural 2'de ikinci girdi olan içerik değişkeninin herhangi bir etkisi yoktur, dolayısıyla orta düzeydeki notun üyelik derecesi 0.3 olmaktadır.

Kural 3. Eğer sunum mükemmelse veya içerik kapsamlıysa not iyi

Not Sunum İçerik

$\mu_{İyi}(x) = \mu_{mükemmel}(x)$ V $\mu_{Kapsamlı}(x) =$ maks(0, 0.7) = 0.7

Sunum kalitesinin 10 üzerinden 3 ve içerik kalitesinin 10 üzerinden 8 olduğu bu üç kuraldan oluşan sistemden çıkan sonucu ve dönem ödevine 5 ila 25 arasında vermemiz gereken notu grafiksel yöntem yardımıyla aşağıda göstermek mümkündür. Şekil 5.9'a daha dikkatli bakıldığında yöntemin ana hatları ortaya çıkacaktır.

Birinci girdi olan ödevin sunumundan başlarsak, uzmanlar tarafından öğrenciye 3 notu verildiğini, sunum girdisinin kötü, iyi ve mükemmel bulanık kümelerinden oluştuğunu, bu üç kümenin alt alta dizilmek suretiyle, 10 üzerinden üç noktasının her üç bulanık kümede kestiği noktanın y eksenindeki değerinin üyelik derecesi olduğu anlaşılacaktır. Aynı şekilde ikinci değişken için de aynı yol izlenerek zayıf, orta ve kapsamlı bulanık kümelerini kestiği nokta bulunabilir. Her kural için, yukarıda da anlatıldığı üzere en büyük üyelik derecesi alınır. Her kuralda ayrı ayrı bu en büyük değerin x eksenine paralel olarak uzatılması ile, çıktı değişkeni olan notun bulanık alt kümeleri iyi, orta ve kötüyü kestiği yer tesbit edilir. Bu kesim noktasının üst kısmı atılır ve ortaya çıkan yamuk şekillerin transpozesi ile bileşke çıktı kümesi bulunur. Bu geometrik şeklin ağırlık merkezi yöntemi ile durulaştırılması ile ağırlık merkezinin x ekseni üzerindeki noktası 16,7 bulunarak işlem tamamlanır.

Bu basit örnekte üç kurallı bir sistem görülmektedir. Kuralların sayısı çok daha fazla olabilir. Ancak bu işlemler bilgisayar yardımıyla oldukça kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Burada dikkat edilirse, önemli olan kuralların belirlenmesidir. Örneğin Eğer Sunum Kötü veya İçerik Zayıf ise Not Kötü şeklindeki bir kuralın belirlenmesi belki herkes tarafından kabul edilebilen bir mantıksal önermedir. Ancak değişkenlerin sayısı arttıkça ve sistem daha kapsamlı bir hale geldikçe bu kuralların belirlenmesi, söz konusu sistemem dair bilgisi olan kişilerce gerçekleştirilecek bir iştir. Bu bakımdan araştırmacı açısından kural tabanlı sistemin kurallarının oluşturulması işin temelini oluşturması açısından büyük önüm taşımaktadır. Kuralların nasıl oluşturulacağına bakıldığında ise, bulanık üyelik derecelerinin belirlenmesinde kullanılan

-Sezgi,

-Çıkarım,

-Derecelendirme-Sıralama,

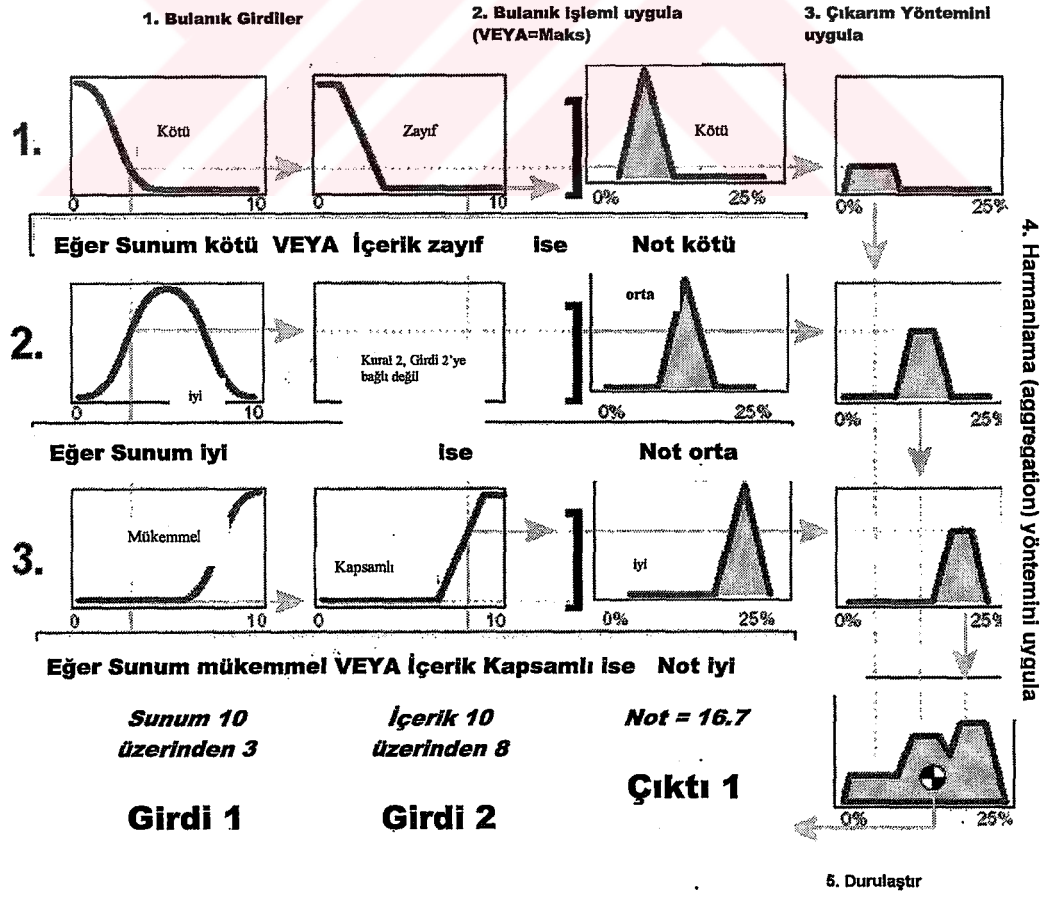
-Açısal bulanık kümeler,

-Sinir Ağları,

-Genetik algoritmalar,

-Çıkarıma dayalı akıl yürütme (muhakeme).

gibi yöntemlerin burada da kullanılabileceği düşünülebilir. Ama ağırlıklı olarak burada uzman görüşleri veya matematiksel fonksiyonların mantıksal ifadeleri kullanılmaktadır. Örneğin iş güvenliği önlemlerinin azalması, riski artırır ifadesi genel bir ifadeyi anlatmaktadır. Burada açısal bulanık kümeler, genetik algoritmalar ve benzeri yöntemlerin kullanılması gereksizdir. Matematiksel fonksiyonların kural tabanlı sistemle ifadesinde ise, ilgili fonksiyonun değişkenleri arasındaki ilişki kullanılarak kural tabanı oluşturulmaya çalışılır. Örneğin P.V= n.r.t kimyasal formülünde olduğu gibi basınç artarsa sıcaklık da artar ifadesinde olduğu gibi. Ancak şu unutulmamalıdır. Kural tabanlı sistemdeki her kuralın oluşturulması dahi, model yapıcısı ve birlikte çalıştığı uzmanlar tarafından gerçekleştirilmesi gereken bir süreçtir.



Şekil 5.9: İki girdili, bir çıktılı ve üç kurallı bir bulanık sistemde çıkarım yöntemi

6. İNŞAAT ŞANTİYELERİNDE BULANIK KÜMELER İLE RİSK ANALİZİ YÖNTEMİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

Bu bölümde tez kapsamında önerilen Bulanık Kümeler ile Risk Analiz Yönteminin girdi parametreleri olan İş Güvenliği Düzeyi (GD), Kaza Olabilirliği (KO), Kaza Şiddeti (KŞ) ve çıktı değişkeni olan Risk Düzeyi (RD) anlatılacaktır. Bir sonraki bölümde ise bu parametreler kullanılarak, bir inşaat şantiyesinde modelin uygulanması, her kaza tipi için ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.

6.1 Şantiyedeki İş Güvenliğine İlişkin Alınan Önlemlerin Değerlendirilmesi ve GD Parametresinin Elde Edilmesi

Çalışmanın bu aşamasında şantiyelerde risk analizinin yapılabilmesi için kullanılacak parametrelerden biri olan İş Güvenliği Düzeyi (GD) parametresinin nasıl elde edileceği ele alınmış ve GD parametresinin nasıl sayısallaştırılacağı ve bulanık bir parametre haline getirileceği (bulanıklaştırılacağı, fuzzification) anlatılacaktır. Daha önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere, şantiyelerde kullanılan kontrol listeleri genel olarak önlemlerin alınıp alınmadığını denetlemekte, önlemlerin ne derecede alındığına dair herhangi bir yoruma olanak sağlamamaktadır. Alınan önlemlerin eksik alınması durumunda bunun nasıl ve ne şekilde kontrol listelerine yansıtılacağı, inceleme yapılan şantiyelerde farklı uygulamalarla kendisini göstermektedir. Örneğin, kimi şantiyelerde kullanılan kontrol listelerinde alınması gereken önlem başlıklarındaki en ufak eksiklikte bile o önlemin alınmadığı şeklinde yorum yapılarak, "güvenli tarafta" kalınmakta, diğer uygulamalarda ise alınması gereken önlemlerdeki eksiklikler kontrol listelerinin sonunda yer alan yorumlar kısmında açıklanmaktadır. Risk analizi tekniklerinin anlatıldığı bölümde daha ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere, şantiyedeki iş güvenliği önlemlerinin olası kazalara yol açma olasılığı kimi zaman düşük, orta, yüksek gibi üçlü ölçekle, kimi zaman da beşli ölçekle değerlendirilmekte, risk matrisi tekniği kullanılarak kaza şiddetiyle çarpılmakta ve kaza riski bulunmaktadır. Bu gibi tekniklerin eksiklikleri ve şantiyelerin iş güvenliği düzeylerinin belirlenmesinde puanlamaya elverişli olmadığı

gibi noktalar da ilgili bölümde tartışılmıştır. Bu bölümde ise, eleştirilen iş güvenliği kontrol listelerinin yerine, risk analizinde kullanılması gereken yeni bir kontrol listesi ve bu kontrol listesi yardımıyla bulanık parametre İş Güvenliği Düzeyi'nin (GD) nasıl elde edileceği ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.

6.1.1 İş Güvenliği Kontrol Listesinin Hazırlanması

İş güvenliği kontrol listesinin hazırlanmasındaki temel unsur inşaat sektöründe en sık görülen kaza tiplerine göre hazırlanması olmuştur. Bir şantiyede alınması gereken önlemleri çeşitli iş kalemlerine göre ayırmak mümkün olabilir. Herhangi riskli bir iş başlamadan önce, örneğin beton dökümü, derin kazı gibi işlerde gerek insan düşmesi, gerek malzeme düşmesi, gerekse de çökme veya göçme gibi riskler bulunmaktadır. Risk barındıran her iş öncesi bir risk analizi yapılması kesinlikle gerekli olup, bunun için tezde ve bu bölümde önerilen kontrol listelerinin benzeri ve daha özelleşmiş biçimleri hazırlanabilir, benzer yöntem buralarda da uygulanabilir. Ancak bir şantiyenin iş güvenliği önlemleri açısından periyodik olarak kontrolü için hazırlanacak listelerin iş kalemleri yerine, kaza tiplerine göre gruplandırılması çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Bunlardan en önemlisi doğrudan olası kazaya odaklanması, olası kaza tipinin ortadan kaldırılması için gerekli önlemleri barındırmasıdır. Buradan yola çıkarak bir şantiyedeki insan düşmesi risk düzeyi, kazı kenarı göçmesi risk düzeyi, elektrik çarpması risk düzeyi gibi riskler ayrı ayrı bulunabilmekte ve şantiye puanlandırılabilmektedir. Kazaya odaklı bu sistem, şantiyeyi genel olarak inşaat sektöründe en sık görülen kaza tiplerine göre değerlendirmekte, riskli görülen alanlara ise özel olarak eğilmekte ve bu alanlarda da benzer yöntemle özelleşmiş bir risk analizi yapmaktadır. Hazırlanan kontrol listesinin kaza tiplerine göre hazırlanmasının bir başka avantajı ise, inşaat sektöründe otuz yılı aşkın bir süreyi kapsayan kaza dosyalarından yola çıkarak, farklı şantiye türlerinde ortaya çıkması muhtemel kaza tiplerini de değerlendirme kapsamına almasıdır. İmalat sektöründen farklı olarak, her inşaat üretimi farklı ve özgün özellikler gösterse de, tez kapsamında incelenen ölümle ve yaralanmayla sonuçlanan kazalardan yola çıkarak, farklı kaza tiplerinin, hangi şantiyelerde daha sık görüldüğü istatistiksel olarak saptanmış olup, kontrol listesinin kaza nedenlerine odaklı olmasıyla bu verilerden de yararlanmak daha kolay olabilmektedir. Örneğin Bölüm 2'de ayrıntılı bir şekilde verilen istatistiklere bakıldığında, bina inşaatlarında ölümle sonuçlanan kazaların %57.3'ünün insan düşmesi sonucu ortaya çıktığı görülmekte, öte yandan yol

şantiyelerinde ölümle sonuçlanan kazalarda %39.6 ile yapı makinaları kazalarının birinci sırada, %32.6 ile şantiye içi trafik kazalarının ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. Bu istatistikler tek başlarına bir şey ifade etmeseler de, hangi tür inşaatlarda, hangi tür kazaların olasılığının yüksek olduğuna dair temel bir bilgi vermektedir. Ancak bu bilgiyi yorumlayabilmek, olasılık teorisi ile mümkün olmayıp, bulanık kümeler yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Geçmiş verilerin, bulanık modellemenin içine dahil edilmesi ve somut olarak değerlendirilebilmesi için hazırlanan kontrol listesi büyük kolaylık sunmaktadır.

Kontrol listesinin hazırlanmasında, eski Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nden, ABD İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası uyarınca hazırlanan İnşaat Sektörü için İş Güvenliği ve Sağlığı Standardı'ından (Federal Yönetmelikler 29, Bölüm 1926) ve Sanayi dalları için Genel İş Güvenliği ve Sağlığı Standartları'nın (Bölüm 1910) inşaat sektörü ile ilgili bölümlerinden yararlanılmış, kontrol listesi gerek inşaat sektöründeki deneyimleri, gerekse de iş kazalarına ilişkin hazırladıkları sayısız bilirkişi raporu ile deneyimlerini aktaran tez danışmanı Yrd.Doç.Dr.Uğur Müngen, Prof.Dr. M.Emin Savcı, MESKA Vakfi eski başkanı Oktay Tan, Emekli Çalışma Bakanlığı Müfettişi Kadir Töreli ve İş Güvenliği Uzmanı Suat Öztorun'un yardımlarıyla hazırlanmıştır. Ekte verilen kontrol listesinde, alınması gereken önlemler, şantiyede denetim yapan uzmanlar tarafından tek tek 1 ila 10 arasında puanlanmakta olup, alınması gereken önlemlerin hepsinin ağırlığı farklı farklı olmaktadır. Her kaza tipi için alınması gereken önlemlerin ağırlıkları toplamı 1 olup, ağırlıkların bulunması yöntemi aşağıda anlatılmıştır.

6.1.2 Kontrol Listesindeki Alınması Gereken Önlemlerin Ağırlıklarının Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Saptanması

Kontrol listesindeki sorular, önlemlerin alınıp alınmadığını değil, "ne ölçüde" alınıp alınmadığını sorgulamaktadır. Her kaza tipi için alınması gereken önlemlerin ağırlıklarının saptanması için uzmanların görüşleri alınmış ve Ek B'de yer alan formu doldurmaları istenmiştir. Uzmanların deneyimlerinden yola çıkarak, hangi kaza tipi için, hangi önlemin özellikle alınması gerektiği, bazı önlemlerin görece olarak daha önemli, bazılarının ise görece olarak daha az önemli olduğu saptanmıştır. Bu saptamanın yapılması, herhangi bir kaza türünün şantiyedeki potansiyel riskinin azaltılmasında, hangi önlemlerin ağırlığının daha fazla olduğunun belirlenmesine yaramaktadır. Şantiyede yapılacak denetimlerde, önem ağırlığı fazla olan önlemlerin

alınmaması puanlamada riskin fazla olduğunu göstermekte, incelenen kaza tipiyle ilgili risk puanının yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Bu saptamaların yapılması için en sağlıklı yol, geçmişteki kaza istatistiklerinden yola çıkarak, her kazanın alt başlıklara ayrılması, her kazanın en fazla hangi nedenlerden dolayı ortaya çıktığının saptanmasıdır. Bu şekilde kazalara neden olan güvensiz durum ve davranışlar ve eksik önlemlerin, her kaza türü için kazanın oluşumunda birincil derecede önemli olan faktörlerin saptanması gerçekleştirilebilir. Ancak gerek SSK istatistiklerinin yetersiz oluşu, gerekse de incelenen kaza dosyalarından yola çıkarak kaza türlerini alt başlıklara ayırmada karşılaşılan güçlükler böylesi bir analize izin verememektedir. Örneğin şantiyelerde insan düşmesi tipindeki kazaların ağırlıklı nedenlerinin boşlukların kenarlarına korkuluk konmaması veya emniyet kemeri kullanımındaki eksikliklerden mi kaynaklandığı, bu türden kazalara ağırlıklı olarak hangi nedenlerin yol açtığı istatistiksel verilerdeki yetersizliklerden ötürü sayısal olarak saptanamamaktadır. Bu noktada, inşaat iş kazaları konusunda deneyimli ve birikimli uzmanların bu deneyimlerinden yararlanarak, ağırlıkların belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Ağırlıkların belirlenmesi için ise ikili karşılaştırma yöntemi ve bu ağırlıkların hesaplanmasında Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılmıştır (Saaty ve Vargas, 1980). İkili karşılaştırma yöntemi, seçilen iki farklı iş güvenliği önleminin, önem derecelerinin göreceli olarak kıyaslanması yoluyla yapılmaktadır. Ağırlıkları w_1, w_2, ...w_n olan n adet önlem olduğunu, alınması gereken bu önlemlerden i ile j'nin göreli önem derecesinin a_{ij} olduğunu düşünürsek a_{ij} aşağıdaki eşitlikle bulunabilir:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \qquad \textbf{(6.1)}$$

İkili oranlar aşağıdaki eşitliği sağlamalıdır:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \cdots & a_{2n} \\ . & \cdots & . \\ . & \cdots & . \\ . & \cdots & . \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} \qquad \textbf{(6.2)}$$

Madde madde kıyaslanan önlemlerin, ikili kıyaslamaları yukarıdaki matriste verilmektedir. Herhangi bir madde kendisiyle kıyaslandığında önem derecesi eşit olacağından, matrisin diyagonal elemanları 1'e eşit olmakta, matrisin diyagonalin üzerindeki elemanları (üst üçgen), matrisin diyagonalinin altındaki elemanların (alt üçgen) tersi ($1/ a_{ij}$) olmaktadır. Dolayısıyla bu karşılaştırma matrisini elde etmek için $n(n - 1)/2$ kıyaslama gerekmektedir. Karşılaştırma matrisi ile ilgili hesaplamalarda aşağıdaki eşitlikler kullanılabilir.

$$\mathbf{Aw} = n\mathbf{w} \tag{6.3}$$

veya

$$(\mathbf{A} - n\mathbf{I})\mathbf{w} = 0 \tag{6.4}$$

Burada I birim matristir. Bu eşitlikten de görüleceği gibi, n değeri A matrisinin özdeğeri, w ise n özdeğeri için matrisin özvektörüdür. Genel olarak, w_1/w_2 değerlerinin kesin değerlerine ulaşmak mümkün olmayıp, tahmini olarak belirlenebilir. Tahminden kaynaklanan hatalar, ikili oranlar matrisindeki verilerin tutarsızlığına yol açar. Saaty, ikili oranlardaki tutarlılıktan sapmayı değerlendirmek için bir tutarlılık indeksi CI önermiştir (Saaty ve Vargas, 1980). Tutarlılık oranı, CI aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\text{Tutarlılık İndeksi= CI} = (\lambda_{maks} - n)/(n - 1) \tag{6.5}$$

Bu eşitlikle λ_{maks}, A matrisinin, tahmin hataları gözönünde tutulduğunda en büyük özdeğeridir. Diyagonal olarak birbirinin tersi elemanlardan oluşan matrisin elemanlarının değerleri rasgele üretildiğinde, bu matris için tutarlılık indeksi, rassallık indeksi olarak adlandırılır ve RI olarak gösterilir. Farklı büyüklüklerde rasgele olarak çok sayıda matris üretilmiş ve bunların RI değerleri Tablo 6.1'de verilmiştir. CI ile RI değerlerinin birbirlerine oranı ise Tutarlılık Oranı'nı (CR) vermektedir. Eğer bir ikili orantı matrisinin tutarlılık oranı 0.1'den küçükse, o matris tek tek her maddenin ağırlığını belirlemek için uygun bir matristir denilebilir. Tablo 1'de görüldüğü gibi rassallık göstergesi en çok 15 boyutlu matrisler için hesaplanabilmektedir. Ayrıca ele alınan problemde kriter sayısının çokluğu kriterlerin tümü birlikte değerlendirildiğinde tutarlı sonuç elde etme ihtimalini de zayıflatmaktadır. Bu bakımdan hazırlanan kontrol listesinde, bazı kaza tipleri için alınması gereken önlemlerin 15'ten fazla olduğu görülmüş, bu kaza tipleri için

alınması gereken önlemler gruplandırılmıştır. Örneğin İnsan Düşmesi için alınması gereken önlemler iskelelerde, merdivenlerde, döşeme boşlukları ve sahanlıklarda alınması gereken önlemler ve kişisel koruyuculara dair güvenlik koşullarına uyulup uyulmadığı gibi dört ana başlık altında incelenmiş, bu dört ana başlığın da birbirlerine göre önem dereceleri uzmanlarca belirtilmiştir.

Tablo 6.1 Farklı Büyüklüklerde Matrisler için Rassallık İndeksleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CI*	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Çalışmada, her kaza tipi için, kazaya neden olabilecek potansiyel tehlikeleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için alınması gereken önlemlerin, önem derecelerinin kıyaslanmasında uzmanlara her maddenin diğerine oranla ne oranla önemli olduğu sorulmuş, a_{ij} karşılaştırma değerleri için Saaty tarafından önerilen 1 ile 9 arasındaki bir skaladan seçim yapmaları istenmiştir (Tablo 6.2).

Tablo 6.2 İş Güvenliği Önlemlerinin Karşılaştırılması için Skala

Sayısal Değerler	**Alınması gereken iş güvenliği önlemlerinin birbirlerine göre önem derecesi**
1	Eşit derecede önemli
3	Biraz daha önemli
5	Oldukça önemli
7	Çok önemli
9	Çok çok önemli
2, 4, 6, 8	Çift sayılar ara değerleri belirtmektedir.

5 uzman tarafından verilen değerlerin ortalaması alınarak karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Ek C'de ayrıntılı bir şekilde verilen sonuçlara göre matrislerin hepsinde tutarlılık indeksi CI, 01'den küçük çıkmış olup bu matrislerin tutarlı olduğunu göstermektedir. Microsoft Excell programında yer alan PopTools seçeneği kullanılarak her matrisin en büyük özdeğeri, λ_{maks} hesaplanmış, bu değere karşılık gelen özdeğer vektörü bulunmuş, bu vektör normalize edilmek suretiyle, her kaza tipi için alınması gereken önlemlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Aşağıda örnek olarak Kazı Kenarı Göçmeleri'ne karşı alınması gereken önlemler, uzmanlar tarafından her önlem için verilen göreli önem dereceleri ve hesaplamalar tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 6.3 Kazı Kenarı Göçmelerinde Alınacak Önlemler

Kod	Önlemler
s_1	Kazı kenarı çökmeleri için yapılan iksalar yeterli midir, kullanılan malzeme yükü taşıyacak özellikte midir?
s_2	Kazının,komşu bir yapıyı devamlı veya geçici olarak tehlikeye soktuğu hallerde, yapı tekniğinin gerektirdiği tedbirler ne ölçüde alınmıştır?
s_3	Hendeklerde çalışılırken gerekli güvenlik önlemleri yeterince alınmakta mıdır? 150 santimetreden daha derin olan kazı işlerinde, işçilerin inip çıkmaları için yeteri kadar el merdivenleri bulundurulması sağlanmakta mıdır? İksa tertibatını ve desteklerini, inip çıkma için kullanmak önlenmekte midir?
s_4	Kazılara yaklaşan araçları uyarmak için gerekli uyarı levhaları, emniyet şeritleri, çitler vb. Önlemler yeterince alınmış mıdır? İş makinalarının kazı kenarında çalışması gerekiyorsa gerekli önlemler ne ölçüde alınmıştır?
s_5	Kazıdan çıkan toprak,kaymasına engel olmak üzere,toprak cinsinin gerektirdiği uzaklığa atılacak ve bunun mümkün olmaması halinde kazıda gerekli iksa yapılacaktır hükümlerine ne ölçüde uyulmaktadır?
s_6	İnşaat yapmak amacıyla açılan kuyu, tünel veya yeraltı galerilerinde yapılan tahkimat her posta değişiminde kontrol edilecek ve sonuçlar günlük yapı iş defterine yazılarak imzalanacaktır ve yeraltı işlerinde, çökme ve parça düşmeleriyle su baskınlarına karşı gereken tedbirler alınacaktır hükümleri ne ölçüde uygulanmaktadır?
s_7	Genellikle kazı işleri, yukarıdan aşağıya doğru ve toprağın dayanıklılığı ile orantılı bir şev verilmek suretiyle yapılacaktır ilkesine ne ölçüde uyulmaktadır? Bununla ilgili denetim yapılmış ve kayıtlar tutulmuşmudur? Kazılar ne ölçüde denetlenmektedir. Yapı iş defterine gerekli kayıtlar düşülmekte midir?
s_8	Kazı kenarına araç, alet edevat, malzeme gibi düşey yüke sebebiyet verebilecek yüklerin konması ne ölçüde önlenmektedir? Düşey yükler zorunlu olarak kazı kenarında bulunacaksa, kazık ve payanda ile önlemler yeterince alınmakta mıdır?

Burada yalnızca kazı kenarı göçmelerine karşı alınması gereken önlemlerin göreli ağırlıklarının hesaplanması verilmiştir. Diğer kaza tiplerine ilişkin hesaplamalar ekte yer almaktadır. Tablo 6.4'te en son satırda yer alan göreli ağırlıkların hesaplanması ise şu şekilde olmaktadır: Matrisin tutarlı olduğu saptandıktan sonra, özdeğerlerin en büyüğüne denk gelen özvektör normalize edilerek, ağırlıklar olarak hesaplamalarda kullanılır. Ekte yer alan değerlendirme matrislerinin altında, ilgili matrisin tüm özvektörleri ve öz değerleri verilmektedir. Tablo 6.4'te örneği verilen kazı kenarı göçmelerine ilişkin, şantiyede alınması gerekli genel önlemlerin nasıl sayısallaştırıldığını aşağıdaki tabloda görmek mümkündür. Bu tabloda, her maddeye karşılık gelen uzman puanı, ağırlık ile çarpılmakta ve tüm maddelerin ağırlıklı puanları en sonunda toplanmak suretiyle ilgili başlığa ilişkin puan ortaya çıkmaktadır.

Tablo 6.4 Uzmanlar Tarafından Verilen Göreli Önem Dereceleri (Örnek)

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	Göreli Ağırlık
s_1	**1.00**	5.00	1.00	0.33	3.00	1.00	0.33	1.00	0.13
s_2	0.20	**1.00**	0.20	0.33	0.33	1.00	0.20	0.33	0.04
s_3	1.00	5.00	**1.00**	0.33	0.50	1.00	0.33	0.33	0.10
s_4	3.00	3.00	3.00	**1.00**	3.00	3.00	1.00	3.00	0.21
s_5	0.33	3.00	2.00	0.33	**1.00**	3.00	0.33	1.00	0.11
s_6	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	**1.00**	0.33	0.50	0.06
s_7	3.00	5.00	3.00	1.00	3.00	3.00	**1.00**	3.00	0.23
s_8	1.00	3.00	3.00	0.33	1.00	2.00	0.33	**1.00**	0.12

n=8 için RI=1.45 ve λmaks=8.69 ise CR= CI/RI = $((\lambda_{maks} - n)/(n-1))/RI$ **CR=0.070207 matris tutarlıdır**

Tablo 6.5 Kazı Kenarı Göçmeleri için Örnek Ağırlıklı Puan Hesaplaması

W	Alınması Gereken Önlemler	Şantiyedeki Kontrolde verilen puanlar										Ağırlıklı Puan
0.13	Kazı kenarı çökmeleri için yapılan iksalar yeterli midir, kullanılan malzeme yükü taşıyacak özellikte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0,78
0.04	Kazının,komşu bir yapıyı devamlı veya geçici olarak tehlikeye soktuğu hallerde, yapı tekniğinin gerektirdiği tedbirler ne ölçüde alınmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0,28
0.10	Hendeklerde çalışılırken gerekli güvenlik önlemleri yeterince alınmakta mıdır? 150 santimetreden daha derin olan kazı işlerinde, işçilerin inip çıkmaları için yeteri kadar el merdivenleri bulundurulması sağlanmakta mıdır? İksa tertibatını ve desteklerini, inip çıkma için kullanmak önlenmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0,5
0.21	Kazılara yaklaşan araçları uyarmak için gerekli uyarı levhaları, emniyet şeritleri, çitler vb. Önlemler yeterince alınmış mıdır? İş makinalarının kazı kenarında çalışması gerekiyorsa gerekli önlemler ne ölçüde alınmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1,68
0.11	Kazıdan çıkan toprak,kaymasına engel olmak üzere,toprak cinsinin gerektirdiği uzaklığa atılacak ve bunun mümkün olmaması halinde kazıda gerekli iksa yapılacaktır hükümlerine ne ölçüde uyulmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0,99
0.06	İnşaat yapmak amacıyla açılan kuyu, tünel veya yeraltı galerilerinde yapılan tahkimat her posta değişiminde kontrol edilecek ve sonuçlar günlük yapı iş defterine yazılarak imzalanacaktır ve yeraltı işlerinde, çökme ve parça düşmeleriyle su baskınlarına karşı gereken tedbirler alınacaktır hükümleri ne ölçüde uygulanmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0,12
0.23	Genellikle kazı işleri, yukarıdan aşağıya doğru ve toprağın dayanıklılığı ile orantılı bir şev verilmek suretiyle yapılacaktır ilkesine ne ölçüde uyulmaktadır? Bununla ilgili denetim yapılmış ve kayıtlar tutulmuşmudur? Kazılar ne ölçüde denetlenmektedir. Yapı iş defterine gerekli kayıtlar düşülmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1,15
0.12	Kazı kenarına araç, alet edevat, malzeme gibi düşey yüke sebebiyet verebilecek yüklerin konması ne ölçüde önlenmektedir? Düşey yükler zorunlu olarak kazı kenarında bulunacaksa, kazık ve payanda ile önlemler yeterince alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0,6
								Toplam Puan				**5,11**

Bu puan 10 üzerinden ilgili kaza tipine ilişkin şantiyede alınması gereken önlemleri vermekte ancak tek başına çok fazla bir anlam ifade etmemektedir. İstendiği takdirde şantiyenin puanlamasında doğrudan bu sayısal değerler kullanılabilir, 10 temel kaza tipi için bu puanlar toplanır ve şantiyenin yüz üzerinden puanı belirlenebilir. Ancak bu puanlama sisteminin yetersiz olduğu, bunun uzmanlar ve analistler açısından daha anlamlı hale getirilmesi gerektiği açıktır. Bu noktada bu sayısal ifadenin veya ifadelerin sözel ifadelere çevrilmesin daha anlamlı olacaktır. Tezde kullanılacak parametrelerden İş Güvenliği Düzeyi (GD) bu şekilde elde edilmekte ve bulanık mantık motoruna bu şekilde girmektedir. Her kaza tipi için ilgili sayısal puanın bulanıklaştırılması yoluyla sözel ifadeler elde edilmekte, bu sözel ifadeler de üyelik dereceleri olarak sunulmaktadır. Tablo 6.5 yoluyla hesaplanan Kazı Kenarı Göçmeleri için sayısal ifadeler, Şekil 6.2'deki üyelik fonksiyonları kullanılarak sözel ifadelere çevrilmiştir.

Verilen örnekte, tek bir hiyerarşi bulunmaktadır. Ancak İnsan Düşmeleri, Elektrik Çarpmaları ve Yapı Makinalarındaki Kazalar gibi başlıklarda, alınması gereken önlemlerin sayısının fazla olmasından ve kendi aralarında gruplamaya uygun olmalarından dolayı iki düzeyde bir hiyerarşi tanımlanmıştır. Örneğin Yapı Makinaları Kazalarına karşı alınacak önlemler Genel Önlemler, Tamir-Bakım, Şantiye içi Trafik ve Vinçlerde alınması gereken önlemler şeklinde 4 gruba bölünmüş ve toplam 19 önlem bu başlıklar altında toplanmıştır. Analitik Hiyerarşi Yönteminde bu uygulama düzeylere ayırma şeklinde tanımlanmaktadır. Herhangi bir tercih veya ağırlık belirleme yöntemi izlendiğinde incelenen olayın özelliğine göre farklı düzeyler belirlenebilmekte ve bu düzeylerin sayısı değişebilmektedir. İncelediğimiz örnekte iki düzey bulunmakta olup, her düzeydeki önlem başlıkları ilk önce kendi aralarında değerlendirilmekte, sonrasında ise her düzeyin altındaki düzeyde bulunan önlemler kendi aralarında değerlendirilmekte ve ağırlıklar bulunmaktadır. Bu şekilde hem alınması gereken önlemler daha derli toplu bir hale gelmekte, hem de sayısı fazla olan önlemlerin birbirleriyle karşılaştırılmasından kaynaklanan zorluk ortadan kalkmaktadır. Yapı Makinalarında alınması gereken önlemlere dair kontrol listesinde olduğu gibi 19 başlık söz konusu olduğunda, bunların kendi aralarında karşılaştırılması sağlıksız olabilmekte, oluşturulacak matrisin tutarlı olma şansı azalmaktadır. Alt düzeylere göre yapılan hesaplamalar ve oluşturulan matrisler hem karşılaştırmaları yapan uzmanlar, hem de kontrol listesini şantiyede kullanacak olan iş güvenliği uzmanları açısından kolaylık sağlamaktadır. Şekil 6.1'de örnek olarak Yapı Makinalarında alınması gereken önlemlerin iki düzeydeki ağırlıkları verilmiştir.

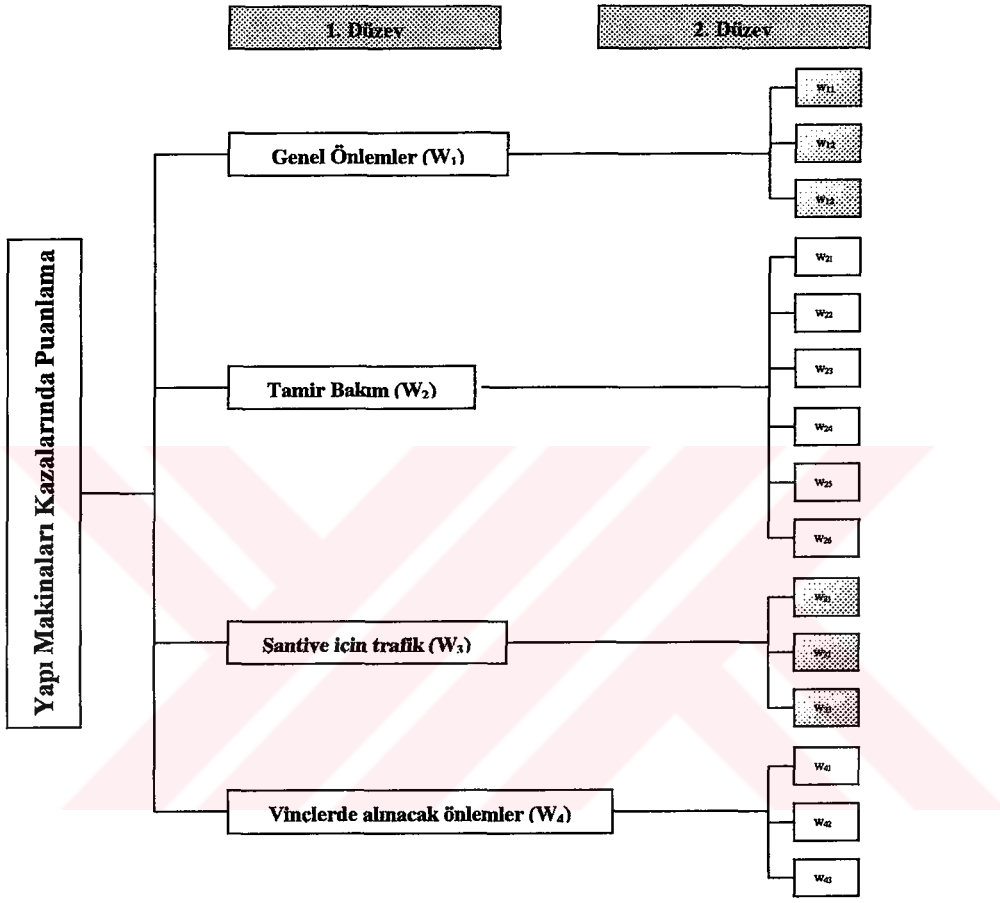
Şekil 6.1'deki hiyerarşik yapılanma uyarınca yapılacak hesaplamalarda, 2. düzeyde yer alan önlemler alt ağırlıklarla çarpılmakta (örneğin w_{11} veya w_{23}), sonrasında bunların toplamı ise her grubun ana ağırlığı ile çarpılmaktadır (W_1, W_2 gibi). Hesaplama yöntemi 1.6 ve 1.7 eşitliğinde gösterilmiştir. Eğer tek düzey bulunuyorsa

$$\text{Tehlike Puanı} = \sum_{i}^{k} w_i . s_i \qquad \textbf{(6.6)}$$

Eğer iki düzey bulunuyorsa

$$\text{Tehlike Puanı} = \sum_{i}^{n} (W_i . \sum_{j}^{k_i} w_{ij} . s_{ij}) \qquad \textbf{(6.7)}$$

şeklinde hesaplanabilir. Burada W_i, İnsan Düşmelerine, Yapı Makinası Kazalarına ve Elektrik Çarpmalarına karşı alınacak önlemlerde ana grupların ağırlıklarını, w_{ij} alınması gereken önlemlerin ağırlıklarını, s_i veya s_{ij} ise şantiyede kontrol listesi kullanılarak her önlem için uzman tarafından verilen 1 ila 10 arasındaki puanı belirtmektedir.



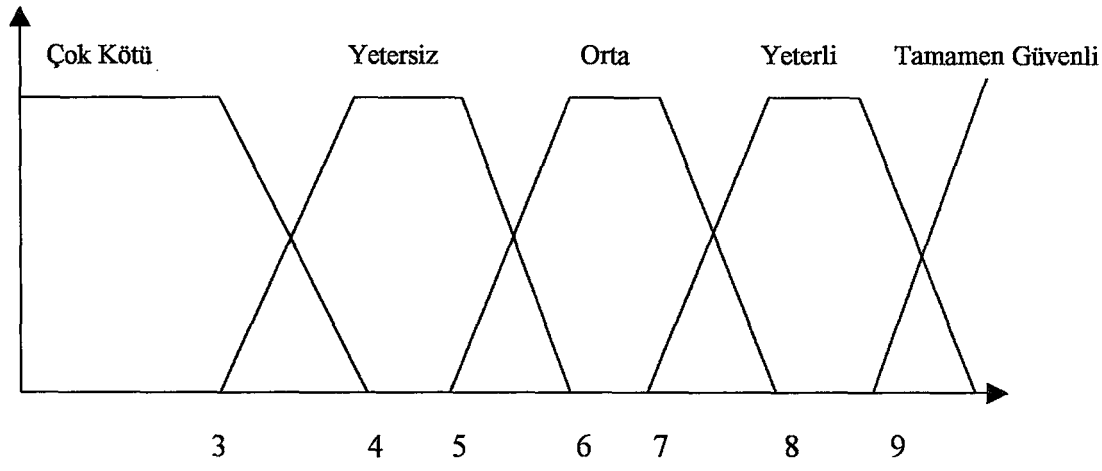
Şekil 6.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi'ndeki Düzeylerin Örnek Üzerinde Gösterimi

Örnek olarak Tablo 6.5'te hesaplanan değer, şantiyede risk analizi hesaplamalarında başlangıç noktasını teşkil etmektedir. Uzmanların görüşleri, çeşitli şantiye uygulamaları ve literatürdeki uygulamalardan yola çıkarak düzenlenen İş Güvenliği Düzeyi dereceleri Tablo 6.6'da sunulmuş, Şekil 6.2'deki üyelik dereceleri bu sıralama yardımıyla hazırlanmıştır. 1-10 arası skalada Çok Kötü'den Tamamen Güvenli'ye kadar beş farklı iş güvenliği düzeyi tanımlanmış olup, bunların tanımları da Tablo 6.6'da verilmiştir. Tablo 6.6'daki gibi sıralamaların eksik yanı, klasik olarak kullanıldığında, ki Tehlike ve Risk Analizi yöntemlerinin anlatıldığı bölümde, Risk matrisi veya 5x5 yöntemi anlatılırken de söz edilmiştir, aradaki değerleri herhangi bir şekilde kullanılmasına elverişli olmamasıdır. Dolayısıyla eğer tablo bu

haliyle kullanılacak ve bulanık üyelik dereceleri işin içine sokulmayacaksa, yapılması gereken yalnızca bir tamsayı olarak puan vermektir. Ancak, yukarıda verilen örnekte, İş Güvenliği Düzeyi hesaplamalarından bulunan sonucun 5,11 olduğu görülmektedir. Tablo 6.6'daki iş güvenliği düzeyleri, bulanık üyelik fonksiyonları şekilde ifade edildiğinde Şekil 6.2'deki üyelik fonksiyonları elde edilmektedir. Önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere, bulanık üyelik fonksiyonlarında üçgen ve yamuk şeklindeki üyelik fonksiyonları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu üyelik fonksiyonları yardımıyla sayısal değerler, sözel ifadeler şeklinde ifade edilebilmektedir.

Tablo 6.6 Şantiyedeki İş Güvenliği Düzeyi İçin Sıralama

Sıralama	İş Güvenliği Düzeyi	Tanım
1,2,3	Çok Kötü	Herhangi bir önlem alınmamış iş güvenliği için tehlikeli durumlar mevcut
4,5	Yetersiz	Tehlikeleri önlemek ve ortadan kaldırmak için alınan önlemler yetersiz, kaza riski mevcut
6,7	Orta	Birtakım iş güvenliği önlemleri alınmış, ama güvenlik koşulları tam anlamıyla sağlanmamış
8,9	Yeterli	İş güvenliği önlemleri büyük ölçüde sağlanmış, tehlikeli durum ve davranışlar büyük ölçüde ortadan kaldırılmış veya azaltılmış
10	Tamamen Güvenli	İş güvenliği önlemleri harfiyen uygulanıyor, iş güvenliği denetimleri çok sıkı, tehlikeli durum ve davranışlar tamamen ortadan kaldırılmış veya yalıtılmış



Şekil 6.2: İş Güvenliği Düzeyi (GD) için Bulanık Üyelik Fonksiyonları

Daha önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi, herhangi bir sayısal değeri temsil eden bir kümenin elemanı, bulanık kümelerin kısmen üyesi olabilir. Klasik kümelerde, bu

mümkün olmamakta, herhangi bir eleman bir kümeye ya tam üye olmakta ya da kümenin dışında kalmaktadır. Örneğimizde, Kazı Kenarı Göçmeleri için İş Güvenliği puanı 5.11 olarak bulunmuş olup, bu değerin iki farklı üyelik derecesi olacaktır. Zadeh'in notasyonu kullanıldığında, Şekil 6.2'de verilen üyelik fonksiyonları yardımıyla 5.11 güvenlik puanı şu şekilde gösterilebilir: $\mu(5.11) = 0.89/\text{Yetersiz} + 0.11/\text{Orta}$

5.11 noktası için sözel ifadeler bulanık kural tabanlı sistemde kullanılabilir bir hale gelmiştir. Sayısal bir değerin, bulanık üyelik fonksiyonları yardımıyla yukarıda örneği verildiği gibi sözel ifadelere çevrilmesi işlemine bulanıklaştırma (fuzzification) adı verilmektedir. Bulanıklaştırılan Güvenlik Düzeyi parametresinin Bulanık Kural Tabanlı sistemde nasıl kullanıldığına ilişkin açıklama ve hesaplamalar ilerleyen bölümlerde yapılacaktır. Burada vurgulanması gereken şudur; herhangi bir kaza tipi için hesaplanan iş güvenliği düzeyini belirten puanların tek bir kümeye aidiyetinden söz etmek mümkün değildir. Kimi zaman çıkan sonuçlar tam üyelik derecesini verebilir, ancak önerilen yöntemle ara değerlerin bulanık kural tabanlı sistemde kullanılabilmesi, bulanık üyelik fonksiyonları yardımıyla kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Geçiş bölgelerinde olan (5,11; 7,5 vs.) değerler, insan bilgi ve deneyimi sonucunda oluşan birden fazla sözel ifadelere karşılık gelmekte ve bu şekilde hesaplamalar son derece kolay ve anlaşılık bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Şantiyedeki risk analizinin gerçekleştirilebilmesi için ise yukarıda ayrıntısıyla anlatılan iş güvenliği puanlaması ve İş Güvenliği Düzeyi bulanık parametresi tek başına yeterli değildir. Sonuca ulaşabilmek için, farklı şantiye tiplerine göre belirlenen Kaza Olabilirliği (KO) ve farklı kaza tipleri için belirlenen Kaza Şiddeti (KŞ) parametrelerinin de işin içine girmesi gerekmektedir.

6.2 Kaza Olabilirliği (KO) Parametresi ve Hesaplanması

Bu bölümde tez kapsamında sunulan risk analizi yönteminde girdi parametrelerinin ikincisi olan Kaza Olabilirliği parametresi açıklanacaktır. Şantiyelerdeki risk analizi yönteminde, bulanık kural tabanlı sistemde kullanılacak parametrelerden Kaza Olabilirliği (KO) parametresinin bulunması için geçmiş istatistiklerden ve kaza analizlerinden faydalanılmıştır. Bulanık mantığın teorik temellerinin anlatıldığı bölümde de ayrıntılı bir şekilde yer aldığı üzere, olasılık (probability) yerine olabilirlik (likelihood) kavramı kullanılmaktadır. Zira inşaat sektöründe olasılık

eldeki istatistiksel veriler halen bir projenin yapımında çalışan bir işçinin kazaya uğrayıp uğramayacağı hakkında yeni bir bilgi ver(e)memektedir. Bu nedenle olasılık teorisinin kapsamı içinde olmayan "olabilirlik ölçeği"nin sunduğu bilgi daha yararlı olabilir ve incelenen iş kazalarına yol açan nedenlere dayanarak, ilgilenilen tekil bir proje için iş kazalarının olabilirliğinin araştırılması anlamlı olabilir (Karabay, 1997). Geçmişteki istatistiksel veriler ise, bulanık mantık çerçevesinde hazırlanan tehlike analizleri için sağlıklı veri tabanının oluşturmanın ötesinde kesin bir şeyler söylemeyecektir. Olasılık teorisine dayanan stokastik teknikler, kesin ve net verilerin, bilgilerin edinilemediği geleceğe dönük kararların alınmasında ve yargılarda bulunulmasına yaramaktadır. Tüm bu söylenenler ışığında, olasılık teorisinin işlerliğini yitirdiği inşaat projelerinde, geçmişteki kaza istatistiklerinden, gözlemlerden faydanalarak oluşturulan Kaza Olabilirliği parametresine ilişkin değerlendirmeler bu bölümde anlatılmaya çalışılmıştır.

Kaza Olabilirliği; gerçekleşecek, gerçekleşmesi olası bir kazanın olabilirlik derecesini incelemekte ve sayısal olarak olasılık, frekans veya bir kategori olarak açıklanabilmektedir. Sözgelimi eldeki istatistiksel verilerin yeterli olduğu durumlarda bir yılda gerçekleşen kaza sayısı üzerinden ifade edilebilirken, kaza istatistiklerinin yetersiz, olasılık teorisinin geçersiz olduğu durumlarda, uzmanlar tarafından belirlenecek değer aralıkları olarak da ifade edilebilir (İngiltere Demir Yolları Rehber Kitabı, 2000)

İşyerlerindeki kazaların analizinde kullanılan Tehlike ve Risk analizi yöntemlerinde genellikle sıralama düzeylerine denk gelen sözel ifadeler kullanılmaktadır. Örneğin İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (HSE) işyerlerinde kazaların şiddet ve olasılıklarını değerlendirirken (olasılık kavramı kullanmıştır) 1-4 arası bir ölçekte, olası, olası sayılabilir, uzak, oldukça uzak olasılık gibi sözel ifadeler kullanmaktadır (HSE, 1999) Benzer bir şekilde de olsa, harfli bir sıralama sistemi kullanan Avustralya ve Yeni Zelanda Risk Yönetimi Standartları Tablo 1'de görülen şekilde bir tanımlama ile risk analizi yapmaktadırlar. Tanımlarda kimi farklılıklar olsa da farklı kaynaklarda Tablo 6.8'de görülen tanımlamalar yapılmakta olup, madencilik sanayiinde risk analizi yöntemlerinde kullanılmaktadır (Tweeddale, 1997).

Tablo 6.7: Olabilirliğin Kalitatif (Nitel) Ölçüleri (AS/NZS 4360:1999)

Düzey	Sözel İfade	Detaylı Açıklama
A	Hemen hemen kesin	Çoğu durumda olması bekleniyor
B	Oldukça olası	Çoğu durumda olma olasılığı var
C	Olası	Bazen olabilir
D	Olası değil	Bazı zamanlarda belki olabilir
E	Nadir	Ancak istisnai durumlarda olabilir

Risk analizi bölümünde anlatıldığı üzere, kullanılan en yaygın yöntem olan Risk Matrisi veya 5 x 5 (kimi zaman 3x3) yönteminde de, kaza şiddeti ve kaza olabilirliğinin çarpımı riski vermektedir. Bu yöntemler yarı kantitatif (yarı nitel) yöntemler olarak değerlendirilmektedir. Çünkü kaza şiddeti ve olabilirlik değerleri sayısal olarak ifade edilmekte, bunların çarpımı riski vermektedir. Farklı farklı tanımlar yapılsa da genel olarak 1-5 arası bir puanlama sistemi içinde kaza olabilirliğinin risk analizi hesaplarına girdiği görülmektedir (Step Change Support Team, 2000). Buna göre:

-Proje süresince olması hemen hemen kesin (çok yüksek olasılık) için 5,

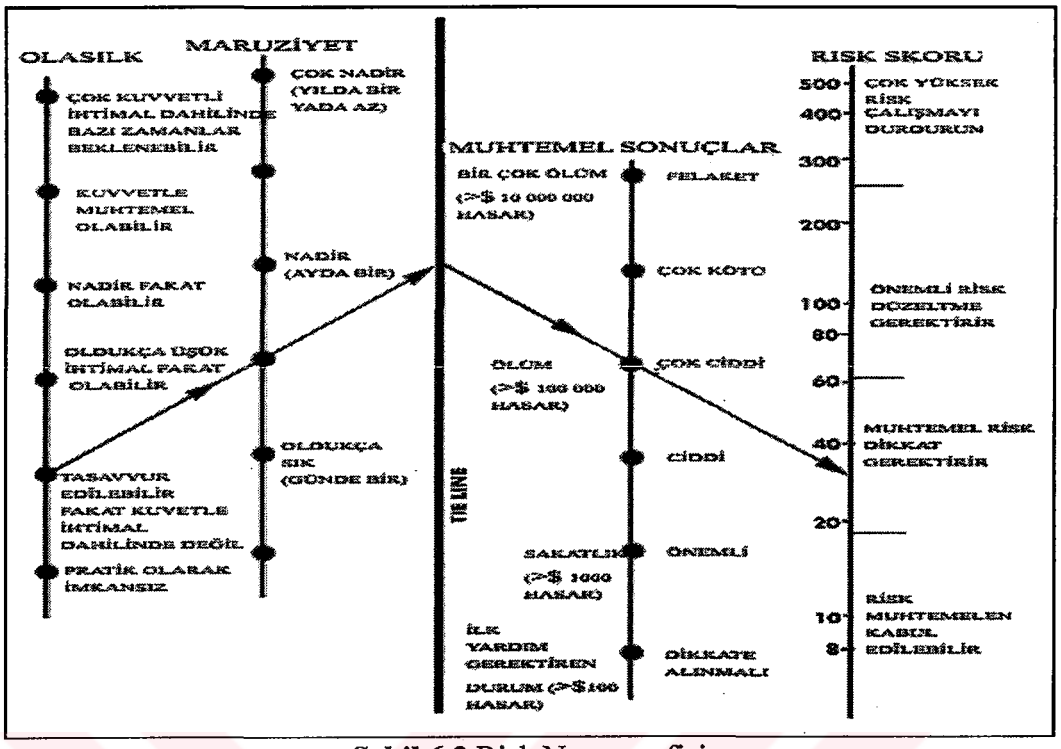
-Proje süresince olması beklenen ve buna karşı önlemlerin önceden alındığı (yüksek olasılık) için 4,

-Bir projede olması çok düşük bir olasılık kabul edilen (orta dereceli olasılık) için 3,

-Bir projede pek çok koşulun zincirleme bir şekilde gerçekleşmesiyle ancak olabilecek (küçük olasılık) için 2,

-Proje kapsamında daha önce hiç tanık olunmamış, herhangi bir risk senaryosunda yer almamış (çok küçük olasılık) için 1.

Burada şu soru akla gelmektedir. 1-5 arasındaki değerler verilirken ne baz alınmaktadır. Geçmişteki kaza istatistiklerinin ne gibi bir etkisi olmaktadır? Bazı değerlendirme tekniklerinde, doğrudan iş güvenliği uzmanlarının yukarıda olduğu gibi verdiği puanlamalardan faydalanılmaktadır. Öte yandan Kinney ve Wiruth, hazırladıkları Risk Nomografisinde kaza frekanslarından faydalanmışlardır. Buna göre kazaların hergün, ayda bir, üç ayda bir, yılda bir gibi olabilirlikleri üzerinden hesaplamalar yapılmaktadır. Şekil 6.3'te Kinney ve Wiruth (1976) tarafından hazırlanan Risk Nomografisi görülmektedir:



Şekil 6.3 Risk Nomografisi

Bu gibi sayısallaştırma çabalarında, eldeki geçmiş verilere ve istatistiklere gereksinim ortaya çıkmaktadır. Zaman dilimi olarak eğer bir sektör düşünülüyorsa bir yıllık bir süre alınmakta veya bir proje süresi boyunca kazanın gerçekleşme olabilirliği üzerinde durulmaktadır. Sayısal değerler farklı sektörler ve projeler için farklılıklar gösterebilmekte, incelenen işin yapısına göre uzmanlar tarafından kaza olabilirliği değerleri verilmektedir. Örneğin liman ve kıyılarda yapılacak yapılar için hazırlanan bir risk analizi yönteminde Sii ve diğ. (2001), 1 ila 10 arasında bir skala kullanmışlar ve bir yıl içinde gerçekleşen kazalardan elde ettikleri verilerle sözel ifadelere sayısal değerler atamışlardır. Bir yıl sonrasında yapılan bir başka çalışmada ise benzer tanımlamalar kullanılsa da, frekans değerleri farklılıklar göstermiştir, Sii ve Wang (2002). Raafat (1995) tarafından hazırlanan risk nomografisinde ve İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nün Tehlikeli ve Patlayıcı maddeler için hazırladığı kitapçıklarda da, yılda beklenen veya gerçekleşen kaza frekans değerleri (frekans bantları) cinsinden Kaza Olabilirliği tanımlanmıştır. Tanımlar hemen hemen aynı olsa da frekans değerleri farklılıklar gösterebilmektedir. Tablo 6.8'de Kaza Olabilirliğine ilişkin farklı kaynaklardan alınan farklı frekans değerleri sunulmuştur. Burada tanımlarda farklı kaynaklar kazaların veya ortaya çıkabilecek hataların iş süresi, proje zamanı, incelenen yapının ömrü vb. süresince

gerçekleşme olasılığından söz etmişlerdir, tablonun anlaşılmasında kolaylık olsun diye proje süresince görülen kaza tanımı kullanılacaktır.

Tablo 6.8 Farklı Kaynaklarda Kaza Olabilirliği Tanım ve Değerleri

Tanım	Kaza Olabilirliği İfadeleri, sıralama ve buna karşılık gelen beklenen Frekans değerleri			
	HSE	**Raafat**	**Sii ve Wang 2002**	**Sii ve diğ. 2001**
Kazanın proje süresince görülmesi pek olası değil	1 İmkansız $<10^{-7}$	1 Hemen Hemen İmkansız $<10^{-6}$	1, 2, 3 Çok Düşük $<10^{-6}$	1 Çok Düşük $<10^{-8}$
Proje süresince görülebilir	2 Uzak ihtimal $10^{-5} > F > 10^{-7}$	2 Çok Çok Az İhtimal 10^{-5}	4 Düşük 0.25×10^{-5}	2,3 Düşük $10^{-6} - 10^{-7}$
Düşük ve Orta arası			5 Düşük Sayılabilir 0.25×10^{-4}	4, 5 Düşük Sayılabilir $10^{-4} - 10^{-5}$
Arada sırada görülebilir	3 Olası Değil $10^{-3} > F > 10^{-5}$	3 Oldukça Az İhtimal 10^{-4}	6 Ortalama 10^{-3}	6, 7 Ortalama $10^{-2} - 10^{-3}$
Zaman zaman görülmesi olası	4 Zaman zaman görülebilir $10^{-1} > F > 10^{-3}$	4 Az İhtimal 10^{-3}	7 Sık sayılabilir 0.25×10^{-2}	
Tekrarlanan kaza (hata)	5 Olası $10 > F > 10^{-1}$	5 Ara Sıra 10^{-2}	8,9 Sık 0.125×10^{-1}	8,9 Sık $1 - 10^{-1}$
Kaza kaçınılmaz veya sürekli tekrarlanıyor	6 Sık $F > 10$	6 Sık Sık 10^{-1}	9,10 Çok Sık $>0.25 \times 10^{-1}$	9,5 10 Çok Sık >1

Tüm bu tanımlar ve inşaat sektörü gözönünde bulundurulduğunda, kullanışlı ve uygulanabilir bir Kaza Olabilirliği tanımının geliştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Hem inşaat sektörünün yapısı, hem de Türkiye'deki inşaat iş kazalarına ilişkin istatistiksel veriler düşünüldüğünde, bu tanımların aynen alınıp kullanılmasının çok uygun olmadığı düşünülmektedir. Bir inşaat projesi düşünüldüğünde, bu projede herhangi bir kaza tipinin ne sıklıkla gerçekleşeceğine ilişkin istatistiksel veriler bulunmamaktadır. İnşaat sektörünün imalat sektöründen farklılığı düşünüldüğünde, bu eksiklik ve farklılık bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bir otomobil fabrikası veya tekstil fabrikası düşünüldüğünde, bu fabrikada kullanılan makinaların ekonomik ömürleri süresince ne gibi aşınmalara ve bunlardan kaynaklanan hata ve kazalara yol açacakları tahmin edilebilir. Bu tahminler üzerinden farklı fabrikalarda, elde edilen istatistiksel bilgiler kullanılabilir. Genel anlamda imalat sektöründeki benzeşme ve standardizasyon bu gibi hesaplamalara ve risk analizlerine izin verebilmektedir. Öte yandan bir bina, deniz üzerine inşa edilmiş bir platform, iskele vb. yapılarda, ne gibi tehlikelerle karşılaşılacağı, bu tehlikelerin hangi sıklıklarda meydana geleceği ve şiddeti ve buradan yola çıkarak da riski önceden tahmin edilebilmektedir. Sözgelimi deniz üzerine inşa edilen petrol platformlarının inşası aşamalarında, inşa edilen

yerdeki dalga yüksekliği, rüzgar durumu ve buna bağlı dinamik faktörler modellenebilmekte ve inşaat güvenliği hesaplamaları bu modeller yardımıyla yapılabilmektedir. Bu modeller karşı karşıya kalınabilecek kazaların önceden tahmininde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Buraya kadar anlatılan durumlarda ve yapılarda Kaza Olabilirliği'ni olasılık teorisi kapsamında dahi incelemek mümkün olabilmekte, bu yapılamasa bile olabilirliğin sayısal olarak ifade edilebilmesi çok daha kolay olabilmektedir.

Öte yandan patlayıcı madde depoları, kimyasal imalathaneleri ve depoları gibi çalışma yerlerini inşaat sektörüne daha fazla benzerlik göstermektedir. Burada da tehlikelerin önceden tahmin edilebilmesi ve şiddetleri mümkün olsa da, bunların kaza olabilirliklerinin hesaplanması kolay olmayıp, genelde uzmanların deneyimlerinden yararlanılmaktadır. İnşaat sektöründen farklı olarak bu gibi işyerlerinde belli bir standardizasyon olup, en azından tehlikelerin önceden tahmini inşaat şantiyelerine oranla çok daha kolay yapılabilmektedir. Bu gibi işyerlerinde kullanılan tehlike ve risk analizi tekniklerinde yukarıda verilen kaza olabilirlik değerleri kullanılmakta, bunların 1-5 arası sıralamasın gibi kolaylığa gidilmekte ve burada uzmanların değerlendirmelerine büyük rol düşmektedir. Benzer uygulamalar inşaat şantiyelerinde de yapılagelmektedir. İnşaat şantiyelerinde gözlenen tehlike ve risk analizi yöntemlerinde, genelde kullanılan risk matrisi yönteminin parametrelerinden biri olan Kaza Olabilirliği'nin hesaplanmasında uzmanların, her kaza tipi veya her tehlikeli durum için 1-3 veya 1-5 arası değerler verdikleri, burada deneyimlerinden ve varolan koşullardan yola çıktıkları gözlenmiştir. Tezin uygulamaya dair bölümünde de anlatılacağı üzere, burada varolan iş güvenliği koşulları ile kaza olasılığı aynı potada eritilmekte ve kaza olabilirliğine bir sayı verilmektedir. Kaza olabilirliğine ilişkin yapılan literatür araştırmasında, dikkat çekici olan noktalardan biri, tahmini verilerden yola çıkarak maruziyet (exposure) ve kaza/hata frekans değerlerinden yola çıkarak, olabilirliğin sözel olarak ifade edilmesidir. Bu şekilde bir tanımlama, inşaat sektörü gözönünde bulundurulduğunda eksiklikler taşımaktadır, zira kazaya maruz kalma değerlerinin tek başına risk analizinde kullanılması, geçmişte elde edilen değerlerden geleceğe dair tahminler yapılmasını, bir başka ifadeyle, çok farklı koşullar ve sistemler için bu değerlerin kullanılması gibi bir hatayı beraberinde getirmektedir. Bunun için Kaza Olabilirliği kavramının yanısıra, bir önceki bölümde anlatılan Güvenlik Düzeyi parametresinin işin içine sokulması

gerekmektedir. Varolan iş güvenliği düzeyi, alınması gereken önlemlerin yeterliliği ve farklı şantiyelerde farklı kaza tiplerinin görülme sıklığı bir arada düşünüldüğünde ancak anlam kazanacaktır. Bu bakımdan örneğin 33 yıllık verilerden derlenerek incelenen 2398'i ölüm, 2841'i yaralanmayla sonuçlanan toplam 5239 kaza baz alınıp, bunlar kaza tiplerine göre tasnif edildikten sonra, her kaza tipinin yılda ortalama kaç kez gerçekleştiğini bulmak ve buradan yola çıkmak yetersizdir.

Tablo 6.9 İnşaat Şantiyelerindeki Kazaların Kaza Tiplerine Göre Dağılımı

Kaza Tipi	33 yıllık verilerden yola çıkarak İnşaat Şantiyelerinde gerçekleşen kaza sayıları		
	Ölümle Sonuçlanan Kazalar	Yaralanmayla Sonuçlanan Kazalar	Yılda Gerçekleşen Ortalama Kaza Sayısı
Yüksekten Düşme	1028	934	59,45
Elektrik Çarpması	293	80	11,30
Malzeme Düşmesi	251	278	16,03
Yapı Makinalarındaki Kazalar	206	97	9,18
Şantiye içi Trafik Kazaları	168	38	6,24
Yapı Kısmının Çökmesi	167	73	7,27
Kazı kenarı göçmeleri	138	53	5,79
Diğer tip kazalar	87	995	32,79
Patlayıcı madde kazaları	50	82	4,00
Malzeme sıçraması kazaları	10	211	6,70
Toplam	2398	2841	

Tablo 6.9'da, incelenen dosyalardan yola çıkarak yapılan tasnif sonucu, inşaat şantiyelerinde 10 temel kaza tipinin dağılımı görülmektedir. Son sütunda yer alan sayılar, her kaza tipi için ölümle ve yaralanmayla sonuçlanan kaza sayılarının toplamının 33'e bölünmesiyle bulunmuş olup, incelenen dosyalardan yola çıkarak, her yıla düşen ortalama kaza sayısını vermektedir. Tüm bu söylenenler ışığında, tez kapsamında kullanılan Kaza Olabilirliği parametresinin açıklamasına geçilebilir. Açıklanmaya çalışılan eksiklikler ve inşaat sektörünün farklılıkları, şantiyelerde uygulanacak risk analizi yöntemi için farklı bir Kaza Olabilirliği tanımının ve ölçeğinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Tanımlanmaya çalışılan Kaza Olabilirliği parametresi:

-Farklı kaza tiplerine göre değerlendirilmeli,

-Farklı şantiyeler gözönüne alınarak değerlendirilmeli,

-Geçmiş kazalara dair verilerden yararlanmalı,

-Tüm bunların yanısıra uzman görüşlerini de içermelidir.

6.2.1 Kaza Olabilirliği Parametresinin Hesaplanması

Yukarıda da açıklandığı üzere, yetersiz SSK istatistiklerinden ve incelenen örnek olaylardan yola çıkarak, kaza tiplerine göre frekans veya maruziyet değerleri bir anlam ifade etmemektedir. Bunun yerine Kaza Olabilirliği parametresi için önerilen yöntem, her şantiyede gerçekleşen kazaları kendi aralarında değerlendirmektir. Buna göre her şantiye tipi için, o şantiyede gerçekleşen toplam iş kazası içinde her kaza tipinin yüzdesi bulunmak suretiyle Kaza Olabilirliği parametresine ulaşmak mümkün olabilir. Bu yapılmak suretiyle, farklı şantiye tipleri için farklı Kaza Olabilirliği değerleri bulunacaktır. Örnek vermek gerekirse, bina şantiyelerinde insan düşmesi tipindeki kazaların Kaza Olabilirliği ile tünel şantiyelerindeki insan düşmesi Kaza Olabilirliği birbirinden farklı olacak ve daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilecektir. Bu değerlendirmeyi yapmak için, incelenen 5239 örnek olay, kaza tiplerine ve şantiye tiplerine göre sınıflandırılmış, her şantiyede hangi kazanın ne sayıda ve oranda gerçekleştiği bulunmuştur. SSK istatistiklerinde bu şekilde ayrıntılı değerlendirmelere ulaşmak, hatta kaza tiplerine göre bir ayrıma dahi ulaşmak mümkün değildir. Bu bakımdan yapılan sınıflandırma, Türkiye İnşaat Sektörünün genel yapısını gözönüne sermesi açısından da anlamlı olmuştur. Tablo 6.10'da, her şantiye tipi için, kaza tiplerinin ne oranda gerçekleştiği verilmiştir. Daha ayrıntılı tablolar için EK D'ye bakılabilir. EK D'de her inşaat şantiyesinde gerçekleşen ölümle ve yaralanmayla sonuçlanan kazaların sayıları ayrı ayrı verilmektedir. Tablo 6.10 ise yalnızca farklı şantiyelerde gerçekleşen kazaların, iş kazası tiplerine göre yüzde dağılımını vermektedir. Tablo'dan da görüleceği üzere, her kaza tipi inşaat işinin doğasına uygun bir şekilde, farklı şantiyelerde farklı ağırlıklar taşımaktadır. Örneğin bina şantiyelerinde gerçekleşen kazaların %49.23'ü yüksekten düşmeler olarak gerçekleşirken, liman şantiyelerinde bu oran yalnızca %11.32 olarak gerçekleşmektedir. Benzer şekilde yapı kısmının çökmesi tipindeki kazaların bina inşaatlarındaki oranı %4.57 iken, yıkım işlerinde doğal olarak bu oran %66,25'e çıkmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere bu oranların tek başlarına bir anlam ifade etmedikleri vurgulanmalıdır. Bu yüzdelerden yola çıkarak herhangi bir kaza tipinin gerçekleşme olabilirliği sözel ifadeler yardımıyla belirtilebilir. Bu yöntem, yılda gerçekleşen kaza sayısından yola çıkarak frekansın hesaplanmasından çok daha kullanışlı ve faydalıdır. Bu şekilde farklı inşaat tiplerinin kendine has özelliklerinin, iş kazalarına ne derecede yansıdıkları saptanabilmekte, buradan yola çıkarak, her

kaza tipinin ne tip şantiyelerde daha fazla karşımıza çıkacağı, yalnızca sağduyu ve deneyim olarak değil, sayısal olarak da kullanımımıza sunulmuş olmaktadır.

Tüm bu söylenenlerden yola çıkarak, her şantiyede özellikle odaklanılması gereken tehlikeler ve bunlardan doğacak risklere dönük bir önsel bilgi ile hareket edilmiş olunmaktadır. Şantiyede yapılacak risk analizlerinde de Kaza Olabilirliği yüksek olan kaza tiplerinin, şantiyenin iş güvenliği risk düzeyine etkisi daha fazla olacak, bu tip kazalara karşı alınması gereken önlemlerin düşüklüğü, şantiyenin genel olarak puanını da düşürmüş olacaktır. Örneğin, bir bina şantiyesinde, şantiye içi trafik kazalarına karşı alınan önlemlerin düzeyi ne kadar yüksek olursa olsun, esas tehlikeli alanlar insan düşmesi riskini barındıran alanlar olacak, Kaza Olabilirliği ve Güvenlik Düzeyi parametrelerinin, bir sonraki bölümde anlatılacak Kaza Şiddeti parametresiyle birlikte düşünülmesi ile şantiyenin risk puanına etki eden faktörler yüksekten düşmelere karşı alınacak önlemler olacaktır.

Tablo 6.10: Farklı İnşaat Şantiyelerine Göre Kaza Tiplerinin Dağılımı (%)

Kaza Tipleri	Bina	Yol	Tren Yolu	Kanal İşleri	Köprü	Tünel	Liman Mendirek	Baraj	Yıkım İşleri	Enerji Nakil	Diğer tip inşaat işleri	Toplam
Yüksekten Düşme	49,23	5,76	7,41	10,71	15,71	9,62	11,32	13,25	13,75	30,99	26,97	37,45
Elektrik Çarpması	9,08	0,82	1,23	2,38	0,71	0,00	9,43	3,61	1,25	9,86	6,36	7,12
Malzeme Düşmesi	9,23	6,79	22,22	9,52	9,29	42,31	18,87	21,69	6,25	14,08	8,79	10,10
Yapı Makinalarındaki Kazalar	1,65	25,31	3,70	7,94	8,57	7,69	15,09	16,27	3,75	5,63	11,52	5,78
Şantiye içi Trafik Kazaları	0,87	18,31	27,16	6,35	3,57	5,77	5,66	9,04	1,25	5,63	4,24	3,93
Yapı Kısmının Çökmesi	4,57	0,41	0,00	0,79	3,57	0,00	0,00	0,60	66,25	0,00	5,76	4,58
Kazı kenarı göçmeleri	2,34	1,85	1,23	32,14	6,43	1,92	7,55	0,00	1,25	0,70	0,91	3,65
Diğer tip kazalar	18,57	24,07	27,16	17,46	41,43	17,31	26,42	26,51	5,00	19,01	30,61	20,65
Patlayıcı madde kazaları	0,67	10,49	1,23	7,54	5,00	15,38	1,89	4,82	0,00	3,52	2,73	2,52
Malzeme sıçraması kazaları	3,79	6,17	8,64	5,16	5,71	0,00	3,77	4,22	1,25	10,56	2,12	4,22
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

6.2.2 Kaza Olabilirliği Parametresi için Yapılan Tanımlamalar, Yüzde Aralıkları

Yapılan literatür araştırması, inşaat sektörünün yapısı ve incelenen geçmiş olay ve istatistikler bir araya getirildiğinde, bulanık yöntem ile risk analizi için temel parametrelerden biri olan Kaza Olabilirliği'ne ilişkin tanımlar ve bu tanımlara karşılık gelen değer aralıkları aşağıda tanımlanmıştır. Tanımlamalarda zaman dilimi olarak "proje süresi" kullanılmakta olup, her şantiye için ayrı bir değerlendirme ve ayrı değerler bulunmaktadır. Tablo 6.11'de Kaza Olabilirliği tanımları ve belirlenen değer aralıkları sunulmaktadır.

Tablo 6.11 Kaza Olabilirliği Tanımları ve Değer Aralıkları

Kaza Olabilirliği	Tanım	Farklı şantiye tiplerinde, farklı kaza tiplerinin kaza olabilirlikleri (% cinsinden)
Çok Düşük	Bu tip bir kazanın bu tip bir proje süresince görülme olasılığı çok düşüktür	<1.0
Düşük	Bu tip bir kaza bu tip bir proje süresince düşük olasılıkla görülebilir	2,5
Görece Düşük	Düşük ile ortalama arasında görülen kaza	5,0
Ortalama	Sık olmamakla birlikte gerçekleşmesi muhtemel kaza	10,0
Sık	Proje süresince sık gerçekleşen, yaşanması oldukça muhtemel kaza	20,0
Çık Sık	Bu tip bir kazanın, bu tip bir projede görülmemesi hemen hemen olanaksızdır	>25.0

*Bu değerler uzmanların kişisel deneyim ve kanaatleri ile geçmiş veriler yardımıyla oluşturulmuştur.

Tablo 6.11 oluşturulurken, literatürde Kaza Olabilirliği'nin genellikle 5 ila 7 arasında bir sıralama ile tanımlandığı görülmektedir. Bu çalışmada 6 basamaklı bir sıralamanın uygun olduğu görüşüne varılmıştır. Zira, farklı şantiyelerde görülen farklı tip kazaların kendi içindeki yüzdelerine bakıldığında (Tablo 4), %1 ile %2,5 arasında pek çok değerin bulunduğu görülecektir. Dolayısıyla bu değerleri anlamlı bir şekilde değerlendirmek ve bulanık üyelik derecelerini daha sağlıklı bir şekilde belirlemek açısından bu iki yüzde değeri arası "düşük" olarak tanımlanmış, %2,5-5,0 arasındaki değerler için de ortalama ile düşük arasında yer alan "görece düşük" tanımlamasının yapılması uygun görülmüştür. Bulanık üyelik dereceleri, ara bölgelerde birden fazla üyelik derecesine izin verdiği için, bir kaza tipi için hem "düşük" hem de "görece düşük" denerek aslında Kaza Olabilirliği bir miktar yukarıya çekilmektedir. Bunun yapılmasındaki nedenlerden biri yukarıda da

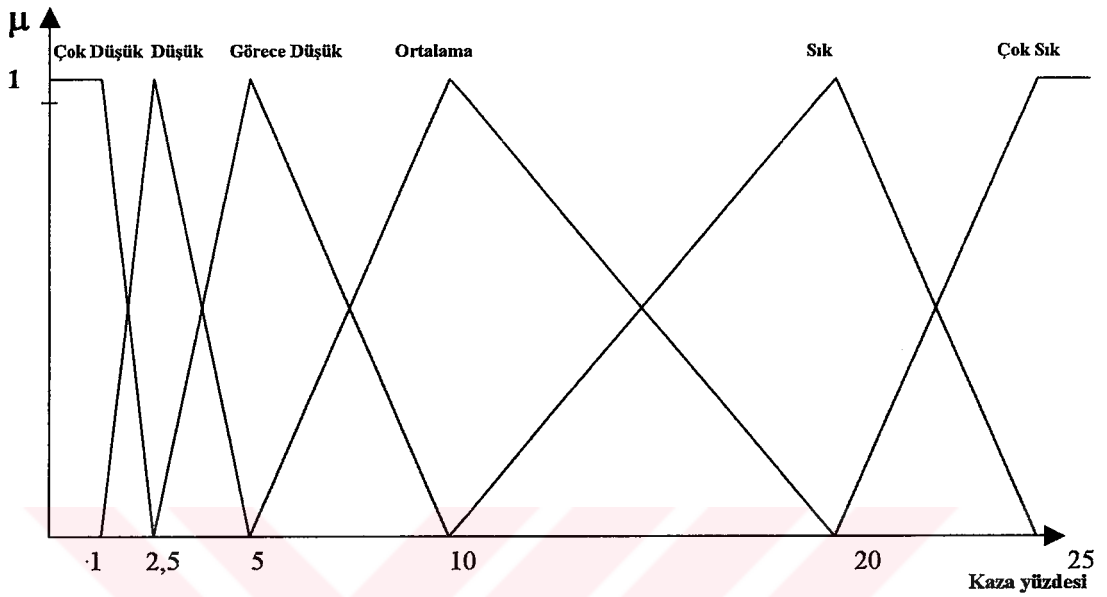
söylendiği üzere verilerin bunu dayatmasıdır, öte yandan elimizdeki verilerin tam anlamıyla yeterli olmaması bizi sürekli güvenli tarafta olmaya itmektedir. Gerçekleşen ama kayıtlara geçmeyen veya inceleme şansı bulunmayan kazaların önemleri, Kaza Olabilirliği değeri bir miktar yukarıya çekilmek suretiyle daha sağlıklı değerlendirilebilmektedir. Bulanık mantık yönteminin teorisinin anlatıldığı bölümde de ayrıntılı bir şekilde verildiği üzere, herhangi bir elemanın (burada farklı şantiyeler için farklı kaza tipleri yüzdeleri) üyeliği tek bir kümeye ait olmamaktadır. Bu bakımdan klasik bakış açısıyla yaklaştığımızda %13,5 gibi bir değerin Kaza Olabilirlik değeri "sık" olacakken, bulanık küme yöntemiyle bu kazanın Kaza Olabilirlik değeri bir ölçüye kadar "sık" ama bir ölçüye kadar da "çok sık" sözel ifadesini alabilecektir.

Yüzde aralıklarının nasıl seçildiğinin daha iyi anlaşılması için Tablo 5'in biraz daha analiz edilmesi faydalı olacaktır. Örneğin Tünel inşaatlarındaki kazaların dağılımına ilişkin yedinci sütuna baktığımızda en sık gerçekleşen kazanın "malzeme düşmesi" olduğu görülmektedir. Öte yandan Ek D'de tünel inşaatları için ölüm ve yaralanma sayıları da görülebilir ve buradan incelenen toplam 5239 örnek olay içinde tünel inşaatlarında gerçekleşen kazaların ancak 52 olduğu görülecektir. Bu kadar örnek olay ile, kaza frekansları veya yıllık, aylık, haftalık aralıklarla kaza maruziyetleri gibi değerlere ulaşmak hem mümkün değil, hem de sağlıksızdır. Dolayısıyla en sağlıklı yol, önerilmekte olan her şantiyeyi kendi içindeki kaza dağılımlarına göre incelemek ve buna göre Kaza Olabilirliği parametresine ulaşmaktır. Öte yandan bir önceki bölümde incelenen Güvenlik Düzeyi parametresi ile birlikte düşünüldüğünde, Kaza Olabilirliği için önerilen bu sistem, veri eksikliğinden kaynaklanan eksiklikleri büyük ölçüde bertaraf etmektedir. Ayrıca bu parametrelerin bulanık parametreler olarak ifade edilmesi, eksik ve yetersiz verilerle birlikte, kendi yapısı da gereği olasılık teorisi kapsamında incelenmesi mümkün olmayan inşaat sektörü için oldukça sağlıklı bir bakış açısı sunmaktadır.

6.2.3 Kaza Olabilirliği Parametresinin Bulanık Kümeler Yardımıyla Tanımlanması

Buraya kadar olan kısımda Kaza Olabilirliği'nin tanımı yapılmış, değer aralıkları belirlenmiştir. Bu aşamada belirlenen bu değer aralıklarının bulanık kümeler yardımıyla üyelik derecelerinin oluşturulması gerçekleştirilecektir. Bunun için yine

grafik yönteminin yardımına başvurulacaktır. Tablo 6.11'teki değer aralıklarını kesin çizgilerle birbirinden ayrılan aralıklar olarak değil, geçişken, birbirinin içine giren değer kümeleri olarak düşündüğümüz zaman bunun grafiksel ifadesi Şekil 6.4'deki gibi olmaktadır.



Şekil 6.4 Kaza Olabilirliği Parametresi için Bulanık Küme Tanımları

Tablo 6.11 ve Şekil 6.4 birlikte düşünüldüğünde, tabloda en son sütunda yer alan sayıların bulanık kümenin tepe noktasını oluşturduğu, bir başka ifadeyle üyelik derecesinin 1 olduğu noktalar olduğu görülecektir. Bu noktaların dışındaki tüm noktalar için birden fazla üyelik derecesi bulunmaktadır. Bu da bizi, herhangi bir kazanın Kaza Olabilirliği değeri için kesin ifadeler kullanmak zorunluluğundan kurtaracaktır. Bir noktanın birden fazla kümeye üye olması, ara geçişlere olanak tanınması, iki sözel ifadeye izin vermektedir. Örneğin tünel inşaatlarında yapı makinalarından kaynaklanan kazaların gerçekleşme yüzdesi %7,69'dur, bir başka ifadeyle tünel inşaatlarında gerçekleşen kazaların %7,69'u yapı makinalarından kaynaklanmaktadır. Bunun sözel ifadelere çevirirsek, Şekil 6.2'nin yardımıyla Zadeh'in notasyonu kullanılarak:

$\mu(7,69) = 0,52/\text{Ortalama} + 0,48/\text{Görece Düşük}$

ifadesi bulunacaktır. Bina şantiyelerinde ise yapı makinaları kazalarının Kaza Olabilirliği yine Tablo 6.10'daki yüzdeler ve Şekil 6.4'ün yardımıyla $\mu(1,65) = 0.57/\text{Çok Düşük} + 0.43/\text{Düşük}$, kanal işlerinde $\mu(7,94) = 0.41/\text{Görece Düşük} +$

0.59/Ortalama ve yol şantiyelerinde $\mu(25,31)$ = 1/Çok Sık (tam üyelik derecesi) olarak bulunacaktır.

Elde edilen bu sonuçlar üzerinden tek başına bir analiz yapmak yanıltıcı olabilir. Bu sonuçlar Bulanık Kaza Olabilirliği parametresini vermekte olup, ancak bulanık risk analiz yöntemi içinde bir anlam kazanacaktır. Ancak yine de, elde edilen sonuçların son derece makul olduğu görülebilir. Yukarıda verilen örnekte yapı makinalarının yol şantiyelerinde çok sık görülür iken, kanal işlerinde ortalama ile görece düşük arasında olması veya bina şantiyelerinde çok düşük olması son derece makuldür. Bulanık küme yöntemi, konuyla ilgili uzmanların genel fikirlerinin ve sağduyusunun bir anlamda sayısal ifadelerden sözel ifadelere taşınması yöntemidir. Önerilen Kaza Olabilirliği hesaplama yöntemi ile, inşaat sektörünün yapısına uygun bir yöntem geliştirilmiş olup, eksik verilerden kaynaklanan dezavantajlar büyük ölçüde giderilmeye çalışılmaktadır. Elde edilen üyelik dereceleri, şantiyedeki varolan güvenlik düzeyi ve incelenen kazanın şiddeti ile birlikte düşünüldüğünde, her kaza tipi için bize risk düzeyini verecektir. Yöntemin bir başka özelliği ise Tablo ve şekillerde verilen değer aralıklarını mutlak olarak kabul etmemesidir. İleride yapılacak çok daha kapsamlı araştırmalar ve/veya uzmanların kendi deneyimlerinden yola çıkarak oluşturacakları değer aralıkları ile Kaza Olabilirliği üyelik dereceleri yeniden belirlenebilir. Ancak tez kapsamında incelenen örnek olaylar ve bunların oldukça detaylı bir şekilde incelenmesi sunulan verilerin sağlıklılığını garanti etmektedir. Tüm bunların yanısıra, bu çalışmanın hazırlanması sürecinde yardımları bulunan uzman kişiler, sayısız inşaat iş kazası incelemiş, tanık olmuş ve bizzat raporlarını hazırlamış kişiler olduklarından, sunulan tablo ve şekiller ile buradan yola çıkarak önerilen yöntem, Türkiye inşaat sektörünün genel karakterini çizmekte, bir haritasını çıkarmaktadır. Ek E'de, her şantiye tipi için, farklı kaza tiplerinin kaza olabilirliği değerlerinin bulanık küme üyelik dereceleri sunulmuştur.

6.3. Kaza Şiddeti (KŞ) Parametresi

Çalışmada incelenen üçüncü parametre, Kaza Şiddeti'dir. Şantiyenin risk değerini belirlemek için, varolan güvenlik koşullarının düzeyini belirleyen Güvenlik Düzeyi ve Kaza Olabilirliği girdi parametreleri, ancak olması muhtemel kazaların şiddetinin belirlenmesi ile anlam kazanacaktır. Bulanık Kural Tabanlı Sistem içinde üçüncü girdi parametresi olan Kaza Şiddeti için, daha öncede sözü edildiği gibi inşaat

sektöründe en sık rastlanan 10 kaza tipinin olması durumunda ortaya çıkaracağı şiddet irdelenmelidir. Burada Kaza Şiddeti derken, çevresel veya maddi şiddet tanımlarına girilmemiş, iş güvenliği açısından işçi veya işçilere verdiği yaralanma veya ölüm açısından ele alınmıştır. Bir kaza düşünüldüğünde, kazanın pek çok sonucunun olduğu bunların insan yaşamına dönük sonuçlarının yanısıra, çevresel ve parasal sonuçlarının da olduğu görülecektir. Bu sonuçların ne ölçüde zarar verdiğini ise şiddet tanımı yaparak ölçmek gerekmektedir. Bir iş kazasının sonucunda ortaya çıkan zararın sözel ifadelerle tanımlanması ve bir girdi parametresi olarak kullanılabilmesi gerekmektedir. Kaza Şiddeti'nin yüksek olduğu kaza tiplerinde olabilirlik düşük ve alınan güvenlik önlemleri iyi durumda olsa bile, risk düzeyi yüksek olacaktır. Kaza Şiddeti için literatürde 4 ila 7 arasında değer aralıkları belirtilmekte olup, çalışmada 1 ile 10 arasında değer alan, 5 değer aralığı belirtilmiştir. Tezde kullanılan değerlere geçmeden önce, incelenen çalışmalarda bu konuda yapılan tanımlar ve değer aralıklarına değinilecektir.

İngiltere İş Güvenliği ve Sağlığı Teşkilatı, sözleşmelerle belirlenen çalışma koşulları için (eser akdi veya iş akdi) hazırladığı rehberde, riskin sonucunun ve şiddetinin tanımını yapmış ve insanlara dönük riskler, parasal riskler, çevre riskleri ve şirketin saygınlığına dönük riskler olmak üzere dört temel başlıkta incelemiştir. En düşüğü 0 ve en yükseği 5 olacak şekilde bir sıralama yapılmış ve her sıralama için tanımlar verilmiştir (HSE, 1999). Mahn ve diğ. (1995) ABD Enerji Bakanlığı için hazırladıkları raporda, Bakanlığın ilgili talimatını kullanmışlar (DOE 5481.1 B, İş Güvenliği Analizi ve Gözden Geçirme Sistemi) riskler için 1-4 arasında önem sırası belirlemişler ve buna karşılık gelen kaza olasılıklarını da belirtmişlerdir. Hazırladıkları ölçek, risklerin insan sağlığına, çevreye ve programa (projeye) etkilerine göre bir şiddet skalasında sunulmaktadır. Avustralya ve Yeni Zelanda Risk Yönetimi Standardında kazalar sonucu 1 ile 5 arasındaki bir skalada verilmekte olup, bunlar için sözel ifadeler ve tanımlar yapılmıştır (AS/NZS 4360, 1999). Burada nitel (kalitatif) ölçek kullanılmış olup, kaza olabilirliği ile birlikte bir risk matrisi oluştururken yararlanılmıştır. Hazırlanan bir başka rehberde yine kazaların işçilere dönük etkileri 1 ile 5 arasındaki kaza şiddeti skalasında tanımı yapılmış ve yarı-nicel (semi quantitative) risk analizi matrisi oluşturmak için yararlanılmıştır (Step Change Support Team, 2000). Tweeddale (1997) yine 1-5 arası bir skala kullanmak suretiyle, nicel ölçek olarak insana dönük etkileri incelemiştir. Sii ve Wang (2002) diğer

parametrelerinde kullandıkları gibi, 1 ile 10 arasında bir sıralama belirlemişler, bu sıralamayı beşli bir skalada, sözel ifadelerle açıklamışlardır. Örneğin bir kazanın sonuç şiddeti 4, 5, 6 değerlerindeyse ortalama denmiş, diğer değerler için de sözel ifadeler kullanılarak, bulanık kümeler yardımıyla güvenlik analizi gerçekleştirilmiştir. Sii ve diğ. (2001) kıyılarda ve denizlerde yapılacak tesislere dönük olarak hazırladıkları güvenlik analizi çalışmalarında, sistemin güvenliğine dönük riskleri ve ortaya çıkacak sonuçları personel riski, çevreyle bağlantılı riskler ve işle ilgili/organizasyonel riskler olarak tanımlamışlar, 1 ile 10 arasında bir sıralama belirtmişler ve diğer çalışmalarındakine benzer bir tarzda beş farklı sözel şiddet tanımı yaparak, bulanık kümeler yardımıyla risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalara temel teşkil eden olan büyük ölçekli kıyı mühendislik yapıları için güvenlik tabanlı karar verme sistemlerine ilişkin hazırlanan bir raporda da 1-10 arası bir sıralama verilmekte, beş farklı sözel ifadeyle tanımlama yapılmaktadır (Offshore Technology Report, 2002). Wang (1997) ise yaptığı güvenlik analizi çalışmasında, sisteme dönük tehlikelerin vereceği zararın şiddetini 1 ile 4 arasında bir skalada açıklamış ve tanımlarını yapmıştır. Yaptığı çalışma her ne kadar kazalara dönük bir çalışmadan çok, sistem güvenliğine dönük bir çalışma olsa da, sunulan tezde bir inşaat şantiyesi bir sistem olarak alındığından bu çalışmadaki tanımlardan da yararlanılmıştır. Tablo 6.12'de, yukarıdaki kaynaklardaki kaza veya tehlike sonuç şiddeti sıralama ve tanımları toplu halde sunulmaktadır.

Anılan çalışmalardan faydalanarak, inşaat şantiyelerinde gerçekleşen kazaların Kaza Şiddeti'nin belirlenmesi ve üçüncü girdi parametresinin oluşturulması için en uygun tanımlamanın 1 ile 10 arasında yapılacak bir sıralama ve bunlara karşılık gelen beş farklı sözel ifade olacağına karar verilmiştir. Buradan yola çıkarak da, her sözel ifade için yamuk şeklinde bulanık kümeler oluşturulmuş ve grafiksel olarak çözüm için, diğer parametrelerde yapılana benzer bir yöntem izlenmiştir. Şantiyelerde gerçekleşen kazaların pek çok olumsuz sonuçları ortaya çıkmakta, bazı kaza tiplerinde sonuçlar çok şiddetli olmakta ölüm veya kalıcı yaralanmayla sonuçlanmaktadır. Dolayısıyla bu türden kazalara dönük olarak gerçekleştirilecek risk analizinde Kaza Şiddeti parametresinin etkisi daha büyük olacaktır.

Tablo 6.12: Kaza Şiddetine İlişkin Tanımlar

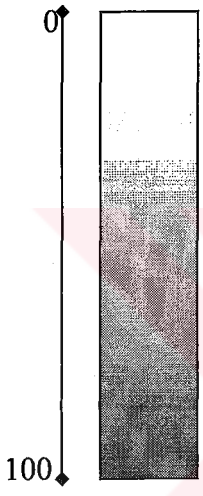
Sıralama	AS/NZS 4360	Step Change Support Team, 2000	Tweeddale (1997) Not: Tersten sıralanmıştır.	HSE (1999)	DOE/AL 5481.1 B Not: Tersten sıralanmıştır	Wang (1997) Not: Tersten sıralanmıştır	Sii ve diğ. (2001) Sii ve Wang (2002)
0				Yaralanma veya bir zarar yok			
1	Önemsiz, yaralanma yok	Çok Düşük-Kazanın sonucu önemsiz	Ölüm veya sürekli iş göremezlik	Çok hafif yaralanma veya hastalık. Bireysel olarak işgücü performansına olumsuz bir etki yok	Çok Şiddetli- Birden fazla ölüm, kalıcı yaralanma	Çok şiddetli- Sistemde kayıp ve/veya ölüm	İhmal edilebilir- Kaza yok (1)
2	Hafif-Sahada ilk yardım yapılabilir	Düşük-Hafif bir yaralanma mevcut	Ciddi bir hastalık veya uzun süreli iş göremezlik	Hafif yaralanma veya hastalık- İşgücü performansını bir gün ila bir hafta etkileyecek yaralanma	Kritik- Bir ölüm, kalıcı sakatlık, tıbbi bakım şarttır	Kritik- Büyük oranda sisteme zarar ve/veya ciddi yaralanma veya meslek hastalığı	Hafif- Tek veya hafif yaralanma (2,3)
3	Orta-Tıbbi müdahale gerekli	Orta-Tekil ve ciddi bir yaralanma mevcut	Ortalama iş günü kaybıyla sonuçlanan yaralanma veya hastalık	Şiddetli yaralanma Kalıcı sakatlanma, uzun süreli işgöremezlik,	Marjinal- Hastaneye götürmek gerekebilir, cerrahi müdahale yapılabilir, 2 veya daha fazla işgünü kaybı olabilir	Marjinal- Küçük oranda sistem zararı ve/veya hafif yaralanma veya meslek hastalığı	Orta- Birden fazla yaralanma (4,5,6)
4	Şiddetli-Yaralanma sonucu işgöremezlik	Orta üstü-Ölüm veya birden fazla kişinin yaralanması	Kısa süreli iş günü kaybına neden olan yaralanma veya hastalık	1 ila 3 kişinin ölümü, kalıcı sakatlanma, sürekli işgöremezlik	İhmal edilebilir- Hafif yaralanma, iki günden az işgünü kaybı	İhmal edilebilir- Sisteme çok hafif zarar ve/veya hafif yaralanma	Şiddetli- Bir ölüm ve birden fazla şiddetli yaralanma (7,8)
5	Çok Şiddetli-Ölüm	Yüksek-Birden fazla kişinin ölümü mevcut	İş günü kaybı yok	Birden fazla kişinin ölümü			Çok Şiddetli-Aynı anda birden fazla ölüm (9,10)

Yapılan literatür araştırmasından da görüleceği üzere, kazaların sonucunun şiddetini belirleyen farklı yaklaşımlar olsa da, genel olarak üzerinde uzlaşılan görüş 1-5 veya 1-10 arasındaki bir skalada kazaların sonuçlarının değerlendirilmesidir. İnşaat şantiyelerinde görülen kazaların şiddetinin belirlenmesinde ise, bu konuda deneyimli uzmanların görüşlerine gereksinim duyulmaktadır. Uzmanların görüşlerine gereksinim duyulmasının en büyük nedeni, bu konuda yeterli istatistiksel verilerin bulunmayışıdır. Örneğin, düşme ve hatta düşmenin alt tipleri olarak karşımıza çıkan kazaların nasıl sonuçlandığı, ne oranda yaralanmalara yol açtığına ilişkin veriler son derece yetersizdir. Tez kapsamında incelenen örnek olaylar her kaza tipi için ölüm ve yaralanmalara dair bir tablo sunmaktadır. Ancak şu unutulmamalıdır ki, mahkemelere yansıyan veya SSK istatistiklerine giren kazalar ciddi sonuçları olan kazalar olup, hafif yaralanmalara dair ayrıntılı bir istatistik bulunmamaktadır. Anabilim dalımızda gerçekleştirdiğimiz çalışmalarda, SSK Genel Müdürlüğü tarafından kaza tiplerine göre sınıflandırması yapılmayan inşaat iş kazaları kaza tiplerine göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen verilerde ölümle sonuçlanan kazaların yaralanmalara oranla fazla veya hemen hemen eşit olması, çok ciddi sonuçlanmayan kazaların çoğu kez Genel Müdürlüğe veya ilgili mercilere bildirilmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan, en fazla rastlanan 9 kaza tipi ve bu kategorilere girmeyen ve "diğer" olarak nitelendirilen kazaların, nasıl sonuçlandırıldığına dair ayrıntılı ve sağlıklı istatistiksel veriler mevcut değildir. Bu eksiklikten dolayı, inşaat sektöründe ve iş kazaları konusunda deneyimli uzmanların 9 temel kaza tipinin ve diğer kazaların şiddetini belirleme konusunda yardımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler bulanık mantık yöntemiyle tehlike analizinde kullanılacak olup, her bir kazanın şiddetine dair üyelik dereceleri belirlenmesi gerekmektedir. Uzmanlara kişisel deneyimleri uyarınca, Tablo 6.13'deki skalayı gözönünde tutarak her kaza tipine 100 üzerinden bir puan vererek şiddetini belirtmesi istenmiştir. Ayrıca çok net karar verilemediği durumlarda ara değerler (65, 43 vb.) gibi vermeleri özellikle vurgulanmıştır.

Yukarıda ayrıntısı verilen literatür araştırmasının yardımıyla, bir kazanın sonucunda ortaya çıkacak etkinin, bir başka ifadeyle kaza şiddetinin Tablo 6.13 verilen skalaya göre değerlendirilmesi kararına varılmıştır. Uzmanlardan 1-10 arası değil de, 0-100 arası değerler istenmesinin en önemli nedeni, ara değerlerin de, değerlendirme kapsamına alınmak istenmesi ve her kaza tipi için belirlenen kaza şiddetine, birden

fazla bulanık küme üyelik derecesi atanabilmesidir. Kaza Şiddeti derken, herhangi bir kaza tipinin, işçi(lere) verdiği zararın ve/veya etkinin sayısal ve sözel ifadeleri kastedilmektedir. Uzmanlarla yapılan görüşmelerde, tanım üzerinde durulmuş ve bir ortaklaşmanın ardından değerler vermeleri istenmiştir. Örneğin uzmanlar, bazı kaza tipleri için hafiften, çok şiddetliye kadar bir aralığın verilebileceğini belirtmişler, ancak kendilerinden en ayıredici puanın ne olacağı, genellikle sözü geçen kazaların nasıl sonuçlandığı hususunda daha net bir noktayı işaretlemeleri talep edilmiştir.

Tablo 6.13 Kaza Şiddeti için Sıralama, Sözel İfade ve Tanımlar



Sıralama	Sonuç	Açıklama
1	İhmal edilebilir	Kaza sonucunda ciddi bir yaralanma veya sağlığın bozulması söz konusu değildir
2,3	Hafif	Hafif yaralanmalardır. İşçinin çalışmasını engelleyecek veya performansını olumsuz yönde etkileyecek bir kaza olmayıp, basit ilk yardım ile müdahale edilebilir.
4,5,6	Orta	Hafif ve şiddetli yaralanma arasında yer almakla birlikte, nadiren ölümle sonuçlanır. İş performansını olumsuz etkiler, aktiviteleri yavaşlatır, kısa süreliğine de olsa iş göremezlikle sonuçlanabilmekle birlikte iş göremezlik en fazla 1 haftadır.
7,8	Şiddetli	Ağır yaralanmalardır. Kalıcı bir işgöremezliğe veya işteki performansın uzunca bir süre bozulmasına neden olur, uzunca bir süre işten uzaklaşmalara neden olabilir. Ölümlere sıkça rastlanır.
9,10	Çok Şiddetli	Çoğunlukla ölümle sonuçlanır,, oldukça ciddi yaralanmalardır. Ayrıca birden fazla kişinin ölümüyle sonuçlanabilir. (örneğin patlamalar)

Kaza şiddetine ilişkin değerler, gerek inşaat sektöründeki deneyimleri, gerekse de iş kazalarına ilişkin hazırladıkları sayısız bilirkişi raporu ile deneyimlerini aktaran tez danışmanı Yrd.Doç.Dr.Uğur Müngen, Prof.Dr. M.Emin Savcı, MESKA Vakfı eski başkanı Oktay Tan, emekli Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanı Kadir Töreli ve Yapı Merkezi İş Sağlığı ve Güvenliği mühendisi Suat Öztorun'un yardımlarıyla hazırlanmıştır. Uzmanların hepsinin ortak özelliği, çok sayıda iş kazasını analiz etmiş olmaları, gerçekleşen kazaların tüm aşamalarına (şantiyede varolan tehlike ve riskler, kazanın oluşumu, kazanın olabilirliği ve kazanın sonucunda ortaya çıkan zararlar) vakıf oluşları ve inşaat alanında uzmanlaşmalarıdır. Uzmanlar tarafından verilen Kaza Şiddeti değerleri genel olarak, sözü geçen kazaların şiddetlerinden çok, inşaat sektöründeki şiddetlerini vermektedir. Dolayısıyla bu ve daha önceki parametrelere dair hususlar, sunulan çalışmanın inşaat sektörüne odaklandığını ve seçilen parametrelerin de inşaat sektörünün kendine has özelliklerini yansıttığını göstermektedir. Daha önceki

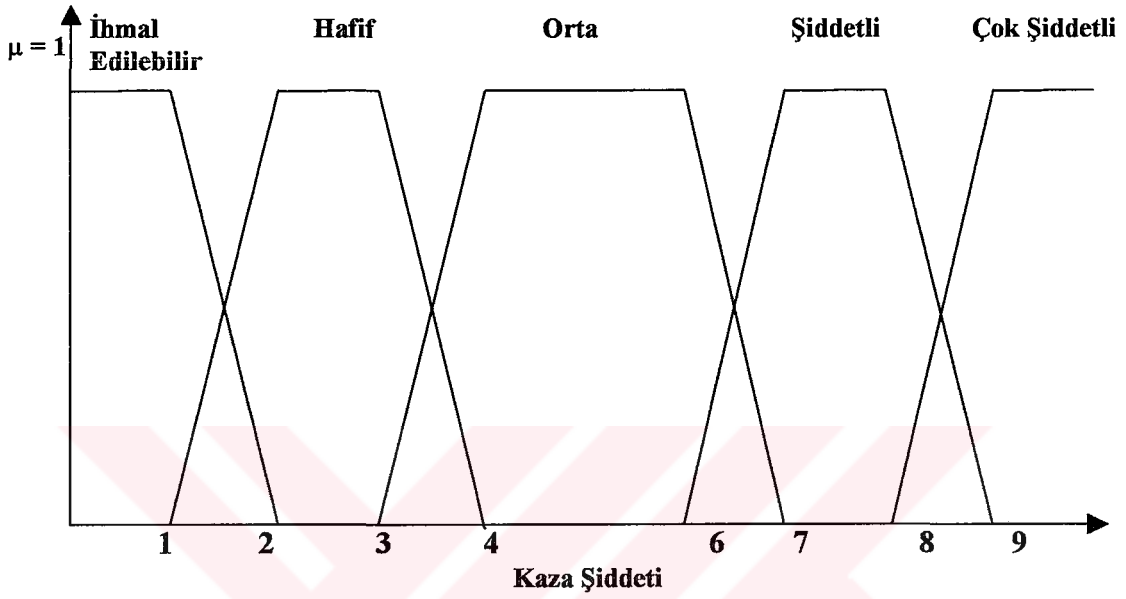
bölümlerde de belirtildiği üzere, imalat sanayiinde risk analizi için pek çok yöntem mevcut olup, bunların büyük bir kısmı oldukça verimli bir şekilde kullanılabilmektedir. Sunulmakta olan tez çalışmasındaki temel amaçlardan biri de, inşaat sektörüne uygulanması zor veya verimsiz sonuçlar veren risk analizi teknikleri yerine, inşaat sektörüne has, kullanılabilir ve pratik bir yöntemin geliştirilmesidir. Tablo 6.14'te beş farklı uzman tarafından verilen kaza şiddeti değerleri ve son sütunda bu değerlerin ortalamaları görülmektedir. Bir sonraki bölümde sunulacak olan Bulanık Kümeler ile Risk Analizi Yönteminde, her kaza için bu ortalama değerler alınmıştır.

Tablo 6.14 Uzmanlar Tarafından Verilen Kaza Şiddeti Değerleri

		Uzmanlarca verilen değerler					
		1	2	3	4	5	Ort.
1	**İnsan Düşmesi**	90	95	80	85	70	84
2	**Elektrik Çarpması**	75	50	35	80	95	67
3	**Malzeme Düşmesi**	70	90	35	65	65	65
4	**Yapı Makinasındaki Kazalar**	65	70	25	70	55	57
5	**Şantiye İçi Trafik Kazası**	65	20	15	50	95	49
6	**Yapı Kısmının Çökmesi**	95	40	35	85	95	70
7	**Kazı Kenarının Göçmesi**	80	80	65	100	90	83
8	**Patlayıcı Madde Kullanımındaki Kazalar**	60	60	37.5	90	90	67.5
9	**Malzeme Sıçraması**	30	75	12.5	35	55	41.5
10	**Diğer Tip (Tezgah veya makinaya el sıkışması, el aleti ile ele vurma, malzeme altında/arasında uzuv sıkışması, sivri uçlu, keskin kenarlı cisimle yaralanma, boğulma vb.)**	20	60	35	30	35	36

Uzmanlarca verilen değerlerin ortalamaları bize Tablo 6.13'teki sıralama düşünüldüğünde tek bir sözel Kaza Şiddeti ifadesi vermemekte ve ara noktaların da varlığı dikkat çekmektedir. Daha önceki parametrelerde olduğu gibi burada da, yamuk şeklindeki bulanık küme fonksiyonlarının yardımıyla her bir kaza tipinin Kaza Şiddeti için üyelik dereceleri belirlenecektir. Bu belirleme sırasında Şekil 6.5'te tanımlanan bulanık kümelerin yardımı gerekmektedir. 1 ile 10 arasında bir sıralamada uzmanlarca verilen değerlerin ortalamaları yüzlük ölçekten onluk ölçeğe çevrilecek (her ortalama değer ona bölünecek) ve şekilde bu değerlerin düşey eksende kestikleri noktalar saptanacak, buradan her kaza tipi için Kaza Şiddeti'nin farklı üyelik dereceleri bulunacaktır. Yamuk şeklindeki bulanık küme tanımları Sii ve diğ. (2001), Sii ve Wang (2002) ve Liverpool John Mores Üniversitesi'nce

hazırlanan raporda (Offshore Technology Report, 2002) kullanılan grafiksel gösterime benzemekte olup, kıyı mühendisliğinde kullanıldığı gibi, inşaat sektörüne de uygulanabileceği düşünülmüş ve çalışmada kullanılmıştır. Wang'ın (1997) da belirttiği gibi bu türden üyelik fonksiyonları, güvenlik değerlendirmelerinde kullanılan parametrelerin tarifinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.



Şekil 6.5 Kaza Şiddeti Bulanık Küme Tanımları

Bu aşamada yapılması gereken, uzmanlarca verilen değerlerin ortalamalarının, şekilde tanımlanan Kaza Şiddeti bulanık kümelerine üyeliğinin belirlenmesidir. Yatay eksende yer alan değerlerin y ekseninde, sözel ifadeler kümelerini kestiği noktaların saptanması ve her kümeye ne kadar ait olduğunun bulunması ile Kaza Şiddeti değerleri bulunacaktır. Şekil 6.6'de, örnek olarak elektrik çarpmaları için Kaza Şiddeti değeri bulunmuş olup, diğer kaza tipleri için Kaza Şiddeti değerlerinin üyelik dereceleri Tablo 6.15'te sunulmaktadır. Şekil 6.6'da elektrik çarpmaları için bulunan Kaza Şiddeti değeri, Zadeh'in notasyonu kullanılırsa 0,7/Şiddetli + 0,3/Orta değerini almaktadır.

Tez kapsamında sunulan risk analizi yönteminin esnek yanlarından biri ise, kendi şantiyesinde bu analiz yöntemini kullanacak iş güvenliği uzmanının, kendi şantiyesinin özgün koşullarını değerlendirerek, Kaza Şiddeti değerlerini kendisinin de verebilmesidir. Örneğin bir tünel şantiyesinde çalışmakta olan ve benzer inşaatlarda deneyimi olan bir iş güvenliği uzmanına göre, tünel şantiyelerinde gözlemlediği kazı kenarı düşmelerinden yola çıkarak kendisi bir Kaza Şiddeti değeri

sözel ifadeleri de sayısal ifadelere çevirmek şeklinde de yorumlanabilecek Bulanık Mantık yöntemi sağlıklı bir yaklaşım sunmaktadır.

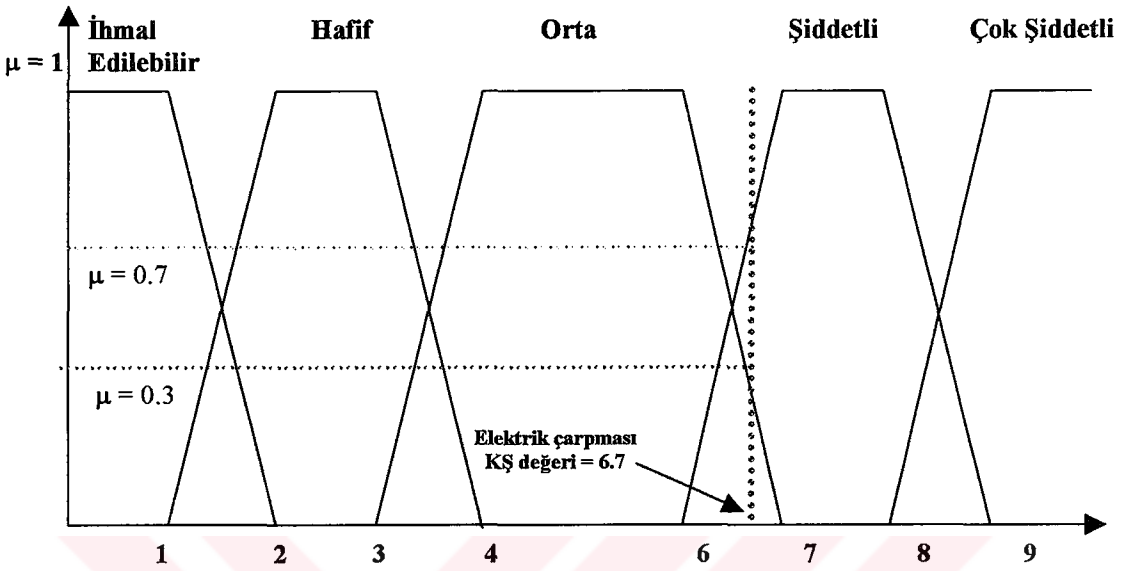
Şantiyede çalışan uzmanların, Tablo 6.13 yardımıyla Kaza Şiddetlerini kendileri belirlemeleri veya tez kapsamında sunulan Kaza Şiddeti değerlerini kullanmaları, bugüne kadar gerçekleşen kazaların büyük bir kısmını değerlendiren istatistiklerden yola çıkarak hazırlanan ve ekte sunulan Kaza Olabilirliği değerlerini kullanmaları ve tüm bu değerleri hazırlanan kontrol listelerinden elde edilecek şantiye tehlike puanı ile birlikte değerlendirmeleri için bir sonraki bölümde yeni bir risk analizi yöntemi sunulacaktır. Bu yöntemin esnek, her şantiyeye uygulanabilir ve iş güvenliği uzmanlarınca uyarlanabilir olması, şantiyelerde kullanılabilirliğini artıran bir özelliktir.

Bu bölümde bulanık kümeler ile şantiyelerde risk analizi sisteminin girdi parametreleri tanıtılmıştır. Bir sonraki bölümde, çıktı parametresi olan Risk Düzeyi (RD) parametresi anlatılacak ve sistemin işleyişi işlenecektir.

Tablo 6.15 Farklı Kaza Tipleri için Kaza Şiddeti Üyelik Dereceleri

Kaza Tipi	Kaza Şiddeti Üyelik Dereceleri
İnsan Düşmesi	μ = 0.6/Şiddetli + 0.4/Çok Şiddetli
Elektrik Çarpması	μ = 0.70/Orta + 0.7/Şiddetli
Malzeme Düşmesi	μ = 0.5/Orta + 0.5/Şiddetli
Yapı Makinasındaki Kazalar	μ = 1/Orta
Şantiye İçi Trafik Kazası	μ = 1/Orta
Yapı Kısmının Çökmesi	μ = 1/Şiddetli
Kazı Kenarının Göçmesi	μ = 0.7/Şiddetli + 0.3/Çok Şiddetli
Patlayıcı Madde Kullanımındaki Kazalar	μ = 0.25/Orta + 0.75/Şiddetli
Malzeme Sıçraması	μ = 1/Orta
Diğer Tip Kazalar	μ = 0.4/Hafif + 0.6/Orta

belirleyebilir. Bir başka alternatif olarak, Kaza Şiddeti değerleri için şantiyesindeki mühendislerin ve teknik elemanların görüşlerini alabilir, onların görüşleri ile yukarıdaki tabloda sunulan ortalama değerlerden farklı olanları alıp kullanabilir.



Şekil 6.6 Elektrik Çarpmaları için Kaza Şiddetinin Bulunması

Yapı İşletmesi Anabilim Dalı'nda yaptırılan Yüksek Lisans Tezleri, Bitirme Ödevleri ve İş Güvenliği Dersi kapsamında verilen ödevler ve tez yazarının kişisel deneyimlerinden yola çıkarak, inşaat şantiyelerinde Kaza Şiddeti'ne ilişkin değerlendirmelerin son derece yetersiz olduğu görülmüştür. İnşaat şantiyelerinde risk analizi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan ve 5x5 veya 3x3 diye bilinen Risk Matrisi yöntemindeki parametrelerden biri olan Kaza Şiddeti için 1-3 veya 1-5 arasında bir skalada değerler, şantiyedeki iş güvenliği uzmanları tarafından verilmekte ve risk analizinde kullanılmaktadır. Buradaki eksiklik kaza tiplerine Kaza Şiddeti değeri atarken tam sayıların kullanılması ve aralarda olabilecek değerlerin hesaba katılmamasıdır. Kimi durumlarda uzmanlar herhangi bir kaza tipi için Orta veya Şiddetli arasında ikircikli kalabilmekte, eğilim olarak güvenli tarafta kalmak için yüksek Kaza Şiddeti değerini seçmektedirler. Güvenli tarafta kalmak adına doğru bir yaklaşım olsa da, şantiyelerde daha nesnel ve sağlıklı bir risk analizi yapmak ve şantiyenin var olan risklerini daha sağlıklı bir şekilde değerlendirip, ona göre önleme faaliyetlerini yürütmek için, tez kapsamında önerilen sistemin ileri bir aşamayı temsil ettiği düşünülmektedir. Gerek inşaat şantiyelerindeki belirsiz atmosfer, gerekse de şantiyelerde çalışan iş güvenliği uzmanlarının net değerlendirmeler yapmakta zorlanmalarına karşı, sayısal ifadeleri sözel ifadelere,

7. BULANIK KURAL TABANLI RİSK ANALİZİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

Daha önceki bölümde bulanık kural tabanlı risk analizi yönteminin girdi parametreleri olan Kaza Olabilirliği (KO), İş Güvenliği Düzeyi (GD) ve Kaza Şiddeti (KŞ) parametreleri tanıtılmış, tanım aralıkları ve tanım kümeleri belirlenerek, bu parametrelere karşılık gelen sözel ifadeler açıklanmıştı. Bu bölümde, bu parametrelerin yardımıyla şantiyeler için elde edilecek Risk Düzeyi (RD) parametresinden söz edilecek, bir çıktı parametresi olarak Risk Düzeyi'nin tanımı, değer aralıkları ve tanım kümeleri belirlenecek, bunlara karşılık gelen sözel ifadeler açıklanacaktır. Tez kapsamında sunulan risk analizi sisteminde, çıktı parametresine ulaşabilmek için, Bölüm 5'te ayrıntısıyla anlatılan bulanık kural tabanlı sistemden yararlanılacaktır. Çalışmanın teorik arka planı Bölüm 5'te anlatıldığı için, bu bölümde açıklanan girdi parametreleri ile çıktı parametresine ulaşmak ve buradan yola çıkarak şantiyelere her kaza tipine göre risk puanı vermek şeklinde özetlenebilecek çalışmanın temel yapısı anlatılacak ve bir tünel şantiyesinden elde edilen veriler yardımıyla sonuçlandırılan bulanık kümeler yardımıyla risk analizi açıklanacaktır.

7.1 Risk Düzeyi Çıktı Parametresi

İş Güvenliği değerlendirmesinde kullanılan risk veya tehlike düzeyini belirlemek için genel olarak dört veya beş farklı sözel ifade kullanılmaktadır. Bunlar çok yüksek risk (çok kötü derecede iş güvenliği), yüksek risk (yetersiz iş güvenliği), olası risk (ortalama iş güvenliği düzeyi) ve düşük risk (iyi iş güvenliği düzeyi) şeklinde tanımlanabilmektedir (Sii ve diğ. 2001, Liu ve diğ. 2004, Wang 1997). Bazı kaynaklarda ise, güvenlik düzeyi için beş farklı sözel ifadeler görülmektedir. Burada da çok güvenliden çok güvensize kadar tanımlanan çoğu kez yamuk şeklinde, bazen de sinus grafiği şeklinde tanımlanan bulanık küme tanımlarına rastlanmaktadır (Gentile, 2003; Bell ve Badiru, 1996). Şantiyelerde iş güvenliği veya risk düzeyini belirlerken, RD parametresi tek çıktı parametresi olup kimi zaman riskin düzeyi,

kimi zaman da iş güvenliği önlemlerinin düzeyi şeklinde ifade edilebilmektedir. Sözel ifadeler ve tanım aralıkları iyi bir şekilde tanımlandığında, şantiyelerde her iki şekildeki ifade de son derece anlaşılır olacaktır.

Tez kapsamında sunulan risk analizi yönteminin çıktı parametresi RD beş farklı tanım aralığında, birden ona kadar bir sıralama içinde ve beş sözel bulanık küme ile ifade edilmeye çalışılmıştır. Daha önceki çalışmalardan farklı olarak, şantiyeye tek bir risk veya güvenlik düzeyi puanı verilmemiş, her kaza tipi için incelenen inşaat şantiyelerinin riskli atmosferi değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tam ve diğ. (2002) farklı bir yöntemle de olsa, incelenen sistemi farklı iş güvenliği başlıklarına göre ayırmışlar ve her başlığa verilmesi gereken önemi ağırlıklandırmışlardır. Tezin ikinci ve üçüncü bölümlerinde de sözü edilen saha çalışmalarında, şantiyelerdeki iş güvenliği önlemleri, 13 temel iş güvenliği başlığı açısından incelenmiş ve bu başlıklara göre yapılan anketlerle şantiyelerin bir şeması çıkartılmaya çalışılmıştı. Ancak sunulan çalışma, şantiyelerde temel iş güvenliği önlemlerine ve iş kazalarının işçilere dönük olumsuz etkilerine odaklandığı için, incelenen şantiye iş kazaları ve bunun işçilere dönük yansımaları açısından bir sistem olarak incelenmektedir. Şantiyeye verilecek puanlamalarda da bu bakış açısı esas alınacaktır. Başka bir ifadeyle, yapılacak risk analizi, iş güvenliği yönetimi başlıklarından çok, en sık rastlanan on tip iş kazasına odaklanarak, iş kazalarının önlenmesine dönük güvenlik önlemleri üzerinden bir iş güvenliği düzeyi veya risk düzeyi belirlemeyi hedeflemektedir. Bulanık kural tabanlı sistem yardımıyla ulaşılacak Risk Düzeyi parametresi de her şantiye için tek bir değer olmayacak, her kaza tipi için olmak üzere on farklı puan belirlenecektir. Bu puanlamaların ve tanımlamaların yapılması, şantiyede alınacak iş güvenliği önlemleri açısından ön açıcı olacak, bu önlemlerin uygulanmasında yerine getirilmesi gereken iş güvenliği yönetim başlıkları da daha net bir şekilde görülecektir. İş kazalarına odaklanmayan, bunların ortadan kaldırılmasını veya ortaya çıkma olasılığını azaltmayan, tüm bunları yapmak için şantiyede tehlike ve risk analizi yapmayan bir yönetsel çalışma bilgi ve belge akış diyagramları hazırlamanın, rapor tutmanın ve bürokratik bir iş haline gelmenin ötesine geçemeyecektir. Şantiyedeki tehlikelerden haberdar teknik personel ve işçilerden oluşan bir çalışma ortamı ile çağdaş iş güvenliği yönetim sistemlerinin oturtulması ve etkin bir şekilde çalıştırılması çok daha kolay ve verimli olacaktır.

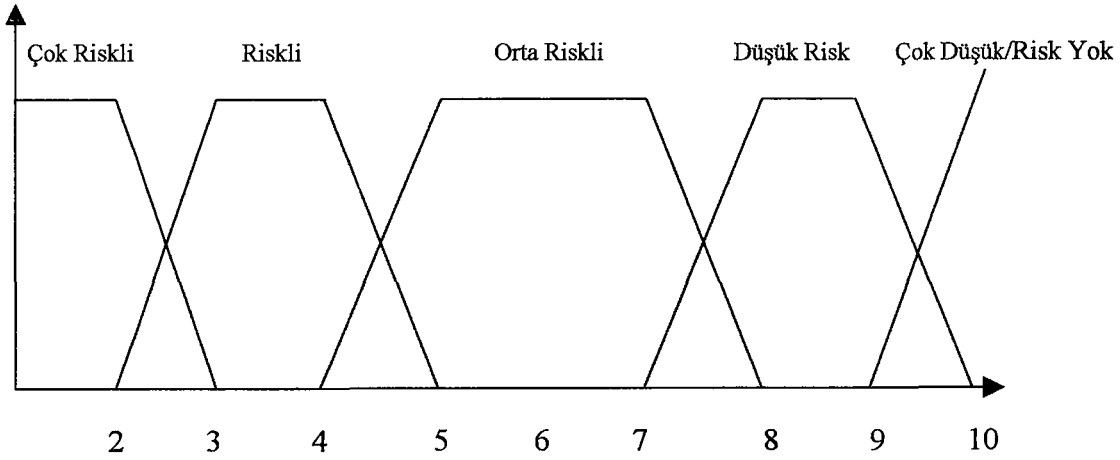
Şantiyelerde her kaza tipi için ulaşılmaya çalışılan Risk Düzeyi'ne ilişkin tanımlar Tablo 7.1'de verilmekte olup, bunlara karşılık gelen sözel ifadelerin grafiksel gösterimi ise Şekil 7.1'de verilmektedir.

Tablo 7.1 Şantiyedeki Risk Düzeyi için Sıralama

Sıralama	Risk Düzeyi	Tanım
1,2	Çok Riskli	Herhangi bir önlem alınmamış, kazaların olma riski çok fazla, hemen önlem alınmalı, alınamıyorsa ilgili işler gerekli önlemler alınana kadar durdurulmalı, çok acil müdahale gerekmekte
3,4	Riskli	Kaza riski yüksek, önlemler yetersiz düzeyde alınmış, tehlikeleri ortadan kaldırma konusunda son derece yetersiz kalınmış, acil müdahale gerekmekte
5,6,7	Orta Düzeyde Riskli	Birtakım iş güvenliği önlemleri alınmış, ama risk ortadan kaldırılamamış, ortam hala riskli olsa da, risklerin üzerinden gelmek ağırlıklı olarak kişilerin deneyimlerine bırakılmış (risk transferi), işi durdurmadan riskler ortadan kaldırılabilir, ama deneyimsiz işçiler bu düzeydeki risklerden uzak tutulmalı
8,9	Düşük Düzeyde Risk	İş kazası riski çok düşük, iş güvenliği önlemleri büyük ölçüde sağlanmış, işle ilgili çalışma ortamı oldukça güvenli, kişisel dikkatsiz ve tedbirsiz davranışların ortaya çıkması haricinde bir risk görünmemekte
10	Çok Düşük Risk veya Risk yok	Risk hemen hemen yok veya riskli durumlar tamamen yalıtılmış. Kişilerin dikkatsiz ve tedbirsiz davranışlarının da risk yaratma potansiyeli çok düşük düzeyde. Ortam güvenli, iş güvenliği önlemleri harfiyen uygulanıyor

Tablodaki tanımlardan da görüldüğü üzere şantiyedeki değerlendirmelere dair sözel ifadeler verilmektedir. Bu sözel ifadeler her kaza tipi için ayrı ayrı verilmekte, ayrıca bir kaza tipi birden fazla bulanık kümeye farklı üyelik dereceleriyle üye olabilmektedir. Örneğin yapı makinalarındaki kazalara dair %50 oranında riskli, %50 oranında orta düzeyde riskli şeklinde bir tanım yapılabilir. Şantiyenin farklı yerlerinde, farklı farklı düzeylerde iş güvenliği önlemleri alınmış ve riskler de buna göre belirlenmiş olabilir, dolayısıyla tek bir sözel ifade kullanmak yerine, aradaki geçiş noktaları da gözönünde tutularak bulanık kümeler yardımıyla birden fazla sözel ifade kullanılabilmektedir.

Herhangi bir kaza tipi için tamamen risk yok demek çoğu durumda zor olabilir, belli bir oranda düşük düzeyde de olsa risk noktaları varolabilir. Önemli olan o noktaları saptayıp, hedef olarak risk yok noktasına ulaşmak (10 puanına ulaşmak) olmalı, puanı düşüren iş güvenliği önlemleri saptanmalı ve müdahale edilmelidir. Sunulan risk analizi yöntemi tek başına puan vermekle yetinmemekte, her kaza tipi puanı düşüren iş güvenliği başlıklarını da saptamaya izin vermektedir. Bunların nasıl ortadan kaldırılacağı veya nasıl bir şantiye iş güvenliği politikası izleneceği ise ilgili şantiyedeki iş güvenliği yönetim sisteminin etkinliğiyle bağlantılıdır.



Şekil 7.1 Risk Düzeyi (RD) için Bulanık Üyelik Fonksiyonları

Tablo ve şekilde dikkat çekici noktalardan biri, bulanık küme fonksiyonları oluşturulurken, çok riskli için iki, düşük risk için ise tek bir değerin verilmesidir. Burada amaçlanan risk hesaplamalarında her zaman güvenli tarafta olmak, ortaya çıkan puan 9 değerinin üzerinde değilse kesinlikle risk yok tanımı yapmamak veya tersini ifade edersek, ortaya çıkan puan ancak 3 değerinin üzerine çıktığı zaman çok riskli tanımından uzaklaşmaktır. Geçen bölümde anlatılan ve kontrol listeleri yardımıyla belirlenen, İş Güvenliği Düzeyi (GD) parametresi, bir kaza tipi için yeterli düzeyde olsa da, bir başka ifadeyle alınan önlemlerin yeterli olduğu görülse de, işin içine Kaza Olabilirliği ve Kaza Şiddeti parametreleri girince riskin düzeyinin hala yüksek olduğu, bu azaltmanın tek yolunun alınan önlemleri daha da artırmak olduğu görülecektir. Daha ayrıntı ilerleyen sayfalarda bulanık kural tabanlı sistemin kurulması ile yapılacaktır.

7.2 Kural Tabanlı Sistemin Oluşturulması

Bulanık mantık sistemler bilgi tabanlı veya kural tabanlı sistemler olup, insan bilgi ve deneyimlerinden yola çıkarak oluşturulan EĞER-İSE kurallarından oluşmaktadır. Bulanık sistem teorisini en önemli katkılarından biri, bilgi ve deneyimleri, lineer olmayan bir eşlemeye dönüştürecek sistematik bir prosedür sunmasıdır. (Wang, 1997). Bir EĞER-İSE kuralı, bazı sözcükleri sürekli üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanan bir EĞER-İSE ifadesinden başka bir şey değildir. Bu çalışmada kullanılacak olan EĞER-İSE kurallarının genel yapısı da aşağıdaki ifadede görülmektedir:

EĞER Kaza Olabilirliği düşük VE Kaza Şiddeti şiddetli VE İş Güvenliği Düzeyi kötü İSE Risk Düzeyi orta düzeyde risklidir.

Önceki bölümde girdi parametreleri, bu bölümün başında ise çıktı parametresi ve onu tanımlayan üyelik fonksiyonları anlatılmıştı. Bir bulanık mantık sistemini kurarken ilk yapılacaklardan biri, uzman görüşleri veya genel bilgi ile EĞER-İSE kurallarının oluşturulması ve toplanmasıdır. Bir sonraki aşamada ise, bu kuralları bir araya getirmek suretiyle tek bir sistem içinde toplamak bulunmaktadır. Farklı bulanık sistemler, farklı bir araya getirme ilkelerinden yararlanırlar (Sii ve diğ., 2001). Bu çalışma kapsamında 150 EĞER-İSE ifadesinden oluşan bir kural tabanlı sistem oluşturulmuştur. Bu bölümde verilecek örneklerle kural tabanlı sistem ayrıntılı bir şekilde incelenecektir. Kural tabanlı sistemi oluşturan 150 kural ise EK G'de yer almaktadır. Sözel ifadelerden oluşan girdi parametreleri, her kaza tipi için ayrı ayrı VE mantıksal operatörüyle bir araya getirilecek ve kurallar yardımıyla yine üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanacak Risk Düzeyi çıktı parametresi elde edilecektir. Yukarıdaki kuraldan da görüleceği üzere, her girdi parametresinin Risk Düzeyi'ne etkisi bulunmaktadır. Ancak bulanık mantık kural tabanlı sisteminin avantajlarından biri, Risk Düzeyini belirlerken yararlanılacak girdi parametrelerinin kesin ifadeler olmadığı durumlarda da, işe yaraması ve sonuca ulaşmada yararının bulunmasıdır.

Kural tabanlı sistemin oluşurulması kolay bir yöntem olup, genel eğilim olarak herkesçe kabul edilen temel doğrulardan hareket edilir. Örneğin iki girdi ve bir çıktıdan oluşan hava yağmurlu ve soğuk ise palto giy şeklindeki ifade gibi basitleştirilmiş ifadeler, karmaşık mühendislik sistemlerinde de kullanılabilmektedir. Örneğin kaza olabilirliği yüksek ve kaza şiddeti çok şiddetli ve iş güvenliği düzeyi yetersiz ise risk düzeyi herkesçe kabul edileceği üzere çok riskli olacaktır.

Öte yandan verilecek örnekten de görüleceği üzere, her durum için farklı kurallar kullanılacaktır. Bu bakımdan farklı durumlara yanıt verebilmek için, girdi parametrelerini VE mantıksal operatörüyle bir araya getiren tüm kombinasyonlar kullanılarak toplam 150 kural oluşturulmuştur. 150 sayısı Kaza Olabilirliğini tanımlayan 6, Kaza Şiddetini tanımlayan 5 ve İş Güvenliği Düzeyi'ne tanımlayan 5 sözel üyelik fonksiyonu 6x5x5 farklı şekilde bir araya gelebilmektedir. Her durum için gerekli kurallar, 150 kuraldan oluşan kurallar deposundan alınarak kullanılacaktır.

7.3. Bulanık Kural Tabanlı Risk Analizi Yönteminin Bir Tünel Şantiyesinde Uygulanması

Tez kapsamında hazırlanan risk analizi yönteminin uygulanması için Yapı Merkezi şirketince inşa edilen Taksim-Kabataş tünel tipi şantiyesinde, gerek sahada yapılan gözlemlerden, gerekse ofiste belgeler üzerinden beş hafta süren bir çalışma yapılmış ve şantiyede bir risk analizi gerçekleştirilmiştir. Şantiyede yapılan çalışmalarda Yapı Merkezi İş Sağlığı ve Güvenliği Mühendisi Suat Öztorun'un büyük yardımları olmuştur. Dört kişiden oluşan mühendislik projesi ekibi ve onlara refakat eden tez yazarı ile sayın Öztorun ile mülakatlar yapılarak, tez kapsamında hazırlanan kontrol listeleri yardımıyla iş güvenliği risk analizi gerçekleştirilmiştir. Şantiyede ayrıca, halen uygulanmakta olan risk analizi yönteminin güçlü ve zayıf yanları incelenmiş, iş güvenliği yönetim sisteminin ise OHSAS 18001 standardına ne derece uygun olduğu saptanmış, İSG mühendisi ve inceleme heyeti tarafından yorumlar yapılarak ayrıntılı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Tez kapsamında hazırlanan kontrol listesinde, kaza tiplerine göre gruplandırılan iş güvenliği önlemlerinin ağırlığının belirlenmesi için yapılacak ikili karşılaştırmalar ile Kaza Şiddeti için hazırlanan uzman formu, İSG mühendisi tarafından da doldurulmuş, diğer uzmanların yanısıra şantiyede bizzat görev alan Suat Öztorun'un görüşleri de analize içerilmiştir. Bu bölümün son kısmında, risk analizi sonuçları tartışılacak ve değerlendirilecektir.

7.3.1 İncelenen İnşaat ve Firma Hakkında Genel Bilgiler

İstanbul'un ulaşım sorunların çözüm geliştirebilmek amacıyla; toplu taşım sistemleri arasında bütünleşme sağlamak, raylı sistemi deniz yoluyla buluşturmak, deniz taşımacılığının günlük yolculuklar içindeki payını arttırmak, tramvay ile metronun entegrasyonunu sağlamak ve sistemleri daha verimli kullanabilmek ilkesinden hareketle, İstanbul metrosunun Taksim İstasyonu ile Kabataş İskelesi arasında bir raylı toplu taşım sistemi kurulmasının gerekliliğidir. Taksim-Kabataş Füniküler Sistemi İnşaat ve Elektro-Mekanik işler inşaatı kapsamında;

Yapı Merkezi İnşaat ve Sanayi A.Ş. tarafından,

- Detaylı tasarım ve uygulama projeleri hizmetleri,
- Kabataş yeraltı istasyonunun aç-kapa şeklinde inşaatı ve mimari bitirme işleri,

- Taksim yeraltı istasyonunun kısmen delme tünel, kısmen aç-kapa şeklinde inşaatı ve mimari bitirme işleri,
- İstasyonlar arası delme tünel inşaatı ve jeoteknik ölçüm işleri,
- Hat işleri,
- Elektrik ve mekanik işler,
- Haberleşme sistemi,
- Yürüyen merdivenler ve sakat asansörlerinin temini ve montajı gerçekleştirilecektir.

Garaventa AG tarafından ise;

- İki adet füniküler aracı temini ve montajı,
- Cer motorları,
- Halat ve tekerlek hattı temini ve montajı işleri ile ilgili detaylı tasarım ve uygulama projeleri hizmetleri üstlenilecektir.

İşlerin kapsamına bakıldığında, on temel kaza tipinin de incelenebilmesi ve risk değerlerinin belirlenebilmesi için yeterli iş kalemi olduğu görülmektedir. Tablo 7.2 ve 7.3'te incelenen projeyle ilgili ayrıntılı bilgiler verilmektedir.

Tablo 7.2 İncelenen Projeye dair Genel Bilgiler

İşin Adı: Taksim-Kabataş Füniküler Sistemi İnşaat Ve Elektro-Mekanik İşler İnşaatı
Müteahhidin Adı : Yapi Merkezi İnş. Ve San. A.Ş. Garaventa Ag Konsorsiyumu
Birinci Keşif Bedeli: 18,575,025,997.065 TL 12,376,588.20 ABD Doları
İhale Tarihi : 22/01/2002
İhale Tenzilatı: TL % 33.264 ABD Doları %21.246
İhale Bedeli: 12,895,263,538,107 TL 9,800,159.24 Abd Dolari
İşin Yaklaşik Toplam Bedeli: 44 Trilyon Tl (31/05/2004)
Yapi Merkezi TL Kismi: 12,895,263,538,107 Tl
Yapi Merkezi ABD Doları Kismi: 3,216,252.61 Abd Dolari
Doppelmayr ABD Doları Kismi: 6,583,906.63 Abd Dolari
Belediye Encümeni İhale Karari Tarihi: 28/05/2002
Sözleşme Tarihi Ve No.su: 12/07/2002 – 11400
Sözleşmenin Sayıştayca Tescil Tarihi: 05/08/2002
Tescilin Müteahhide Tebliğ Tarihi: 13/08/2002
İşyeri Teslim Ve İşe Başlama Tarihi: 23/08/2002
Sözleşmeye Göre İşin Süresi: 18 Ay
Sözleşmeye Göre İşin Bitim Tarihi: 22/02/2004
Verilen 1. Süre Uzatımı: 102 Gün
Süre Uzatimina Göre İşin Bitim Tarihi 03/06/2004
Verilen 2. Süre Uzatımı: 294 Gün
Süre Uzatimina Göre İşin Bitim Tarihi: 27/03/2005

Tablo 7.3 İncelenen Projenin Teknik Özellikleri

Sistemin toplam uzunluğu	**: 647mt**
Toplam tünel uzunluğu	: 544mt
Kabataş istasyonu merdiven bölgesi (aç-kapa)	: 22mt (eksende)
Kabataş istasyonu istasyon ve tünel şaftı	: 52mt (eksende)
Tek hat tüneli-tip A3 (km:0+068,30-0+107,20)	: 38mt
Tek hat tüneli tip A2 (km:0+107,20-0+217,19)	: 110mt
Çift hat tüneli-tip B (km:0+217,19-0+417,19)	: 200mt
Tek hat tüneli-tip A2 (km:0+417,19-0+560,87)	: 144mt
İstasyon tüneli-tip C (km:0+560,87-0+612,67)	: 52mt
Taksim istasyonu metro bağlantı bloğu (aç-kapa)	: 28mt (eksende)
İstasyon sayısı	: 2 adet (taksim ve Kabataş)
Kabataş istasyonu Ray Kotu	: -11,10m
Taksim istasyonu Ray Kotu	: +63,85m
İstasyonlar arası kot farkı	: 74,95m
Maksimum Eğim	: %22,19
Toplam Uzunluk	: 646,625m
Toplam Derin temel uzunluğu	:544,374m
Peron Boyu	:40m

İşin kontrol hizmetleri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Daire Başkanlığı Teknik İşler Müdürlüğü tarafından yapılacaktır. Şantiyede yapılan inceleme sırasında, tünel imalatında devam etmekte olan işler;

- Betonarme kabuk imalatı,
- Bazı küçük hacimli kazı işleri,
- Taksim istasyonu betonarme imalat işleri,
- Kabataş istayonu betonarme imalat işleri
- Tünel içi yalıtım işleridir.

7.3.2 Ana Hatlarıyla İncelenen Firmanın İş Güvenliği Yönetimine Bakışı

Genel olarak, şantiyede verilen eğitim kapsamında, yapı merkezinin iş güvenliği konusunda koymuş olduğu hedefler ve bu hedeflere ulaşmak için belirlenmiş olduğu kurallar aşağıda açıklanmıştır. Bu açıklamanın veriliş nedeni, ana hatları ile yapı merkezinin iş güvenliğine bakışını ortaya koymaktır. Bu bölümde tüm verilen bilgiler yapı merkezinin sistemine ait bilgilerdir.

Firma tarafından verilen bilgiler uyarınca, işçi sağlığı ve iş güvenliği politikalarının sıfır kazalı çalışma felsefesine dayandığı öğrenilmiş olup, bunun için şirket politikasının ana eksenleri arasında

-Sıfır kaza hedefini başaracak bilgi ve motivasyona sahip olmak

-İş yapılan ülkelerde , yapı merkezi işçi sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemi içinde belirtilen hususlarla ilgili kanun ve yönetmeliklere uymak

-Taşeronların ve çalışanların tehlikelere duyarlı ve işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda bilinçli olmasını sağlamak

-Taşeron ve tedarikçileri seçerken onların işçi sağlığı ve iş güvenliği yaklaşımlarını dikkate almak sayılmaktadır.

Bu temel hususlar uyarınca firmada iş öncesi risk değerlendirmesi yapılmadan ve işin risk seviyesine karar verilmeden işe başlanmayacağı, her çalışanın yaptığı iş konusunda eğitileceği ve yetkinlik kazanacağı, risk değerlendirmesine ve saha gerekliliklerine uygun olarak kişisel koruyucu malzeme kullanılacağı, potansiyel acil durum senaryolarına göre hazırlanan acil durum müdahale planlarının işe başlamadan önce hazır bulundurulacağı ve herkesin güvenli olmayan işi durdurma zorunluluğu olduğu belirtilmiştir.

Firmanın risk analiz sistemine bakıldığında ise inşaat sektöründe de çok sık kullanılan Risk Matrisi (5x5) yönteminin kullanıldığı görülmüştür. Firmanın risk analizi yöntemine dair genel ilkelerine EK H'de yer verilmektedir. OHSAS 18001'in ana unsurlarıyla, incelenen firmadaki sistem karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken, yetkililerle yapılan konuşmalar, incelenen dokümanlar esas alınmıştır. Ortaya koyulmuş olan politikada, sürekli iyileştirme taahhüdünün açıkça yer almıyor olması OHSAS 18001'e uygun bir dokümantasyon hazırlama çabasına uygun düşmemektedir. Ayrıca, doküman olarak OHSAS 18001'e uyum sağlamanın başlı başına İSG konusunda başarıyı getireceği inancı doğru değildir. Çünkü bu durum İSG sistemini atıl bir hale getirmektedir. Yönetimin, İSG sistemine entegrasyonu arttırılmalı, gerekli revizyonların yapılmasında yönetimde beklemelere son verilmelidir.

Ayrıca koyulan hedeflerin, çok genel olmasından kaçınılmalıdır. Yaptığımız incelemede hedefler konusunda yönetime verilen bilgi, kaza sayısı ve verilen eğitim süresidir. Bu durum koyulan hedeflerin sistem üzerinde iyileştirme baskısı yapmasını engellemektedir. Bu ve benzeri kapsamlı karşılaştırmalar tezin kapsamı dışında olup, bu bölümde firmanın risk analizi yönteminden kısaca söz edilecek ve kimi yorumlarla saptanan eksiklikler belirtilecektir.

Firmada risk değerlendirmesinde kullanılan kaza olasılığı kriteri için aşağıda verilen puan cetvelleri doğrultusunda puanlama yapılmaktadır:

- Çok yüksek olasılık (proje süresince oluşması bekleniyor, kontrol sistemi yok) ise 5,

- Yüksek olasılık (proje süresince oluşması mümkün. Kontrol edilebileceği kesin değil veya kontroller sınırlı ve yetersiz olabilir) ise 4,

- Orta olasılık (proje boyunca oluşması mümkün ama beklenmiyor. Kontrol edilmemesi çok küçük olasılık) ise 3,

- Düşük olasılık (proje boyunca oluşması beklenmiyor, yeterli kontrol sağlandı) ise 2,

- çok düşük olasılık (proje boyunca olasılığın ortadan kaldırıldığı düşünülüyor. Kontrol sistemi mevcut) ise 1.

Kaza Şiddeti (etkisi) için kullanılan kriterler ise aşağıdaki gibidir:

- Ölümle sonuçlanması mümkün kaza hukuki davalara neden olabilecek konular için 5,

- Uzuv kaybı, önemli kırıklar, elektrik çarpması sonucu ciddi yaralanmalar kısa yada uzun vadede meslek hastalığına neden olabilecek durumlar yasal yükümlülük getiren olaylar için 4,

- İş kaybına neden olan kaza (beyin sarsıntısı, ciddi burkulmalar veya kas zedelenmeleri, ufak kırıklar) için 3,

- Ufak yaralanma, basit ilk yardım gerektirecek durum, açık yaralar, bel incinmesi, orta dereceli yanıklar için 2,

- Ufak kesik ve yaralanma, incinme, burkulma, önemsiz kayıplar için 1.

Bu kriterler kullanılarak Risk = olasılık x etki (şiddet) formülünden hareketle risk matrisi oluşturulmuştur. Risk ve tehlike analizi yöntemlerinin anlatıldığı Bölüm 4'te ayrıntılı bir şekilde anlatıldığı ve o bölümde anlatılan yöntemin hemen hemen aynısı olduğu için matrisler burada verilmemiştir. Birim yöneticileri tarafından gerekli görülmesi ve/veya iş görülen yer veya ülke koşullarının zorunlu kılması durumunda, yukarıda verilen kriterler dışında da kriterler eklenebileceği söylenmiştir. Puanlamanın mümkün olduğunca objektif olması için, birimin İSİG sorumlusu ve

birim yöneticisinin yapacağı ayrı ayrı puanlamanın yanı sıra bir-iki kişi tarafından puanlama yapılması önerilmektedir. Farklı kişiler tarafından yapılan puanlama sonuçlarının ortalaması alınarak, nihai puanlar tam sayı olarak belirlenir. Nihai puanların çarpımı alınarak, öncelik derecesinin objektif biçimde değerlendirilmesi için bir baz oluşturulur. Elde edilen veriler birim yöneticisi ve İSİG sorumlusu tarafından gözden geçirilerek, nihai öncelik derecesi belirlenir.

Şantiyede İSG mühendisi ile yapılan konuşmalar sonucu, İSG mühendisinin firmanın uyguladığı risk analiz sitemine dair bazı eleştirilerinin olduğu tespit edilmiştir. İSG mühendisi, uygulamada 5x5'lik matrisin kullanılmasının, sorunlar yarattığını belirtmiş ve 3x3'lük matrisin kullanılmasının eski deneyimlerine dayanarak daha verimli olduğunu ifade etmiştir. İSG mühendisi özellikle, olasılık tanımlamasında 5 notunun verilme kriterlerinin İSG'nin ana felsefesine uygun düşmediğini belirtmiştir. Etkide 5 notu için, Çok yüksek olasılık (proje süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok) tanımı yapılmıştır. İSG mühendisi, risk değerlendirmesi revizyonlarının yapılması için firmanın fazla zorlayıcı olmadığını belirtmiştir. Ayrıca, risk değerlendirmesinin amacının iyileştirme olması gerektiğinin üzerinde durmuştur. Yukarıdaki eleştiriler, deneyimli bir İSG mühendisine aittir ve bu sebeple göz ardı edilmemelidir. Daha önceki bölümlerde de sözü edildiği üzere, risk matrisi yaklaşımı uygulamada ya daha küçük ölçeğe (3x3'e örneğin) indirgenmekte, ya da olasılık tanımlamaları yapılırken, benzer inşaatlarda gerçekleşen geçmiş istatistiklerden yararlanılmamaktadır. Tez kapsamında sunulan bulanık kural tabanlı risk analizi yönteminde, şantiyedeki iş güvenliği uzmanlarının tek yapmaları gereken, ellerindeki kontrol listeleriyle haftalık veya kimi durumlarda günlük denetimlere çıkmalarıdır. Ancak bu denetimler öncesinde, şantiyede iş güvenliğinden sorumlu veya sahada çalışan kişilerin alınması gereken önlemlerin ağırlıklarını belirlemek için ikili karşılaştırma formlarını doldurmaları, sonrasında bunların ortalamalarının alınması suretiyle her bir önlem için önem ağırlığının baştan belirlenmesi önerilmektedir. Ayrıca uygulamada, tezde sunulan kontrol listesinde bulunmayan bazı kaza tipleri için de kontrol listeleri oluşturulabilir ve benzer şekilde alınması gereken önlemlerin ağırlığı belirlenebilir. Bu noktada tek eksiklik, bu kaza tipleri için Kaza Olabilirliği parametresine dair geçmiş istatistiklerin yetersiz olması olacaktır. Bu noktada Kaza Olabilirliği için, uzmanların kendi deneyimlerinden yola çıkarak sözel ifadeler kullanması ve bunlara üyelik dereceleri ataması şeklinde bir yöntemle sorun

çözülebilir. Ayrıca iş güvenliği ve uygulama sorumluları Kaza Şiddeti için kendileri de bir müzakere yapabilir ve kendi deneyimlerinden yola çıkarak, her bir kaza tipi için KŞ parametresini kendileri belirleyebilirler. Tez kapsamında sunulan KŞ değerleri konusunda deneyimli beş uzman tarafından hazırlanmış olup güvenilir olsa da, uygulamada farklı değerler verilmemesi için bir neden bulunmamaktadır.

7.3.3 Risk Analizi Yönteminin Uygulanması

İncelenen şantiyeye 4 kişilik bir ekip ile 5 hafta boyunca gidilmiş, şantiyenin tanındığı, genel bilgilerin alındığı, iş güvenliği yönetim sisteminin incelendiği ve ilk teftişin yapıldığı ilk haftanın ardından beş hafta boyunca birer gün süren teftişler gerçekleştirilmiştir. Bu gerçekleştirilen teftişlerde, kontrol listesi doldurulmuş, ağırlıklara göre puanlamalar yapılmış ve her kaza tipi için GD parametresinin sayısal verileri elde edilmiştir. Bu bölümde, sistemin nasıl çalıştığını göstermek için kolaylık olması itibariyle, beş haftanın ortalaması alınarak bulunan sayısal veriler kullanılarak Risk Düzeyi hesaplanacaktır. Ancak şantiyelere önerilen her hafta Risk Düzeyini belirlemeleri ve bunlar arasında karşılaştırmalar yapmak suretiyle gerekli düzenlemeleri, düzeltici faaliyetleri gerçekleştirmeleridir. EK I'da, beş hafta boyunca, her iş güvenliği başlığı için elde edilen puanlar, bu puanlardan yola çıkarak her kaza tipi için bulunan sayısal GD puanları, ve bu puanlar kullanılarak hesaplanan RD değerleri bulunmaktadır. Şantiyede gerçekleştirilen bulanık kural tabanlı risk analizi yönteminde aşağıdaki sıralama izlenmiştir:

1. Tünel şantiyelerinde her kaza için Kaza Olabilirliği (KO) değerleri alınmıştır (bakınız EK D)

2. Her kaza tipi için Kaza Şiddeti (KŞ) değerleri alınmıştır

3. Hazırlanan kontrol listesi yardımıyla her kaza tipi için İş Güvenliği Düzeyi (GD) değerleri belirlenmiştir.

4. Her kaza tipi için girdi parametreleri KO, KŞ ve GD için üyelik dereceleri belirlenmiştir.

5. Bu üyelik derecelerine karşılık gelen kurallar, 150 kuraldan oluşan kural tabanlı sistem kütüphanesinden seçilmiştir.

6. VE operatörüne karşılık gelen MIN bulanık çıkarım yöntemiyle tek tek kurallar değerlendirilmiş ve bu şekilde her kural için en düşük üyelik derecesi seçilmiştir.

7. Her kaza tipi için kullanılan kurallar karşılaştırılarak, çıktı parametresi aynı üyelik fonksiyon olanlar arasından MAKS çıkarım yöntemiyle en büyük üyelik dereceli olan seçilmiştir. (En düşük değerlerin en büyüğü)

8. Farklı çıktı parametresi üyelik fonksiyonları harmanlama yöntemiyle toplanmıştır. Bir başka ifadeyle grafiksel olarak üyelik fonksiyonlarının birleşimi alınmıştır.

9. Birleşimi alınan şekillerin X ekseni üzerindeki ağırlık merkezleri bulunarak, z* değerine ulaşılmıştır, bir başka ifadeyle durulaştırma işlemi yapılmıştır.

10. Bulunan bu z* değerinin RD üyelik derecesi bulunmuştur.

Anlatılan bu yöntem ışığında, aynı sıralamayı izleyerek, şantiyeden elde edilen sonuçların analizine başlanabilir. Tablo 7.4'te, tünel inşaatları için farklı kaza tiplerinin KO değerleri, farklı kaza tipleri için KŞ değerleri ve kontrol listesi kullanılarak ve beş haftanın ortalaması alınarak bulunan GD değerleri yer almaktadır. GD değerlerinin nasıl bulunduğuna dair ayrıntılı hesaplamalar EK I'da yer almaktadır. Tablo 7.4'te yalnızca beş haftanın her kaza için ortalama değerleri alınmıştır. Tablo'da ayrıca girdi parametrelerinin sayısal değerlerine karşılık gelen ve üyelik fonksiyonları yardımıyla bulunan üyelik dereceleri de yer almaktadır. Üyelik fonksiyonlarının nasıl bulunduğu tüm kaza tipleri için grafiksel olarak gösterilecektir.

Tablo 7.4 İncelenen Tünel İnşaatı için KO, KŞ ve GD değerleri

	Kaza Olabilirliği (KO)		**Kaza Şiddeti (KŞ)**		**Güvenlik Düzeyi (GD)**	
	Sayısal Değerler	μ_{KO}	Sayısal Değerler	$\mu_{KŞ}$	Sayısal Değerler	μ_{GD}
Yüksekten Düşme	9.62	0.08/Görece Düşük + 0.92/Orta	8.4	0.6/Şiddetli + 0.4/Çok Şiddetli	***6.30***	1/Orta
Elektrik Çarpması	0	1/Çok Düşük	6.7	0.70/Şiddetli + 0.30/Orta	***9.26***	0.74/Yeterli + 0.26/Tamamen Güvenli
Malzeme Düşmesi	42.31	1/Çok Sık	6.5	0.5/Orta + 0.5/Şiddetli	***7.66***	0.34/Orta + 0.66/Yeterli
Yapı Makinalarındaki Kazalar	7.69	0.46/Görece Düşük + 0.54/Orta	5.7	1/Orta	***8.44***	1/Yeterli
Şantiye içi Trafik Kazaları	5.77	0.85/Görece Düşük + 0.15/Orta	4.9	1/Orta	***5.66***	0.34/Yetersiz + 0.66/Orta
Yapı Kısmının Kısmen veya Tamamen Çökmesi	0	1/Çok Düşük	7	1/Şiddetli	***9.95***	0.05/Yeterli + 0.95/Tamamen Güvenli
Kazı kenarı göçmeleri	1.92	0.39/Çok Düşük + 0.61/Düşük	8.3	0.7/Şiddetli + 0.3/Çok Şiddetli	***7.96***	0.04/Orta + 0.96/Yeterli
Patlayıcı madde kazaları	15.38	0.46/Orta + 0.54/Sık	6.75	0.25/Orta + 0.75/Şiddetli	***8.89***	1/Yeterli
Malzeme sıçraması kazaları	0	1/Çok Düşük	4.15	1/Orta	***8.60***	1/Yeterli
Diğer tip kazalar	17.31	0.27/Orta + 0.73/Sık	3.6	0.4/Hafif + 0.6/Orta	***7.07***	0.93/Orta+ 0.07/Yeterli

Tablo 7.5'te ise beş hafta boyunca yapılan kontroller sonucu elde edilen GD değerleri her hafta için tek tek verilmektedir.

Tablo 7.5 Farklı Kaza Tipleri için Hesaplanan GD değerleri

	AĞIRLIKLANDIRILMIŞ PUANLAR (1-10)					
	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	ORTALAMA
Yüksekten Düşme	7.03	6.04	6.25	5.41	6.76	***6.30***
Elektrik Çarpması	9.52	9.26	9.56	8.88	9.07	***9.26***
Malzeme Düşmesi	8.12	7.10	8.12	7.11	7.86	***7.66***
Yapı Makinalarındaki Kazalar	8.81	8.92	8.73	8.01	7.74	***8.44***
Şantiye içi Trafik Kazaları	6.62	5.85	5.28	5.53	5.02	***5.66***
Yapı Kısmının Kısmen veya Tamamen Çökmesi	9.72	10.00	10.00	10.00	10.00	***9.95***
Kazı kenarı göçmeleri	9.07	8.63	5.54	8.33	8.23	***7.96***
Patlayıcı madde kazaları	8.57	8.77	9.11	9.11	8.91	***8.89***
Malzeme sıçraması kazaları	7.59	9.43	9.56	7.38	9.06	***8.60***
Diğer tip kazalar	7.34	8.13	5.86	7.11	6.88	***7.07***

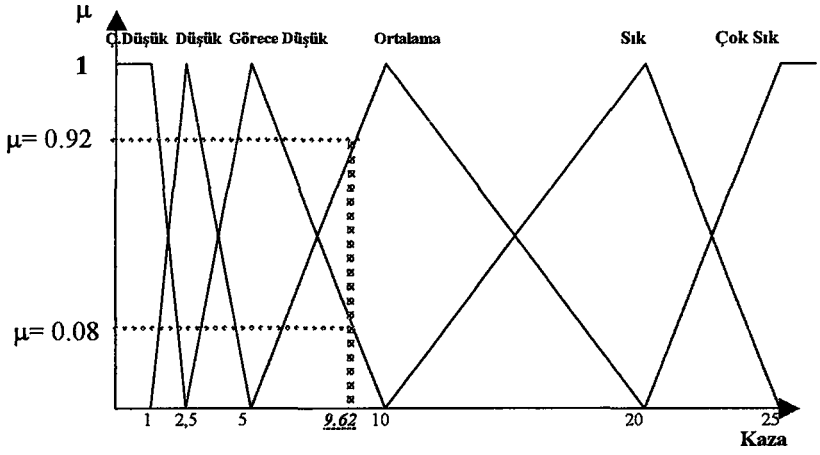
Bu söylenenlerle birlikte, yukarıda on başlıktan oluşan metodolojinin ilk dört başlığı tamamlanmış olmaktadır. Hesaplamalar bölüm boyunca tüm kaza tipleri için gösterilecek ve yöntemin diğer başlıkları da sırasıyla gerçekleştirilecektir. Elde edilen Risk Düzeyi değerleri ve bunlara karşılık gelen üyelik dereceleri, bölümün sonunda verilecek ve tartışılacaktır.

7.3.3.1 Yüksekten Düşmeler için Yapılan Risk Analizi

Yüksekten düşmelere karşı alınması gereken önlemler, hazırlanan kontrol listesi yardımıyla bulunmuş GD parametresinin beş haftalık ortalamasının sayısal değerinin 6.30 olduğu görülmüştür. Tünel inşaatlarında geçmiş olaylardan yararlanarak hazırlanan istatistiklere bakıldığında, bu tip şantiyelerdeki yüksekten düşme tipindeki kazaların oranının %9.62 olduğu görülmektedir. Yüksekten düşmeler için uzmanlar tarafından doldurulan formlar yardımıyla elde edilen KŞ değeri ise 8.4'tür. Şu haliyle bu rakamlar herhangi bir anlam ifade etmemekte olup, hepsinin bulanık üyelik fonksiyonları yardımıyla, üyelik derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 7.4'te verilen üyelik derecelerinin nasıl bulunduğu şekil üzerinde anlatılacaktır. Şekil 7.2'de KO için üyelik derecelerinin nasıl bulunduğu gösterilmektedir.

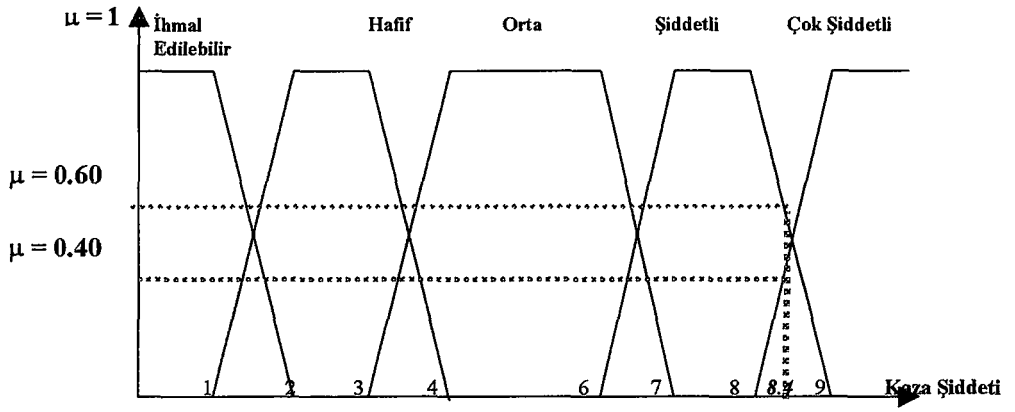
Şekilden de görüleceği üzere sayısal 9.62 değerine karşılık gelen üyelik fonksiyonlarının değerleri 0.92 ve 0.08 olarak bulunmaktadır. Bir başka ifadeyle 9.62 değeri tek bir kümeye değil, iki kümeye birden, farklı üyelik dereceleriyle üye olmaktadır ve hem görece düşük hem de ortalama olarak değerlendirilebilir. Ancak

ortalama üyelik fonksiyonuna üyelik derecesi daha yüksek olduğundan, 9.62 değerini sözel olarak ifade ettiğimizde biraz düşük olsa da, büyük oranda ortalamaya yakın şeklinde ifade edebilir veya %92 oranında ortalama kümesine, %8 oranında ise görece düşük kümesine üyedir diyebiliriz.



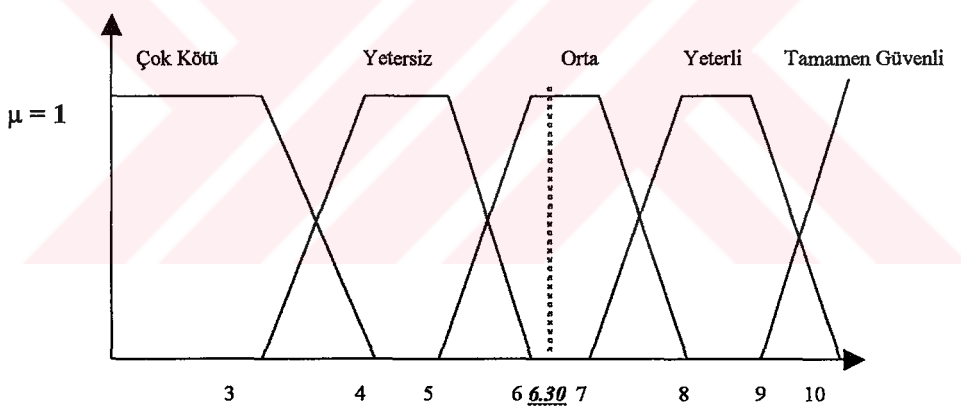
Şekil 7.2 Yüksekten Düşmeler için KO Üyelik Derecelerinini Bulunması

Benzer şekilde bir hesaplama, Kaza Şiddeti için de yapılacaktır. Şekil 7.3'te de görüleceği üzere 8.4'lük KŞ değerine karşılık gelen üyelik dereceleri aynı yöntemle bulunacaktır. Bunun için, KŞ için sözel üyelik fonksiyonlarının yardımı ile benzer şekilde üyelik dereceleri tanımlanabilir. Uzman görüşleri sonucu elde edilen KŞ değerine karşılık gelen sözel ifadeler veya sözel üyelik fonksiyonları Şiddetli ve Çok Şiddetlidir. Grafik üzerinden de görüleceği üzere 8,4 sayısal ifadesi, hem çok şiddetli hem de şiddetli anlamına gelmekte, ancak üyelik dereceleri farklı olmaktadır. Yapılan hesaplama ile 8.4 sayısal ifadesinin sözel olarak, %40 Çok Şiddetli, %60 Şiddetli olduğu görülmektedir. Şantiyelerde çalışan kişilere sorulduğu zaman, gerçekten de, yüksekten düşmeler için tam bir karar veremedikleri görülmekte, "bazen çok kötü sonuçlar doğurur, bazen daha az arasında net olarak ifade etmek zor" şeklinde ifadelerle karşılaşılmaktadır. Tez yazarının şantiyelerdeki deneyim, birikim ve gözlemlerinden de çıkaracağı sonuç, uzmanlar heyetinin verdiği puanların ortalaması ile bulunan 8.4 sayısal değerine ve buna karşılık gelen sözel ifadelere oldukça yakındır.



Şekil 7.3 Yüksekten Düşmeler için KŞ Üyelik Derecelerinin Bulunması

Şantiyede yapılan kontroller ve kullanılan kontrol listesi yardımıyla bulunan GD değeri ise yüksekten düşmeler için 6.30 değerini almaktadır. Bu sayısal ifadenin de sözel olarak ifade edilebilmesi, bir başka ifadeyle iş güvenliği önlemlerinin ne derece alınıp alınmadığının sözel olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Şekil 7.4'te diğer parametrelere benzer şekilde üyelik dereceleri bulunmuştur.



Şekil 7.4: Yüksekten Düşmeler için GD Üyelik Derecesinin Bulunması

Şekilden de görüleceği üzere, kontrol listeleri yardımıyla bulunan 6.30 puanı, orta üyelik fonksiyonuna tam üyedir, bir başka ifadeyle üyelik derecesi 1'dir. Sözel ifade olarak ise şu söylenebilir, şantiyede yüksekten düşmelere ilişkin alınan iş güvenliği önlemleri ortalama düzeydedir. Ortalamanın ne anlama geldiği, GD parametresinin açıklandığı Bölüm 6'de yer almaktadır.

Üyelik derecelerinin bulunmasının ardından bir üst aşamaya geçilebilir, şimdi yapılması gereken, bu üyelik derecelerini kullanabileceğimiz kuralları, 150 kuraldan oluşan bulanık kural tabanlı sistemden almaktır. Tablo 7.6'da kullanılacak kurallar ve kural numaraları verilmektedir.

Tablo 7.6: Yüksekten Düşme Risk Düzeyi için Kullanılan Kurallar

		KO		KŞ		GD		Risk Düzeyi
Kural # 68	Eğer	Görece Düşük	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 73	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 93	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 98	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli

Kurallara bakıldığı zaman, tüm farklı üyelik derecelerinin hesaba katıldığı ve bunların tüm kombinasyonlarına kurallarda yer verildiği görülecektir. Bu aşamada yapılması gereken, MIN işlemi yaparak, tek tek her kuralda VE ifadesiyle birbirine bağlanan girdi parametrelerinin minimum değerlerini bulmaktır. Sonraki aşamada ise, aynı çıktı parametresi değerlerinin en büyük değeri MAKS işlemi yapılarak bulunacaktır. Burada yapılan işlem aşağıdaki formül ile ifade edilebilir.

$$\max(\min(\mu_{KO}(x_1), \mu_{KŞ}(x_2), \mu_{GD}(x_3))) \quad (7.1)$$

Formülün uygulanması ise Şekil 7.5'te görülmektedir:

	KO üyelik derecesi	KŞ üyelik derecesi	GD üyelik derecesi	Bulanık VE işlemi (MIN)
Kural # 68	0.08	0.40	1	***0.08 Orta Düzeyde Riskli***
Kural # 73	0.08	0.60	1	0.08 Orta Düzeyde Riskli
Kural # 93	0.92	0.40	1	0.40 Riskli
Kural # 98	0.92	0.60	1	***0.60 Riskli***

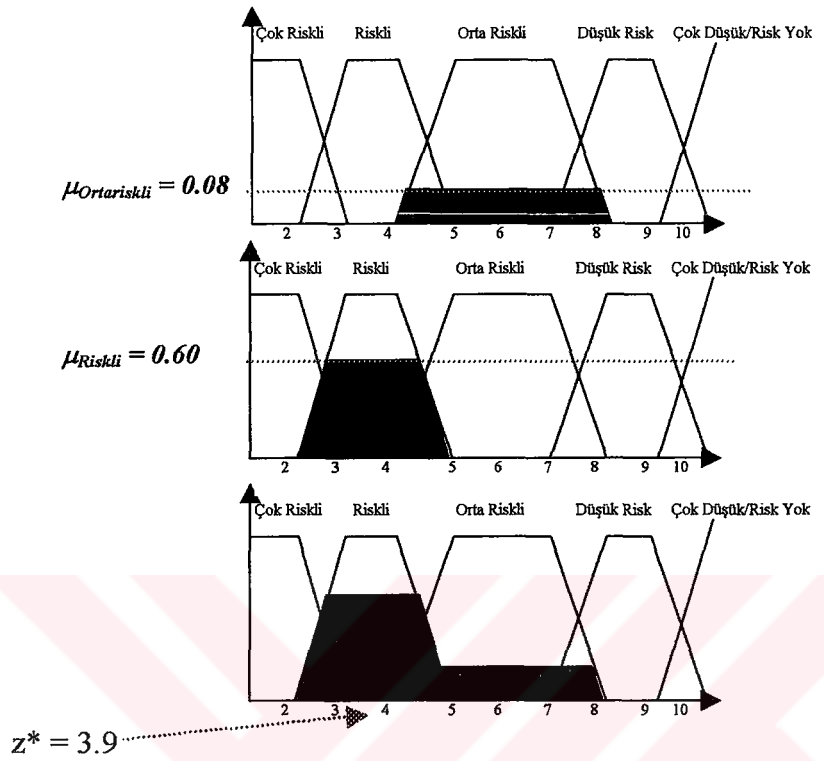
Her farklı değişken için en büyük değeri al

En Küçük Değeri al

Şekil 7.5: Bulanık MIN ve MAKS Operatörleri ile Çıkarım Yöntemi

Şekil 7.5 incelendiğinde, yatayda yol alırken en küçüğün seçildiği görülecektir. Örneğin, Kural 68 için girdi parametreleri 0.08, 0.40 ve 1 değerini almışlardır. Bunlar arasından en küçük değer olan 0.08 seçilecektir. Öte yandan çıktı parametresi olan Risk Düzeyi için iki farklı sözel ifadenin bulunduğu görülecektir. MAKS işlemi yapılırken, her sözel ifade kendi içinde işleme tabi tutulacaktır, buna göre Orta Derecede Riskli için tek bir üyelik derecesi olduğu için 0.08 alınacak, ancak Riskli üyelik fonksiyonu için iki farklı üyelik derecesinden büyük olanı, 0.60 alınacaktır. Bundan sonraki aşamada ise Orta Düzeyde Riskli üyelik fonksiyonunu, 0.08 üyelik derecesindeki λ kesimi ile, Riskli üyelik fonksiyonunun 0.60 üyelik derecesindeki λ

kesiminin bileşkesi alınacak, bir başka ifadeyle grafiksel olarak bu iki küme üst üste bindirilecektir. Bu işlemin nasıl yapıldığı Şekil 7.6'da görülmektedir.

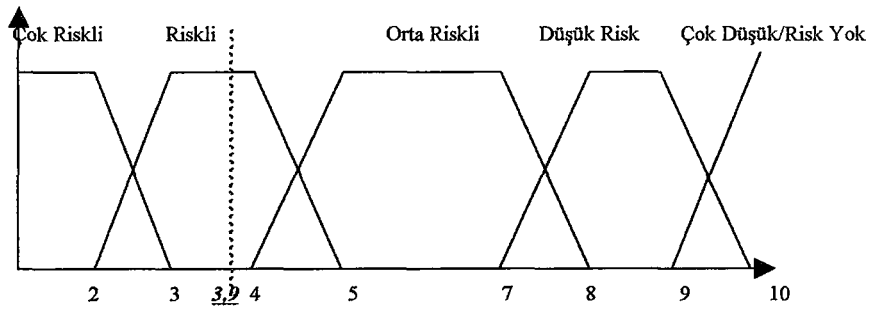


Şekil 7.6: Bulanık Harmanlama (Aggregation) ve Durulaştırma İşlemleri

Şekilden de görüleceği gibi, iki küme üst üste bindirilerek bileşkesi alınmış, bir başka ifadeyle bulanık harmanlama yöntemi ile yeni bir küme elde edilmiştir. Sonraki aşamada ise durulaştırma işlemi yapmak gerekmektedir. Durulaştırma işlemi yapılırken bileşke alanın ağırlık merkezi hesaplanacaktır:

$$\text{Ağırlık Merkezi} = z^* = \frac{\int z\,\mu_c(z)dz}{\int \mu_c(z)dz} \qquad (7.2)$$

Harmanlama ve durulaştırma işlemleri MATLAB 6.5 programı kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiş ve z* değeri elde edilmiştir. Durulaştırma sonucunda ortaya çıkan bir bulanık değer olmayıp, sayısal bir değerdir. Bu sayısal değerin de, sözel ifadelere tercüme edilmesi, çıktı parametresi olan Risk Düzeyi'nin sözel üyelik fonksiyonları yardımıyla ifade edilebilmesi gerekmektedir. Bunun için de, girdi parametrelerinde izlenen yol izlenecek ve üyelik dereceleri bulunacaktır. Şekil 7.7'da durulaştırma işlemi sonucunda bulunan z*= 3.9 sayısal ifadesi, Risk Düzeyi üyelik fonksiyonları yardımıyla sözel ifadeye dönüştürülmüştür.

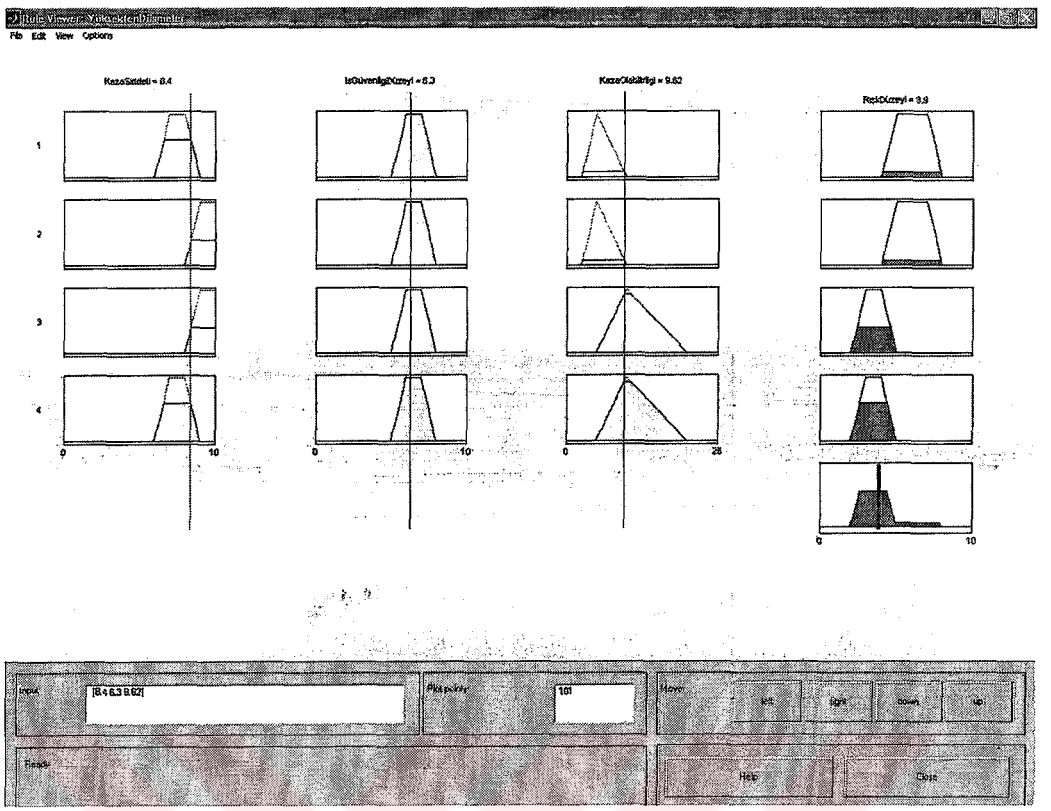


Şekil 7.7 z* Değerinin Risk Düzeyi Üyelik Kümeleri ile İfade Edilmesi

Şekilden görüleceği üzere 3.9 sayısal ifadesi %100 üyelik derecesi ile Riskli kümesine aittir. Bir başka ifadeyle yapılan risk analizi sonucunda, incelenen şantiyenin yüksekten düşmeler bakımından %100 riskli olduğu saptanmıştır. Yapılan risk analizi için MATLAB 6.5 çıktısı ise Şekil 7.8'de gösterilmektedir. Tüm kaza tipleri için benzer hesaplamalar yapılmış olup, bunlara dair MATLAB hesaplamaları EK J'de verilmiştir.

Risk analizi yönteminin önemli avantajlarından biri risk düzeyini sayısal olarak vermekten ziyade, sözel ve anlamlı sözcüklerle ifade etmesidir. Şantiyelerin iş güvenliği açısından puanlamaları veya derecelendirmeleri yapılırken bu yöntemin kullanılması halinde farklı kaza tipleri için ve toplamda riskli olan şantiyeler saptanabilecektir.

Analizin bir diğer çok önemli avantajı ise risk düzeyini düşüren faktörlerin, kontrol listesi üzerinden kolaylıkla saptanabilmesidir. Alınacak önlemlerin tek tek yer aldığı kontrol listesindeki, iş güvenliği önlemleri ağırlıklandırıldığından dolayı (bu ağırlıklandırmayı teftişi yapan kişi veya şantiye iş güvenliği uzmanı da yapabilir), risk düzeyini artıran (sayısal olarak ifade edildiğinde düşük puan alınmasına neden olan) iş güvenliği önlemleri kolaylıkla bulunabilecektir. Zira incelenen Kaza Olabilirliği ve Kaza Şiddeti parametrelerini düzeltme/değiştirme olanağı bulunmadığından dolayı, RD parametresine etki eden ve iş güvenliği kontrol ve denetimleri ile düzeltilebilecek, puanı yukarıya çekilebilecek parametre olarak GD kalmaktadır.



Şekil 7.8 MATLAB ile Yüksekten Düşmeler için Risk Düzeyinin Hesaplanması

Şantiyede yapılan kontrol sonuçlarına baktığımızda, yüksekten düşmeler için puanı düşüren faktörler saptanmıştır. Yüksekten düşmeler için hazırlanan kontrol listesinin oldukça fazla iş kalemi içermesi dolayısıyla, EK I'da yer verilmiş, burada yalnızca eksikliği saptanan iş güvenliği önlemleri sayılmıştır. EK I'ya bakıldığında, puanı düşüren faktörler kolaylıkla görülecektir. Her ne kadar iş güvenliği ilkelere, en küçük riskin bile ortadan kaldırılması gerektiğini söylese de, risk analizi yönteminin önemli noktalarından biri, tehlikeyi daha fazla barındıran alanlara daha fazla ağırlık vererek, o noktalardaki eksikliklerin Risk Düzeyi'ne daha fazla etkisi olmasını sapmamak ve bu vesileyle analiz sonucunda tehlikeli noktalara müdahale etme şansını yakalamaktır. O bakımdan, alınması gereken önlemleri iki karşılaştırmalar ve AHP sistematiğini kullanarak şantiye iş güvenliği sorumlusu ve saha mühendislerinin birlikte belirlemesi daha sağlıklı olacaktır. Tez kapsamında sunulan ağırlıklar, sistemin nasıl çalıştığını göstermek, konusunda deneyimli olan beş farklı uzmanın birikimlerini, bağımsız olarak seçilen bir şantiyeye uygulamak işlevini taşımaktadır. Verilen ağırlıkların kesin doğrular olduğu iddia edilmemekte, tersine, şantiye çalışanlarına birikimlerini bulanık tabanlı sisteme yansıtmaları istenmektedir. Tablo

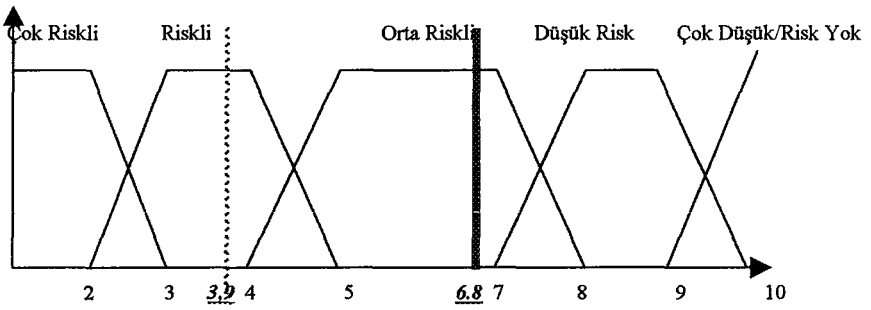
7.7'de yüksekten düşmeler konusunda şantiyenin riskli olmasında etken olan faktörler görülmektedir.

Tablo 7.7 İncelenen Şantiyede Yüksekten Düşme Riskini Etkileyen Faktörler

İskelelerde alınması gereken önlemler	
İskelelerin taşıyabilecekleri en çok ağırlık, levhalar üzerine yazılarak iskelenin uygun ve görülebilir yerlerine asılacaktır hükmü tüm iskeleler için ne ölçüde sağlanmaktadır?	%2.53
Hareketli (mobil) iskelelerin tekerlekleri çalışma anında kilitlenmekte midir, hareket ettirilirken üzerinde insan, malzeme vb. bulunması ne ölçüde önlenmektedir?	%7.62
İskelelerde görülecek arızalar derhal onarılacak, zayıf kısımlar kuvvetlendirilecek veya yenileri ile değiştirilecektir ve iskeleler üzerine moloz ve artıklar ile geçişi engelleyecek malzeme bırakılmayacaktır hükümleri ne ölçüde sağlanmaktadır.	%2.25
Asma iskelelerde çalışan işçilerin güvenlik kemeri veya cankurtaran halatı ile korunması ne ölçüde sağlanmaktadır?	%1.59
Merdivenlerde alınması gereken önlemler	
Kullanılan el merdivenlerinin basamakları ne ölçüde kaymayı önleyici özelliktedir? Tırtıklı metal basamak, düşmeyi önleyici lastik koruyucu vb. özellikler ne ölçüde mevcut ve yeterlidir? Merdiven basamakları üzerinde yağ, petrol vb. kaygan malzeme bulunmasını önlemek için temizlik ne ölçüde yapılmaktadır?	%2.16
Bozuk, kırık, eksik basamaklı el merdivenleri hizmet dışına alınıyor mu? Bunların kullanımına şantiye içinde ne ölçüde rastlanmaktadır?	%2.67
Platform ve boşluklarda alınacak önlemler	
Döşeme boşluklarında, havalandırma boşluklarında düşmelere karşı önlemler ne ölçüde sağlanmaktadır? Sabit korkuluklar var mı, korkuluklar ne ölçüde yeterlidir? Korkuluk yapılmadığı durumlarda plakalarla boşluklar ne ölçüde kapatılmaktadır?	%4.37
Kişisel Koruyucular	
Yüksekliği tabandan itibaren 3 metreden daha fazla olan ve düşme veya kayma tehlikesi bulunan yerlerde çalışanlarla, kiremit döşeyicilerine, oluk ve her türlü dış boya işleri yapanlara, gırgır vinçlerini çalıştıranlara ve kuyu, lağım, galeri ve benzeri derinliklerde çalışanlara güvenlik kemerleri verilecek ve işçiler de verilen bu kemerleri kullanacaklardır hükmü ne ölçüde sağlanmaktadır	%1.35
Toplam	**%24.55**

Tablodan da görüleceği gibi bu faktörlerin girdi parametresinin GD'ye etkisi %24,6 düzeyindedir. Tabloda verilen başlıklarda görülen eksikliklerin tamamlanmasıyla GD parametresi 6.30 noktasından 7.85 noktasına çıkacaktır. Bu kez bulanık kural tabanlı sistemde dört yerine sekiz farklı kuralı kullanmak gerekecektir. Zira, GD parametresinin bir değil iki farklı (hem orta hem de yeterli iş güvenliği düzeyi) üyeliği olacaktır. Dört yeni kural eklenip, MATLAB programında 6.30 yerine 7.85 değeri verildiğinde ise elde edilen Risk Düzeyi 6.8 olarak bulunmuştur. Bu değer de orta düzeyde risk anlamına gelmekte olup, düşük düzeye çekmek için (7 noktasına getirmek için) oldukça küçük bir çaba gerekmektedir. Bu örnekten de görüleceği gibi, şantiyede belli iş alanlarından ziyade, tüm şantiyeye dönük olarak alınması

gereken önlemlerin genel özellikleri sunulan risk analizi yöntemi ile ortaya çıkabilmektedir.



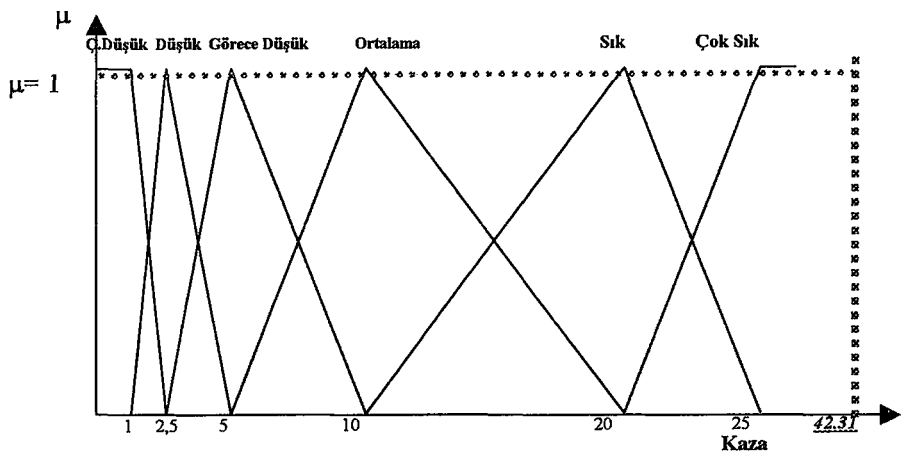
Şekil 7.9 Saptanan Temel Eksikliklerin Yerine Getirilmesi Sonrası Risk Düzeyi

7.3.3.2 Malzeme Düşmeleri için Yapılan Risk Analizi

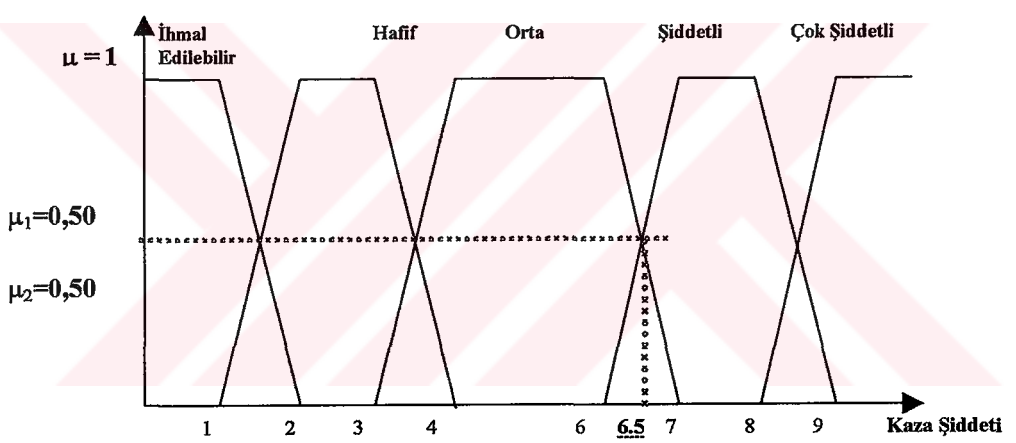
Tünel inşaatlarında oldukça sık görülen bir kaza tipi olması açısından, malzeme düşmelerine ilişkin risk analizi de örnek olarak verilecektir. Sunulan risk analiz yönteminin anlaşılması açısından, GD düzeyi diğer kaza tiplerine göre oldukça düşük saptanan Şantiye içi trafik kazalarının analizi de bir sonraki bölümde benzer şekilde anlatılacaktır.

Malzeme düşmelerine karşı alınması gereken önlemler, hazırlanan kontrol listesi yardımıyla bulunmuş GD parametresinin beş haftalık ortalamasının sayısal değerinin 7.66 olduğu görülmüştür. Tünel inşaatlarında geçmiş olaylardan yararlanarak hazırlanan istatistiklere bakıldığında, bu tip şantiyelerdeki malzeme düşmesi tipindeki kazaların oranının %42.31 olduğu görülmektedir. Malzeme düşmeleri için uzmanlar tarafından doldurulan formlar yardımıyla elde edilen KŞ değeri ise 6.5'tir. Bu sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri, Tablo 7.4'te görülecektir. Şekil 7.9'da ise KO için üyelik derecelerinin nasıl bulunduğu gösterilmektedir. Şekilden de görüleceği üzere sayısal %42.31'lik kaza oranına karşılık gelen üyelik fonksiyonu değeri 1'dir. Bir başka ifadeyle %100 çok sık sözel değişkeni kümesine aittir diyebiliriz. Benzer şekilde bir hesaplama, Kaza Şiddeti için de yapılacaktır. Şekil 7.10'te de görüleceği üzere 6,5'lik KŞ değerine karşılık gelen üyelik dereceleri aynı yöntemle bulunacaktır. Bunun için, KŞ için sözel üyelik fonksiyonlarının yardımı ile benzer şekilde üyelik dereceleri tanımlanabilir. Uzman görüşleri sonucu elde edilen KŞ değerine karşılık gelen sözel ifadeler veya sözel üyelik fonksiyonları Orta ve Şiddetlidir. Grafik üzerinden de görüleceği üzere 6.5 sayısal ifadesi, hem orta hem de şiddetli anlamına gelmekte, ancak üyelik dereceleri farklı olmaktadır. Yapılan

hesaplama ile 6.5 sayısal ifadesinin her iki sözel üyelik fonksiyonu kümesine %50'şer oranında üye olduğu görülmektedir.

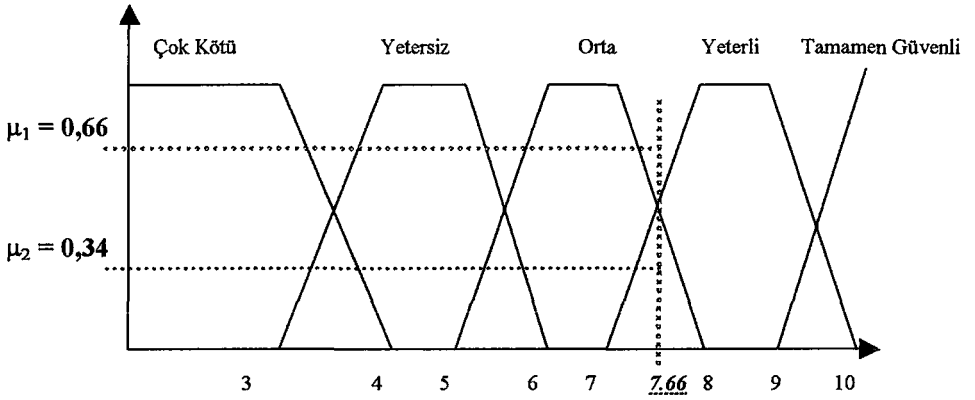


Şekil 7.10 Malzeme Düşmeleri için KO Üyelik Derecelerinini Bulunması



Şekil 7.11 Malzeme Düşmeleri için KŞ Üyelik Derecelerinin Bulunması

Şantiyede yapılan kontroller ve kullanılan kontrol listesi yardımıyla bulunan GD değeri ise malzeme düşmeleri için 7.66 değerini almaktadır. İş güvenliği önlemlerinin ne derece alınıp alınmadığının sözel olarak ifade edilmesi için ise bu sayısal değer için Orta ve Yeterli tabirleri kullanılacaktır. Şekil 7.12'de orta ve yeterli sözel üyelik fonksiyonlarına ne derecede üye olunduğu görülecektir. Şekilden de görüleceği üzere, kontrol listeleri yardımıyla bulunan 7.66 puanı, %34 oranında ortayı ifade ederken, %66 oranında ise yeterliyi ifade etmektedir. Gündelik konuşma dilinde, bu kaza tipine ilişkin, "alınan önlemler büyük oranda yeterli, ama bazı eksikler de mevcut" denebilir, şantiyedeki gözlemler de zaten bunu göstermiştir. Bu sözel ifadeler, risk analizi yöntemine rahatlıkla tercüme edilebilmektedir.



Şekil 7.12 Malzeme Düşmeleri için GD Üyelik Derecesinin Bulunması

Bu üyelik derecelerinin bulunmasıyla birlikte kural tabanlı sistem oluşturulabilir. Tablo 7.8'da kullanılacak kurallar ve kural numaraları verilmektedir.

Tablo 7.8 Malzeme Düşmeleri Risk Düzeyi için Kullanılan Kurallar

		KO		KŞ		GD		Risk Düzeyi
Kural # 138	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 139	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 143	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 144	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Orta Düzeyde Riskli

Daha önceki kaza tipinde yapıldığı gibi, bu aşamada da yapılması gereken, MIN işlemi yaparak, tek tek her kuralda VE ifadesiyle birbirine bağlanan girdi değişkenlerinin minimum değerlerini bulmaktır. Sonraki aşamada ise, aynı çıktı değişkeni değerlerinin en büyük değeri MAKS işlemi yapılarak bulunacaktır. Yapılan işlemi Tablo 7.9'da görmek mümkündür.

Tablo 7.9 incelendiğinde, tek tek her kural için, en küçük üyelik derecesinin alındığı bir kez daha görülmektedir. Örneğin, Kural 138 için girdi değişkenleri 1, 0.50 ve 0.34 değerini almışlardır. Bunlar arasından en küçük değer olan 0.34 seçilecektir. Öte yandan çıktı parametresi olan Risk Düzeyi için daha önceki örnekten farklı olarak üç farklı sözel ifadenin bulunduğu görülecektir. MAKS işlemi yapılırken, her sözel ifade kendi içinde işleme tabi tutulacaktır, buna göre Orta Derecede Riskli için tek bir üyelik derecesi olduğu için 0.50; Düşük Derecede Risk için aynı şekilde 0.50; iki kural sonucunda da aynı üyelik derecesi çıktığı için 0.34 üyelik derecesi alınacaktır. Dikkat edilirse, burada MAKS işlemine gerek kalmamıştır, zira aynı RD sözel üyelik fonksiyonları için aynı üyelik değerleri bulunmuştur. Bundan sonraki aşamada ise

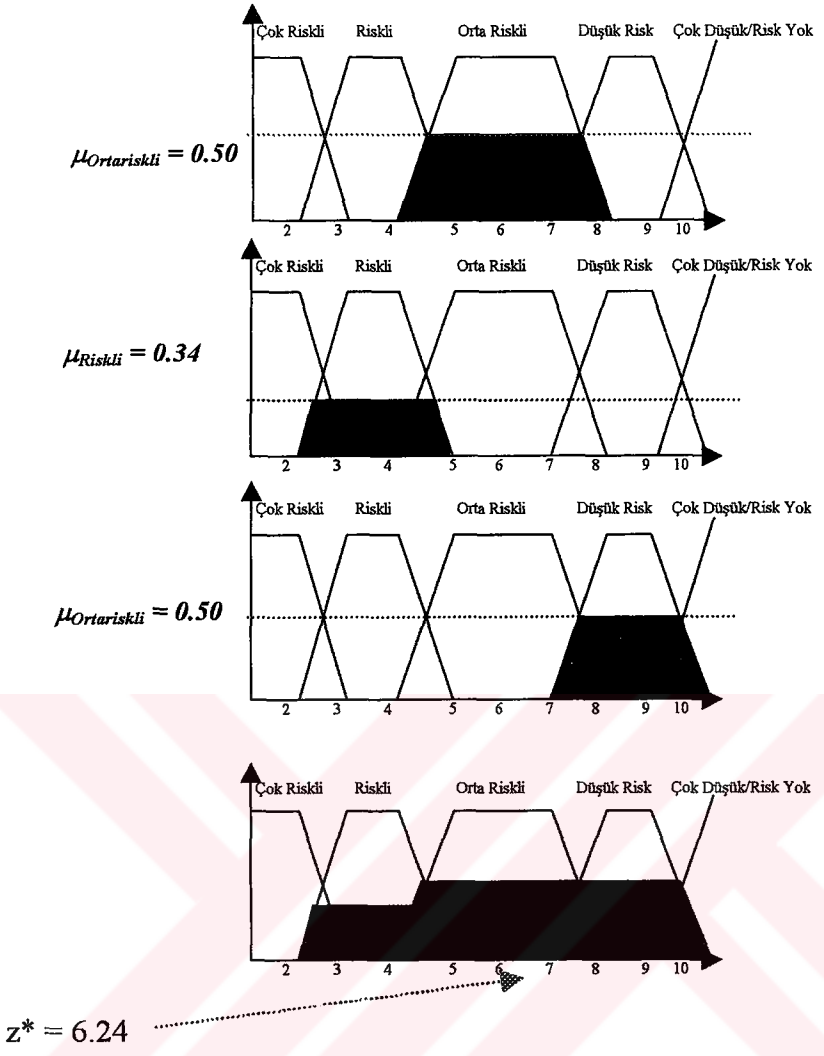
Orta Düzeyde Riskli üyelik fonksiyonunu, 0.50 üyelik derecesindeki λ kesimi, Riskli üyelik fonksiyonunun 0.34 üyelik derecesindeki λ kesimi ile Düşük Dizeyde Riskli üyelik fonksiyonunun 0.50 üyelik derecesindeki λ kesiminin bileşkesi alınacaktır. Yüksekten düşmeler tipindeki kazalar için yapılan, kümeleri üst üste bindirmek suretiyle birleştirme işlemi, burada üç farklı kümenin bileşimi şeklinde gerçekleşecektir. başka ifadeyle grafiksel olarak bu iki küme üst üste bindirilecektir. Bu işlemin nasıl yapıldığı Şekil 7.12'de görülmektedir.

Tablo 7.9 Bulanık MIN ve MAKS Operatörleri ile Çıkarım Yöntemi

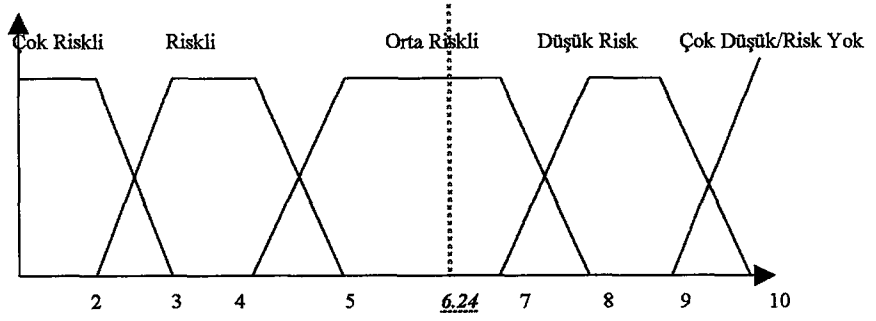
	KO üyelik derecesi	**KŞ üyelik derecesi**	**GD üyelik derecesi**	**Bulanık VE işlemi (MIN)**
Kural # 138	1	0.50	0.34	***0.34 Riskli***
Kural # 139	1	0.50	0.66	***0.50 Düşük Düzeyde Riskli***
Kural # 143	1	0.50	0.34	0.34 Riskli
Kural # 144	1	0.50	0.66	***0.50 Orta DüzeydeRiskli***

Şekilden de görüleceği gibi, bu kez üç küme üst üste bindirilerek bileşkesi alınmış, bir başka ifadeyle bulanık harmanlama yöntemi ile yeni bir birleşim kümesi elde edilmiştir. Bir sonraki aşamada ise, bu yeni birleşim kümesinin ağırlık merkezinin bulunması yoluyla durulaştırma işlemi yapılmıştır. Durulaştırma işleminde 7.2 eşitliğinde yararlanılmıştır.

Harmanlama ve durulaştırma işlemleri MATLAB 6.5 programı kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiş ve z* durulaştırılmış değeri elde edilmiştir. Durulaştırma sonucunda ortaya çıkan bir bulanık değişken olmayıp, sayısal bir değerdir. Bu sayısal değerin de, sözel ifadelere tercüme edilmesi, çıktı parametresi olan Risk Düzeyi'nin sözel üyelik fonksiyonları yardımıyla ifade edilebilmesi gerekmektedir. Bunun için de, girdi parametrelerinde izlenen yol izlenecek ve üyelik dereceleri bulunacaktır. Şekil 7.14'te durulaştırma işlemi sonucunda bulunan z*= 6.24 sayısal ifadesi, Risk Düzeyi üyelik fonksiyonları yardımıyla sözel ifadeye dönüştürülmüştür. Hesaplamalar sonucunda incelenen şantiyede Malzeme Düşmeleri için Risk Düzeyi Orta Derecede Risk olarak değerlendirilebilir.



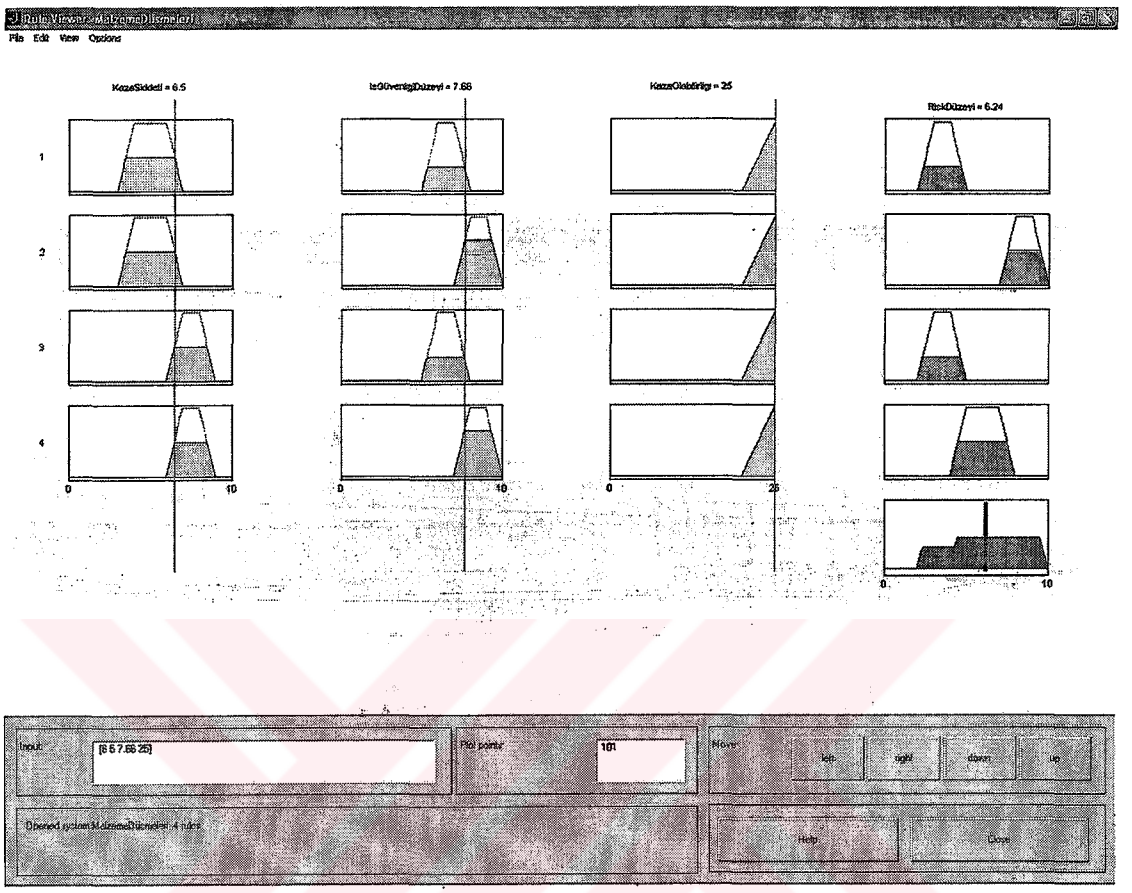
Şekil 7.13 Bulanık Harmanlama (Aggregation) ve Durulaştırma İşlemleri



Şekil 7.14 z* Değerinin Risk Düzeyi Üyelik Kümeleri ile İfade Edilmesi

Şekilden görüleceği üzere 6.24 sayısal ifadesi %100 üyelik derecesi ile Orta Derecede Riskli kümesine aittir. Bir başka ifadeyle yapılan risk analizi sonucunda, incelenen şantiyenin malzeme düşmeleri bakımından %100 orta riskli olduğu

saptanmıştır. Yapılan risk analizi için MATLAB 6.5 çıktısı ise Şekil 7.15'te gösterilmektedir.



Şekil 7.15 MATLAB ile Malzeme Düşmeleri Risk Düzeyinin Hesaplanması

Buradaki dikkat çekici hususlardan biri, şantiyede kontrol listeleri yardımıyla yapılan iş güvenliği denetimleri sonucunda, İş Güvenliği Düzeyi GD'nin 7,66 gibi sayı çıkmasına, bir başka ifadeyle alınan önlemlerin %66 oranında yeterli olmasına karşın, Risk Düzeyi'nin orta düzeyde çıkmış olmasıdır. Bundaki en büyük faktör, bu tip kazaların, tünel şantiyelerinde oldukça sık görülmesi olup, Kaza Olabilirliği'nin yüksekliği şantiyede riski artıran bir unsur olarak öne çıkmıştır. Bir başka ifadeyle, geçmiş deneyimler göstermiştir ki, tünel inşaatlarında malzeme düşmelerine bağlı kazalar çokça görülmekte, bu kazaların ortaya çıkma olasılığı bu tip şantiyelerde oldukça yüksek olmaktadır. Olasılığın veya olabilirliğin yüksekliği, alınması gereken önlemlerin de artmasını beraberinde getirmektedir. İncelenen örnekte, eğer Kaza Şiddeti de yüksek bir değerde olsaydı, bir başka ifadeyle bu tip kazalardaki geçmiş deneyimler ölümlerin veya sürekli iş göremezlikle sonuçlanan yaralanmaların sayısının çok fazla olduğunu gösterseydi, alınan önlemler Tamamen Yeterli düzeyine çekilmedikçe, Risk Düzeyi belli bir değerin altına düşemeyecekti. Tez kapsamında

sunulan risk analizi yöntemi, şantiyede farklı kaza tipleri için alınması gereken önlemlerin, verilmesi gereken önem derecelerinin saptanması ve sıfır kaza hedefine yaklaşılması için son derece etkin bir yol sunmaktadır. Daha önceki örnekte olduğu gibi, malzeme düşmeleri için Orta Düzeyde Risk'ten, Düşük Düzeyde Risk noktasına çekmek istediğimizde, kullanılan kontrol listeleri ve bu listelerdeki iş güvenliği önlem başlıklarının ağırlıkları üzerinden şantiyenin genel riskini azaltmaya dair çalışmalar yapılabilir. Bunun için Tablo 7.10 çok rahatlıkla fikir sunabilmektedir.

Tablo 7.10 İncelenen Şantiyede Malzeme Düşmesi Riskini Etkileyen Faktörler

Malzeme düşmesine karşı alınacak önlemler	Güvenlik Düzeyini Etkileme Yüzdesi
Malzemeler depolanırken, kat kat sıralanırken, istiflenirken kayma, düşme ve çökmeye karşı gerekli önlemler (önlerine engel konması, yeterli şekilde bağlama, düşme tehlikesi olan yerlere kırmızı çizgilerle uyarılar konması vs) ne ölçüde sağlanmaktadır?	%10.00
Döşeme boşluklarından malzemelerin düşmesi için alınan önlemler ne ölçüde yeterlidir?	%23.00
Toplam	**%33.00**

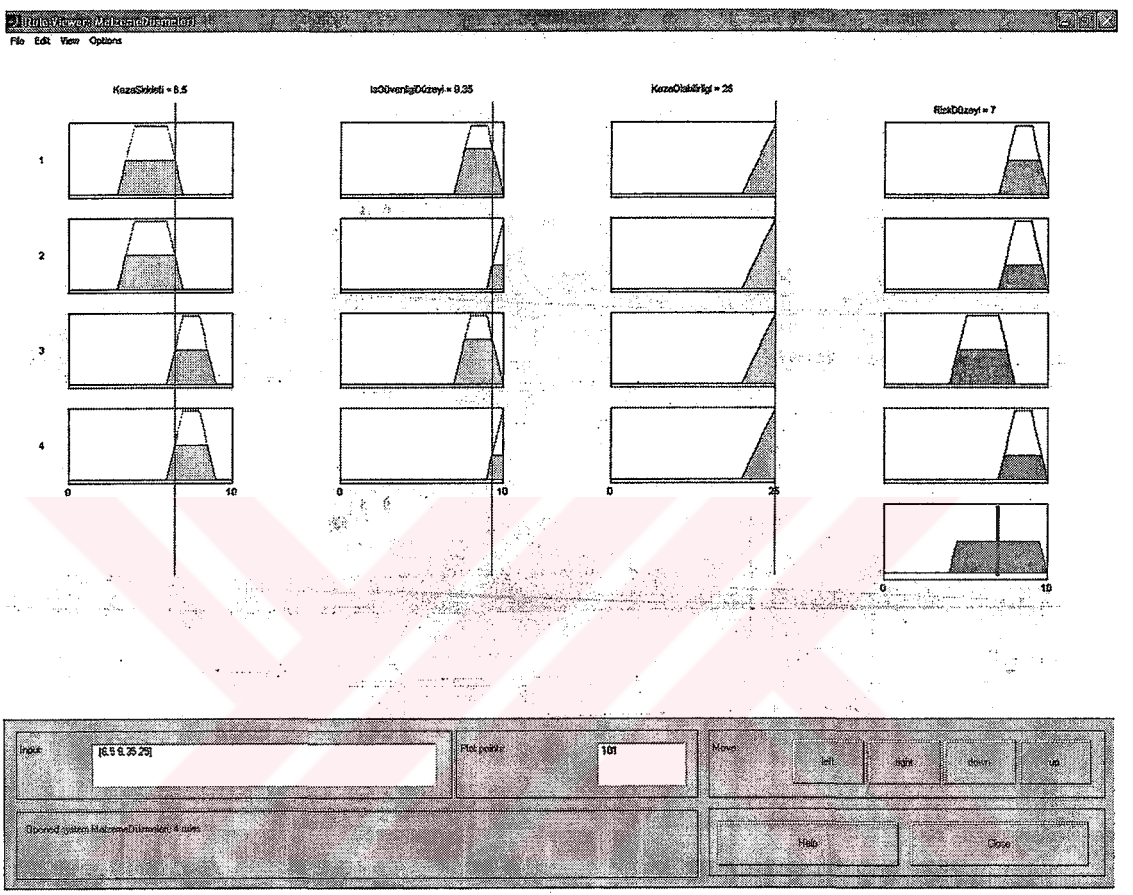
Şantiyede yapılan kontroller, tabloda verilen iş güvenliği başlıklarında, uzmanlar tarafından 10 üzerinden verilen puanların 4-5 düzeyinde olduğunu göstermiştir. Bu kalemlerde değişiklik yapıldığında ve iş güvenliği önlemleri tamamlandığında, bunun tüm iş güvenliği düzeyindeki etkisi %33 dolaylarında olacaktır. Bu artış da, risk düzeyinin azalmasını beraberinde getirecektir. Tablodaki başlıklarda görülen eksikliklerin tamamlanmasıyla GD parametresi 7.66 noktasından 9,35 noktasına çıkacaktır. GD=9.35'in sözel olarak ifadesi ise %35 oranında Tamamen Yeterli, %65 Oranında Yeterli anlamına gelmektedir. Buna göre kural tabanlı sistemde kullanacağımız kurallar farklı olacaktır. Bu yeni durum için kullanılacak kurallar aşağıda verilmiştir.

Tablo 7.11 İyileştirme Sonrası Kullanılacak Kurallar

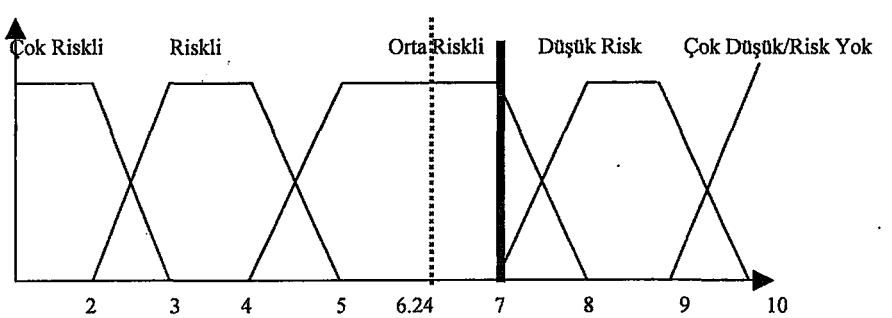
		KO		**KŞ**		**GD**		**Risk Düzeyi**
Kural # 139	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 140	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Tam	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 144	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 145	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Tam	ise	Düşük Düzeyde Riskli

Bu yeni kurallar yardımıyla MATLAB 6.5 programı yardımıyla yapılan hesaplamalara göre Risk Düzeyi 7 noktasına gelmiştir. Şekil 7.16'da yapılan düzeltmeler ve kullanılan yeni kurallar yardımıyla gerçekleştirilen, bulanık çıkarım, harmanlama ve durulaştırma işlemi görülmektedir. Şekil 7.17'de ise, yapılan

iyileştirmeler sonucunda RD=7 noktasının hangi sözel üyelik fonksiyonlarına ne derecede üye olduğu gösterilmektedir. Bu şekilden de görüleceği üzere, risk düzeyi Düşük Düzeyde Risk sınırına kadar çekilmiş olup, kalan diğer eksiklikler de tamamlandığında, risk tamamen düşürülecektir yorumu yapılabilir.



Şekil 7.16 Yapılan Düzeltme Sonrası RD'nin MATLAB ile Bulunması



Şekil 7.17: Saptanan Temel Eksikliklerin Yerine Getirilmesi Sonrası Risk Düzeyi

Şantiyelerde kabul edilebilir sınır olarak RD=8 veya başka bir ifadeyle %100 Düşük Risk seçildiğinde, sürekli iyileştirme ve düzeltme faaliyetleri kendisini dayatacaktır. Bu şekilde gerçekleştirilecek olan bir zorlama, OHSAS 18001 gibi İş Sağlığı ve

Güvenliği Yönetim sistemlerine uyum sağlamaya çalışan ve bilgi-belge akışını düzenleyen firmaların, risk analizi açısından da zorlanmalarını beraberinde getirecek, yapılacak sıkı denetimlerle birlikte iş kazaları için riskler büyük oranda ortadan kaldırılacaktır. Daha ayrıntılı yorumlar bölümün sonunda yapılacağından, son örnek olarak şantiyede GD puanı oldukça düşük çıkan şantiye içi trafik kazalarına dönük hesaplamalara geçilebilir.

7.3.3.3 Şantiye içi Trafik Kazaları için Yapılan Risk Analizi

İncelenen şantiyede, GD düzeyi diğer kaza tiplerine göre oldukça düşük saptanan Şantiye içi trafik kazalarının analizine de gereksinim duyulmaktadır. Çünkü şantiye içindeki veya çok yakınındaki trafik kazaları için alınması gereken önlemler, hazırlanan kontrol listesi yardımıyla bulunmuş GD parametresinin beş haftalık ortalamasının sayısal değerinin 5.66 olduğu görülmüştür. Bunun anlamı, %34 oranında yetersiz, %66 oranında orta düzeyde güvenlik önlemlerinin alındığıdır. Tünel inşaatlarında geçmiş olaylardan yararlanarak hazırlanan istatistiklere bakıldığında, bu tip kazaların tipindeki kazaların oranının %5.77 olduğu görülmektedir. Bunun anlamı da, %85 oranında görece düşük, %15 oranında orta düzeyde olduğudur. Malzeme düşmeleri için uzmanlar tarafından doldurulan formlar yardımıyla elde edilen KŞ değeri ise 4.9 olup, bu sayısal değere karşılık gelen sözel üyelik kümesi ve üyelik derecesi %100 ortadır. Daha önceki örneklerde açıklandığı için, burada üyelik derecelerinin grafik üzerinde nasıl bulunduğundan söz edilmeyecektir. Bu üyelik dereceleri için kullanılacak kurallar tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7.12 Şantiye içi Trafik Kazaları Risk Düzeyi için Kullanılan Kurallar

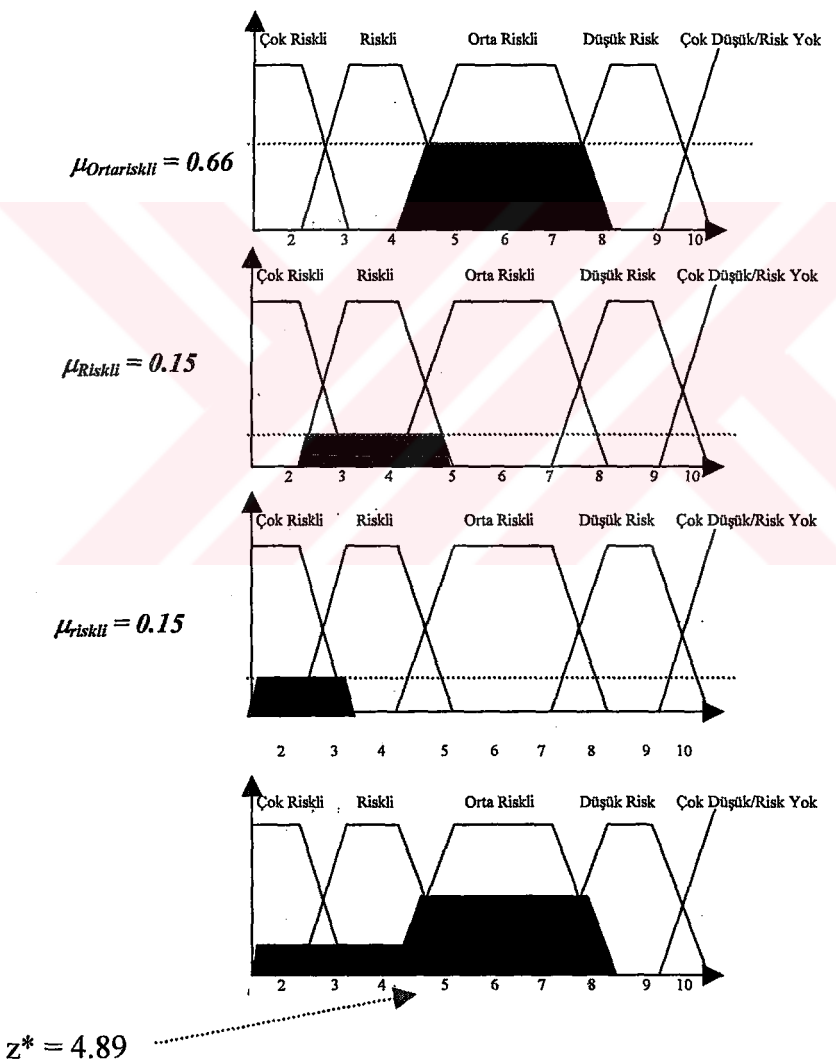
		KO		KŞ		GD		Risk Düzeyi
Kural # 62	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 63	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 87	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 88	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli

Bu kural tabanında, bulunan üyelik derecelerini önceki örneklere benzer şekilde yerleştirip, bulanık çıkarım yöntemi (MIN-MAKS) yöntemi uygulandığında, yine Risk Düzeyi için 1 kesim düzeyleri bulunacak ve sonrasında bulanık harmanlama yöntemiyle, grafiksel olarak kümelerin birleşimi alınacaktır. 7.12'de verilen kurallara göre üyelik dereceleri yerleştirilirse, Tablo 13'de bulanık çıkarım daha net bir şekilde

görülebilir. Şekil 7.18'de ise kümelerin bileşkesi alınmış ve durulaştırma işlemi yapılmıştır.

Tablo 7.13 Bulanık MIN ve MAKS operatörleri ile çıkarım yöntemi

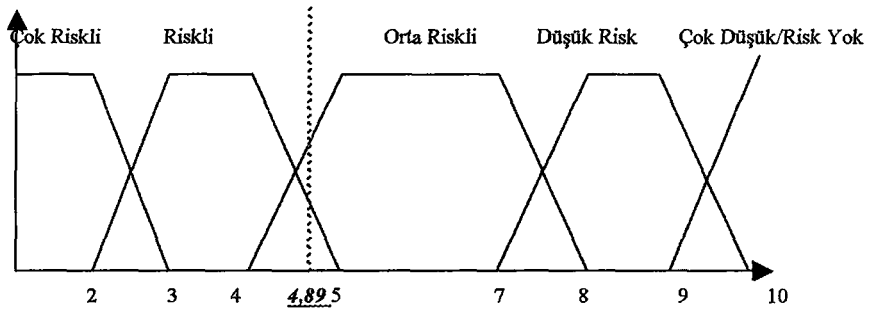
	KO üyelik derecesi	KŞ üyelik derecesi	GD üyelik derecesi	Bulanık VE işlemi (MIN)
Kural # 62	0.85	1	0.34	0.34 Riskli
Kural # 63	0.85	1	0.66	***0.66 Orta Düzeyde Riskli***
Kural # 87	0.15	1	0.34	***0.15 Çok Riskli***
Kural # 88	0.15	1	0.66	***0.15 Riskli***



Şekil 7.18 Şantiye içi Trafik Kazaları için Harmanlama ve Durulaştırma İşlemleri

Şekilden de görüleceği gibi, bu kez de üç küme üst üste bindirilerek bileşkesi alınmış, bir başka ifadeyle bulanık harmanlama yöntemi ile yeni bir birleşim kümesi elde edilmiştir. Bir sonraki aşamada ise, bu yeni birleşim kümesinin ağırlık

merkezinin bulunması yoluyla durulaştırma işlemi yapılmıştır. Durulaştırma işleminde yine 7.2 eşitliğinde yararlanılmıştır. MATLAB 6.5 programı kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiş olan harmanlama ve durulaştırma işlemleri ile elde edilen z* değeri, 4,89'dur.



Şekil 7.19 Şantiye içi Trafik Kazaları için Risk Düzeyi Üyelik Kümeleri

Şekilden görüleceği üzere 4.89 sayısal ifadesinin sözel risk düzeyi olarak ifadesi, %89 Orta Riskli, %11 Riskli olmaktadır. Bu risk düzeyinin kabul edilebilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla kontrol listesinden, eksik önlemlerin saptanıp müdahale edilmesi gerekmektedir. Tablo 7.14'te bu önlemler ve güvenlik düzeyini etkileme yüzdesi sunulmaktadır.

Tablo 7.14 İncelenen Şantiyede Şantiye içi Trafik Kazaları Riskini Etkileyen Faktörler

Şantiye içi trafik kazalarına karşı alınacak önlemler	GD'yi etkileme yüzdeleri
Araçların manevraları için bayrakçılar ve işaretçiler ne ölçüde kullanılmaktadır, kullandıkları bayrak, işaret çubuğu v.b. araç ve giysiler, akşam saatlerinde rahatlıkla farkedilecek niteliklere ne ölçüde uymaktadır?	**%15,00**
Şantiye içi ulaşım planı ne ölçüde yeterlidir? (Şantiye içi trafikte tek yönlü sistem veya dönme noktaları, geri dönüşleri, manevraları ne ölçüde minimize etmektedir. Şantiye içinde trafik işaretleri veya uyarıcı işaretler ne ölçüde yeterlidir?)	**%4,10**
Araç trafiğine maruz kalabilecek işçilerin giyimleri reflekte kumaştan mı yapılmıştır, işçilerin araç trafiğinden yalıtılması için gerekli önlemler ne ölçüde alınmaktadır?	**%22,26**
Yayalar için ayrı yollar ne ölçüde yeterlidir ve şantiye içi araç trafiğinden yayaların etkilenmesini ne ölçüde en aza indirmektedir?	**%3,35**
Toplam	**%44,71**

Şantiyede yapılan kontroller sonucunda eksik başlıkların saptanmış ve yukarıda verilen iş güvenliği başlıklarında, şantiyenin oldukça düşük puan aldığı görülmüştür. Bu kalemlerde değişiklik yapıldığında ve iş güvenliği önlemleri tamamlandığında, bunun tüm iş güvenliği düzeyindeki etkisi %45 dolaylarında olacaktır. Bu eksikliklerin tamamen ortadan kaldırılması, bir başka ifadeyle 10 üzerinden 10

alınması durumunda GD, 8,57 noktasına gelecektir. Bu nokta Yeterli kümesine %100'lük üyelik derecesi ile üyedir. Bu önlemlerin alınması sonucu %100 yeterli noktasına gelinmiştir. Dolayısıyla kullanılacak kuralların da değiştirilmesi gerekecektir. Yapılan iyileştirme sonrası kullanılacak kurallar aşağıda verilmektedir.

Tablo 7.15 Şantiye içi Trafik Kazalarına Dönük İyileştirme Sonrası Kullanılacak Kurallar

		KO		KŞ		GD		Risk Düzeyi
Kural # 64	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 89	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli

Yeni kural tabanında iki kural bulunmakta ve aynı çıktı parametresini vermektedir. Dolayısıyla yapılacak hesaplama son derece kolay olacaktır. Yapılacak işlem, basit bir MIN-MAKS işlemidir.

Tablo 7.16 İyileştirme Sonrası Bulanık Çıkarımın Uygulanması

		KO		KŞ		GD		Risk Düzeyi
Kural # 64	Eğer	0.85	ve	1	ve	1	ise	0.85
Kural # 89	Eğer	0.15	ve	1	ve	1	ise	**0.15**

Burada aynı çıktı parametreleri olduğu için kümelerin üst üste bindirilmesine gerek kalmamış olup, z* noktası Düşük Düzeyde Riskli'nin tam orta noktası olan 8,5 noktasıdır. Bir başka deyişle, alınan önlemler sonrasında şantiye içi trafik kazalarının Risk Düzeyi %100 düşük düzeydedir.

7.4. Risk Analizi Yönteminin Uygulamasına Dair Değerlendirmeler

Bu bölümde, örnek şantiyede gerçekleştirilen risk analizine dair kimi değerlendirmeler yapılacaktır. Risk analizi yönteminin işleyişi, uygulama alanı, karşılaşılan zorluklar ve avantajlı tarafları bir sonraki bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır. Gerçekleştirilen analiz sonucunda, şantiyenin aldığı puanlar Tablo 7.17'de gösterilmektedir. Kaza tiplerine göre ayrı ayrı yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan tablo, şantiyenin genel olarak düşük risk grubunda olduğunu göstermektedir. Önceki sayfalarda ayrıntısı verildiği üzere, insan düşmeleri ve şantiye içi (ve yakın çevresi) trafik kazalarında riskli grubuna sokulabilecek bazı başlıklar bulunmakta ve önlemler alınarak, orta sonrasında da düşük risk noktasına getirmek gerekmektedir. Diğer tip kazalar başlığında ise yapılan gözlemler, kaza şiddeti küçük, bir başka ifadeyle, küçük yaralanmalar şeklinde kendisini gösteren

kazalar konusunda şantiyede bazı eksikliklerin bulunduğunu göstermektedir. Risk analizinde, puanın düşük çıkmasına neden olan iş güvenliği başlıklarına bakıldığında, şantiyenin genel temizliği, batıcı, keskin malzemelerden arındırılmasının eksik olduğu, kalıp, iskele keresteleri, ıskartaya çıkarılmış kalas ve kerestelerin (özellikle çivi çakılı olanlar) ve diğer gereksiz malzemelerin yeterince temizlenmediği, şantiyeye yabancıların rahatlıkla girip çıkabildikleri, şantiye içindeki çukurlar, su birikintilerinin göze batıcı şekilde bulunduğu, çalışanlara el ve parmakların yaralanmasına karşı eldiven verilmediği, (verilse bile kullanımının sağlanmadığı) görülmekte, ayrıca betonarme demirlerinin çıkan uçları, saplanma riskini ortadan kaldırmak için yeterince korunmadığı görülmektedir.

Tablo 7.17 Örnek Şantiye Risk Düzeyi Sonuçları

Kaza Tipleri	Risk Düzeyi	
	Sayısal Değerler	μ_{RD}
Yüksekten Düşme	3.9	1/Riskli
Elektrik Çarpması	8.54	1/Düşük Risk
Malzeme Düşmesi	6.24	1/Orta Risk
Yapı Makinalarındaki Kazalar	8.5	1/Düşük Risk
Şantiye içi Trafik Kazaları	4.89	0.89/Orta Risk + 0.11/Riskli
Yapı Kısmının Kısmen/Tamamen Çökmesi	9.44	0.56/Düşük Risk + 0.44/Çok Düşük Risk
Kazı kenarı göçmeleri	8.28	1/Düşük Risk
Patlayıcı madde kazaları	8.5	1/Düşük Risk
Malzeme sıçraması kazaları	8.5	1/Düşük Risk
Diğer tip kazalar	4.79	0.21/Riskli + 0.79 Orta Riskli

Sunulmakta olan analiz yöntemi yüzün üzerinde soruya yanıt arayarak, şantiyenin genel bir taramasını yapmaktadır. Bu tarama sonucunda geçmiş istatistikler, kazaların şiddetleri de hesaba katılarak oluşturulan bulanık risk analizi şantiyenin genel bir panoramasını çıkarmaktadır. Elde edilen puanlar ve bu puanların neden düşük düzeyde kaldıkları kontrol listelerindeki başlıklara bakılarak çok kolaylıkla saptanabilmekte ve gerekli önlemler alındıktan sonra yeniden yapılacak hesaplamalar ile yeni puanlar belirlenebilmektedir.

Önerilen yöntemin son kısmı şantiyelere her kaza tipiyle ilgili bir rapor düzenlemek olacaktır. Düzenlenecek rapor, orta riskli, riskli ve çok riskli kaza tipleri hakkında kısa açıklamalara yer vermeli, bu başlıkların neden riskli olduğuna değinmeli ve düzeltme önlemlerini ve stratejilerini de belirtmelidir. Düzenlenecek bu raporların haftalık bir rutine oturtulması ve her hafta risk düzeylerinin belirlenmesi

gerekmektedir. Önerilen haftalık özet rapor tipi Tablo 7.18'de verilmektedir. Bu raporlar haftalık olarak tutulacak ve dosyalanacak, risk düzeylerindeki değişim aylık olarak panolarda grafiksel olarak gösterilecek, ayrıca projenin akış diyagramına paralel bir şekilde risk düzeylerindeki değişim de, şantiyede herkesin görebileceği bir yere asılacaktır.

Tablo 7.18 Kaza Tipleri için Örnek Rapor

Kaza Tipi	**Risk Düzeyi**	**Tanım**
İnsan Düşmeleri	**%100 Riskli**	Kaza riski yüksek, önlemler yetersiz düzeyde alınmış, tehlikeleri ortadan kaldırma konusunda son derece yetersiz kalınmış, acil müdahale gerekmekte

ACİL MÜDAHALE BAŞLIKLARI	
İskelelerde alınması gereken önlemler	**Risk Düzeyine Etkisi**
İskelelerin taşıyabilecekleri en çok ağırlık, iskelenin uygun ve görülebilir yerlerine derhal asılmalıdır	%2.53
Hareketli (mobil) iskelelerin tekerlekleri çalışma anında kilitlenmeli hareket ettirilirken üzerinde insan, malzeme vb. bulunması bir an önce önlenmelidir.	%7.62
İskelelerde görülecek arızalar derhal onarılacak, zayıf kısımlar kuvvetlendirilecek veya yenileri ile değiştirilecektir ve iskeleler üzerine moloz ve artıklar ile geçişi engelleyecek malzeme bırakılmayacaktır	%2.25
Asma iskelelerde çalışan işçilere acilen güvenlik kemeri veya cankurtaran halatı sağlanmalıdır.	%1.59
Merdivenlerde alınması gereken önlemler	
Kullanılan el merdivenlerinin basamakları kaymayı önleyici özellik taşımalı, merdiven basamakları bir an önce temizlenmelidir.	%2.16
Bozuk, kırık, eksik basamaklı el merdivenleri hizmet dışına alınıyor mu? Bunların kullanımına şantiye içinde ne ölçüde rastlanmaktadır?	%2.67
Platform ve boşluklarda alınacak önlemler	
Döşeme ve havalandırma boşluklarında düşmelere karşı sabit korkuluklar bir an önce konmalı, varolanlar güçlendirilmeli, korkuluk yapılmadığı durumlarda plakalarla boşluklar bir an önce kapatılmalıdır.	%4.37
Kişisel Koruyucular	
Yüksekliği tabandan itibaren 3 metreden daha fazla olan ve düşme veya kayma tehlikesi bulunan yerlerde çalışanlarla, kiremit döşeyicilerine, oluk ve her türlü dış boya işleri yapanlara, gırgır vinçlerini çalıştıranlara ve kuyu, lağım, galeri ve benzeri derinliklerde çalışanlara güvenlik kemerleri verilmeli ve kullanımı sağlanmalıdır.	%1.35
İş Güvenliği Düzeyine Toplam Etkisi	**%24.55**

Bu Önlemler Alınırsa Risk Düzeyi	**Tanım**
%100 Orta Düzeyde Riskli	Birtakım iş güvenliği önlemleri alınmış, ama risk ortadan kaldırılamamış, ortam hala riskli olsa da, risklerin üzerinden gelmek ağırlıklı olarak kişilerin deneyimlerine bırakılmış (risk transferi), işi durdurmadan riskler ortadan kaldırılabilir, ama deneyimsiz işçiler bu düzeydeki risklerden uzak tutulmalı **HALA EKSİKLER MEVCUT, TÜM İŞ KALEMLERİNİ GÖZDEN GEÇİR!**

Hazırlanacak bu türden raporlar, haftalık olarak düzeltme faaliyetlerini düzenlemekle kalmayacak, acil olarak alınan önlemlerin de ötesinde, risk düzeyini düşük noktasına getirmek için yapılması gerekenleri açık şekilde gösterecektir. Hedef en baştan Çok Düşük Risk noktasına gelmek olmalı ve şantiye iş güvenliği planı bu hedef baz alınarak yapılmalıdır. Bu türden bir raporlama mekanizması ile, iş güvenliği mühendisi veya uzmanı her kaza tipi için saha mühendislerine veya ilgili çalışanlara bu formları göndermeli, düzeltildiğine dair onayın ardından yerinde bizzat izlemeli ve yeni puanlamalar, anlatılan yöntem ışığında gerçekleştirilmelidir. Tablo'da verilen

örnekte, şantiyenin yüksekten düşmelere ilişkin risk düzeyi %100 riskli bulunmuştur. İki farklı kümeye üyelik durumunda ise form Tablo 7.19'deki gibi düzenlenebilir.

Tablo 7.19 Kaza Tipleri için Örnek Rapor 2

Kaza Tipi	Risk Düzeyi	Tanım
Şantiye içi Trafik Kazaları	**%11 Riskli, %89 Orta Düzeyde Riskli**	Küçük de olsa bazı başlıklarda, kaza riski yüksek, önlemler yetersiz düzeyde alınmış, tehlikeleri ortadan kaldırma konusunda son derece yetersiz kalınmış, acil müdahale gerekmekte Bu kaza tipini ilgilendiren diğer başlıklarda ise iş güvenliği önlemleri alınmış, ama risk ortadan kaldırılamamış, ortam hala riskli olsa da, risklerin üzerinden gelmek ağırlıklı olarak kişilerin deneyimlerine, işi durdurmadan riskler ortadan kaldırılabilir, ama deneyimsiz işçiler bu düzeydeki risklerden uzak tutulmalı

ACİL MÜDAHALE BAŞLIKLARI	
Araçların manevraları için bayrakçılar ve işaretçiler ne ölçüde kullanılmaktadır, kullandıkları bayrak, işaret çubuğu v.b. araç ve giysiler, akşam saatlerinde rahatlıkla farkedilecek niteliklere ne ölçüde uymaktadır?	**%15,00**
Şantiye içi ulaşım planı ne ölçüde yeterlidir? (Şantiye içi trafikte tek yönlü sistem veya dönme noktaları, geri dönüşleri, manevraları ne ölçüde minimize etmektedir. Şantiye içinde trafik işaretleri veya uyarıcı işaretler ne ölçüde yeterlidir?)	**%4,10**
Araç trafiğine maruz kalabilecek işçilerin giyimleri reflekte kumaştan mı yapılmıştır, işçilerin araç trafiğinden yalıtılması için gerekli önlemler ne ölçüde alınmaktadır?	**%22,26**
Yayalar için ayrı yollar ne ölçüde yeterlidir ve şantiye içi araç trafiğinden yayaların etkilenmesini ne ölçüde en aza indirmektedir?	**%3,35**
İş Güvenliği Düzeyine Toplam Etkisi	**%44,61**

Bu Önlemler Alınırsa Risk Düzeyi	Tanım
%100 Düşük Riskli	İş kazası riski çok düşük, iş güvenliği önlemleri büyük ölçüde sağlanmış, işle ilgili çalışma ortamı oldukça güvenli, kişisel dikkatsiz ve tedbirsiz davranışların ortaya çıkması haricinde bir risk görünmemekte **DÜZELTME YAPILAN BAŞLIKLAR ÜZERİNDE DUR! TEDBİRSİZ VE DİKKATSİZ DAVRANIŞLARA İZİN VERME!**

Bu örnekte, dört başlıkta temel bazı eksikliklerin görüldüğü bu eksikliklerin giderilmesi durumunda ise riskin düşük düzeye çekileceği anlaşılmaktadır. Şu hususu vurgulamak muhakkak gereklidir; farklı iş güvenliği başlıklarının iş güvenliği ve dolayısıyla risk düzeyine etkileri için uzman görüşleri, her şantiyede farklılık gösterebilecektir. Burada etkileme yüzdeleri yalnızca biri incelenen şantiyede çalışan uzmanlar tarafından ikili karşılaştırmalar yoluyla bulunmuştur. Önceki sayfalarda da vurgulandığı gibi, her şantiyede alınması gereken önlemlere dair farklı görüşler olabilir, her şantiye kendi özgünlüğü dolayısıyla kendi önlemlerini dayatacaktır. Dolayısıyla burada verilen sayılar kesin olmayıp, yalnızca modelin nasıl çalıştığını göstermek amacıyla konmuşlardır. Örneğin incelenen bir bina şantiyesi olsa, şantiye şehrin içinde, araç trafiğine çok yakın bir yerde bulunsaydı, uzmanlar tarafından yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda şantiye içi trafik kazalarını önleyici faaliyetlerin önem yüzdeleri farklılık gösterecek, gerek iş güvenliği düzeyi girdi parametresi (GD), gerekse de Kaza Olabilirliği (KO) değişeceğinden risk düzeyi çok farklı bir sayı olacak ve farklı bir sözel ifadeye karşılık gelebilecekti. Sunulan yöntemin esnekliği, inşaat sektörünün yapısına ve farklı şantiyelerin özgünlüğüne

uyarlanabilirliği kendisini bir kez daha göstermektedir. Bu bakımdan diğer sanayi dallarında uygulanan standart kalıpların, formların ve risk analizi yöntemlerinin inşaat sanayiine uygulanma zorluğu, sunulan yöntem ile aşılmaya çalışılmaktadır. Esnek yapısı dolayısıyla inşaat sektörüne de uyarlanabilen OHSAS 18001 İş Güvenliği Serileri ile gerçekleştirilecek bir iş güvenliği yönetimi, tez kapsamında sunulmakta olan risk analizi yöntemiyle birleştirildiğinde inşaat şantiyeleri için son derece iyi sonuçlar alınacaktır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, tez kapsamında sunulan risk analizi yönteminin kısa bir değerlendirilmesi, elde edilen bulgular, sunulan tezin bilimsel açıdan ortaya koyduğu katkı ve gelecekte bu çalışmadan yola çıkarak yapılabilecek yeni bilimsel çalışmalar ve öneriler sunulmaya çalışılacaktır. Bölüm 6'da parametreleri sunulan ve Bölüm 7'de ayrıntısı açıklanmaya çalışılan risk analizi yönteminin, ortaya koyduğu basit ve kullanışlı araçlara karşın, tezin ilk bölümlerinde de altı çizildiği üzere kapsamlı bir literatür taraması, konusunda uzman ve deneyimli kişilerin birikimlerinin somutlanması ve özellikle de saha araştırmaları bulgularına dayanması açısından, inşaat sektörünün gereksinimlerine yanıt verecek bir araç olduğu yazar tarafından düşünülmektedir. İş kazaları açısından, acil bir müdahaleye gereksinim duyan Türkiye inşaat sektöründe saptanan kimi eksikliklerin, sunulmaya çalışılan risk analizi yöntemi ile giderileceği düşünülmektedir.

8.1 Çalışmaya Duyulan Gereksinim

Sunulan çalışmada, Türkiye'deki ve dünyadaki yasal mevzuat ile halen dünyada giderek yaygınlık kazanan iş güvenliği yönetim sistemleri başlıklarına ayrı bir yer verilmiştir. Bunun nedeni, Türkiye'de işçi sağlığı ve iş güvenliği alanındaki mevzuatın değişmesi ve yalnızca ülkemizde değil, dünyada da iş güvenliği yönetim sistemlerinin çalışma yaşamında giderek daha fazla karşımıza çıkmasıdır. Mevzuat, standard ve yönetim sistemleri risk analizi açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirmeler boyunca dikkat çekici bir husus, bir şekilde risk analizine vurgu yapılmasına karşın, kendine has özellikleri olan ve tez boyunca da sürekli bu özellikleri vurgulanan inşaat sektöründe risk analizinin nasıl yaşama geçirileceğine dair somut ifadelerin bulunmamasıdır.

Kendine özgü özellikleriyle, diğer sanayi kollarından ayrılan inşaat sektörüne odaklanan risk analizi yöntem ve uygulama çalışmaları, dünyada olduğu gibi

ülkemizde de doldurulması gereken bir boşluğa işaret etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar da maalesef kısıtlı olabilmektedir.

Yeni İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde pek çok kez risk değerlendirmesi/analizi'nden söz edilmektedir. Örneğin çokça tartışılan iş güvenliği koordinatörünün görevleri arasında, işyerine yeni bir sistem kurulması veya makine ya da cihaz alınması halinde; kurulacak sistem veya alınacak makine ya da cihaz ile ilgili olarak risk değerlendirmesi yaparak sağlık ve güvenlik yönünden aranan özellikleri belirlemek ve bu özelliklere uygun sistemin kurulması, makine veya cihazın alınması için işverene rapor vermek, sayılmaktadır. Ancak iş güvenliği ile görevli mühendislerin risk değerlendirmesini nasıl ve hangi yöntemlerle yapacaklarına dair hususlara rastlanmamaktadır.

Öte yandan inşaat işlerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından, gerek uygulamada gerekse de yasal süreçlerde başvuru kaynağı olması gereken, Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği, risk değerlendirmesi konusunda herhangi bir hüküm bulundurmamaktadır. Kesin tanımı, özellikleri, görevlendirilme ve denetlenme, sertifikalandırılma esasları belirlenmiş bir koordinatör tarafından hazırlanacak sağlık ve güvenlik programının tehlike ve risk değerlendirmeyi de kapsaması, risk değerlendirmenin projenin farklı evrelerinde güncellenmesi ve şantiyeye tehlike puanı verilmesi, yapılacak çalışmaların bu risk dereceleri dikkate alınarak sürdürülmesi esas olmalıdır. Farklı bilimsel çalışmalar ile olgunlaşan ve sektörün gereksinimlerine yanıt veren, pratik, kullanımı kolay, sunduğu sonuçlar akla uygun ve denetlenebilir, belli bir standardizasyona ulaşmış ve ön önemlisi inşaat sektörüne özgü bir risk analizi yöntemi bir gereksinim olarak kendisini belli etmektedir.

Bölüm 3'te ayrıntısıyla incelenen yönetim sistemlerine bakıldığında da, tehlike önleme ve risk değerlendirmesi için uzun tanımların yapıldığı, prosedürlerin genel ifadelerle de olsa ortaya konduğu görülmektedir. Risk analizi, gerek OHSAS, gerek ILO-OSH, gerekse de Avrupa Birliği İşte Sağlık ve Güvenlik Ajansı tarafından ortaya konan iş güvenliği yönetim sistemlerinin ayrılmaz bir bileşenidir. Bu yönetim sistemleri tarafından belgelendirilmek için, firmaların risk analizi yapmaları zorunlu olarak görülmektedir. Ancak risk analizinin nasıl yapılacağına dair kapsamlı bir bilgi mevcut olmayıp varolanlar da, genel olarak imalat sektörü diyebileceğimiz otomotiv, makine yapımı, kimya, metalurji, petrol, petro-kimya gibi geleneksel sektörlerin

gereksinimlerine göre üretilmiştir. İncelenen inşaat firmalarına bakıldığında, kontrol listeleri yardımıyla denetimlerin yapıldığı, "güvenli", "güvensiz" şeklinde bu listelerin doldurulduğu, risk analizini biraz daha ciddiye alan firmalarda ise 5x5 veya bunun basitleştirilmiş hali olan 3x3 matris yönteminin uygulandığı görülmektedir. Bölüm 4'te bu yöntemlerin ayrıntısı anlatılmış, eksik ve sektörün gereksinimlerini karşılamayan yönleri belirtilmiştir.

Artık inşaat sektörününde de yaygınlaşan yönetim sistemleri ve yeni mevzuatımız tehlike ve risk önleyecek önlemlerin alınmasını önermektedir. Bu önlemlerin öncelikleri şöyle sıralanabilir;

a) tehlike/risk' i yok etmek

b) tehlike/risk' i kaynağında kontrol etmek

c) güvenlikli çalışma sistemleri tasarlayarak tehlike/risk' i minimize etmek

d) işçinin tehlike/risk önlemlerine katılımını sağlamak. Kişisel korunma önlemlerinin kullanılmasını sağlamak.

Ülkemizde pek çok inşaat firmasının da sahip olduğu OHSAS sertifikasyonunun, bu konuda pek açıklayıcı olmadığı görülmektedir. OHSAS'a göre tehlikenin ortamdan kaldırılması için, risk yönetimi ölçümleri sonuçları kullanılmalıdır. Buna ek olarak, mevcut riskin azaltılması, olayın oluş sıklığını ve potansiyel tehlike derecesini azaltarak yapılmalıdır. OHSAS dokümanları genel olarak, daha ayrıntılı bir şekilde tehlike tanımlaması, risk ve risk kontrolü konularını işlemektedir. Kuşkusuz, OHSAS ve benzeri dökümanlar ne yapılacağını değil, nasıl bir sistemle yapılacağını belirten dokümanlardır. Ancak nasıl bir sistemle risk analizi yapılacağına dair gerçekten bir boşluk kendisini göstermektedir.

Tehlikelerin belirlenmesi, farklı iş kalemleri için spesifik tehlikelerin analiziyle başlamalıdır. Tüm şantiye koşullarını, her işçinin işinin ve her ana iş evresinin incelenmesiyle, şantiye analizleri bazı özel işlem veya prosesler için özgün güvenlik, sağlık ve ergonomik tehlikeleri tanımlar. İşçiler tarafından yaptıkları işe dönük İş Tehlike Analizi veya İş Güvenlik Analizi, ana proje evrelerinin gözden geçirilmesiyle yapılacak İş Kalemi (aktivite) Güvenlik Analizi, gibi tanımlar yapılmalıdır. Tehlike analizlerinin amacı şöyle sıralanabilir:

-Şantiyenin genel risk puanını çıkarmak

-Belli bir iş, iş kalemi veya proje evresiyle ilişkili tehlikeleri belirlemek.

-Çalışanları bu tehlikelerden koruyacak denetim önlemleri ve prosedürlerini belirlemek

-Daha ayrıntılı analiz içeren iş kalemlerini veya proje evrelerini belirlemek veya özel koruma önlemlerine karar vermek

Genel olarak, tehlike analizlerinin iş güvenliği yönetiminden sorumlu kişilerin önünü görmesini ve bir sonraki adımları rahat atmasını sağlayacağı söylenebilir (Levitt ve Samuelson, 1987; Walters, 1983; Culver, 1993).

Otomotiv, petro-kimya, kimya, metalurji, tekstil, makina vb. sektörler düşünüldüğünde, bu sektörlerde üretimin belli bir standart içinde, tanımlanmış prosesler dahilinde yapıldığı, varolan sistemin kapalı sistem olarak tanımlanabileceği gibi noktalar bu sektörleri inşaat sektöründen ayıran belli başlı hususlardır. Belli ardışık süreçleri kapsasa da, inşaat üretiminin dışa açık yapısı (dış etkilerden etkilenme potansiyeli), süreçlerde insan faktörünün ağırlığı, benzer işi gerçekleştirse de, iş programlarının ve imalat tekniklerinin, süreçlerin farklı inşaat şantiyelerinde büyük farklılıklar göstermesi gibi faktörler gözönünde bulundurulduğunda, Bölüm 4'te ayrıntısıyla anlatılan pek çok risk/tehlike analizi yönteminin inşaat sektöründe uygulama şansı oldukça zayıf olmaktadır. İnşaat şantiyelerinin dinamik çalışma ortamında kullanılan yöntemler de, şantiyenin risk düzeyinin (puanının) belirlenmesinde oldukça yetersiz kalmaktadır.

Çalışmanın doldurduğu düşünülen bir başka boşluk ise, şantiyelerde gerçekleştirilecek teftişlerde, kamu yetkililerinin veya firma iş güvenliği sorumlularının ellerinde kolay pratik bir kontrol listesi yardımıyla şantiyeyi puanlayabilmeleridir. Bilindiği üzere şantiyedeki iş güvenliği koşullarını sağlamak ve sürdürmek için sık sık yapılacak şantiye teftişleri temel teşkil etmektedir. Bu teftişleri yapacak kişi işin ehli olmalı, şantiyede yapılmakta olan işlerin yanısıra, ekipmanı ve kullanılan malzemeyi de teftiş etmelidir.

İşçiler, güvensiz durum ve davranışları anında raporlama veya üstlerine bildirme konusunda cesaretlendirilmeli, bunların düzeltilmesi konusunda da kendilerine bilgiler verilmelidir. Pek çok kuruluş, inşaat şantiyelerinin dinamik yapısından dolayı günlük teftişleri önermekte veya şart koşmakta ve bazıları da görülen eksiklikler ve

bunların nasıl düzeltildiğini içeren bir belgelemeyi istemektedir (Walters, 1983; Hislop1991).

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde ise iş güvenliği "İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır" olarak tanımlanmıştır. Riskler değerlendirilir, derecelendirilir ve gerekli kontrol ölçümlerinin yapılması için prosedürler oluşturulur, risk seviyelerinin kabul edilebilirliğinin önceden tesis edilmiş kriterler ile kıyaslaması yapılır. Kalan riskin katlanılabilirliğinin değerlendirmesi, ihtiyaç duyulan her ilave risk kontrol önleminin belirlenmesi, risk kontrol önlemlerinin riski katlanılabilir bir seviyeye indirmeye yetip yetmeyeceğinin değerlendirilmesi yapılır. Risk analizi derecelendirme tablosuna işlenen riskler öncelik sırasına koyulacaktır. Çok yüksek, yüksek ve orta seviyede risk içeren alanlar bu sıralamaya uygun olarak değerlendirilmelidir. Risk değerlendirme işlemine koruyucu tedbirler belirlenip uygulamaya konarak, bu koruyucu tedbirler riski kabul edilebilir seviyeye indirene kadar devam edilecektir. Sunulmakta olan risk analizi yöntemi risk değerlendirmesinin aradığı şu sorulara yanıt verebilmektedir:

-Ne yanlış gidebilir?

-Bunun olasılığı nedir?

-Olursa ne tür sonuçlar doğurabilir?

-Riski nelerdir?

-Bu riskler kabul edilebilir düzeyde midir?

-Riskler nasıl azaltılabilir?

Çalışmanın doldurduğu düşünülen boşluğa dair bir başka husus da, daha önce Müngen (1993) tarafından yapılan ve Yapı İşletmesi Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen yüksek lisans ve bitirme ödevleriyle de geliştirilen veri toplama ve analizine katkıda bulunması, toplanan bu verileri anlamlı bir şekilde kullanmasıdır. Dosyaların tek tek incelenmesi sonucu beş binin üzerinde olayın, şantiye-kaza tipi, ünvan-kaza tipi şeklindeki tabloları da oluşturulmuş olup, bu analizler tez çalışmasını da destekleyen bazı çalışmalara kaynak teşkil etmiştir (Gürcanlı ve Müngen, 2004 ; Müngen ve Gürcanlı, 2005 ; Gürcanlı ve diğ. 2005). Tezde sunulan risk analizi

yöntemine ulaşma çabası içinde, inşaat sektörünün genel bir haritası çıkarılmış, farklı şantiye türlerinin genel karakteristikleri incelenmiş ve yönteme içkin hale getirilmiştir.

8.2. Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın ortaya koyduğu sonuçları literatür ve mevzuata ilişkin bulgular, saha araştırmalarından ortaya çıkan sonuçlar ve sunulan yöntemin saptadığı hususlar şeklinde üç başlıkta incelemek mümkündür. Tek tek incelersek şu sonuçları vurgulamak mümkündür :

-İlgili bölümlerde de incelendiği üzere, eski mevzuatımız risk analizi açısından yeterli hükümlere sahip değildir,

-Yeni mevzuatımızda risk analizi ve değerlendirmesine ilişkin pek çok hüküm bulunmakla birlikte, oldukça genel ifadeler taşımaktadır,

-Eski ve yeni Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü ve Yönetmeliği'nde risk değerlendirmesine ilişkin herhangi bir husus yer almamaktadır,

-İncelenen iş güvenliği yönetim sistemleri risk analizi ve değerlendirmesine vurgu yapmakla birlikte, nasıl yapılacağına dair hususlar eksiktir,

-Günden güne yaygınlaşan OHSAS 18001 İş Güvenliği Yönetim Serileri, risk analizi konusunda özellikle inşaat sektörü için yeterli önerileri kapsamamaktadır

-OHSAS 18001'in uygulama yöntemlerini anlatan OHSAS 18002 Türkçe'ye çevrilmemiş olup, bu uygulama standardında önerilen risk analizi yöntemi, ilgili bölümlerde de önerilen Risk Matrisi yöntemidir. İncelenen bazı şantiyelerde bu önerilen yöntem kullanılmaktadır, ancak Kaza Olasılığı ve Kaza Şiddeti tanımları net bir şekilde ortaya konmamıştır.

-Varolan risk analizi yöntemleri ağırlıklı olarak imalat sektörüne dönük olarak geliştirilmiş olup, inşaat sektörünün özelliklerini hesaba katan risk analizi yöntemleri yeterli olamamaktadır.

-İnşaat şantiyelerinde kullanılan risk analizi yöntemlerinin bir kısmı kullanışlı gibi görünse de, geçmiş verilerden yararlanmamış daha çok şantiyede denetimi yapan kişinin kişisel görüşlerini yansıtmaktadır

Yapılan saha çalışmalarından çıkan bulgular ise, inşaat sektöründe risk analizinin oldukça basit yöntemlerle yapıldığını veya hiç yapılmadığını göstermektedir. Saha çalışmalarından çıkan bulguları tartışmadan önce, incelenen şantiyelere ilişkin bazı verileri sunmakta fayda vardır. Sunulan yöntemin bir tünel şantiyesinde uygulanması öncesinde 51 farklı şantiyede, 58 kişiyle iş güvenliği yönetim prensiplerine ilişkin kapsamlı bir anket çalışması gerçekleştirilmiş, İTÜ İnşaat Fakültesi Yapı İşletmesi Anabilim Dalı Başkanı Y.Doç. Dr. Uğur Müngen ve tez yazarının gözetiminde bir yüksek lisans tezinde sonuçlar ayrıntısıyla sunulmuştur (Yetkin, 2004).

Bu çalışmayla ilgili ayrıntılı yorumlar, burada yer almayacak olup bazı sonuçlar tartışılacaktır. Anket çalışmasının uygulandığı şantiyelerle ilgili gerekli bilgiler tablolar halinde sunulmaktadır. Buna göre inşaat türüne göre dağılım, anketi dolduranların unvanına göre dağılım ve çalışan kişi sayısına göre dağılımları Tablo 8.1, 8.2 ve 8.3'te görüldüğü gibidir.

Araştırma sonuçlarını aktarmadan önce bazı uyarılar yapılmalıdır. Anketleri dolduranların genellikle kendi firmalarını koruma eğiliminde olduğu, tehlike/risk analizi konusunda da çok yeterli olmadıkları kişisel gözlemler sonucunda varılan bir sonuçtur. Ayrıca kimi uygulamalara dönük olarak verilen yanıtların aksine, şantiyede eksiklikler saptanmıştır.

Tablo 8.1 İncelenen Şantiyelerin İnşaat Türüne Göre Dağılımı

İnşaatın Türü	Sayısı
Betonarme Bina	36
Yüksek Yapı	5
Karayolu	3
Baraj	1
Prefabrik Yapı	4
Çelik Konstrüksiyon	2

Araştırma sonuçlarına göre, şantiyelerde kapsamlı bir risk analizi yapılmadığı söylenebilir. Bu konuyla ilgili soruların ortalama 4 üzerinden 2,77 olsa da ancak dört şantiyede risk analizi yapıldığı gözlemlenmiştir. İncelenen şantiyelerin büyük bölümünde daha önceden olan kazalara yönelik tehlike durumunu ortadan kaldırmak

için çalışmalar yapılmaktadır ancak diğer tehlikeli durumlara yönelik bir çalışma yoktur. Yapılan görüşmelerde çoğu kişiye göre risk analizlerinin yapılması kazaların önlenmesinde çok önem taşımaktadır (Ortalama 4 üzerinden 3.53). Ancak bu görüşe rağmen uygulama yapılmamaktadır. İncelenen şantiyelerin yalnızca dördünde risk analizi uygulandığı görülmüştür. Bu şantiyelerden ikisi aynı şirketin farklı inşaat işleri olup, bu firma OHSAS 18001 belgesi almış bir firmadır. Bu dört şantiyede uygulanan iş güvenliği risk analizleri için, OHSAS 18002 tarafından önerilen Risk Matrisi yöntemi uygulanmaktadır. Ancak, Bölüm 7'de tez kapsamında sunulan yöntemin uygulandığı şantiyede de olduğu gibi, Kaza Olasılığı ve Kaza Şiddeti'ne ilişkin net tanımlar yapılmayıp, uygulayıcılarca da eleştirilere neden olmaktadır. Bu konu ilerleyen sayfalarda tartışılacaktır.

Tablo 8.2 Anket Çalışmasına Katılanların Unvanlarına Göre Dağılımı

Ünvan	Kişi Sayısı
Kontrol Mühendisi	4
Proje Müdürü	7
Saha Mühendisi	17
SEÇ Mühendisi	3
Şantiye Şefi	23
Mal Sahibi	4

Tablo 8.3 İncelenen Şantiyelerin Çalışan Kişi Sayısına Göre Dağılımı

Çalışan Kişi Sayısı Aralığı	Şantiye Sayısı
< 10	1
10 - 50	24
50 – 100	8
100 – 200	8
200 – 300	4
300 – 400	3
400 - 500	1
>500	2

Araştırma sonuçlarına göre, incelenen şantiyelerin büyük bölümünde tehlikeli durumların raporlanması yönünde bir uygulama bulunmamaktadır (Ortalama 4 üzerinden 2.36). İncelenen şantiyelerin çoğunda güvenlik kuralları çalışanlara aktarılmaktadır ayrıca çalışanların tehlikeli davranışları sık sık denetlenmekte ve bu konuda uyarılar yapılmaktadır. Öte yandan çalışanlar tehlikeli durumları raporlamadıklarında çoğu şantiye yönetimi bu duruma tepkisiz kalmaktadır. Diğer bir inceleme de kazaların gerçekleşmesinde firma yönetiminden kaynaklanan boşlukların ne derece etkili olduğudur. Bu soruya cevap verenlerin yarıdan fazlası yönetimden kaynaklanan boşlukların da etkisi olduğu yönünde cevap vermiştir (Ortalama 4 üzerinden 2.94).

Teftiş soru grubunda, mal sahibi tarafından yaptırılan şantiye teftişlerinin, ana yüklenici tarafından yapılan denetimlerin ve devlet tarafından yapılan denetimlerin yeterli olup olmadığı ve hangi sıklıkla yapıldığı araştırılmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre, mal sahibi ve ana yüklenicilerin denetimlerinin kısmen yeterli olduğu söylenebilir (Ortalama 4 üzerinden 2.74). Sonuçlar incelendiğinde standard sapmanın da yüksek olduğu dikkat çekmekte olup, bu da genel ortalamanın çok da yeterli olmadığını, tek tek şantiyeler incelendiğinde göstermektedir. Sonuçlara göre, mal sahibi ve ana yüklenicilerin bu tip denetimleri ayda bir veya iki kez yaptıkları görülmektedir. Ama nasıl bir denetim yöntemi ile yaptıkları belirsiz olup, basit ve yetersiz kontrol listelerinin kullanıldığı gözlenmiştir. Devlet tarafından yapılan denetimler ise oldukça yetersizdir. Görüşülen çoğu kişi, devlet denetimlerinin neredeyse hiç yapılmadığını söylemiştir. Sonuçlara göre de, devlet denetimlerinin iki ayda bir bile yapılmadığı görülmektedir. Bu durumda güvenli çalışma ortamının sağlanması konusunda devletin çok az katkısı ve faaliyeti olduğu söylenebilir. Böylelikle şantiyelerde güvenli çalışma ortamı sağlamak firmaların kendi inisiyatiflerine kalmaktadır. Halbuki her şantiyede aynı düzenin sağlanabilmesi için devlet tarafından sistemli denetim uygulamalarının yapılması ve bu uygulamalara yönelik profesyonel kişilerin görevlendirilmesi gereklidir.

Örnek tünel şantiyesinde uygulanan risk analizi yöntemi sonucunda şantiyenin aldığı puanlar Tablo 7.16'da gösterilmişti. Kaza tiplerine göre ayrı ayrı yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan tablo, şantiyenin genel olarak düşük risk grubunda olduğunu göstermektedir. Önceki sayfalarda ayrıntısı verildiği üzere, insan düşmeleri ve şantiye içi (ve yakın çevresi) trafik kazalarında riskli grubuna sokulabilecek bazı

başlıklar bulunmakta ve önlemler alınarak, orta sonrasında da düşük risk noktasına getirmek gerekmektedir. Diğer tip kazalar başlığında ise yapılan gözlemler, kaza şiddeti küçük, bir başka ifadeyle, küçük yaralanmalar şeklinde kendisini gösteren kazalar konusunda şantiyede bazı eksikliklerin bulunduğunu göstermektedir. Risk analizinde, puanın düşük çıkmasına neden olan iş güvenliği başlıklarına bakıldığında, şantiyenin genel temizliği, batıcı, keskin malzemelerden arındırılmasının eksik olduğu, kalıp, iskele keresteleri, ıskartaya çıkarılmış kalas ve kerestelerin (özellikle çivi çakılı olanlar) ve diğer gereksiz malzemelerin yeterince temizlenmediği, şantiyeye yabancıların rahatlıkla girip çıkabildikleri, şantiye içindeki çukurlar, su birikintilerinin göze batıcı şekilde bulunduğu, çalışanlara el ve parmakların yaralanmasına karşı eldiven verilmediği, (verilse bile kullanımının sağlanmadığı) görülmekte, ayrıca betonarme demirlerinin çıkan uçları, saplanma riskini ortadan kaldırmak için yeterince korunmadığı görülmektedir.

Sunulmakta olan analiz yöntemi inşaat sektörünün gereksinimlerine yanıt verecek, şantiyenin Türkiye'deki mevzuata (Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü) uyumunu kapsayan, yabancı kaynaklarla ve uzmanların kişisel gözlemleriyle beslenen bir kontrol listesi yardımıyla taranmıştır. Kontrol listesinin en büyük farklılığı ve yeniliği daha önce de vurgulandığı üzere, inşaat sektöründe en fazla rastlanan iş kazası tiplerine göre gruplanması ve incelenen her kalemin farklı ağırlığa sahip olmasıdır. Bu tarama sonucunda geçmiş istatistikler, kazaların şiddetleri de hesaba katılarak oluşturulan bulanık risk analizi şantiyenin genel bir panoramasını çıkarmaktadır.

İncelenen tünel şantiyesinin, her kaza tipi için ne ölçüde riskli olduğu analiz sonucunda sözel ifadelerle rahatlıkla görülmüştür. Tek başına anlam ifade etmeyen sayısal risk ifadeleri, anlaşılır, genel kabul gören ve eksiklikleri net bir şekilde gösteren sözel ifadelerle kolaylıkla anlatılabilmektidr. Öte yandan risk analiz yöntemi yalnızca puanlamayla yetinmemekte, elde edilen puanlar ve bu puanların neden düşük düzeyde kaldıklarını kontrol listelerindeki başlıklardan saptayarak, her kalemin risk üzerindeki göreli düzeyini belirleyerek yapılacak düzeltmeler ve önleme faaliyetleri için çok somut çıktılar üretmiştir. Gerekli önlemlerin alınması halinde, şantiyenin her kaza tipi için ne ölçüde riskli olacağı da, analiz yöntemiyle saptanabilmektedir. Şantiye iş güvenliği uzmanları, kendileri için kabul edilebilir

sınırları belirleyebilir veya sıfır kaza hedefiyle önlemleri en üst düzeye çıkarabilirler. Risk analizi sonucu elde edilen puanların, hangi iş kalemlerinden dolayı düşük olduğu kolayca saptanabildiğinden o kalemlere dair ayrıntılı analizler yapmak da mümkün olabilmektedir. Bazı iş kalemlerine dönük herhangi bir düzeltici faaliyetin, ne ölçüde maliyet yaratacağı saptanabilir, şantiyenin düşük bir risk düzeyinden kabul edilebilir bir risk düzeyine çekilmesinin süre ve maliyet açısından analizi de kolaylıkla gerçekleştirilebilir.

Örnek şantiyede, İş Sağlığı ve Güvenliği mühendisi, uygulamada 5x5'lik matrisin kullanılmasının, sorunlar yarattığını belirtmiş ve 3x3'lük matrisin kullanılmasının eski deneyimlerine dayanarak daha verimli olduğunu ifade etmiştir. İSG mühendisi özellikle, olasılık tanımlamasında 5 notunun verilme kriterlerinin İSG'nin ana felsefesine uygun düşmediğini belirtmiştir. Etkide 5 notu için, Çok yüksek olasılık (proje süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok) tanımı yapılmıştır. İSG mühendisi, risk değerlendirmesi revizyonlarının yapılması için firmanın fazla zorlayıcı olmadığını belirtmiştir. Ayrıca, risk değerlendirmesinin amacının iyileştirme olması gerektiğinin üzerinde durmuştur. Birebir aynı yorumlar, aynı risk analizi yöntemini bir yol şantiyesinde kullanan ve OHSAS 18001 belgesine sahip bir şirketin İSG mühendisi tarafından da yapılmıştır. Söz konusu şirket bir Deniz Terminali İnşaatı Projesi (iş kazasız) 2,000,000 adam-saat'e ulaşmış bir şirket olup, bu bölümün başında sözü edilen anketler, bağlı şantiyelerin İSG mühendisleri tarafından da doldurulmuş ve genel olarak yukarıda sözü geçen eleştirilerde ortaklaşılmıştır (www.tekfen.com.tr). Daha önceki bölümlerde de sözü edildiği üzere, risk matrisi yaklaşımı uygulamada ya daha küçük ölçeğe (3x3'e örneğin) indirgenmekte, ya da olasılık tanımlamaları yapılırken, benzer inşaatlarda gerçekleşen geçmiş istatistiklerden yararlanılmamaktadır.

Kaza olasılığına dair tek eksiklik bu kaza tipleri için Kaza Olabilirliği parametresine dair geçmiş istatistiklerin yetersiz olması olacaktır. Tez kapsamında sunulan veri ve istatistikler, Türkiye'de bu konuda yapılan en kapsamlı çalışma olması açısından, inşaat sektörüne ışık tutsa da, bu noktada Kaza Olabilirliği için, uzmanların kendi deneyimlerinden yola çıkarak sözel ifadeler kullanması ve bunlara üyelik dereceleri ataması da sunulan risk analizi yöntemine aykırı olmayacaktır. Ancak unutulmaması gereken, bulanık mantık yönteminde kullanılan sözel ifadeler için, bu sözel ifadeleri kullanan uzmanların geçmiş birikimlerinin çaplı olması gerektiğidir. Ayrıca iş

güvenliği ve uygulama sorumluları Kaza Şiddeti için kendileri de bir müzakere yapabilir ve kendi deneyimlerinden yola çıkarak, her bir kaza tipi için KŞ parametresini kendileri belirleyebilirler. Tez kapsamında sunulan KŞ değerleri konusunda deneyimli beş uzman tarafından hazırlanmış olup güvenilir olsa da, uygulamada farklı değerler verilmemesi için bir neden bulunmamaktadır.

8.3. Çalışmanın Bilime Katkısı

Bulanık küme teorisinin, inşaat mühendisliğindeki uygulamaları 1970'li yılların ortalarında başlamıştır. Blockey tarafından 1977 yılında yayınlanan bir çalışmada, yapıların çökme analizi, dayanım ve yüklerdeki değişikliklerin stokastik biçimde değil, değişime yol açabilecek nedenler dikkate alınarak oluşturulan modelin çözümü ile gerçekleştirilmiştir (Blockley, 1977). Teoriden yoğun biçimde yararlanan yapı mühendisliği dalındaki çalışmalar arasında, mevcut yapılarda hasar tesbiti ve onarımı, yapıların güvenilirlik analizleri, taşıyıcı detayların yorgunluğa dayanımı, çelik kolonların narinlik analizi ve beton dayanımında işçi niteliğinin yapı gibi konular da eklenebilir (Ayyub, 1985). Ayrıca deniz ve kıyı güvenliği konusunda, bulanık kümeler yardımıyla güvenlik analizine ilişkin sayısız çalışma bulunmaktadır. Liverpool John Moores Üniversitesi tarafından hazırlanan raporun kaynaklar kısmında, tüm bu çalışmalar görülebilir (Offshore Technology Report, 2002/008). Yakıt tanklarının güvenliği konusunda yapılan çalışmalar da mevcuttur (Gentile ve diğ. 2003). İnşaat işlerinin güvenlik değerlendirmesi ve optimizasyonu üzerine yapılan bir doktora tezi de, iş güvenliği konusunu ayrıntılı olarak ele almamıştır (Ebdukair, 1988). Ancak ilgili bölümlerde aktarıldığı gibi, iş güvenliği alanında bulanık modelleme ilkelerinin kullanımı maalesef çok yaygın değildir. Bu konuda önceki bölümlerde bazı kaynaklardan alıntılar yapılmıştır. Ancak çalışanların iş güvenliğine ilişkin, kaza analizlerini içeren bulanık mantık yöntemiyle bir risk analizi çalışması konusunda eksiklik bulunmaktadır. Yapılan çalışma, bulanık kümeler ile oluşturulan kural tabanlı sistemleri, yeni bir alana uygulaması açısından bir yenilik getirmektedir. Farklı alanlarda kullanılan, kullanımı yaygınlaşan ve literatür araştırmalarında da sıkça rastlanabilecek bulanık küme teorisinin yeni ve özellikle inşaat sektörüne özelleşen bir uygulaması olması açısından tez çalışmasının bilimsel olarak bir katkı sunduğu düşünülmektedir.

Öte yandan bulanık küme teorisinin temel bileşenlerinden olan sözel ifadeler, bu sözel ifadelerin sayısallaştırılması, çıkarım ve harmanlama sonrasında yine anlamlı sözel ifadelerle riskin tanımlanması açısından da bir yenilik sunduğu söylenebilir. Özellikle iş güvenliği ve risk analizi konularında, uzmanlar tarafından sözel ifadeler kullanılmakta, gündelik şantiye koşullarında sayısal ifadelerin yerini sözel ifadeler almaktadır. Pek çok uzmanın görüşlerini, değer yargılarını, deneyimlerini bulanık kümeler ile ifade etmek suretiyle, sunulmakta olan risk analizi yöntemi kolay, anlaşılır ve rahatlıkla kullanılabilir bir yöntem sunmaktadır. Gerek girdi parametreleri, gerekse de çıktı parametresi olan Risk Düzeyi'nin sayısal olarak değil, sözel olarak ifade edilmesi, çıkan sonuçların kolaylıkla yorumlanabilmesini sağlamaktadır. İş güvenliği uzmanları, şantiye çalışanları ve işçiler açısından gündelik konuşma dilindeki ifadelerin sayısallaştırılıp, bilimsel bir yöntemle işleme tabi tutulması ve buradan uygulanabilir, tutarlı sonuçlara ulaşılmasının, iş güvenliği yönetimi açısından bir yenilik sunduğu düşünülmektedir.

Öte yandan, inşaat sektöründe iş güvenliği açısından risk incelendiğinde, risk kavramı her ne kadar olasılık teorisi çerçevesinde iyi tanımlanmaktaysa da, olayların tekil değerlendirilmesinde belirsizleşmekte ve istatistiksel yaklaşım yetersiz kalmaktadır (Wang, 1997; Mamdani ve Assilien, 1975; Sii, 2001). İnşaat sektöründe iş kazalarına dair yapılacak çalışmalar bu yetersizliğin en fazla kendisini hissettirdiği alandır. Sözgelimi inşaat sektöründeki iş kazalarına dair yapılan ve tezin önceki bölümlerinde sunulan kaza analizleri yaklaşık 30 yılın verilerini kapsamaktaysa da, bir işçinin gelecekte iş kazasına uğrama olasılığını önceden hesaplamak mümkün değildir. Yapılan işin standart olduğu, kullanılan makine veya tezgahların birbirine benzediği, işin organizasyonu açısından da birbirine büyük oranda benzeyen bant tipi sanayi üretimi bu bakımdan inşaat sektöründen ayrılmaktadır. Herhangi bir makinanın veya tezgahın ekonomik ömrü boyunca bozulma olasılığı, benzer işlerde çalışan işçilerin yorgunluğu, verim düşüklüğü, organizasyonel kimi veriler, diğer verilerle birlikte analistlerin elindedir ve örneğin bir otomotiv fabrikasında analizleri büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır. Bunun ötesinde farklı fabrikalarda yapılan analizlerin birbirlerine uyarlanması ve o sonuçların kullanılması mümkün olabilmektedir. Ancak bu söylenenler inşaat üretiminin yapısı düşünüldüğünde imkansızdır. Birbirinin aynısı gibi görünen iki bina şantiyesinde bile, sanayi üretimindeki tek tipliği görmek mümkün olmamaktadır. Keza, eğitimli ve deneyimli

sanayi işçileriyle kıyaslandığında, eğitimsiz ve çoğu kez deneyimsiz inşaat işçilerinin genel karakteri hakkında bütünü kapsayan sağlıklı veriler elde etmek de mümkün değildir.

Bu söylenenlerin ışığında, inşaat sektöründe olasılık (probability) kavramı yerine, olabilirlik (likelihood, possibility) kavramının kullanılması, ölçeklemenin bu kavram ışığında yapılması gerekmektedir, zira eldeki istatistiksel veriler halen bir projenin yapımında çalışan bir işçinin kazaya uğrayıp uğramayacağı hakkında yeni bir bilgi ver(e)memektedir. Bu nedenle olasılık teorisinin kapsamı içinde olmayan "olabilirlik ölçeği"nin sunduğu bilgi daha yararlı olabilir ve incelenen iş kazalarına yol açan nedenlere dayanarak, ilgilenilen tekil bir proje için iş kazalarının olabilirliğinin araştırılması anlamlı olabilir (Karabay, 1997). Geçmişteki istatistiksel veriler ise, bulanık mantık çerçevesinde hazırlanan tehlike analizleri için sağlıklı veri tabanının oluşturmanın ötesinde kesin bir şeyler söylemeyecektir. Tekil olarak ele alındığında birbirinden bağımsız görünebilse de, proje planlamasında, süresel planlamalarda, her öğenin projenin süresinde, maliyetinde, kalitesinde ve güvenliğinde bir etkisinin olduğu görülecektir. Parça ve bütün arasındaki bu etkileşim, sistemi veya başka bir ifadeyle bütünü her parçanın etkilemesini, ayrıca parçalar arasındaki ilişkiyi de anlatmaktadır. Bu açılardan düşünüldüğünde, inşaat üretiminin yapısındaki belirsizlik, farklı parçalardaki belirsizliğin etkileşimi dolayısıyla daha da artmaktadır.

Tüm bu tanımlar ve inşaat sektörü gözönünde bulundurulduğunda, kullanışlı ve uygulanabilir bir Kaza Olabilirliği tanımının geliştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Hem inşaat sektörünün yapısı, hem de Türkiye'deki inşaat iş kazalarına ilişkin istatistiksel veriler düşünüldüğünde, bu tanımların aynen alınıp kullanılmasının çok uygun olmadığı düşünülmektedir. Bir inşaat projesi düşünüldüğünde, bu projede herhangi bir kaza tipinin ne sıklıkla gerçekleşeceğine ilişkin istatistiksel veriler bulunmamaktadır. İnşaat sektörünün imalat sektöründen farklılığı düşünüldüğünde, bu eksiklik ve farklılık bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bir otomobil fabrikası veya tekstil fabrikası düşünüldüğünde, bu fabrikada kullanılan makinaların ekonomik ömürleri süresince ne gibi aşınmalara ve bunlardan kaynaklanan hata ve kazalara yol açacakları tahmin edilebilir. Bu tahminler üzerinden farklı fabrikalarda, elde edilen istatistiksel bilgiler kullanılabilir. Genel anlamda imalat sektöründeki benzeşme ve standardizasyon bu gibi hesaplamalara ve risk analizlerine izin verebilmektedir.

İnşaat şantiyelerinde gözlenen tehlike ve risk analizi yöntemlerinde, genelde kullanılan risk matrisi yönteminin parametrelerinden biri olan Kaza Olabilirliği'nin hesaplanmasında uzmanların, her kaza tipi veya her tehlikeli durum için 1-3 veya 1-5 arası değerler verdikleri, burada deneyimlerinden ve varolan koşullardan yola çıktıkları gözlenmiştir. Tezin uygulamaya dair bölümünde de anlatıldığı üzere, burada varolan iş güvenliği koşulları ile kaza olasılığı aynı potada eritilmekte ve kaza olabilirliğine bir sayı verilmektedir.

Açıklanmaya çalışılan eksiklikler ve inşaat sektörünün farklılıkları, şantiyelerde uygulanacak risk analizi yöntemi için farklı bir Kaza Olabilirliği tanımının ve ölçeğinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Tez kapsamında tanımlanmaya çalışılan Kaza Olabilirliği parametresi:

-Farklı kaza tiplerine göre değerlendirilmiş,

-Farklı şantiyeleri gözönüne almış,

-Geçmiş kazalara dair verilerden yararlanmış,

-Tüm bunların yanısıra uzman görüşlerini de içermiştir.

Ülkemizde ilk kez bir çalışmada, inşaat sektörümüzdeki geçmiş kaza analizleri anlamlı sözel ifadelere çevrilerek, risk analizi yönteminde kullanılmıştır. Tez kapsamında sunulan kaza tipleri-ünvanlar ve kaza tipleri-şantiye türleri verilerinin de, ülkemizde inşaat sektörüne dair yapılan çalışmalarda ilk kez kullanılması, gelecekte yapılan çalışmalara da ışık tutacaktır.

Tez çalışmasının getirdiği bir başka yenilik de, şantiyelerde gerçekleştirilen kontrollerin "evet-hayır" veya "0-1" şeklinde değerlendirilmesinin yerine, 1-10 arasında bir ölçeği koyması ve bunu sözel ifadelere çevirmesidir. Keza, alınması gereken önlemlerin eşit ağırlıkta değil, ikili karşılaştırmalar yoluyla göreli ağırlıkta olduklarının bulunması ve burada AHP yönteminin kullanılması da, iş güvenliği yönetimi açısından yeni bir uygulamaya işaret etmektedir. İkili sistemle (0-1) yapılan iş güvenliği kontrollerinin ve buradan yola çıkarak yapılan analizlerin yetersiz olduğu açıktır. İş güvenliği sağlanmış mı, sorusunun yerine "ne ölçüde sağlanmış" sorusunun sorulması ve verilen yanıtların da insan diline çevrilmesi, yöntemin bir

girdi parametresi olarak kullanılabilmesi sunulan yöntemin avantajları arasında sayılabilir.

8.4. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Tez çalışmasında karşılaşılan bazı sorunlar ve ulaşılan sonuçlar yardımıyla, gerek inşaat sektörünün geleceğine ilişkin, gerekse de iş güvenliği açısından yeterli şantiyelere ulaşmak için bazı öneriler aşağıda sunulmaktadır.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği'ne ilişkin tüzük ve yönetmeliklerde tam anlamıyla tanımı yapılmasa da sözü geçen risk analizi kavramının nasıl yapılacağı, her sektöre nasıl uygulanacağı ve her sektörde ne gibi ölçütlerin gözönüne tutulacağı ayrı bir tüzük veya yönetmelikle düzenlenmelidir. Bu açıdan, yalnızca tez kapsamında sunulduğu gibi inşaat sektöründe değil, farklı sektörlerde de risk değerlendirme yöntemleri karşılaştırılıp tartışılmalı, ortak bir yöntembilime ulaşılmalı, işyerlerinin puanlanması, risk değerlendirmesi, olasılık/olabilirlik, kaza şiddeti kavramları açıklığa kavuşturulmalı, çeşitli tablo ve puanlama sistemleri oluşturulmalı ve tüm işyerlerinde bir standardizasyona gidilmelidir. Sunulan tez çalışması bu önerilere bir katkı olma mahiyetini de taşımakta olup, risk değerlendirmesinin yalnızca firma ölçeğinde yapılacak analizlerin ötesinde, devletin ilgili birimlerinin de katılacağı bir süreç olması gerektiği düşünülmektedir.

Öte yandan inşaat işlerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından, gerek uygulamada gerekse de yasal süreçlerde başvuru kaynağı olması gereken, Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği, risk değerlendirmesi konusunda herhangi bir hüküm bulundurmamaktadır. Kesin tanımı, özellikleri, görevlendirilme ve denetlenme, sertifikalandırılma esasları belirlenmiş bir koordinatör tarafından hazırlanacak sağlık ve güvenlik programının tehlike ve risk değerlendirmeyi de kapsaması, risk değerlendirmenin projenin farklı evrelerinde güncellenmesi ve şantiyeye tehlike puanı verilmesi, yapılacak çalışmaların bu risk dereceleri dikkate alınarak sürdürülmesi esas olmalıdır.

Çalışmada önerilen yöntemin son kısmı şantiyelere her kaza tipiyle ilgili bir rapor düzenlemektir. Bu rapor mekanizması, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na bağlı birimlerce her sektör için ayrı ayrı düzenlenebilir ve iş güvenliği standardizasyonunda, farklı işyerlerini karşılaştırmak için kullanılabilir.

Düzenlenecek rapor, orta riskli, riskli ve çok riskli kaza tipleri hakkında kısa açıklamalara yer vermeli, bu başlıkların neden riskli olduğuna değinmeli ve düzeltme önlemlerini ve stratejilerini de belirtmelidir. Düzenlenecek bu raporların haftalık bir rutine oturtulması ve her hafta risk düzeylerinin belirlenmesi gerekmektedir. Önerilen haftalık özet rapor tipi önceki bölümde Tablo 7.17'de verilmiştir. Bu raporlar haftalık olarak tutulacak ve dosyalanacak, risk düzeylerindeki değişim aylık olarak panolarda grafiksel olarak gösterilecek, ayrıca projenin akış diyagramına paralel bir şekilde risk düzeylerindeki değişim de, şantiyede herkesin görebileceği bir yere asılacaktır.

Hazırlanacak bu türden raporlar, haftalık olarak düzeltme faaliyetlerini düzenlemekle kalmayacak, acil olarak alınan önlemlerin de ötesinde, risk düzeyini düşük noktasına getirmek için yapılması gerekenleri açık şekilde gösterecektir. Hedef en baştan Çok Düşük Risk noktasına gelmek olmalı ve şantiye iş güvenliği planı bu hedef baz alınarak yapılmalıdır. Bu türden bir raporlama mekanizması ile, iş güvenliği mühendisi veya uzmanı her kaza tipi için saha mühendislerine veya ilgili çalışanlara bu formları göndermeli, düzeltildiğine dair onayın ardından yerinde bizzat izlemeli ve yeni puanlamalar, anlatılan yöntem ışığında gerçekleştirilmelidir.

Önceki sayfalarda da vurgulandığı gibi, her şantiyede alınması gereken önlemlere dair farklı görüşler olabilir, her şantiye kendi özgünlüğü dolayısıyla kendi önlemlerini dayatacaktır. Dolayısıyla tez kapsamında verilen sayılar kesin olmayıp, yalnızca modelin nasıl çalıştığını göstermek amacıyla konmuşlardır. Örneğin incelenen bir bina şantiyesi olsaydı ve şantiye şehrin içinde, araç trafiğine çok yakın bir yerde bulunsaydı, uzmanlar tarafından yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda şantiye içi trafik kazalarını önleyici faaliyetlerin önem yüzdeleri farklılık gösterecek, gerek iş güvenliği düzeyi girdi parametresi (GD), gerekse de Kaza Olabilirliği (KO) değişeceğinden risk düzeyi çok farklı bir sayı olacak ve farklı bir sözel ifadeye karşılık gelebilecekti. Sunulan yöntemin esnekliği, inşaat sektörünün yapısına ve farklı şantiyelerin özgünlüğüne uyarlanabilirliği kendisini bir kez daha göstermektedir. Bu bakımdan diğer sanayi dallarında uygulanan standart kalıpların, formların ve risk analizi yöntemlerinin inşaat sanayiine uygulanma zorluğu, sunulan yöntem ile aşılmaya çalışılmaktadır. Esnek yapısı dolayısıyla inşaat sektörüne de uyarlanabilen OHSAS 18001 İş Güvenliği Serileri ile gerçekleştirilecek bir iş güvenliği yönetimi, tez kapsamında sunulmakta olan risk analizi yöntemiyle

birleştirildiğinde inşaat şantiyeleri için son derece iyi sonuçlar alınacaktır. Önerilen yöntemin uygulanması için, inşaat firmalarında iş güvenliğinden sorumlu kişiler projenin değişik evrelerinde alınması gereken önlemlerin ikili karşılaştırmalarını yaparak, her evrede farklı ağırlıklar belirleyebilirler. Böylesi bir çaba, alınan veya alınması düşünülen iş güvenliği önlemlerinin revize edilmesi, projenin yeniden gözden geçirilmesi ve iş güvenliğine ilişkin her aşamada duyarlı olunması sonucunu doğuracak, yapılacak haftalık toplantılar, risk içeren iş kalemleri öncesinde yapılacak toplantılar veya işbaşından önce yapılacak kısa toplantılar (toolkit meetings) firma ölçeğinde iş güvenliğine bakış açısını değiştirecektir.

Bulanık Mantık Yöntemiyle Risk Analizi'nin gerçekleştirildiği örnek şantiyede, uygulamaya dair kimi soru işaretleri de kendisini göstermiştir. Bunlar önerilen yöntemin esnekliği ve değiştirilebilirliği sonucu kolaylıkla giderilmiştir. Bu sorunlardan bir tanesi, herhangi bir kaza tipi için alınması gereken önlem başlıklarından bir kısmının şantiyede yapılan iş ile herhangi bir ilgisinin olmaması, o iş kalemlerinin proje süresince herhangi bir şekilde uygulanmayacak oluşudur. Bu gibi iş kalemlerinin puanlaması yapılırken en iyi güvenlik derecesini belirten 10 puan verilmesi anlamlı değildir. Ancak bazı iş kalemleri, işin bazı evrelerinde yer almakta, bazılarında yer almamaktadır. Bu gibi durumlarda, haftalık olarak düzenlenecek raporlarda o hafta bu iş kalemiyle ilgili bir riskin bulunmadığını belirten 10 puan verilmelidir. İlk söylenen iş kalemleri için ise yapılması gereken, aslında yöntemin uygulanmasına dair tüm şantiyeler için de söylenebilecek genel bir ifade değeri taşımaktadır. Her şantiyede, proje süresince iş güvenliği risk analizi yapılmadan önce, iş güvenliği uzmanları (veya mevzuatımızda da yer alan iş güvenliği koordinatörleri), önerilen kontrol listesini baz alıp, yeni başlıklar ekleyip, bazı başlıkları çıkarabilirler. Kontrol listelerini her farklı iş evresinde güncelleyip yeni kontrol listeleri hazırlayabilirler. Ancak yeni hazırlanan veya revize edilen kontrol listelerindeki iş güvenliği önlemlerinin, şantiyede en az üç uzmanın (iş güvenliği uzmanı, şantiye şefi, saha mühendisi) EK B'de sunulan formu doldurması ve EK C'de sunulan analizlerin yapılması ile ağırlıklarının saptanması gerekmektedir. Toplamda en fazla 2-3 saati alabilecek bu çalışmanın yapılması, aynı zamanda şantiyedeki önlemlerin gözden geçirilmesi gibi bir işlevi de yerine getirecektir. Göreli ağırlıkları saptanmış yeni kontrol listeleri yardımıyla, Kaza Olabilirliği ve

Kaza Şiddeti parametrelerini kullanan risk analizi yöntemi ile yeni risk puanları belirlenebilecektir.

Tez kapsamında sunulan kontrol listesinin kamu kurum ve kuruluşlarından gelecek olan müfettişler ve/veya OHSAS sertifikalandırma uzmanları tarafından kullanımı ise işin bir başka boyutudur. Önerilen kontrol listesi, ülkemizdeki mevzuatı kapsadığı gibi, OSHA ve HSE standartlarından da yararlanarak oluşturulduğu için, OHSAS tarafından talep edilen risk analizini tatmin edecek yeterliliktedir. Bu listelerin yardımıyla, müfettişlerin şantiyeyi puanlaması ve raporlaması son derece kolay olacak, bir sonraki teftişte karşılaştırma olanağı oldukça rahat bir yapıya kavuşacaktır.

İnşaat sektöründe, iş kazalarına ilişkin kamunun elindeki verilerin eksikliği kendisini hissettirmektedir. Bulanık küme teorisinin daha yaygın ve işlevli kullanımı için, yalnızca uzman görüşleri değil, kaza istatistikleri de büyük önem taşımaktadır. Bu bakımda, tez kapsamında sunulan farklı kaza tiplerine, şantiye türlerine, kazaya uğrayan kişinin ünvanlarına, kazanın oluş şekline göre düzenlenmiş verilerin zenginleştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın istatistikleri yeni bir bakış açısıyla ele alınmalı, Sağlık Bakanlığı ile koordineli bir şekilde hastane kayıtlarını da kapsamalıdır. Kazaya uğrayanların yaralanma dereceleri ve buna bağlı olarak geliştirilecek Kaza Şiddeti parametresi için bir standardizasyona gidilme gereksinimi duyulmaktadır.

Sunulan yöntemin daha da geliştirilmesi için, farklı şantiyelerde uygulanması ve sonuçların tartışılması oldukça yararlı olacaktır. Sunulan yöntem ışığında geliştirilecek yeni kontrol listeleri ve bu listeler yardımıyla yapılacak risk analizleri ve düzeltme faaliyetleri inşaat sektörümüzde iş güvenliği açısından yeni bir canlılık getirebilecektir. Tez çalışmasının esnek ve gelişmeye açık yapısı, inşaat sektörümüzün farklı alanlarında kullanılmaya uygundur ve sektörün gereksinimlerine yanıt vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akbulut, T., 1986. İşçi Sağlığı Prensip ve Uygulamaları, 2.Baskı, Sistem Yayıncılık, No:017, İstanbul.

Akyüz, N., 1982. İş Güvenliği, Sakarya Devlet Mimarlık Mühendislik Akademisi Matbaası, Sakarya.

An M., Wang J. and Ruxton T., 2000. The development of fuzzy linguistic risk levels for risk analysis of offshore engineering products using approximate reasoning approach, OMAE 200 S and R 6096. *Proceedings of OMAE 2000,* 14-17 February, New Orleans, USA.

ANSI A10.33-1992. American National Standard for Construction and Demolition Operations-Safety and Health Program Requirements for Multi-Employer Projects.

Arden, P., 1992. Subcontract for safety first, *Safety & Health*, November, 44-47.

AS/NZS 4360, 1999. Australian and New Zealand Standard on Risk Management.

Associated General Contractors of America, 1992. Manual of Accident Prevention in Construction, Washington, DC: *Associated General Contractors of America.*

Ayyup B.M and Haldar, 1985. A. Decisions in Construction Operations, *Journal of Construction Engineering and Management*, **111(4),** 343-357.

Ayyup B.M and Haldar, A., 1984. Project Scheduling using Fuzzy Sets Concepts, , *Journal of Construction Engineering and Management*, **110(2)**, 189-205.

Bailer, A.J., Stayner, L.T., Stout, N.A., Reed, L.D., and Gilbert, S.J., 1998. Trends in occupational fatal injury rates in the U.S. (1983-1992). *Occupational and Environmental Medicine*, **55,** 485-498.

Bell PM and Bariru AB., 1996. Fuzzy modelling and analytic hierarchy processing to quantify risk levels associated with occupational injuries Part I: the development of fuzzy-linguistic risk levels. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* **4(2)**, 124-131.

Blockley, D.I., 1977. Predicting the Likelihood of Structural Analysis, *Proceedings of International Civil Engineers* London, **59 (2)**, 659-668.

Bowles J.B and Pelaez C.E., 1995. Fuzzy logic prioritisation of failures in a system failure mode, effects and criticality analysis, *Reliability Engineering and System Safety*, **50**, 203-213.

Bureau of National Affairs, 1992. Workplace deaths drops in Washington state, Occupational Safety and Health Reporter, **21(49):3**.

Çubuk, A., 1983. Sosyal Politika ve Sosyal Güvenlik, Ankara.

Culver, C., 1993. Build a safer construction site. *Safety & Health*, March, 74-76.

Davies, V.J. and Tomasin, K. ,1990. Construction Safety Handbook, Thomas Telford Press, London.

Dedobbeleer, N. and German, P., 1987. Safety practices in the construction industry, *Journal of Occupational Medicine,* **29(11)**, 863-868.

Dedobbeleer, N., et al., 1990. Safety performance among union and non-union workers in the construction industry, *Journal of Occupational Medicine,* **32(11),**1099-1103.

DeJoy, D.M., 1985. Attributional processes and hazard control management in industry, *Journal of Safety Research,* **16(2),**61-71.

Dizdar, E.N, 2000. İş Güvenliği, Alver Yayıncılık, Ankara.

Duboise, D. and Prade, H., 1998. Possibility Theory: An approach to computerized processsing of uncertainty, Kluwer Academic Pub.

Ebdukair, Z., 1988. Safety assessment and optimization of construction operations using fuzzy sets, *PhD Thesis*, The University of Maryland, Maryland.

Engels F., 1845. Kişisel Gözlemlerden ve Sağlıklı Kaynaklardan İngiltere'de Emekçi Sınıfların Durumu, Sol Yayınları, 1997 Baskısı

EU Commission, 1993. Social Europe, Europe for Safety and Health at Work, No: 3/93

Erkan, C., 1984. İş Sağlığı ve Meslek Hastalıkları, A.Ü. Tıp Fakültesi Yayınları, Ankara.

Erkan, N., 1989. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sorunlarına Yeni Bir Yaklaşım, *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İşçi Sağlığı Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara, 4-10 Mayıs 1988.

Eyrenci, Ö., Taşkent, S. ve Ulucan, D., 2004. Bireysel İş Hukuku, Legal Yayıncılık, İstanbul.

European Council, 1999. The Regulation of Working Conditions in the Member States of the EU, *Part 4: Occupational Health and Safety*, Belgium.

European Agency for Safety and Health at Work, 2002. The Use of Occupational Safety and Health Management Systems in the Member States of the European Union (Experiences at company level), Office for Official Publications of the European Communities, Belgium.

Fellner, D.J. and Sulzer-Azaroff, B. 1984. Increasing industrial safety practices and conditions through posted feedback. *Journal of Safety Research,* **15**, 7-21.

Fişek, A.G. ve Piyal, B., 1988. İşçi Sağlığı Kılavuzu, Türk Tabipler Birliği, Ankara.

Fişek, G., 2001. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Konusunda İşyeri Örgütlenmesi, *Türk Sosyal Güvenlik Hukukunda Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyum Kitabı*, 156-164.

Freeman, S., 1990. Control of construction site safety. In: *Proceedings of the National Conference on Construction Safety and Health*, sponsored by the AFL-CIO and NIOSH, Seattle, WA, September, 25-27.

Gentile M., et al, 2003. Development of an inherent safety index based on fuzzy logic. *American Industrial Chemical Engineering Journal,* **49(4),** 959-968.

Goetsch, D. L. 1993. Occupational safety and health (2nd ed.), Prentice Hall, New Jersey.

Günay, C.İ., 2005. İş Kanunu Şerhi, Cilt II, 2. Baskı, Ankara.

Gürcanlı G. E et al, 2005. An Approach For Hazard Assesment On Construction Sites Using Fuzzy Sets. *Proceedings of 4th Triennial International Conference Rethinking and Revitalizing Construction Safety, Health, Environment and Quality.* Port Elizabeth-South Africa, 10-13 May, 993-1002

Gürcanlı G.E ve Müngen U., 2004. Şantiyelerde İş Güvenliği Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Meslek Hastalıkları ve İş Kazaları 1. Sempozyumu,* 28 Nisan-1 Mayıs, İstanbul

Gupta, M.M. and Qi, J., 1991. Theory of T-norms and fuzzy inference methods, *Fuzzy Sets and Systems*, **40**, 431-450.

Raafat H., 1995. Machinery safety: the risk based approach, practical guidelines on risk assessment, standards and legislation. Technical Communications (Publishing) Ltd, London

Health and Safety Executive, 1997. The report for the costs of accidents at work, **HSG96**, Great Britain.

Heinrich, W.H., 1931. Industrial Accident Prevention, McGraw Hill, NewYork.

Hislop, R.D., 1991. A construction safety program. *Professional Safety*, September, 14-20,

Hollnagel, E., 1993. Human Reliability Analysis Context and Control, Academic Press Inc., San Diego.

HSE, 1994. Managing Health and Safety in construction. Construction (Design and Management) Regulations-1994, *Approved Code of Practice and Guidance*, Heath and Safety Executive Books, Suffolk.

HSE, 1999. Management guidelines for working together in a contract environment. Health and Safety Executive Report, **6.64/291**, Suffolk.

Council of the European Communities, 1992. Implementation of Minimum Safety and Health Requirements at Temporary or Mobile Construction Sites. *EC Directive 92/57/EEC*

International Labour Office, 1992. Safety and Health in Construction: An ILO Code of Practice, Geneva, Switzerland

ILO, 2002. Guidelines on occupational safety and health management systems, ILO-OSH 2001, International Labour Office Press, Geneva.

ILO, 2002. ILO Yearbook of Labour Statistics, International Labour Office Press Geneva.

International Labour Organization, 2005., World day for safety and health at work: a background paper, *ILO In Focus ProgrammeReport on Safe Work*, Geneva

İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, 1993. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği (İnceleme ve Araştırmalar) 1991-1992, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Jackson, N. and Carter, P., 1992. The Perception of Risk, Risk; Analysis, Assesment and Management, edited by Ansell, J., Wharton, F., John Willey & Sons, W.Sussex

Jorgensen, K., 1998. Concepts of Accident Analysis, in *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, pp.415-434, ILO Press, Geneva.

Karabay M., 1997. Uluslararası İnşaat Sektöründe Politik Risk ve Fuzzy Analiz Yöntemi, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kinney G.F.and Wiruth, A.D., 1976. Practical Risk Analysis for Safety Management, *NWC Technical publication 5865*, Naval Weapons Center, China Lake, CA.

Kirwan, B. 1992. Human error identification in human reliability assessment. Part 1: Overview of approaches. *Applied Ergonomics*, **23(5),** 299-318.

Klir, G.J. and Yuan, B., 1995. Fuzzy Sets and FuzzyLogic: Theory and Applications, Prentice Hall, New Jersey.

LaBar, G., 1992. Breaking new ground in construction safety. *Occupational Hazards*, May, 58-63.

Lanier, E., 1992. Reducing injuries and costs through team safety. *Professional Safety.* American Society of Safety Engineers, 7, 21-25.

Lee, C.C, 1990. Fuzzy Logic Control. Part I, *IEEE Trans. Syst. Man. Cyb.*, SMC, **20**, 404-418.

Leigh, J.P., 1995. Causes of Death in the Workplace. Quorum Books, Westport, Connecticut.

Levitt, RE. and Samuelson, N.M., 1987. Construction Safety Management. McGraw-Hill, New York.

Liu J, Yang J., Wang J., Sii H. and Wang Y., 2004. Fuzzy Rule-Based Evidential Reasoning Approach for Safety Analysis, *International Journal of General Systems*, **33**, 183-204.

Liverpool John Moores University, 2002. A Safety based decision support system for the design of large offshore engineering products, *Offshore Technology Report*, No: 008

Mamdani, E.H., 1976. Advances in linguistic synthesis of fuzzy controllers, *International Journal of Man Machine Studies*, **8**,. 669-678.

Mamdani, E.H. and Assilian S., 1975. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *International Journal of Man Machine Studies*, **7 (1)**, 1-13.

Mert, V.R., 2002. İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinde Yeni Hedefler, *İşveren Dergisi*, Mayıs, http://www.tisk.org.tr/isveren.asp

Milli Güvenlik Konseyi Genel Sekreterliği, 1984. Türkiye'de İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Uygulamaları, T.C. Milli Güvenlik Konseyi Genel Sekreterliği Yayınları, Ankara.

Müngen, U., 1993. Türkiye'de İnşaat İş Kazalarının Analizi ve İş Güvenliği Sorunu, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Müngen, U., 1998. İş Güvenliği Ders Notları, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.

Müngen, U., 2000. İş Güvenliği Ders Notu, İTÜSEM İnşaat İşletme Mühendisliği Sertifika Programı, İstanbul.

Müngen, U. and Gürcanlı G.E. 2005. Fatal Traffic Accidents in the Turkish Construction Industry, *Safety Science*, **43.** 299-322

Nguyen, V.U., 1985. Tender Evaluation by Fuzzy Sets, *Journal of Construction Engineering and Management*, **111(3)**, 231-243.

OSHA 29 CFR-1926, Construction standard, *Occupational Safety and Health Administration,* Washington D.C.

OSHA, 1989. Safety and Health Program Management Guidelines, http://www.osha-slc.gov/oshprogs/vpp/index.html

Özkan, Ç., 1998. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ders Notları, İ.T.Ü İşletme Fakültesi, İstanbul.

Özkılıç, Ö., 2005. Iş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TİSK Yayınları, www.tisk.org.tr

Paek, J.H. and OCK, J.H., 1986. Pricing Construction Risk; Fuzzy Set Application, *Journal of Construction Engineering and Management*, **119(4)**, 743-756

Petersen, D., 1984. Human-Error Reduction and Safety Management, Aloray, New York.

Rademaker, K., 1991. Activate your fall protection defenses. *Occupational Hazards*, December, 40-439.

Railtrack, 2000. Engineering Safety Management, Issue 3, Yellow Book 3, Volume 2, Guidance, Published by on behalf of the UK rail industry, London.

Raouf, A., 1998. Theory of Accident Causes, in the *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, pp. 512-522, ILO, Geneva.

Ross, T.J, 1998. Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill, New York.

Ruser, JW. 1998. Denominator choice in the calculation of workplace fatality rates. *American Journal of Industrial Medicine*, **33**, 151–156.

Saaty T.L and Vargas L.G., 1980. The Analytic Hierachy Process, McGraw-Hill, New York.

Sabuncu, H., 2001. Ülkemizdeki İş Kazalarının Değerlendirilmesi ve İş Sağlığı (Çalışanların Sağlığı ve Güvenliği) Yönetim Sistemi, *Türk Sosyal Güvenlik Hukukunda Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyum Kitabı*, Galatasaray Üni. Yayınları.

Schmucker, KJ., 1984. Fuzzy Sets, Natural Language Computations and Risk Analysis. Computer Science Press, Rockville.

Selcan, T., 1985. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, Kazancı Hukuk Yayınları, No:403, İstanbul.

Şen, Z., 2001. Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilge Kültür Sanat, İstanbul

Sii, H.S., and Wang, J., 2002. Safety assessment of FPSO's- The process of modellling system safety and case studies, *Report of the Project-"The Application of Approximate Reasoning Methodologies to Offshore Engineering Design".*, **EPSRC GR/R30624 and GR/R32413**, Liverpool John Moores University, U.K

Sii, HS., Ruxton T. and Wang J., 2001. A fuzzy-logic-based approach to qualitative safety modelling for marine systems, *Reliability Engineering and System Safety*, **73**, 19-34.

Smith, G. and Roth, R., 1991. Safety programs and the construction manager. *Journal of Construction Engineering and Management*, **117(2)**, 360-371.

Step Change Support Team, 2000. *Task Risk Assessment Guide-* A Step Change in Safety, www.oil-gas-safety.org.uk, Aberdeen, UK

Süzek, S., 2001. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Konusunda Somut Çözüm Önerileri, *Türk Sosyal Güvenlik Hukukunda Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyum Kitabı*, Galatasaray Üni. Yay, İstanbul, 137-155.

T.C Başbakanlık Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, 1999. AB ve Türkiye, Ankara

Toscano G. 1997. Dangerous jobs. *Computational Work Conditions,* **2(2)**, 57–60.

Toscano G. and Windau, J. 1993. Fatal work injuries: Results from the 1992 national census, *Monthly Labour Review*, **116(10)**, 39–48.

Tweeddale, M., 1997. Risk Management Handbook for the Mining Industry, New South Wales Department of Mineral Resources, Sydney.

U.S. Army Corps of Engineers, 1992. Safety and Health Requirements Manual, **EM385-1-1**, Washington, DC.

U.S. Department of Energy, 1993. Office of Occupational Safety, *DOE 5480.9*, 2-8-93 Draft, Construction Project Safety and Health Management.

Vredenburgh, A.G, 2002. Organizational Safety: Which management practices are most effective in reducing employee injury rates?, *Journal of Safety Research*, **33**, 259-276.

Walters, N.K., 1983. Safety management accountability process: An effective approach at DuPont, *Professional Safety*, **August**, 35-38.

Wang J., 1997. A subjective methodology for safety analysis of safety requirements specifications, *IEEE Transactions of fuzzy systems*, **5 (3)**, 418-430.

Wang L.X., 1997. A Course in Fuzzy Systems and Control. Prentice-Hall, New Jersey.

WHO, 1993. Occupational Hygiene in Europe, *EC Legislation Requirements*, An Introductory Guide, European Occupational Health Series No: 6.

Yakın ve Orta Doğu Çalışma Eğitim Merkezi Başkanlığı, *Tarihçe*, http://www.yodcem.gov.tr

Yen, J., and R. Langari, 1999. Fuzzy Logic: Intelligence, Control and Information, Prentice Hall.

Zadeh L.A., 1965. Fuzzy sets, *Information Control,* **8**, 338-353.

Zadeh L.A., 1973. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processess, *IEEE Transactions of Systems, Management Cybernetics*, **2**, 28-44.

Zimmerman H.J., 1991. Fuzzy Set Theory and Its Applications. Kluwer, Norwell.

EKLER

EK A : Şantiyede Uygulanan İş Güvenliği Kontrol Listesi

EK B : Farklı Kaza Tiplerinde Alınacak İş Güvenliği Önlemlerinin İkili Kıyaslamalar ile Önem Derecesinin Belirlenmesi için Uzmanlara Sunulan Form

EK C : İkili Kıyaslamalar Sonucu Önem Ağırlıklarının Bulunması için Yapılan Hesaplamalar

EK D : Şantiyelere Göre Kaza Tiplerinin Dağılımı (Ölüm ve Yaralanmalar)

EK E : Farklı İnşaat Şantiyelerinde, Farklı Kaza Tiplerinin Kaza Olabilirliğinin Bulanık Üyelik Dereceleriyle Gösterimi

EK F : Uzman Görüşleriyle İnşaat Şantiyelerinde En Sık Görülen Kaza Tiplerinin Kaza Şiddetinin Belirlenmesi için Anket Formu

EK G : Bulanık Kural Tabanlı Sistemde Kullanılan Kurallar

EK H : İncelenen Şantiyedeki Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirme Çalışmaları

EK I : Farklı Kaza Tipleri için İncelenen Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller ve Puanlamalar

EK J : MATLAB Programı ile Hesaplamalar ve Sözel İfadelere Ulaşılması

EK A : Şantiyede Uygulanan İş Güvenliği Kontrol Listesi

ŞANTİYE İŞ GÜVENLİĞİ KONTROL LİSTESİ

Her madde için 1-10 arasında puan verilecek, önem ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklı puan bulunacak, ağırlıklı puanların toplanması ile, her olası kaza tipi için toplam puan elde edilecektir. İlgili maddelerden herhangi biri ile ilgili bir iş yapılmıyor veya olası bir tehlike bulunmuyorsa o maddelerin puanı 10 olarak alınacaktır.

Düşmelere Karşı Alınması Gereken Önlemler

Ağırlık			Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
W_1	w_{11}	İskelelerin taşıyabilecekleri en çok ağırlık, levhalar üzerine yazılarak iskelenin uygun ve görülebilir yerlerine asılacaktır hükmü tüm iskeleler için sağlanmış mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{12}	Hareketli (mobil) iskelelerin tekerlekleri çalışma anında kilitlenmekte midir, hareket ettirilirken üzerinde insan, malzeme vb. bulunması önlenmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{13}	İskelelerin ayaklarının sabitlemesi ne ölçüde yeterlidir? Ayakların yeterince düz ve sert bir satıh üzerinde bulunması şartı ne ölçüde sağlanmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{14}	İskelelerin kenarlarına ve uçlarına düşmeyi önleyici koruyucu parmaklık veya trabzan ne ölçüde yerleştirilmiştir, işçinin ayağının kayması veya düşmesi durumunda onun ağırlığını taşıyacak yeterlilikte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{15}	İskeleler, ancak sorumlu ve yetkili teknik elemanın yönetimi altında, tecrübeli ustalara iskele ölçüleri ve malzeme özellikleri gözönünde bulundurularak kurdurulacak veya söktürülecektir şartı ne dereceye kadar uygulanmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{16}	Mobil iskelelerin yüksekliği, taban genişliği ve derinliğinin 4 katından az olmalıdır şartı sağlanmış mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{17}	İskelelerde görülecek arızalar derhal onarılacak, zayıf kısımlar kuvvetlendirilecek veya yenileri ile değiştirilecektir ve iskeleler üzerine moloz ve artıklar ile geçişi engelleyecek malzeme bırakılmayacaktır hükümleri ne ölçüde sağlanmaktadır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{18}	Asma iskelelerde çalışan işçilerin güvenlik kemeri veya cankurtaran halatı ile korunması ne ölçüde sağlanmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{19}	İskelelerle ilgili buraya kadar yer almamış Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü hükümleri ne ölçüde sağlanmıştır? (Bunun için tüzüğe bakılacak ve puanlama yapılacaktır)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_2	w_{21}	Basamakları yapılmamış betonarme merdiven döşemelerine kayma veya düşmeyi önleyecek ahşap basamaklar ve kova boşluğu kenarlarına ise uygun korkuluklar ne ölçüde yapılmıştır, bunlar ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{22}	İşçilerin gelip geçtiği yerlerde kullanılacak merdivenin etrafı halat, zincir veya ahşap korkulukla çevrilecek ve görünür yerlere uyarma levhaları asılacaktır hükmü ne ölçüde sağlanmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{23}	Kullanılan merdivenlerin basamakları kaymayı önleyici özellikte midir? Tırtıklı metal basamak, düşmeyi önleyici lastik koruyucu vb. özellikler mevcut mu? Merdiven basamakları üzerinde yağ, petrol vb. kaygan malzeme bulunuyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{24}	Merdivenlerin altına kutu, varil ve benzeri dengesiz, devrilme riski olan ek yükseklikler konuyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{25}	Bozuk, kırık, eksik, yanlardan çıkmış veya çıkmak üzere basamaklara sahip merdivenler hizmet dışına alınıyor mu? Bunların kullanımına şantiye içinde rastlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{26}	Yüksekliğin fazla olduğu durumlarda merdivenlere ekleme yapılıyor mu, yapılıyorsa güvenli mi?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_3	w_{31}	Asansör boşluğu veya kapılarından düşmeleri önlemek için alınan önlemler ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{32}	İnşaat içindeki karanlıkta kalan yerlerin ışıklandırması veya reflekte uyarı levhalarıyla boşlukların çevresinin düşmelere karşı korunması ne ölçüde sağlanmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{33}	Kırılgan olabilecek yüzeyler, çatı kısımları, dam pencereleri vb. Çevresinde gerekli uyarılar ne ölçüde yapılmakta, önlemler ne ölçüde alınmaktadır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{34}	Döşeme boşluklarında, havalandırma boşluklarında düşmelere karşı önlemler ne ölçüde sağlanmaktadır? Sabit korkuluklar var mı, korkuluklar ne ölçüde yeterlidir? Korkuluk yapılmadığı durumlarda plakalarla boşluklar kapatılmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{35}	Açık platformlarda, platform kenarlarında düşmelere karşı alınan önlemler yeterli midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{36}	Balkon gibi çıkmalar veya duvarlardaki pencere boşluklarında yeterli önlemler alınmış mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_4	w_{41}	Kullanılan kemerlerin işçilerin fizik yapılarına ve standartlara uygunluğu ne ölçüde denetlenmektedir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{42}	Yüksekliği 3 metreden daha fazla olan ve düşme veya kayma tehlikesi bulunan yerlerde çalışanlarla, kiremit döşeyicilerine, oluk ve her türlü dış boya işleri yapanlara, gırgır vinçlerini çalıştıranlara ve kuyu, lağım, galeri ve benzeri yerlerde çalışanlara güvenlik kemeri verilecek hükmü ne ölçüde sağlanmaktadır	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{43}	Merdiven, iskele, yakalama platformu, geçici kat, güvenlik hattı veya güvenlik kemerinin kullanımının pratik olmadığı çalışma alanlarında ağ kullanımı ne ölçüde gerçekleştirilmektedir. Şantiyede bulunan ağlar kullanım açısından pratik midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
								TOPLAM PUAN					

2. Elektrik çarpmalarına karşı alınacak iş güvenliği önlemleri

Ağırlık			Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
W_1	w_{11}	Elektrikle, elektrik kaynağıyla çalışan işçilerin koruyucu bareti ve plastik tabanlı botları var mı, bunların kullanımı ne dereceye kadar sağlanıyor, kullanılan ekipman standartlara uygun mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{12}	Elektrikli aletlerle temasın veya yakınlığın tehlike doğurabileceği yerlerdeki (nemli, ıslak yerler) uyarılar yeterli midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{13}	Elektrikli alet ve tesisatın kurulumu, bakımı uzman bir kişi tarafından sağlanmakta mıdır, düzenli olarak denetleniyor mu ve raporları tam olarak tutuluyor mu? (yapı iş defterine kaydediliyor mu?)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{14}	Eski, risk barındıran elektrikli cihazların servis dışına alınması sağlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{15}	Yıpranan veya sıyrılan kablo veya teller servis dışına alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_2	w_{21}	Binaların dış yüzlerine konulacak transformatör,kondansatör veya buna benzer diğer elektrik teçhizatı ile bu cihazlara ulaşan iletkenler; pencere,balkon ve benzeri yerlerden yeterince uzak mı?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{22}	Şantiyedeki elektrik dağıtımını sağlayan sistem yeterince izole edilmiş ve kolaylıkla ulaşılabilir bir yerde mi? Kapalı pozisyonda kilitli tutan mekanizma var mı?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{23}	Elektrikli aletler ve ışıklandırmalar için kullanılan uzatma kablolarının, ekleme kutularının ayak altında bulunması, yıpranması, ezilmesi ne derece önlenmektedir? (Not: Taşınabilir elektrik kabloları, dayanıklı kauçukla kaplanmış olacak ve gerektiğinde eğilip bükülebilecek bir metalle dayanıklılığı arttırılacak ve bunların kaplamaları bozulmayacak, bağlantıları iyi durumda tutulacaktır.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{24}	Parlayıcı, patlayıcı maddelerin imal edildiği, taşındığı ve depolandığı yerlerde, elektrikli el aletleri kullanılmayacaktır. Parlayıcı ve patlayıcı maddelerin bulunduğu yerlerle bu maddelerin yakınındaki yerlerde, statik elektrik yüklerinin meydana gelmesine karşı nemlendirme, topraklama, iyonizasyon, silindirlerin ayarı v.b. gibi uygun tedbirler alınacaktır. Statik elektriği iletmeyen malzemelerin kullanılmasından mümkün olduğu kadar kaçınılacaktır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{25}	Elektrik kabinleri, kutuları ve bağlantıları uygun şekilde kapalı tutuluyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_3	w_{31}	Elektrikle çalışan aletlerin (Alternatif veya doğru akım ile çalışan özellikle çıplak metal kısımlı elektrik cihazlarının) topraklaması ve yalıtımı ne ölçüde sağlanmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{32}	Taşınabilir iletkenlerin kullanılması gereken yerlere, yeteri sayıda ve uygun şekilde topraklanmış elektrik prizleri konmuş mudur?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{33}	Topraklamada, bağlantı hatları açık çekildiği takdirde, mekanik ve kimyasal etkilerden korunmuş olacaktır. Toprak hatları, kolay muayene edilecek şekilde çekilmiş olacaktır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{34}	Özellikle nemli ve ıslak yerlerdeki elektrikle aletler için kaçak akım rölesi bulunuyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_4	w_{41}	Yer altından geçen elektrik kablolarının geçtiği yerleri gösteren planlar mevcut mu, geçtiği yerleri gösteren uygun işaretler konmuş mu? Kazı işlerinin güvenli yapılması için, elektrik kablolarının geçtiği yerler kontrol ediliyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{42}	İskele ve vinçlerle çalışılırken, yüksek gerilim hatlarına veya şantiye içindeki elektrik hatlarına temasının önlenmesi için gerekli önlemler ne ölçüde yeterli? Vinçlere akım sağlayan hava iletkenleri uygun şekilde yerleştirilmiş ve korunmuş olacak ve bunların altına veya yakınına malzeme istifi ve yığını yapılmayacaktır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{43}	Enerji hatlarının yakınlarında çalışan damperli kamyonların ve iş makinalarının enerji hatlarına teması ne derecede önleniyor, kamyon ve makinaların topraklaması veya yalıtımı ne ölçüde sağlanıyor?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

TOPLAM PUAN

3. Yapı Makinaları Kazalarına karşı Alınacak Önlemler

Ağırlık			Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
W_1	w_{11}	Tüm bayrakçı ve işaretçilerin uygun bayrak, işaret çubuğu ve/veya feneri var mı?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{12}	Bayrakçı ve işaretçilerin giyimleri nasıl? Tüm giysiler gece veya karanlıkta çalışmak için uygun mu (kırmızı veya turuncu kumaş) bu kumaşların reflekte özelliği ne derecede yeterli?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{13}	İş makinalarını kullanan operatörlerin nitelikleri, yasa ve yönetmeliklere uygun mu? Bunların kayıtları dosyalanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_2	w_{21}	Tüm araçlarda yükleme kapasitesi, önerilen işletme hızı ve özel tehlikeleri gösteren uyarılar araçların üzerinde bulunuyor mu ve operatörün göreceği bir yerde mi?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{22}	İş makinalarının (sözgelimi buldozer, skrayperler, damperliler vb.) tamiri sırasında kalkan bölümler ya tam indiriliyor ya da tamamen bloke ediliyor mu? Bunun için gerekli önlemler ne derecede alınıyor?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{23}	Tüm iş makinalarındaki fren sistemleri (el freni, servis freni ve acil durum freni), kumanda sistemleri, kaldırma sistemleri vs. her vardiya öncesi kontrol ediliyor mu, tüm parçaların ve aksesuarların doğru çalışır durumda olduklarına dair formlar mevcut mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_3	w_{31}	İş makinalarının çalıştığı yerlerin trafiğe kapatılması veya şantiye içi veya dışı trafikten yalıtılması için gerekli önlemler ne derecede yeterli?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{32}	Park eden araçlar için özellikle de yokuşta park eden araçlarda el freni sistemleri kontrol ediliyor mu? Tekerleklerin arasına dönmeyi önlemek için takoz vb. Malzemeler konuyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{33}	Operatörün arkasını görmesinin engellenmiş olduğu iş makinalarında, bir gözetmen yardımıyla manevra yapılıyor mu veya uygun ayna sistemleri yerleştirilmiş mi?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{34}	Seyir halinde devrilmelere karşı yolların durumu ve bakımı ne ölçüde yapılıyor? Tümsek, çukur, hendek vb. durumu nasıl, gerekli önlemler alınmış mı?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{35}	İş makinaları çalışırken, tehlikeli olabilecek yakınlığa çalışanların girmesi için yeterli önlemler alınıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{36}	İş makinalarının, kaldıraçların vb. Kullanıldığı şantiyede a. Bunların uygun ve güvenli bir şekilde seyretmesi için uygun yollar mevcut mu? b. Şantiye için trafik bunların güvenli bir şekilde çalışması için organize edilmiş mi ve çalışma sırasında kontroller sağlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{37}	İş makinalarının eğimli kazı sırasında çalışırken, veya önceden kazılmış yerlere düşmesini/devrilmesini önlemek için gerekli önlemler ne derecede yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_4	w_{41}	Mobil veya statik vinçlerin çalıştığı zemin ne derecede sağlam, bu sağlamlığı sağlamak için alınan önlemler ne ölçüde yeterli?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{42}	Vinçlerin hareket yarıçapına kadarlık alana çalışanların veya üçüncü şahısların girmesini önleyici güvenlik ağı uygun bir şekilde çekilmiş mi?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	w_{43}	Vinçlerle taşınan yüklerin düşmemesi, dengede durması için yeterli önlemler alınıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
												TOPLAM PUAN	

4. Şantiye içi trafik kazalarına karşı alınacak önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Tüm bayrakçı ve işaretçilerin uygun bayrak, işaret çubuğu ve/veya feneri var mı? Bayrakçı ve işaretçilerin giyimleri nasıl? Tüm giysiler gece veya karanlıkta çalışmak için uygun mu (kırmızı veya turuncu kumaş) bu kumaşların reflekte özelliği ne derecede yeterli?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_2	Şantiye içinde seyreden kamyon, kamyonet vb. Araçlarla işçilerin bir yerden bir yere naklinde gerekli önlemler alınıyor mu? İşçilerin tehlikeli bir şekilde araçlara binmesi önleniyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_3	Şantiye içinde, otoyol kenarında veya inşaat işinin devam ettiği yerlerde araçların başıboş bırakılması engelleniyor mu? Bu gibi yerlerde özellikle gece park etmek zorunda olan araçların, reflektörleri mevcut mu, uygun park yerleri (çevresi engellenmiş) mevcut mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_4	Park eden araçlar için özellikle de yokuşta park eden araçlarda el freni sistemleri kontrol ediliyor mu? Tekerleklerin arasına dönmeyi önlemek için takoz vb. Malzemeler konuyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_5	İş makinalarının çalıştığı yerlerin trafiğe kapatılması veya şantiye içi veya dışı trafikten yalıtılması için gerekli önlemler ne derecede yeterli?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_6	Şantiye giriş çıkışı şantiye dışındaki trafikten ne ölçüde etkilenmektedir? Giriş ve çıkışta gerekli düzenlemeler yapılmış mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_7	Şantiye içi ulaşım planı ne ölçüde yeterlidir? Şantiye içi trafikte tek yönlü sistem veya dönme noktaları, geri dönüşleri, manevraları ne ölçüde minimize etmektedir.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_8	Şantiye içinde trafik işaretleri veya uyarıcı işaretler ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_9	Araç trafiğine maruz kalabilecek işçilerin giyimleri reflekte kumaştan mı yapılmıştır, işçilerin araç trafiğinden yalıtılması için gerekli önlemler alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W_{10}	Yayalar için ayrı yollar ne ölçüde yeterlidir ve şantiye için araç trafiğinden yayaların etkilenmesini minimize etmektedir? Araç giriş çıkışları ve ulaşımları için özel önlemler alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

5. Malzeme düşmesine karşı alınacak önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Tüm işçilerin baret giymeleri ne ölçüde sağlanıyor? Baretsiz işçi, mühendis, yardımcı personel bulunuyor mu? Şantiye içindeki ziyaretçilerin baret giymeleri sağlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_2	Malzemeler depolanırken, kat kat sıralanırken, istiflenirken kayma, düşme ve çökmeye karşı gerekli önlemler (önlerine engel konması, yeterli şekilde bağlama, düşme tehlikesi olan yerlere kırmızı çizgilerle uyarılar konması vs) sağlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_3	Çatıda, iskelede, vinç üzerinde çalışılırken, malzeme düşmesi için alınan önlemler ne ölçüde yeterlidir? Çalışma sahasına yakın tehlikeli alanlara işçilerin, ziyaretçilerin girmesini önleyecek uyarı levhaları, emniyet şeritleri vb. Uygulanmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_4	Vinçlerin dönme yarıçapları içinde kalan alanlara girişin önlenmesi için gerekli barikatlar bulunuyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_5	Döşeme boşluklarından malzemelerin düşmesi için alınan önlemler ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_6	Dış duvarlardan çevreye malzeme düşmesi için alınan önlemler ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

6. Kazı Kenarı Çökmelerinde alınacak önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Kazı kenarı çökmeleri için hazırlanan payandalar yeterli midir, kullanılan malzeme yükü taşıyacak özellikte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_2	Kazının,komşu bir yapıyı devamlı veya geçici olarak tehlikeye soktuğu hallerde, yapı tekniğinin gerektirdiği tedbirler ne ölçüde alınmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_3	Hendeklerde çalışılırken gerekli güvenlik önlemleri yeterince alınmakta mıdır? 150 santimetreden daha derin olan kazı işlerinde, işçilerin inip çıkmaları için yeteri kadar el merdivenleri bulundurulması sağlanmakta mıdır? İksa tertibatını ve desteklerini, inip çıkma için kullanmak önlenmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_4	Kazılara yaklaşan araçları uyarmak için gerekli uyarı levhaları, emniyet şeritleri, çitler vb. Önlemler yeterince alınmış mıdır? İş makinalarının kazı kenarında çalışması gerekiyorsa gerekli önlemler ne ölçüde alınmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_5	Kazıdan çıkan toprak,kaymasına engel olmak üzere,toprak cinsinin gerektirdiği uzaklığa atılacaktır.Bunun mümkün olmaması halinde kazıda gerekli iksa yapılacaktır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_6	İnşaat yapmak amacıyla açılan kuyu, tünel veya yeraltı galerilerinde yapılan tahkimat her posta değişiminde kontrol edilecek ve sonuçlar günlük yapı iş defterine yazılarak imzalanacaktır. Yeraltı işlerinde, çökme ve parça düşmeleriyle su baskınlarına karşı gereken tedbirler alınacaktır.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_7	Genellikle kazı işleri, yukarıdan aşağıya doğru ve toprağın dayanıklılığı ile orantılı bir şev verilmek suretiyle yapılacaktır ilkesine ne ölçüde uyulmaktadır? Bununla ilgili denetim yapılmış ve kayıtlar tutulmuşmudur? Kazılar ne ölçüde denetlenmektedir. Günlük teftiş önerilmektedir! Yapı iş defterine gerekli kayıtlar düşülmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_8	Kazı kenarına araç, alet edevat, malzeme gibi düşey yüke sebebiyet verebilecek yüklerin konması ne ölçüde önlenmektedir? Düşey yükler zorunlu olarak kazı kenarında bulunacaksa, kazık ve payanda ile önlemler yeterince alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

7. Yapı ve Yapı Elemanları Yıkılmalarına karşı alınacak önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Yerinde döküm için hazırlanmış kalıplar, taşıyacağı tahmin edilen yükleri güvenli bir şekilde taşıyabilmesi için tasarlanmış, yerleştirilmiş, desteklenmiş, güçlendirilmiş midir? İncelenen kalıpların, plan ve projelerde uygun yerleştirme ve dikme yöntemleri bulunmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_2	Dikilen payandaların teftişi yeterli olarak yapılmakta mıdır? Beton dökümü öncesinde, sırasında ve hemen sonrasında teknik personel tarafından yapılan teftiş ne ölçüde yeterlidir? Yapılanlar Yapı İş defterine yazılmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_3	Kalıp sökümü betonun kendi ağırlığını ve ek ağırlıkları taşıyacağından emin olduktan sonra, güvenlik şartlarına uygun bir şekilde yapılmakta ve Yapı İş Defterine kaydedilmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_4	Hazır beton duvarlar, yapı elemanları, kalıcı bağlantılar yapılana kadar uygun bir şekilde devrilme ve çökmeye karşı desteklenmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_5	Yıkım işlerinde alınması gereken önlemler ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_6	Çatı işlerinde yıkılma ve devrilmelere karşı yeterli önlemler ne ölçüde alınmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_7	Duvar örülmesi sırasında çökme ve yıkılmalara karşı yeterli önlemler alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_8	Yük taşıyan yapı elemanlarının kesme, kırma, delik açma vb. yöntemlerle zayıflaması saptanmış mıdır, ne ölçüde zayıflamıştır, gerekli önlemler ne ölçüde alınmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_9	Zayıflamış, malzeme kaybı tespit edilmiş tehlike barındıran döşeme ve duvarların denetimi yeterince yapılmakta mıdır, gerekli önlemler alınmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

8. Yangın ve Patlayıcılardan kaynaklanacak kazalara karşı alınacak önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Yangın söndürme ekipmanları uygun bir şekilde yerleştirilmiş midir? Herkesin ulaşabileceği yerde midir? Sayısı yeterli midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_2	Yangın söndürme ekipmanlarının periyodik kontrolleri uygun bir şekilde yapılmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_3	Yanıcı, patlayıcı malzemeler ile elektrik temasının önlenmesi ne ölçüde sağlanıyor?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_4	Yanıcı ve patlayıcı sıvılar uygun ve onaylanmış konteynerlerde tutulmakta mıdır? Boşalmış konteynerler yıkandıktan sonra açık havada bekletilmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_5	Patlayıcı maddeyle dolu depoların yakınlarında veya içlerinde, veya patlayıcı maddeler kullanılırken, taşınırken vs. sigara, ateşle yaklaşma, kibrit çakma, gaz lambası kullanma, ateş veya ısı üreten araçlarla yaklaşmanın önlenmesi hususunda gerekli önlemler alınıyor mu, uyarı levhaları mevcut mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_6	Patlayıcılar için güvenlik koşulları nasıl, patlayıcılar kapalı ve kilitli depolarda saklanıyor mu, yalnızca sorumlu kişilerin girmesi uygun bir şekilde sağlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_7	Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı malzemelerin bulunduğu yerlerde uygun güvenlik tabelaları konulmuş mudur?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_8	Yanıcı, patlayıcı malzeme taşıyan araçların şantiye içindeki seyrinde gerekli önlemler ne ölçüde alınıyor?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_9	Yanıcı ve parlayıcı gazların , örneğin LPG ve acetylene, depolanması uygun bir şekilde yapılmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

9. Malzeme Sıçramasından kaynaklanan kazalara karşı alınacak önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Kaynak yapan çalışanların gözlerini ve yüzlerini korumak için yeterli önlemler alınmakta mıdır, kişisel koruyucular (maske, gözlük) mevcut mudur?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_2	El aletlerinin periyodik kontrolü yapılmakta mıdır, eskimiş, yıpranmış, kırılmış, çatlamış el aletlerinin yerine yenileri konmakta, eskileri atılmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_3	Demir kesme, bükme işinde kullanılan aletlerin bakımı yapılmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_4	Beton dökümü sırasında, beton pompasından fırlayabilecek mıcır vb. için gerekli önlemler ve kişisel koruyucular sağlanıyor mu?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_5	Kesme veya ısıtma işi yapan işçilerin gözlerini ve yüzlerini korumak için yeterli kişisel koruyucular sağlanmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

10. Diğer kazalara karşı alınacak önlemler ve genel önlemler

Ağırlık		Her durum için iş güvenliğine uygunluk derecesi										Ağırlıklı Puan
w_1	Şantiyenin genel temizliği, batıcı, keskin malzemelerden arındırılması ne ölçüde gerçekleştirilmektedir? Kalıp, iskele keresteleri, ıskartaya çıkarılmış kalas ve kerestelerin (özellikle çivi çakılı olanlar) ve diğer gereksiz malzeme temizlenmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_2	Şantiyeye yabancıların girmesi için çevresi çit, parmaklık, dikenli tel vb. ile çevrilmiş midir? Kapıdan giriş ve çıkışlar denetlenmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_3	Şantiye içindeki çukurlar, su birikintileri ne ölçüde ortadan kaldırılmıştır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_4	Yakıcı asidik sıvıların kullanımı için kişisel koruyucular sağlanmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_5	Dar, kapalı alanlarda gaz sızıntısı riski olan yerlerde çalışmak zorunda olan işçiler için havalandırma tertibatı, ilk yardım malzemesi, maske vs. bulunmakta mıdır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_6	El kazalarına karşı çalışanlara eldiven verilmekte midir? Eldiven kullanımı ne ölçüde yeterlidir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_7	Betonarme demirlerinin çıkan uçları, saplanma riskini ortadan kaldırmak için ne ölçüde korunmaktadır?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
w_8	Elle kullanılan vibratörlerde işçiler için doğabilecek riskler ne ölçüde ortadan kaldırılmıştır? Eldiven, gözlük, uygun ayakkabı vb. verilmekte midir?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							TOPLAM PUAN					

EK B: Farklı Kaza Tiplerinde Alınacak İş Güvenliği Önlemlerinin İkili Kıyaslamalar ile Önem Derecesinin Belirlenmesi için Uzmanlara Sunulan Form

Bu değerlendirme formunda inşaat sektörümüzde en sık görülen 9 kaza tipi ve bu kaza tipleri arasına girmeyen "diğer" kazalar için alınması gereken iş güvenliği önlemlerinin ağırlıklarının saptanması hedeflenmektedir. Alınacak önlemlerin ağırlıklarının saptanmasında ikili karşılaştırmalar yöntemi kullanılacaktır. Bir uzman olarak sizden, her iş kazası tipi için alınması gereken önlemlerin birbirleriyle kıyaslanması istenmektedir. Bu kıyaslamada aşağıdaki tabloda belirtilen skala kullanılacaktır.

Sayısal Değerler	Alınması gereken iş güvenliği önlemlerinin birbirlerine göre önem derecesi
1	Eşit derecede önemli
3	Biraz daha önemli
5	Oldukça önemli
7	Çok önemli
9	Çok çok önemli
2, 4, 6, 8	Çift sayılar ara değerleri belirtmektedir.

İkili karşılaştırmaların kolay yapılabilmesi için, her kaza tipi için tablolar sunulmuştur. Bu tabloların doldurulmasına örnek olarak aşağıdaki tablo incelenebilir.

İkili Karşılaştırmalar				
Düşmeler için alınması gereken önlemler Temel Başlıklar	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1	1	3	5	7
s_2	1/3	1	1/5	7
s_3	1/5	5	1	5
s_4	1/7	1/7	1/5	1

s_1 =İskelelerde alınacak önlemler

s_2 =Merdivenlerde alınacak önlemler

s_3 = Açık platformlarda ve boşluklarda alınacak önlemler

s_4 = Kişisel Koruyucular

Değerlendirme, satırların sütundaki değerlerle kıyaslamasını yansıtmaktadır. Buradaki 3 değeri s_1'in (iskelelerde alınacak önlemler), s_2'ye (merdivenlerde alınacak önlemler) kıyasla biraz daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Simetriğindeki 1/3 değeri ise s2'nin s1'e göre önem derecesini vermekte olup, matris doldurulurken 1/n değerlerini doldurmaya gerek yoktur.

Burada ise satırdaki s_2 değeri ile s_3 değeri kıyaslanırken s_3'ün daha önemli olduğu görülmüş ve s_2 satırına 1/5 yerine, s_3 satırına 5 değeri konmuştur.

Tabloyu dolduran uzmanın görüşüne göre iskelelerde alınacak önlemler, merdivenlerde alınacak önlemlere kıyasla biraz daha önemli (3), boşluklarda alınacak önlemlere kıyasla oldukça önemli (5), kişisel koruyucuların kullanımına oranla ise çok önemlidir (7). Diğer kıyaslamalar da benzer şekilde yorumlanabilir.

1. DÜŞMELER İÇİN ALINACAK ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

1.1 Temel başlıkların kıyaslanması

İkili Karşılaştırmalar				
Düşmeler için alınması gereken temel önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1				
s_2				
s_3				
s_4				

s_1 =İskelelerde alınacak önlemler
s_2 =Merdivenlerde alınacak önlemler
s_3 = Açık platformlarda ve boşluklarda alınacak önlemler
s_4 = Kişisel Koruyucular

1.2 İskelelerde alınacak önlemlerin kıyaslanması

İskelelerde alınması gereken önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9
s_1									
s_2									
s_3									
s_4									
s_5									
s_6									
s_7									
s_8									
s_9									

1.3. Merdivenlerde alınacak önlemlerin kıyaslanması

Merdivenlerde alınması gereken önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6
s_1						
s_2						
s_3						
s_4						
s_5						
s_6						

1.4. Platformlarda ve boşluklarda alınacak önlemlerin kıyaslanması

Platformlarda ve boşluklarda alınması gereken önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6
s_1						
s_2						
s_3						
s_4						
s_5						
s_6						

1.5. Kişisel koruyucuların kullanımına ilişkin önlemler

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3
s_1			
s_2			
s_3			

2. ELEKTRİK ÇARPMALARINA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

2.1. Temel Başlıklar

İkili Karşılaştırmalar				
Elektrik için alınması gereken temel önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1				
s_2				
s_3				
s_4				

s_1 =Bakım, kurulum ve kişisel koruyucular
s_2 =Yalıtım için alınacak önlemler
s_3 = Topraklama için alınacak önlemler
s_4 = Yüksek Gerilim Hatlarına dönük önlemler

2.2. Bakım, kurulum ve kişisel koruyucular için alınması gereken önlemleri ikili kıyaslaması

Bakım, Kurulum, kişisel	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1				
s_2				
s_3				
s_4				

2.3. Yalıtımda alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslaması

Yalıtımda alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1				
s_2				
s_3				
s_4				

2.4. Topraklama için alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

Topraklama için önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1				
s_2				
s_3				
s_4				

2.5. Yüksek gerilim hatlarında alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3
s_1			
s_2			
s_3			

3. MALZEME DÜŞMELERİNE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınması gereken önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
s_1							
s_2							
s_3							
s_4							
s_5							
s_6							
s_7							

4. YAPI MAKİNALARI KAZALARINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

4.1. Temel başlıklar

İkili Karşılaştırmalar				
Yapı Mak. için alınması gereken temel önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4
s_1				
s_2				
s_3				
s_4				

s_1 =İşçiler için Koruyucu önlemler
s_2 =İş Makinaları özellikleri, tamir, bakım
s_3 =Şantiye içi trafik
s_4 = Vinçler

4.2. Genel önlemlerin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3
s_1			
s_2			
s_3			

4.3. İş Makinaları özellikleri, tamir, bakım önlemlerinin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3
s_1			
s_2			
s_3			

4.4. Şantiye içi trafiğe dair alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

Şantiye İçi Trafik	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
s_1							
s_2							
s_3							
s_4							
s_5							
s_6							
s_7							

4.5. Vinçlerde alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	S_1	S_2	S_3
S_1			
S_2			
S_3			

5. ŞANTİYE İÇİ TRAFİK KAZALARINA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

İkili Karşılaştırmalar									
Alınması gereken önlemler	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
S_1									
S_2									
S_3									
S_4									
S_5									
S_6									
S_7									
S_8									
S_9									

6. YAPININ TAMAMEN VEYA KISMEN ÇÖKMESİ KAZALARINA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınması gereken önlemler	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
S_1									
S_2									
S_3									
S_4									
S_5									
S_6									
S_7									
S_8									
S_9									

7. KAZI KENARI GÖÇMELERİNE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınması gereken önlemler	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
S_1								
S_2								
S_3								
S_4								
S_5								
S_6								
S_7								
S_8								

8. YANGIN VE PATLAYICI MADDELERDEN KAYNAKLANAN KAZALAR KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınması gereken önlemler	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
S_1									
S_2									
S_3									
S_4									
S_5									
S_6									
S_7									
S_8									
S_9									

9. MALZEME SIÇRAMALARINDAN KAYNAKLANAN KAZALARA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınacak önlemler	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
S_1					
S_2					
S_3					
S_4					
S_5					

10. DİĞER TİP KAZALARA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınması gereken önlemler	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
S_1								
S_2								
S_3								
S_4								
S_5								
S_6								
S_7								
S_8								

EK C: İkili Kıyaslamalar Sonucu Önem Ağırlıklarının Bulunması için Yapılan Hesaplamalar

Tablo C.1: Düşmeler İçin Alınacak Temel başlıkların kıyaslanması

Düşmeler için alınması gereken temel önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	3,00	3,00	7,00	0,51
s_2	0,33	1,00	3,00	5,00	0,28
s_3	0,33	0,33	1,00	5,00	0,16
s_4	0,14	0,20	0,20	1,00	0,05
			CR=	0,08	

s_1 =İskelelerde alınacak önlemler

s_2 =Merdivenlerde alınacak önlemler

s_3 = Açık platformlarda ve boşluklarda alınacak önlemler

s_4 = Kişisel Koruyucular

	ÖZ VEKTÖR			ÖZ DEĞER	
1	*0,540713304*	*0,309198148*	*0,096910983*	*4,228111237*	*0*
1	-0,37051137	-0,27894667	0,062323979	-0,01383334	-0,979154
0,87797752	1	-0,42050063	-0,13418238	-0,01383334	0,9791541
1	-0,38668844	0,186324844	-0,08562197	-0,20044456	0

Tablo C.2: İskelelerde alınacak önlemlerin kıyaslanması

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	0,50	0,20	0,33	0,33	0,20	2,00	1,00	1,00	0,05
s_2	2,00	1,00	0,50	2,00	3,00	1,00	4,00	5,00	1,00	0,15
s_3	5,00	2,00	1,00	4,00	3,00	2,00	6,00	8,00	1,00	0,25
s_4	3,00	0,50	0,25	1,00	2,00	2,00	5,00	7,00	1,00	0,14
s_5	3,00	0,33	0,33	0,50	1,00	0,50	2,00	6,00	1,00	0,09
s_6	5,00	1,00	0,50	0,50	2,00	1,00	5,00	8,00	1,00	0,15
s_7	0,50	0,25	0,17	0,20	0,50	0,20	1,00	3,00	1,00	0,04
s_8	1,00	0,20	0,13	0,17	0,17	0,13	0,33	1,00	1,00	0,03
s_9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,10
								CR=	0,09	

ÖZ VEKTÖR									Öz Değer	
0,20	*0,59*	*1,00*	*0,57*	*0,35*	*0,59*	*0,17*	*0,12*	*0,40*	*10,08*	*0,00*
0,07	0,27	0,91	-0,57	-0,54	-0,77	-0,20	0,00	1,00	0,13	-2,79
-0,12	0,63	1,00	0,64	-0,02	0,23	-0,14	-0,23	-0,01	0,13	2,79
0,36	-0,56	0,18	-0,11	0,00	1,00	-0,40	-0,03	-0,01	-0,08	-1,24
0,70	1,00	0,24	-0,70	-0,56	-0,16	0,36	-0,27	-0,58	-0,08	1,24
0,11	0,38	-0,75	-0,55	1,00	-0,01	-0,15	-0,16	0,11	-0,11	-0,37
0,05	-1,00	1,00	0,09	0,14	-0,38	0,15	-0,05	0,01	-0,11	0,37
0,04	-0,04	1,00	-0,65	0,22	-0,05	0,02	0,01	-0,21	-0,47	0,97
-0,11	-0,34	-0,64	-0,42	0,45	1,00	0,01	-0,16	0,34	-0,47	-0,97

Tablo C.3: Merdivenlerde alınacak önlemlerin kıyaslanması

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	*Göreli Ağırlık*
s_1	1,00	7,00	5,00	3,00	5,00	3,00	**0,42**
s_2	0,14	1,00	0,50	0,17	0,50	0,33	**0,04**
s_3	0,20	2,00	1,00	1,00	0,33	0,25	**0,08**
s_4	0,33	6,00	1,00	1,00	3,00	1,00	**0,18**
s_5	0,20	2,00	3,00	0,33	1,00	0,33	**0,10**
s_6	0,33	3,00	4,00	1,00	3,00	1,00	**0,19**
					CR=	**0,08**	

ÖZ VEKTÖR						Öz Değer	
1,00	*0,11*	*0,19*	*0,42*	*0,23*	*0,46*	*6,47*	*0,00*
1,00	-0,03	-0,04	-0,11	-0,19	0,38	-0,01	-0,73
1,00	0,24	0,04	-0,45	-0,22	-0,54	-0,01	0,73
1,00	-0,05	-0,04	0,00	0,14	-0,42	-0,09	0,00
-0,28	0,02	-0,76	0,08	0,54	1,00	-0,18	-1,56
0,99	0,11	-0,20	1,00	-0,66	-0,10	-0,18	1,56

Tablo C.4. Platformlarda ve boşluklarda alınacak önlemlerin kıyaslanması

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	0,20	1,00	0,20	0,33	0,33	**0,05**
s_2	5,00	1,00	6,00	2,00	3,00	4,00	**0,38**
s_3	1,00	0,17	1,00	0,20	0,33	0,33	**0,05**
s_4	5,00	0,50	5,00	1,00	3,00	3,00	**0,28**
s_5	3,00	0,33	3,00	0,33	1,00	2,00	**0,14**
s_6	3,00	0,25	3,00	0,33	0,50	1,00	**0,11**
					CR=	**0,03**	

ÖZ VEKTÖR						Öz Değer	
0,13	*1,00*	*0,13*	*0,73*	*0,37*	*0,28*	*6,17*	*0,00*
-0,19	0,21	-0,14	1,00	0,47	-0,11	0,04	-0,96
0,03	1,00	0,02	0,36	-0,25	-0,34	0,04	0,96
0,90	-0,37	-1,00	1,00	-0,31	0,19	-0,01	0,00
-0,07	1,00	-0,04	-0,58	-0,01	0,17	-0,12	-0,38
-0,11	-0,24	0,04	1,00	-0,76	0,41	-0,12	0,38

Tablo C.5. Kişisel koruyucuların kullanımına ilişkin önlemler

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	3,00	8,00	0,66
s_2	0,33	1,00	5,00	0,27
s_3	0,13	0,20	1,00	0,07
		CR=	0,04	

Öz Vektör			Öz Değer	
1,00	***0,41***	***0,10***	***3,04***	***0,00***
1,00	-0,19	-0,06	-0,02	-0,37
-0,16	1,00	-0,23	-0,02	0,37

Tablo C.6: Elektrik Çarpmaları için Temel Başlıklar

İkili Karşılaştırmalar					
	s_1	s_2	s_3	s_4	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	2,00	1,00	4,00	0,38
s_2	0,50	1,00	2,00	3,00	0,30
s_3	1,00	0,50	1,00	2,00	0,23
s_4	0,25	0,33	0,50	1,00	0,10
			CR=	0,06	

s_1 =Bakım, kurulum ve kişisel koruyucular

s_2 =Yalıtım için alınacak önlemler

s_3 = Topraklama için alınacak önlemler

s_4 = Yüksek Gerilim Hatlarına dönük önlemler

Öz Vektör				Öz Değer	
1,00	***0,78***	***0,60***	***0,25***	***4,17***	***0,00***
0,50	1,00	0,52	-0,75	0,04	0,00
-0,38	1,00	-0,68	0,07	-0,11	0,84
1,00	-0,19	-0,41	-0,02	-0,11	-0,84

Tablo C.7: Bakım, kurulum ve kişisel koruyucular için alınması gereken önlemleri ikili kıyaslaması

	s_1	s_2	s_3	s_4	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	5,00	3,00	2,00	0,48
s_2	0,20	1,00	0,50	0,33	0,09
s_3	0,33	2,00	1,00	0,50	0,16
s_4	0,50	3,00	2,00	1,00	0,27
			CR=	0,01	

Öz Vektör				Öz Değer	
1,00	***0,18***	***0,33***	***0,56***	***4,01***	***0,00***
1,00	0,26	-0,26	-0,91	0,00	-0,24
1,00	-0,09	-0,46	0,50	0,00	0,24
1,00	-0,18	0,20	-0,36	-0,01	0,00

Tablo C.8: Yalıtımda alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslaması

	s_1	s_2	s_3	s_4	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	9,00	8,00	7,00	0,72
s_2	0,11	1,00	2,00	3,00	0,13
s_3	0,13	0,50	1,00	2,00	0,09
s_4	0,14	0,33	0,50	1,00	0,06
			CR=	0,08	

Öz Vektör				Öz Değer	
1,00	*0,19*	*0,12*	*0,08*	*4,21*	*0,00*
0,99	1,00	0,05	-0,56	-0,06	-0,93
1,00	-0,06	-0,07	-0,01	-0,06	0,93
1,00	-0,42	0,57	-0,27	-0,08	0,00

Tablo C.9: Topraklama için alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

	s_1	s_2	s_3	s_4	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	1,00	2,00	8,00	0,37
s_2	1,00	1,00	2,00	8,00	0,37
s_3	0,50	0,50	1,00	7,00	0,22
s_4	0,13	0,13	0,14	1,00	0,04
			CR=	0,01	

Öz Vektör				Öz Değer	
1,00	*1,00*	*0,58*	*0,11*	*4,04*	*0,00*
-1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	-0,49	-0,12	-0,02	-0,40
-0,16	-0,16	1,00	-0,15	-0,02	0,40

Tablo C.10: Yüksek gerilim hatlarında alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	4,00	4,00	0,67
s_2	0,25	1,00	1,00	0,17
s_3	0,25	1,00	1,00	0,17
		CR=	0	

Öz Vektör			Öz Değer	
1	*0,25*	*0,25*	*3,00*	*0*
-0,75	1	-0,81	0,00	0
1	-0,125	-0,125	0,00	0

Tablo C.11: MALZEME DÜŞMELERİNE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	4,00	3,00	6,00	2,00	3,00	9,00	0,34
s_2	0,25	1,00	2,00	1,00	0,33	0,50	6,00	0,10
s_3	0,33	0,50	1,00	3,00	0,50	0,50	6,00	0,10
s_4	0,17	1,00	0,33	1,00	0,20	0,33	4,00	0,06
s_5	0,50	3,00	2,00	5,00	1,00	2,00	8,00	0,23
s_6	0,33	2,00	2,00	3,00	0,50	1,00	7,00	0,15
s_7	0,11	0,17	0,17	0,25	0,13	0,14	1,00	0,02
						CR=	0,04	

Öz Vektör							Öz Değer	
1,00	*0,29*	*0,30*	*0,17*	*0,67*	*0,44*	*0,06*	*7,35*	*0,00*
-0,11	-0,25	0,18	0,13	1,00	0,58	-0,19	0,00	-1,04
1,00	-0,14	0,02	-0,20	0,38	-0,02	0,01	0,00	1,04
1,00	0,23	0,10	0,10	-0,24	-0,56	-0,08	-0,07	-0,11
-0,61	0,15	0,02	-0,01	1,00	-0,58	-0,01	-0,07	0,11
-0,85	-0,07	-0,85	0,76	1,00	0,87	-0,24	-0,10	-1,19
1,00	-0,57	0,17	-0,03	0,74	-0,01	-0,02	-0,10	1,19

Tablo C.12: YAPI MAKİNALARI KAZALARINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

4.1. Temel başlıklar

	s_1	s_2	s_3	s_4	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	0,50	9,00	1,00	0,26
s_2	2,00	1,00	9,00	2,00	0,44
s_3	0,11	0,11	1,00	0,11	0,04
s_4	1,00	0,50	9,00	1,00	0,26
			CR=	0,02	

s_1 =İşçiler için Koruyucu önlemler

s_2 =İş Makinaları özellikleri, tamir, bakım

s_3 =Şantiye içi trafik

s_4 = Vinçler

Öz Vektör				Öz Değer	
0,59	*1,00*	*0,08*	*0,59*	*4,06*	*0,00*
-1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
-0,17	1,00	-0,03	-0,17	-0,03	0,50
1,00	-0,24	-0,24	1,00	-0,03	-0,50

Tablo C.13: Genel önlemlerin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	0,20	0,25	0,10
s_2	5,00	1,00	1,00	0,47
s_3	4,00	1,00	1,00	0,43
		CR=	0,00	

Öz Vektör			Öz Değer	
0,22	*1,00*	*0,93*	*3,01*	*0,00*
-0,32	1,00	0,43	0,00	-0,13
-0,05	-0,84	1,00	0,00	0,13

Tablo C.14: İş Makinaları özellikleri, tamir, bakım önlemlerinin ikili kıyaslamaları

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	0,20	0,20	0,10
s_2	5,00	1,00	1,00	0,45
s_3	5,00	1,00	1,00	0,45
		CR=	0,00	

Öz Vektör			Öz Değer	
0,20	*1,00*	*1,00*	*3,00*	*0,00*
0,00	1,00	-1,00	0,00	0,00
-0,40	1,00	1,00	0,00	0,00

Tablo C.15: Şantiye içi trafiğe dair alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	9,00	3,00	9,00	5,00	5,00	7,00	0,43
s_2	0,11	1,00	0,14	1,00	0,50	0,33	1,00	0,04
s_3	0,33	7,00	1,00	7,00	3,00	4,00	7,00	0,26
s_4	0,11	1,00	0,14	1,00	0,33	0,33	1,00	0,04
s_5	0,20	2,00	0,33	3,00	1,00	2,00	5,00	0,11
s_6	0,20	3,00	0,25	3,00	0,50	1,00	3,00	0,09
s_7	0,14	1,00	0,14	1,00	0,20	0,33	1,00	0,04
						CR=	0,03	

Öz Vektör						Öz Değer		
1,00	*0,09*	*0,60*	*0,08*	*0,26*	*0,20*	*0,08*	*7,25*	*0,00*
0,52	-0,65	-0,66	1,00	0,06	0,14	-0,39	-0,01	0,00
-0,64	0,12	1,00	0,03	-0,71	0,36	-0,13	-0,01	-0,56
1,00	-0,16	0,19	-0,04	-0,15	0,17	0,04	-0,01	0,56
1,00	0,03	-0,07	0,01	-0,23	-0,12	0,01	-0,03	1,22
0,89	0,00	1,00	-0,07	0,30	-0,18	-0,18	-0,03	-1,22
1,00	-0,03	-0,67	0,02	0,05	0,32	-0,14	-0,15	0,00

Tablo C.16: Vinçlerde alınması gereken önlemlerin ikili kıyaslamaları

	s_1	s_2	s_3	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	4,00	5,00	0,68
s_2	0,25	1,00	2,00	0,20
s_3	0,20	0,50	1,00	0,12
		CR=	0,02	

Öz Vektör			Öz Değer	
1,00	**0,29**	**0,17**	**3,02**	**0,00**
1,00	-0,02	-0,16	-0,01	-0,27
1,00	-0,64	0,20	-0,01	0,27

Tablo C:17: Şantiye İçi Trafik Kazalarına Karşı Alınması Gereken Önlemlerin İkili Kıyaslamaları

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	5,00	5,00	5,00	0,25	2,00	5,00	0,50	5,00	**0,15**
s_2	0,20	1,00	1,00	1,00	0,13	0,25	1,00	0,17	1,00	**0,03**
s_3	0,20	1,00	1,00	1,00	0,13	0,25	1,00	0,17	1,00	**0,03**
s_4	0,20	1,00	1,00	1,00	0,13	0,25	1,00	0,17	1,00	**0,03**
s_5	4,00	8,00	8,00	8,00	1,00	5,00	3,00	2,00	8,00	**0,34**
s_6	0,50	4,00	4,00	4,00	0,20	1,00	4,00	0,33	4,00	**0,11**
s_7	0,20	1,00	1,00	1,00	0,33	0,25	1,00	0,17	1,00	**0,04**
s_8	2,00	6,00	6,00	6,00	0,50	3,00	6,00	1,00	6,00	**0,22**
s_9	0,20	1,00	1,00	1,00	0,13	0,25	1,00	0,17	1,00	**0,03**
								CR=	0,03	

Öz Vektör									Öz Değer	
0,46	***0,10***	***0,10***	***0,10***	***1,00***	***0,33***	***0,12***	***0,66***	***0,10***	***9,34***	***0,00***
0,00	-0,94	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00
0,00	-0,29	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,71	0,00	0,00
0,00	0,00	-0,33	-0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
1,00	-0,26	-0,26	-0,26	0,56	0,39	0,75	-0,61	-0,26	-0,03	0,39
0,18	-0,03	-0,03	-0,03	-0,67	-0,31	0,10	1,00	-0,03	-0,03	-0,39
1,00	0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,50	0,05	-0,97	0,01	-0,05	0,00
-0,52	0,00	0,00	0,00	1,00	-0,46	0,21	-0,19	0,00	-0,12	-1,73
0,12	-0,02	-0,02	-0,02	1,00	-0,05	-0,10	0,31	-0,02	-0,12	1,73

Tablo C.18: Yapının Tamamen Veya Kısmen Çökmesi Kazalarına Karşı Alınması Gereken Önlemlerin İkili Kıyaslamaları

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	3,00	2,00	3,00	3,00	9,00	9,00	5,00	3,00	**0,28**
s_2	0,33	1,00	0,33	1,00	1,00	7,00	1,00	2,00	1,00	**0,10**
s_3	0,50	3,00	1,00	2,00	2,00	8,00	8,00	1,00	1,00	**0,17**
s_4	0,33	1,00	0,50	1,00	1,00	5,00	5,00	1,00	0,33	**0,09**
s_5	0,33	1,00	0,50	1,00	1,00	7,00	7,00	1,00	1,00	**0,11**
s_6	0,11	0,14	0,13	0,20	0,14	1,00	0,50	1,00	1,00	**0,03**
s_7	0,11	0,13	0,13	0,20	0,14	2,00	1,00	1,00	1,00	**0,04**
s_8	0,20	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	**0,06**
s_9	0,33	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	**0,11**
								CR=	**0,09**	

Öz Vektör									Öz Değer	
1,00	***0,34***	***0,62***	***0,33***	***0,41***	***0,12***	***0,13***	***0,23***	***0,40***	***10,10***	***0,00***
0,35	1,00	0,87	-0,53	-0,86	0,04	-0,14	0,22	-0,23	0,20	-0,21
-0,96	-0,41	-0,76	0,23	1,00	-0,03	0,01	-0,13	0,22	0,20	0,21
1,00	-0,22	0,26	0,21	-0,18	0,06	-0,06	-0,35	0,18	-0,15	-0,06
1,00	-0,10	0,13	0,13	-0,18	0,02	-0,04	-0,22	0,10	-0,15	0,06
-0,21	-0,19	-0,77	-0,25	0,01	0,01	0,12	1,00	-0,96	-0,28	0,71
-0,16	-0,39	1,00	-0,35	-0,05	0,08	-0,02	0,06	-0,12	-0,28	-0,71
-0,07	0,23	0,98	0,62	1,00	-0,15	0,01	-0,40	-0,98	-0,32	-3,32
0,46	-0,21	1,00	0,41	0,11	-0,42	-0,46	0,63	0,52	-0,32	3,32

Tablo C.19: KAZI KENARI GÖÇMELERİNE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	0,33	0,33	4,00	0,50	0,50	1,00	0,50	**0,07**
s_2	3,00	1,00	1,00	6,00	2,00	2,00	3,00	2,00	**0,22**
s_3	3,00	1,00	1,00	6,00	2,00	2,00	3,00	2,00	**0,22**
s_4	0,25	0,17	0,17	1,00	0,20	0,20	0,33	0,25	**0,03**
s_5	2,00	0,50	0,50	5,00	1,00	1,00	2,00	1,00	**0,13**
s_6	2,00	0,50	0,50	5,00	1,00	1,00	2,00	1,00	**0,13**
s_7	1,00	0,33	0,33	3,00	0,50	0,50	1,00	0,50	**0,07**
s_8	2,00	0,50	0,50	4,00	1,00	1,00	2,00	1,00	**0,12**
							CR=	**0,01**	

Öz Vektör								Öz Değer	
0,33	***1,00***	***1,00***	***0,13***	***0,57***	***0,57***	***0,31***	***0,56***	***8,08***	***0,00***
-0,30	0,00	0,00	0,00	-0,51	1,00	0,30	-0,49	0,00	0,00
-0,20	-1,00	1,00	0,00	0,17	0,17	0,20	-0,33	0,00	0,00
0,60	0,00	0,00	0,00	-0,50	-0,50	-0,60	1,00	0,00	0,00
-0,49	1,00	1,00	-0,05	0,00	0,00	-0,20	0,29	0,00	0,78
0,20	-0,73	-0,73	-0,53	1,00	1,00	0,06	0,85	0,00	-0,78
-0,63	-0,93	-0,93	0,10	0,01	0,01	0,36	1,00	-0,04	-0,12
0,04	0,69	0,69	-0,18	-0,93	-0,93	1,00	0,03	-0,04	0,12

Tablo C.20: YANGIN VE PATLAYICI MADDELERDEN KAYNAKLANAN KAZALAR KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	4,00	2,00	3,00	2,00	0,17
s_2	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	4,00	2,00	3,00	2,00	0,17
s_3	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	4,00	2,00	3,00	2,00	0,17
s_4	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	4,00	2,00	3,00	2,00	0,17
s_5	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	0,33	0,50	0,25	0,03
s_6	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	1,00	0,33	0,50	0,25	0,04
s_7	0,50	0,50	0,50	0,50	3,00	3,00	1,00	2,00	0,50	0,09
s_8	0,33	0,33	0,33	0,33	2,00	2,00	0,50	1,00	0,50	0,06
s_9	0,50	0,50	0,50	0,50	4,00	4,00	2,00	2,00	1,00	0,11
								CR=	0,01	

Öz Vektör									Öz Değer	
1,00	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,19*	*0,21*	*0,52*	*0,33*	*0,65*	*9,10*	*0,00*
1,00	-0,33	-0,33	-0,33	-0,07	0,05	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00
-0,98	-0,01	1,00	-0,01	-0,03	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
-0,98	-0,01	-0,01	1,00	-0,03	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
1,00	-0,33	-0,33	-0,33	0,07	-0,05	0,00	-0,02	-0,05	0,00	0,00
1,00	1,00	1,00	1,00	-0,21	-0,41	-0,67	-0,32	0,88	0,00	-0,90
-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,01	-0,14	0,46	0,07	1,00	0,00	0,90
-0,47	-0,47	-0,47	-0,47	0,20	0,44	-0,96	-0,33	1,00	-0,05	-0,33
-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	0,09	-0,18	-0,73	1,00	0,16	-0,05	0,33

Tablo C.21: MALZEME SIÇRAMALARINDAN KAYNAKLANAN KAZALARA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

Alınacak önlemler	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	4,00	5,00	2,00	4,00	0,43
s_2	0,25	1,00	2,00	0,33	1,00	0,11
s_3	0,20	0,50	1,00	0,25	0,50	0,06
s_4	0,50	3,00	4,00	1,00	4,00	0,30
s_5	0,25	1,00	2,00	0,25	1,00	0,10
				CR=	0,02	

Öz Vektör					Öz Değer	
1,00	*0,25*	*0,15*	*0,69*	*0,24*	*5,08*	*0,00*
1,00	-0,10	0,11	-0,32	-0,21	0,00	-0,64
0,63	-0,11	-0,15	1,00	-0,16	0,00	0,64
0,95	1,00	-0,31	-0,90	-0,36	-0,04	-0,09
1,00	0,02	-0,14	-0,51	0,13	-0,04	0,09

Tablo C.22: DİĞER TİP KAZALARA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN İKİLİ KIYASLAMALARI

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	Göreli Ağırlık
s_1	1,00	2,00	3,00	8,00	1,00	0,50	4,00	1,00	**0,17**
s_2	0,50	1,00	2,00	7,00	0,50	0,33	3,00	0,50	**0,10**
s_3	0,33	0,50	1,00	6,00	0,33	0,25	1,00	0,33	**0,06**
s_4	0,13	0,14	0,17	1,00	0,13	0,11	1,00	0,13	**0,02**
s_5	1,00	2,00	3,00	8,00	1,00	0,50	4,00	1,00	**0,17**
s_6	2,00	3,00	4,00	9,00	2,00	1,00	5,00	2,00	**0,27**
s_7	0,25	0,33	1,00	1,00	0,25	0,20	1,00	0,20	**0,04**
s_8	1,00	2,00	3,00	8,00	1,00	0,50	5,00	1,00	**0,17**
							CR=	**0,02**	

Öz Vektör								Öz Değer	
0,61	***0,38***	***0,23***	***0,08***	***0,61***	***1,00***	***0,15***	***0,63***	***8,24***	***0,00***
-0,44	-0,37	0,40	0,04	-0,44	1,00	0,01	-0,74	0,01	-0,73
0,20	-0,23	-0,15	0,02	0,20	1,00	-0,13	0,19	0,01	0,73
-1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,57	-0,03	0,05	-0,01	-0,57	0,29	-0,01	1,00	-0,02	-0,02
-0,61	0,37	-0,04	-0,01	-0,61	1,00	-0,04	0,40	-0,02	0,02
1,00	0,87	0,74	-0,72	1,00	-0,91	0,21	0,34	-0,11	-1,20
0,27	-0,29	-0,61	-0,04	0,27	1,00	0,24	0,31	-0,11	1,20

EK E: Farklı İnşaat Şantiyelerinde, Farklı Kaza Tiplerinin Kaza Olabilirliğinin Bulanık Üyelik Dereceleriyle Gösterimi

Tablo E.1: Farklı İnşaat Şantiyelerinde, Farklı Kaza Tiplerinin Kaza Olabilirliğinin Bulanık Üyelik Dereceleriyle Gösterimi

Kaza Tipleri	Bina	Yol	Tren Yolu	Kanal İşleri	Köprü	Tünel	Liman Mendirek	Baraj	Yıkım İşleri	Enerji Nakil	Diğer tip inşaat işleri
Yüksekten Düşme	1/Çok Sık	0,85/Görece Düşük + 0,15/Orta	0,52/Görece Düşük + 0,48/Orta	0,93/Orta + 0,07/Sık	0,43/Orta + 0,57/Sık	0,08/Görece Düşük + 0.92/Orta	0,87/Orta + 0,13/Sık	0,67/Orta + 0,33/Sık	0,62/Orta + 0,38/Sık	1/Çok Sık	1/Çok Sık
Elektrik Çarpması	0,18/Görece Düşük + 0,82/Orta	1/Çok Düşük	0.85/Çok Düşük +0,15/Düşük	0.08/Çok Düşük +0,92/Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Düşük	0,11/Görece Düşük + 0.89/Orta	0,56/Düşük + 0,44/Görece Düşük	0.83/Çok Düşük +0,17/Düşük	0,03/Görece Düşük + 0.97/Orta	0,73/Görece Düşük + 0.27/Orta
Malzeme Düşmesi	0,15/Görece Düşük + 0,85/Orta	0,64/Görece Düşük + 0,36/Orta	0,56/Sık + 0,44/Çok Sık	0,1/Görece Düşük + 0.9/Orta	0,14/Görece Düşük + 0.86/Orta	1/Çok Sık	0,11/Orta + 0,89/Sık	0.66/Sık + 0,34/Çok Sık	0,75/Görece Düşük + 0.25/Orta	0,59/Orta + 0,41/Sık	0,24/Görece Düşük + 0.76/Orta
Yapı Makinalarındaki Kazalar	0.57/Çok Düşük +0,43/Düşük	1/Çok Sık	0.52/Düşük + 0.48/Görece Düşük	0,41/Görece Düşük + 0.59/Orta	0,29/Görece Düşük + 0.71/Orta	0,46/Görece Düşük + 0.54/Orta	0,49/Orta + 0,51/Sık	0,37/Orta + 0,63/Sık	0,5/Düşük + 0,5/Görece Düşük	0,87/Görece Düşük + 0.13/Orta	0,85/Orta + 0,15/Sık
Şantiye içi Trafik Kazaları	1/Çok Düşük	0,17/Orta + 0,83/Sık	1/Çok Sık	0,73/Görece Düşük + 0.27/Orta	0.57/Düşük + 0.43/Görece Düşük	0,85/Görece Düşük + 0.15/Orta	0,87/Görece Düşük + 0.13/Orta	0,19/Görece Düşük + 0.81/Orta	0.83/Çok Düşük +0,17/Düşük	0,87/Görece Düşük + 0.13/Orta	0,30/Düşük + 0,70/Görece Düşük
Yapı Kısmının Çökmesi	0.17/Düşük + 0.83/Görece Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Düşük	0.57/Düşük + 0.43/Görece Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Sık	1/Çok Düşük	0,85/Görece Düşük + 0.15/Orta
Kazı kenarı göçmeleri	0.11/Çok Düşük +0,89/Düşük	0.43/Çok Düşük +0,57/Düşük	0.85/Çok Düşük + 0,15/Düşük	1/Çok Sık	0,71/Görece Düşük + 0.29/Orta	0.39/Çok Düşük +0,61/Düşük	0,49/Görece Düşük + 0.51/Orta	1/Çok Düşük	0.83/Çok Düşük +0,17/Düşük	1/Çok Düşük	1/Çok Düşük
Patlayıcı madde kazaları	1/Çok Düşük	0,95/Orta + 0,05/Sık	0.85/Çok Düşük +0,15/Düşük	0,49/Görece Düşük + 0.51/Orta	1/Görece Düşük	0,46/Orta + 0,54/Sık	0.41/Çok Düşük +0,59/Düşük	0,07/Düşük + 0,93/Görece Düşük	1/Çok Düşük	0,59/Düşük + 0,41/Görece Düşük	0,81/Düşük + 0,09/Görece Düşük
Malzeme sıçraması kazaları	0.48/Düşük + 0.52/Görece Düşük	0,77/Görece Düşük + 0,23/Orta	0,27/Görece Düşük + 0,73/Orta	0,97/Görece Düşük + 0.03/Orta	0,86/Görece Düşük + 0.14/Orta	1/Çok Düşük	0,49/Düşük + 0,51/Görece Düşük	0,31/Düşük + 0,69/Görece Düşük	0.83/Çok Düşük +0,17/Düşük	0,94/Orta + 0,06/Sık	0.25/Çok Düşük +0,75/Düşük
Diğer tip kazalar	0,14/Orta + 0,86/Sık	0,19/Sık + 0,81/Çok Sık	1/Çok Sık	0,25/Orta + 0,75/Sık	1/Çok Sık	0,27/Orta + 0,73/Sık	1/Çok Sık	1/Çok Sık	1/Görece Düşük	0,10/Orta + 0,90/Sık	1/Çok Sık

EK F : Uzman Görüşleriyle İnşaat Şantiyelerinde En Sık Görülen Kaza Tiplerinin Kaza Şiddetinin Belirlenmesi için Anket Formu

KAZA ŞİDDETİNİN BELİRLENMESİ İÇİN UZMAN ANKET FORMU

Yapılan literatür araştırmasından da görüleceği üzere, kazaların sonucunun şiddetini belirleyen farklı yaklaşımlar olsa da, genel olarak üzerinde uzlaşılan görüş 1-5 veya 1-10 arasındaki bir skalada kazaların sonuçlarının değerlendirilmesidir. Buna göre bir kazanın sonucunda ortaya çıkacak etkinin, bir başka ifadeyle kaza şiddetinin aşağıdaki tabloda verilen skalaya göre değerlendirilmesi kabul görmektedir.

Kaza Şiddeti Değerleri için Ölçek ve Açıklamalar

0

100

Kaza Şiddeti Sıralama	Sonuç	Açıklama
1	İhmal edilebilir	Kaza sonucunda ciddi bir yaralanma veya sağlığın bozulması söz konusu değildir
2,3	Hafif	Hafif yaralanmalardır. İşçinin çalışmasını engelleyecek veya performansını olumsuz yönde etkileyecek bir kaza olmayıp, basit ilk yardım ile müdahale edilebilir.
4,5,6	Orta	Hafif ve şiddetli yaralanma arasında yer almakla birlikte, nadiren ölümle sonuçlanır. İş performansını olumsuz etkiler, aktiviteleri yavaşlatır, kısa süreliğine de olsa iş göremezlikle sonuçlanabilmekle birlikte iş göremezlik en fazla 1 haftadır.
7,8	Şiddetli	Ağır yaralanmalardır. Kalıcı bir işgöremezliğe veya işteki performansın uzunca bir süre bozulmasına neden olur, uzunca bir süre işten uzaklaşmalara neden olabilir. Ölümlere sıkça rastlanır.
9,10	Çok Şiddetli	Çoğunlukla ölümle sonuçlanır,, oldukça ciddi yaralanmalardır. Ayrıca birden fazla kişinin ölümüyle sonuçlanabilir. (örneğin patlamalar)

Anabilim dalımızda gerçekleştirdiğimiz çalışmalarda, SSK Genel Müdürlüğü tarafından kaza tiplerine göre sınıflandırması yapılmayan inşaat iş kazaları kaza tiplerine göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen verilerde ölümle sonuçlanan kazaların yaralanmalara oranla fazla veya hemen hemen eşit olması, çok ciddi sonuçlanmayan kazaların çoğu kez Genel Müdürlüğe veya ilgili mercilere bildirilmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan, en fazla rastlanan 9 kaza tipi ve bu kategorilere girmeyen ve "diğer" olarak nitelendirilen kazaların, nasıl sonuçlandırıldığına dair ayrıntılı ve sağlıklı istatistiksel veriler mevcut değildir. Bu eksiklikten dolayı, inşaat

sektöründe ve iş kazaları konusunda deneyimli sizin gibi uzmanların 9 temel kaza tipinin ve diğer kazaların şiddetini belirleme konusunda yardımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler bulanık mantık yöntemiyle tehlike analizinde kullanılacak olup, her bir kazanın şiddetine dair üyelik dereceleri belirlenmesi gerekmektedir. Kişisel deneyimleriniz uyarınca, yukarıdaki skalayı gözönünde tutarak her kaza tipine 100 üzerinden bir puan vererek şiddetini belirtmeniz istenmektedir. Çok net karar veremediğiniz durumlarda ara değerler (65, 43 vb.) gibi vermeniz özellikle tavsiye edilmektedir. Yardımlarınız için teşekkür ederiz...

Uzmanlar Tarafından Doldurulan Kaza Şiddeti Belirleme Formu

NO	***KAZA TİPİ***	***Uzman tarafından verilen Kaza Şiddeti (Yüz üzerinden)***
1	İnsan Düşmesi	
2	Elektrik Çarpması	
3	Malzeme Düşmesi	
4	Yapı Makinasındaki Kazalar	
5	Şantiye İçi Trafik Kazası	
6	Yapı Kısmının Çökmesi	
7	Kazı Kenarının Göçmesi	
8	Patlayıcı Madde Kullanımındaki Kazalar	
9	Malzeme Sıçraması	
10	Diğer Tip (Tezgah veya makinaya el sıkışması, el aleti ile ele vurma, malzeme altında/arasında uzuv sıkışması, sivri uçlu, keskin kenarlı cisimle yaralanma, boğulma vb.)	

EK G: Bulanık Kural Tabanlı Sistemde Kullanılan Kurallar

Tablo G.1: Kural Tabanlı Sistemde Kullanılan Kurallar

		KAZA OLABİLİRLİĞİ		KAZA ŞİDDETİ		İŞ GÜVENLİĞİ DÜZEYİ		RİSK DÜZEYİ
Kural # 1	Eğer	Çok Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Çok Kötü	ise	Riskli
Kural # 2	Eğer	Çok Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 3	Eğer	Çok Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Orta	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 4	Eğer	Çok Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 5	Eğer	Çok Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 6	Eğer	Çok Düşük	ve	Hafif	ve	Çok Kötü	ise	Riskli
Kural # 7	Eğer	Çok Düşük	ve	Hafif	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 8	Eğer	Çok Düşük	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 9	Eğer	Çok Düşük	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 10	Eğer	Çok Düşük	ve	Hafif	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 11	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Çok Kötü	ise	Riskli
Kural # 12	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 13	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Orta	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 14	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 15	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 16	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Riskli
Kural # 17	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 18	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 19	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 20	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 21	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 22	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 23	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 24	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 25	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 26	Eğer	Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Çok Kötü	ise	Riskli
Kural # 27	Eğer	Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 28	Eğer	Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 29	Eğer	Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 30	Eğer	Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 31	Eğer	Düşük	ve	Hafif	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 32	Eğer	Düşük	ve	Hafif	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 33	Eğer	Düşük	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 34	Eğer	Düşük	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 35	Eğer	Düşük	ve	Hafif	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 36	Eğer	Düşük	ve	Orta	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 37	Eğer	Düşük	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 38	Eğer	Düşük	ve	Orta	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 39	Eğer	Düşük	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 40	Eğer	Düşük	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 41	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 42	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 43	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 44	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 45	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 46	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli

Kural # 47	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 48	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 49	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 50	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 51	Eğer	Görece Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 52	Eğer	Görece Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 53	Eğer	Görece Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Orta	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 54	Eğer	Görece Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 55	Eğer	Görece Düşük	ve	İhmal Edilebilir	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 56	Eğer	Görece Düşük	ve	Hafif	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 57	Eğer	Görece Düşük	ve	Hafif	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 58	Eğer	Görece Düşük	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 59	Eğer	Görece Düşük	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 60	Eğer	Görece Düşük	ve	Hafif	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 61	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 62	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 63	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 64	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 65	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 66	Eğer	Görece Düşük	ve	Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 67	Eğer	Görece Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 68	Eğer	Görece Düşük	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 69	Eğer	Görece Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 70	Eğer	Görece Düşük	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 71	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 72	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 73	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 74	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 75	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 76	Eğer	Orta	ve	İhmal Edilebilir	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 77	Eğer	Orta	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 78	Eğer	Orta	ve	İhmal Edilebilir	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 79	Eğer	Orta	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 80	Eğer	Orta	ve	İhmal Edilebilir	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 81	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 82	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 83	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 84	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 85	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 86	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 87	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 88	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 89	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 90	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 91	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 92	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 93	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 94	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 95	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 96	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 97	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 98	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 99	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 100	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 101	Eğer	Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 102	Eğer	Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 103	Eğer	Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 104	Eğer	Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 105	Eğer	Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 106	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 107	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 108	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Riskli

Kural # 109	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 110	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 111	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 112	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 113	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 114	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 115	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 116	Eğer	Sık	ve	Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 117	Eğer	Sık	ve	Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 118	Eğer	Sık	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 119	Eğer	Sık	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 120	Eğer	Sık	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 121	Eğer	Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 122	Eğer	Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 123	Eğer	Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 124	Eğer	Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 125	Eğer	Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 126	Eğer	Çok Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 127	Eğer	Çok Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 128	Eğer	Çok Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 129	Eğer	Çok Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 130	Eğer	Çok Sık	ve	İhmal Edilebilir	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 131	Eğer	Çok Sık	ve	Hafif	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 132	Eğer	Çok Sık	ve	Hafif	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 133	Eğer	Çok Sık	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 134	Eğer	Çok Sık	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 135	Eğer	Çok Sık	ve	Hafif	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok
Kural # 136	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 137	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 138	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 139	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 140	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 141	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 142	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 143	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 144	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 145	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 146	Eğer	Çok Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Çok Kötü	ise	Çok Riskli
Kural # 147	Eğer	Çok Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 148	Eğer	Çok Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Çok Riskli
Kural # 149	Eğer	Çok Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Riskli
Kural # 150	Eğer	Çok Sık	ve	Çok Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Düşük Düzeyde Riskli

EK H: İncelenen Şantiyedeki Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirme Çalışmaları

Şantiyede uygulanan, tehlike tanımlama ve risk değerlendirme, aşağıda açıklanan 5x5'lik bir olasılık, etki matrisi ile yapılmaktadır.

Risk tanımlama

Her bir kriter için aşağıda verilen puan cetveli doğrultusunda puanlama yapılır:

Olasılık

5 ⇨ çok yüksek olasılık (proje süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok)

4 ⇨ yüksek olasılık (proje süresince oluşması mümkün. Kontrol edilebileceği kesin değil
veya kontroller sınırlı ve yetersiz olabilir.)

3 ⇨ orta olasılık (proje boyunca oluşması mümkün ama beklenmiyor. Kontrol edilmemesi çok küçük olasılık.)

2 ⇨ düşük olasılık (proje boyunca oluşması beklenmiyor. Yeterli kontrol sağlandı.)

1 ⇨ çok düşük olasılık (proje boyunca olasılığın ortadan kaldırıldığı düşünülüyor. Kontrol sistemi mevcut.)

Etki (Şiddet) :

5 ⇨ ölümle sonuçlanması mümkün kaza
hukuki davalara neden olabilecek konular

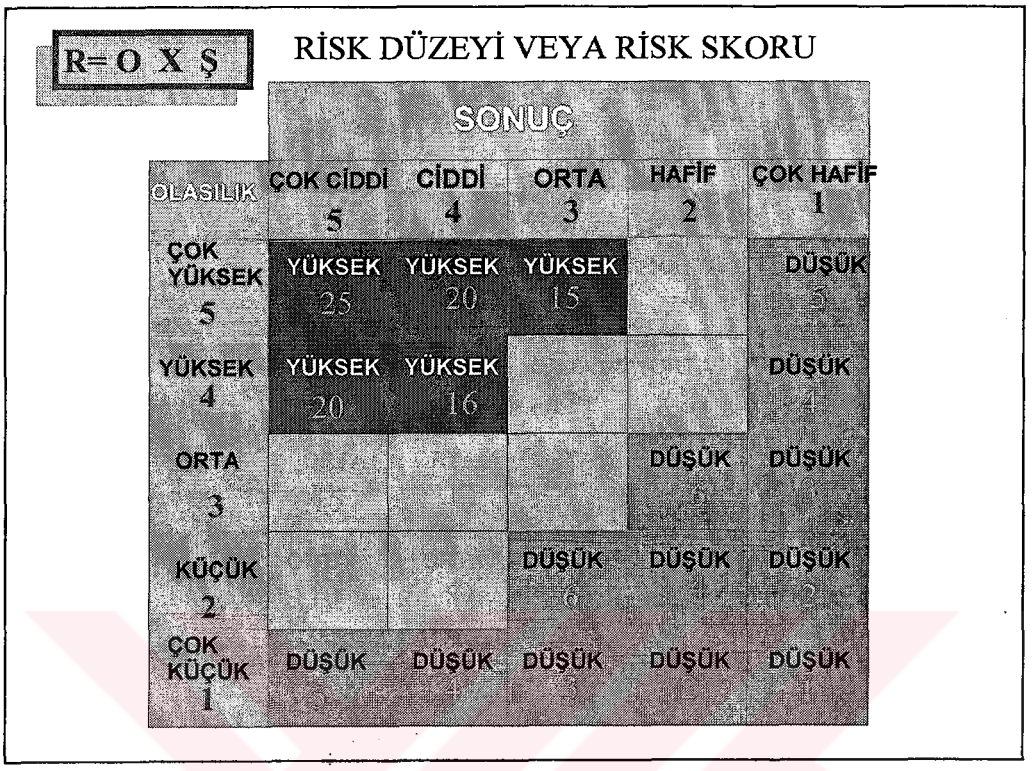
4 ⇨ uzuv kaybı, önemli kırıklar, elektrik çarpması sonucu ciddi yaralanmalar
kısa yada uzun vadede meslek hastalığına neden olabilecek durumlar
yasal yükümlülük getiren olaylar

3 ⇨ iş kaybına neden olan kaza (beyin sarsıntısı, ciddi burkulmalar veya kas zedelenmeleri, ufak kırıklar)

2 ⇨ufak yaralanma, basit ilk yardım gerektirecek durum, açık yaralar, bel incinmesi, orta dereceli yanıklar.

1 ⇨ ufak kesik ve yaralanma, incinme, burkulma, önemsiz kayıplar

Tablo H.1: Şirkette Başlangıçta Kullanılan Risk Matrisi



Birim yöneticileri tarafından gerekli görülmesi ve/veya iş görülen yer veya ülke koşullarının zorunlu kılması durumunda, yukarıda verilen kriterler dışında da kriterler eklenebilir.

Puanlamanın mümkün olduğunca objektif olması içim, birimin İSİG sorumlusu ve birim yöneticisinin yapacağı ayrı ayrı puanlamanın yanı sıra bir-iki kişi tarafından puanlama yapılması önerilmektedir.

Farklı kişiler tarafından yapılan puanlama sonuçlarının ortalaması alınarak, nihai puanlar tam sayı olarak belirlenir. Nihai puanların çarpımı alınarak, öncelik derecesinin objektif biçimde değerlendirilmesi için bir baz oluşturulur.

Elde edilen veriler birim yöneticisi ve İSİG sorumlusu tarafından gözden geçirilerek, nihai öncelik derecesi belirlenir.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Belirlenen öncelik derecesine ve birimin ayırabileceği kaynaklara göre, tehlikeler arasında öncelikli görülenlerin değerlendirilmesi aşağıda verilen yöntem doğrultusunda kararlaştırılır.

Birinci Derece Öncelikli Tehlikeler: değerlendirme sonucunda 16 (dahil) yada üzerinde puan alan konular:

- tehlike kontrol altında tutulur.
- Kontrol için dokümante edilmiş prosedür/talimatlar oluşturulur.
- İzleme ve ölçme planı yapılır ve kayıtları tutulur.
- İyileştirmeye yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetleri belirlenir, dokümante edilir, uygulanır ve takip edilir.
- 1. öncelikli tehlikelerin, kontroller sonucu 2. önceliğe indirilmesi hedeflenir.
- Mümkün olduğu yerde iyileştirmelerin rakamsal olarak takibi yapılır ve kaydı tutulur.
- Personele, ihtiyaç duyulan eğitimler verilir.
- Bu konulardaki tüm uygulamanın belirli periyotlarla denetlenmesi sağlanır, yönetime raporlanır.

İkinci Derece Öncelikli tehlikeler: Değerlendirme sonucunda 9 üzerinde ve 16 altında puan alan konular bu prosedürde tarif edilen :

- tehlike kontrol altında tutulur.
- Gerekli görüldüğü takdirde kontrol için talimatlar oluşturulur.
- Mümkün olduğunda izlenirliği ve ölçülmesi sağlanır ve kayıtlar tutulur.
- İyileştirmeye yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetleri belirlenir ve uygulaması ve takibi yapılır.
- 2. öncelikli tehlikelerin, kontroller sonucu 3. önceliğe indirilmesi hedeflenir.
- Personele, ihtiyaç duyulan eğitimler verilir.
- Bu konulardaki tüm uygulamanın belirli periyotlarla denetlenmesi sağlanır.

Birinci Derece Öncelikli tehlikeler: değerlendirme sonucunda 9 (dahil) altında yada 4 üzerinde puan alan konularla, önlemle planlanan

uygulamalar kısmında tarif edilir ve uygulama kontrolleri yapılır. Personele ihtiyaç duyulan eğitimler verilir.

İkinci Derece Öncelikli tehlikeler: değerlendirme sonucunda 4 ve altında puan alan konular, gelecekte önemli bir tehlikeyi oluşturmaması için, incelenir ve gerekirse önlemler planlanan uygulamalar kısmında tarif edilir, uygulama kontrolleri yapılır ve personele ihtiyaç duyulan eğitimler verilir.

*Yorumlar:*Şantiyede İSG mühendisi ile yapılan konuşmalar sonucu, İSG mühendisinin firmanın uyguladığı risk analiz sitemine dair bazı eleştirilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu eleştiriler şunlardır:

a. İSG mühendisi, uygulamada 5x5'lik matrisin kullanılmasının, sorunlar yarattığını belirtmiş ve 3*3'lük matrisin kullanılmasının eski deneyimlerine dayanarak daha verimli olduğunu ifade etmiştir.

Tablo H.2: Şirkette Pratik Olduğu Düşünülerek Kullanılan Risk Matrisi

A x İ	DÜŞÜK ETKİ	ORTA ETKİ	YÜKSEK ETKİ
DÜŞÜK OLASILIK	1x1 (1)	2x1 (2)	3x1 (3)
ORTA OLASILIK	1x2 (2)	2x2 (4)	3x2 (6)
YÜKSEK OLASILIK	1x3 (3)	2x3 (6)	3x3 (9)

Şantiye İSG mühendisinin daha pratik gördüğü model

b. İSG mühendisi özellikle, olasılık tanımlamasında 5 notunun verilme kriterlerinin İSG'nin ana felsefesine uygun düşmediğini belirtmiştir.Etkide 5 notu için, Çok yüksek olasılık (proje süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok) tanımı yapılmıştır.

c. İSG mühendisi, risk değerlendirmesi revizyonlarının yapılması için firmanın fazla zorlayıcı olmadığını belirtmiştir. Ayrıca, risk değerlendirmesinin amacının iyileştirme olması gerektiğinin üzerinde durmuştur. Yukarıdaki eleştiriler, deneyimli bir İSG mühendisine aittir ve bu sebeple göz ardı edilmemelidir.

EK I: Farklı Kaza Tipleri için İncelenen Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller ve Puanlamalar

Tablo I.1: İnsan Düşmelerine Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

						VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
						1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
W_1	=	0,51	w_{11}	=	0,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
			w_{12}	=	0,15	7,00	3,00	5,00	5,00	8,00	0,53	0,23	0,38	0,38	0,61	0,23	0,61	0,42
			w_{13}	=	0,25	6,00	4,00	5,00	5,00	6,00	0,77	0,51	0,64	0,64	0,77	0,51	0,77	0,67
			w_{14}	=	0,14	5,00	5,00	5,00	4,00	7,00	0,36	0,36	0,36	0,29	0,51	0,29	0,51	0,38
			w_{15}	=	0,09	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00	0,36	0,36	0,36	0,27	0,27	0,27	0,36	0,32
			w_{16}	=	0,15	10,00	10,00	10,00	8,00	10,00	0,75	0,75	0,75	0,60	0,75	0,60	0,75	0,72
			w_{17}	=	0,04	4,00	4,00	3,00	1,00	3,00	0,09	0,09	0,07	0,02	0,07	0,02	0,09	0,07
			w_{18}	=	0,03	5,00	10,00	10,00	1,00	10,00	0,08	0,16	0,16	0,02	0,16	0,02	0,16	0,11
			w_{19}	=	0,10	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,26
W_2	=	0,28	w_{21}	=	0,42	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
			w_{22}	=	0,04	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07
			w_{23}	=	0,08	3,00	2,00	2,00	1,00	2,00	0,07	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,07	0,04
			w_{24}	=	0,18	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
			w_{25}	=	0,10	7,00	3,00	5,00	1,00	2,00	0,19	0,08	0,13	0,03	0,05	0,03	0,19	0,10
			w_{26}	=	0,19	10,00	4,00	4,00	3,00	6,00	0,54	0,21	0,21	0,16	0,32	0,16	0,54	0,29
W_3	=	0,16	w_{31}	=	0,05	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
			w_{32}	=	0,38	9,00	9,00	7,00	6,00	7,00	0,54	0,54	0,42	0,36	0,42	0,36	0,54	0,46
			w_{33}	=	0,05	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
			w_{34}	=	0,28	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,26	0,22	0,26	0,23
			w_{35}	=	0,14	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	0,14	0,16	0,14
			w_{36}	=	0,11	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
W_4	=	0,05	w_{41}	=	0,66	8,00	9,00	9,00	7,00	8,00	0,26	0,30	0,30	0,23	0,26	0,23	0,30	0,27
			w_{42}	=	0,27	5,00	2,00	3,00	1,00	7,00	0,07	0,03	0,04	0,01	0,10	0,01	0,10	0,05
			w_{43}	=	0,07	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
											7,03	**6,04**	**6,25**	**5,41**	**6,76**	**5,12**	**7,46**	**6,30**

Tablo I.2: Elektrik Çarpmalarına Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

						VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
						1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
W_1	=	0,38	w_{11}	=	0,48	10,00	10,00	10,00	10,00	9,00	1,84	1,84	1,84	1,84	1,65	1,65	1,84	1,80
			w_{12}	=	0,09	10,00	7,00	10,00	3,00	6,00	0,34	0,23	0,34	0,10	0,20	0,10	0,34	0,24
			w_{13}	=	0,16	10,00	10,00	10,00	7,00	8,00	0,60	0,60	0,60	0,42	0,48	0,42	0,60	0,54
			w_{14}	=	0,27	10,00	8,00	10,00	7,00	10,00	1,03	0,83	1,03	0,72	1,03	0,72	1,03	0,93
W_2	=	0,29	w_{21}	=	0,72	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
			w_{22}	=	0,13	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
			w_{23}	=	0,09	8,00	8,00	5,00	10,00	7,00	0,20	0,20	0,12	0,25	0,17	0,12	0,25	0,19
			w_{24}	=	0,06	5,00	8,00	9,00	9,00	8,00	0,09	0,14	0,15	0,15	0,14	0,09	0,15	0,13
W_3	=	0,23	w_{31}	=	0,37	9,00	9,00	10,00	10,00	10,00	0,77	0,77	0,86	0,86	0,86	0,77	0,86	0,82
			w_{32}	=	0,37	10,00	10,00	9,00	8,00	8,00	0,86	0,86	0,77	0,68	0,68	0,68	0,86	0,77
			w_{33}	=	0,22	9,00	9,00	10,00	10,00	10,00	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,48
			w_{34}	=	0,04	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
W_4	=	0,10	w_{41}	=	0,67	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
			w_{42}	=	0,17	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
			w_{43}	=	0,17	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
											9,52	**9,26**	**9,56**	**8,88**	**9,07**	**8,36**	**9,77**	**9,26**

Tablo I.3: Malzeme Düşmelerine Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,34	10,00	7,00	10,00	8,00	10,00	3,40	2,38	3,40	2,72	3,40	2,38	3,40	3,06
w_{12}	=	0,10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
w_{13}	=	0,10	9,00	9,00	9,00	7,00	6,00	0,93	0,93	0,93	0,72	0,62	0,62	0,93	0,83
w_{14}	=	0,06	9,00	9,00	9,00	7,00	6,00	0,53	0,53	0,53	0,41	0,35	0,35	0,53	0,47
w_{15}	=	0,23	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	1,14	1,14	1,14	1,14	1,36	1,14	1,36	1,18
w_{16}	=	0,15	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
w_{17}	=	0,02	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
								8,12	**7,10**	**8,12**	**7,11**	**7,86**	**6,61**	**8,34**	**7,66**

Tablo I.4: Yapı Makinaları Kazalarına Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

						VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
						1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
W_1	=	0,26	w_{11}	=	0,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
			w_{12}	=	0,47	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
			w_{13}	=	0,43	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
W_2	=	0,44	w_{21}	=	0,10	7,00	8,00	6,00	5,00	5,00	0,31	0,35	0,26	0,22	0,22	0,22	0,35	0,27
			w_{22}	=	0,45	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
			w_{23}	=	0,45	9,00	9,00	9,00	6,00	5,00	1,80	1,80	1,80	1,20	1,00	1,00	1,80	1,52
W_3	=	0,04	w_{31}	=	0,43	9,00	9,00	7,00	6,00	4,00	0,16	0,16	0,12	0,10	0,07	0,07	0,16	0,12
			w_{32}	=	0,04	9,00	9,00	7,00	9,00	9,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
			w_{33}	=	0,26	7,00	6,00	4,00	6,00	7,00	0,07	0,06	0,04	0,06	0,07	0,04	0,07	0,06
			w_{34}	=	0,04	6,00	6,00	3,00	5,00	6,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
			w_{35}	=	0,11	3,00	8,00	2,00	4,00	5,00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02
			w_{36}	=	0,09	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
			w_{37}	=	0,04	10,00	10,00	5,00	8,00	10,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
W_4	=	0,26	w_{41}	=	0,68	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
			w_{42}	=	0,20	7,00	8,00	8,00	6,00	5,00	0,36	0,42	0,42	0,31	0,26	0,26	0,42	0,35
			w_{43}	=	0,12	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
											8,81	**8,92**	**8,73**	**8,01**	**7,74**	**7,68**	**8,93**	**8,44**

Tablo I.5: Şantiye İçi Trafik Kazalarına Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,15	8,00	4,00	3,00	3,00	3,00	1,24	0,62	0,46	0,46	0,46	0,46	1,24	0,65
w_{12}	=	0,03	6,00	8,00	10,00	10,00	10,00	0,20	0,27	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	0,29
w_{13}	=	0,03	7,00	7,00	6,00	3,00	6,00	0,23	0,23	0,20	0,10	0,20	0,10	0,23	0,19
w_{14}	=	0,03	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
w_{15}	=	0,34	8,00	8,00	7,00	9,00	7,00	2,69	2,69	2,36	3,03	2,36	2,36	3,03	2,63
w_{16}	=	0,11	9,00	7,00	6,00	3,00	4,00	0,99	0,77	0,66	0,33	0,44	0,33	0,99	0,64
w_{17}	=	0,04	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	0,16	0,16	0,16	0,16	0,12	0,12	0,16	0,16
w_{18}	=	0,22	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
w_{19}	=	0,03	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
								6,62	**5,85**	**5,28**	**5,53**	**5,02**	**4,68**	**7,09**	**5,66**

Tablo I.6: Yapının Kısmen veya Tamamen Çökmesine Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,28	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79
w_{12}	=	0,10	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,76	0,95	0,95	0,95	0,95	0,76	0,95	0,91
w_{13}	=	0,17	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
w_{14}	=	0,09	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,83	0,92	0,92	0,92	0,92	0,83	0,92	0,91
w_{15}	=	0,11	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
w_{16}	=	0,03	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
w_{17}	=	0,04	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
w_{18}	=	0,06	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
w_{19}	=	0,11	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
								9,72	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**9,72**	**10,00**	**9,95**

Tablo I.7: Kazı Kenarı Göçmelerine Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,07	10,00	10,00	8,00	9,00	9,00	0,74	0,74	0,59	0,66	0,66	0,59	0,74	0,68
w_{12}	=	0,22	10,00	10,00	9,00	10,00	9,00	2,24	2,24	2,01	2,24	2,01	2,01	2,24	2,15
w_{13}	=	0,22	7,00	7,00	2,00	7,00	8,00	1,57	1,57	0,45	1,57	1,79	0,45	1,79	1,39
w_{14}	=	0,03	8,00	6,00	2,00	3,00	3,00	0,22	0,17	0,06	0,08	0,08	0,06	0,22	0,12
w_{15}	=	0,13	9,00	9,00	3,00	8,00	8,00	1,15	1,15	0,38	1,02	1,02	0,38	1,15	0,95
w_{16}	=	0,13	10,00	9,00	8,00	10,00	10,00	1,28	1,15	1,02	1,28	1,28	1,02	1,28	1,20
w_{17}	=	0,07	9,00	9,00	4,00	7,00	9,00	0,63	0,63	0,28	0,49	0,63	0,28	0,63	0,53
w_{18}	=	0,12	10,00	8,00	6,00	8,00	6,00	1,24	0,99	0,75	0,99	0,75	0,75	1,24	0,94
								9,07	**8,63**	**5,54**	**8,33**	**8,23**	**5,54**	**9,29**	**7,96**

Tablo I.8: Yangın ve Patlayıcı Maddeler İçin Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,17	5,00	5,00	6,00	6,00	5,00	0,85	0,85	1,02	1,02	0,85	0,85	1,02	0,92
w_{12}	=	0,17	8,00	8,00	9,00	9,00	9,00	1,36	1,36	1,53	1,53	1,53	1,36	1,53	1,46
w_{13}	=	0,17	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
w_{14}	=	0,17	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,53	1,69	1,69	1,69	1,69	1,53	1,69	1,66
w_{15}	=	0,03	9,00	10,00	10,00	10,00	9,00	0,28	0,32	0,32	0,32	0,28	0,28	0,32	0,30
w_{16}	=	0,04	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
w_{17}	=	0,09	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
w_{18}	=	0,06	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
w_{19}	=	0,11	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
								8,57	**8,77**	**9,11**	**9,11**	**8,91**	**8,57**	**9,11**	**8,89**

Tablo I.9: Malzeme Sıçraması Kazalarına Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,43	9,00	10,00	10,00	6,00	10,00	3,86	4,29	4,29	2,58	4,29	2,58	4,29	3,86
w_{12}	=	0,11	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	0,64	0,64	0,64	0,64	0,54	0,54	0,64	0,62
w_{13}	=	0,06	9,00	8,00	10,00	6,00	4,00	0,58	0,52	0,65	0,39	0,26	0,26	0,65	0,48
w_{14}	=	0,30	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,48	2,95	2,95	2,95	2,95	1,48	2,95	2,66
w_{15}	=	0,10	10,00	10,00	10,00	8,00	10,00	1,02	1,02	1,02	0,82	1,02	0,82	1,02	0,98
								7,59	**9,43**	**9,56**	**7,38**	**9,06**	**5,66**	**9,56**	**8,60**

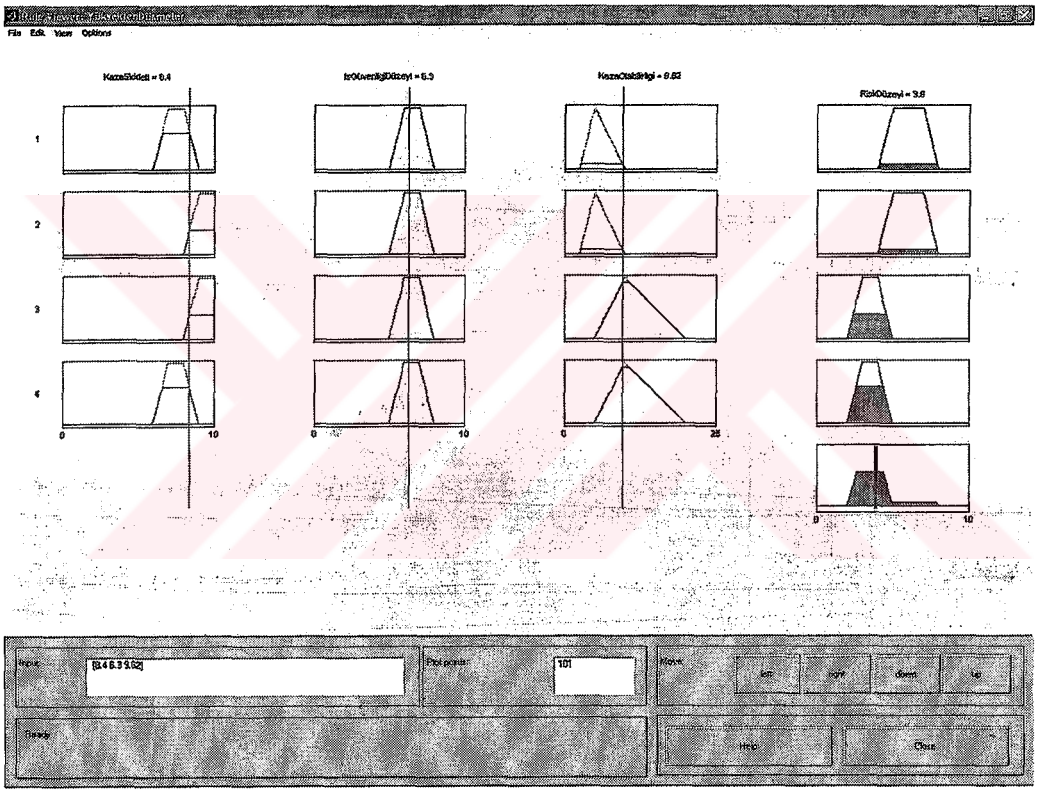
Tablo I.10: Diğer Kazalara Karşı Alınan Önlemler İçin Şantiyede Gerçekleştirilen Kontroller Ve Puanlama

			VERİLEN PUANLAR (1-10)					AĞIRLIKLI PUANLAR (1-10)							
			1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	EN KÜÇÜK	EN BÜYÜK	ORTALAMA
w_{11}	=	0,17	4,00	6,00	3,00	3,00	4,00	0,66	1,00	0,50	0,50	0,66	0,50	1,00	0,66
w_{12}	=	0,10	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	0,51	0,51	0,51	0,51	0,41	0,41	0,51	0,49
w_{13}	=	0,06	6,00	6,00	4,00	6,00	5,00	0,38	0,38	0,25	0,38	0,32	0,25	0,38	0,34
w_{14}	=	0,02	9,00	9,00	10,00	10,00	10,00	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22	0,20	0,22	0,21
w_{15}	=	0,17	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
w_{16}	=	0,27	7,00	9,00	3,00	7,00	6,00	1,90	2,44	0,81	1,90	1,63	0,81	2,44	1,73
w_{17}	=	0,04	8,00	6,00	5,00	6,00	7,00	0,32	0,24	0,20	0,24	0,28	0,20	0,32	0,26
w_{18}	=	0,17	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
								7,34	**8,13**	**5,86**	**7,11**	**6,88**	**5,74**	**8,23**	**7,07**

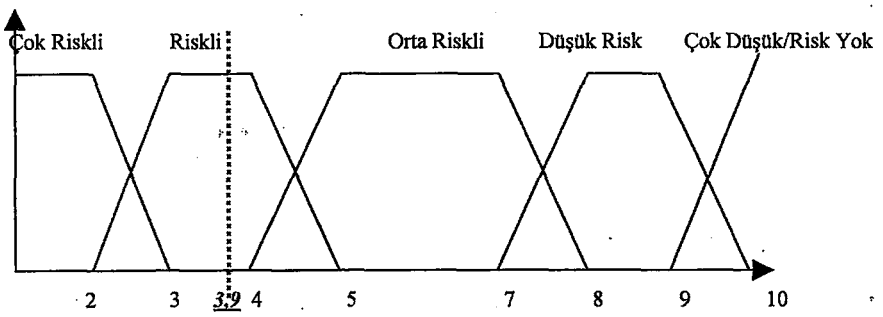
EK J : MATLAB Programı ile Hesaplamalar ve Sözel İfadelere Ulaşılması

Yüksekten Düşmeler için kullanılacak kurallar

Kural # 73	Eğer	Görece Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 93	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 98	Eğer	Orta	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli



Şekil J.1 Yüksekten Düşmeler için MATLAB Hesaplamaları

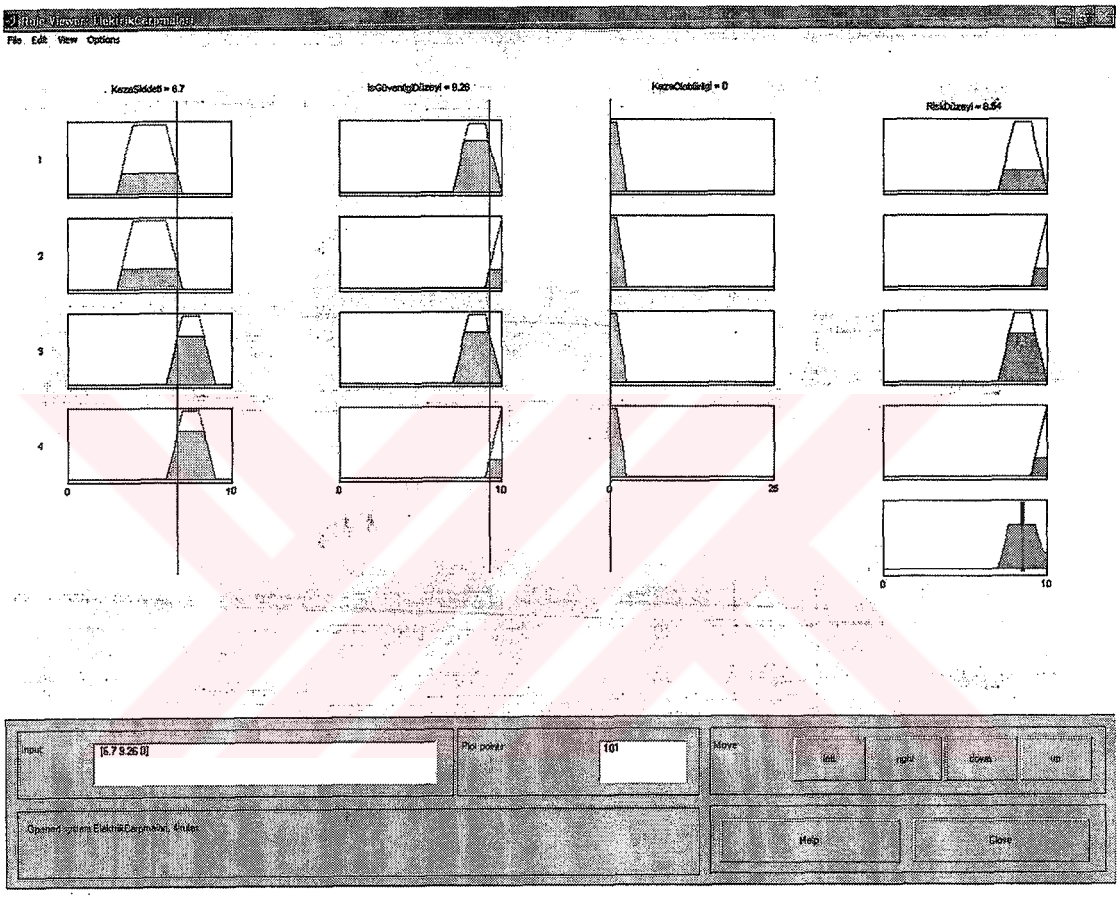


Şekil J.2 Yüksekten Düşmeler için Durulaştırma Sonucu

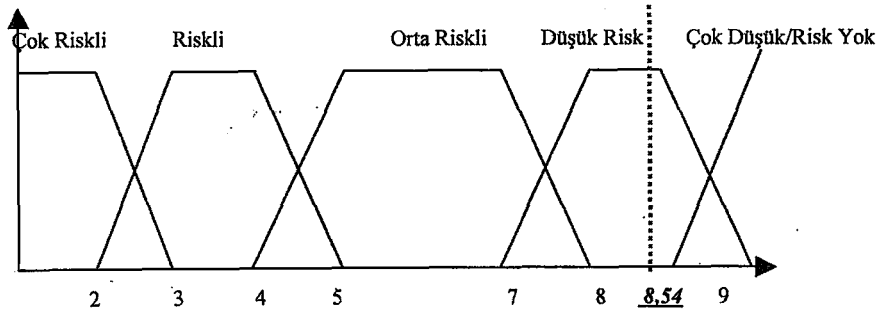
Durulaştırma Sonucu: $z^*=3,9$ $\mu(3,9)$= 1/Riskli (%100 Riskli)

Elektrik Çarpmaları için kullanılacak kurallar

Kural # 14	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 15	Eğer	Çok Düşük	ve	Orta	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yo
Kural # 19	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 20	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yo



Şekil J.3 Elektrik Çarpmaları için MATLAB Hesaplamaları

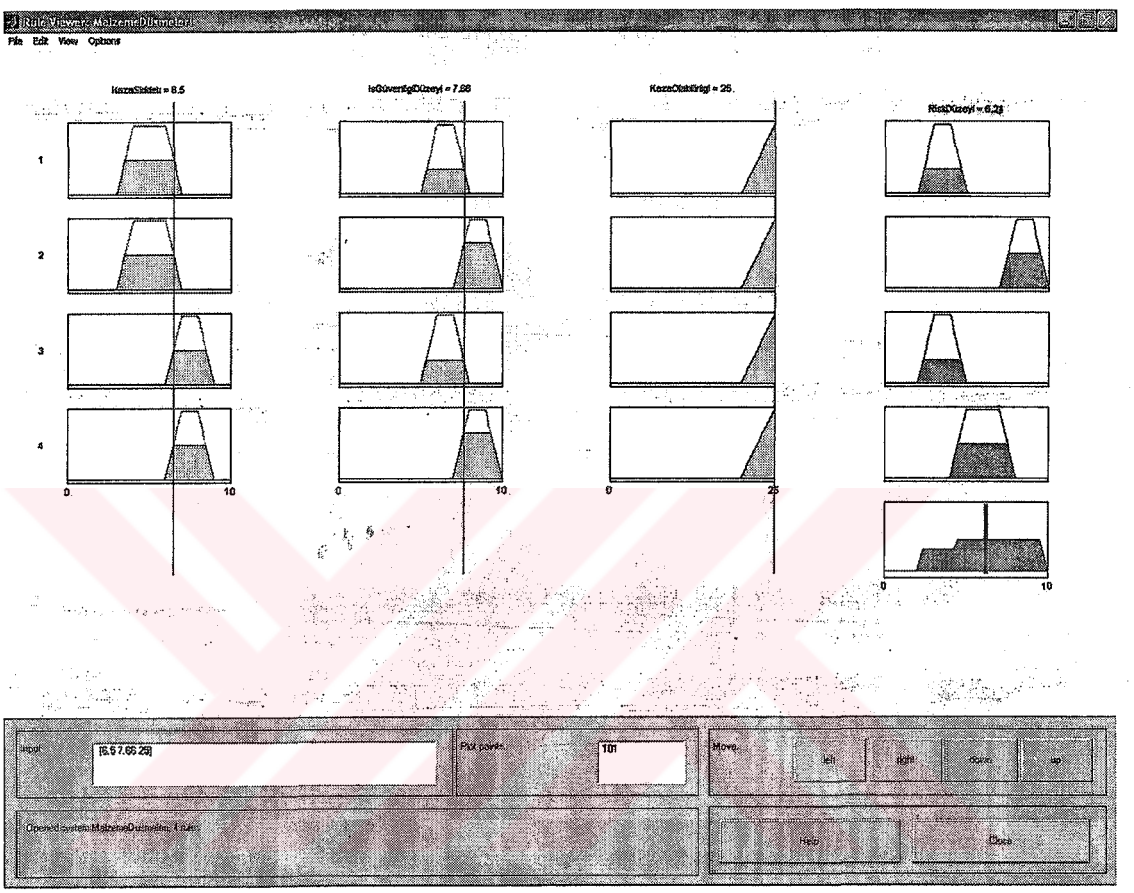


Şekil J.4 Elektrik Çarpmaları için Durulaştırma Sonucu

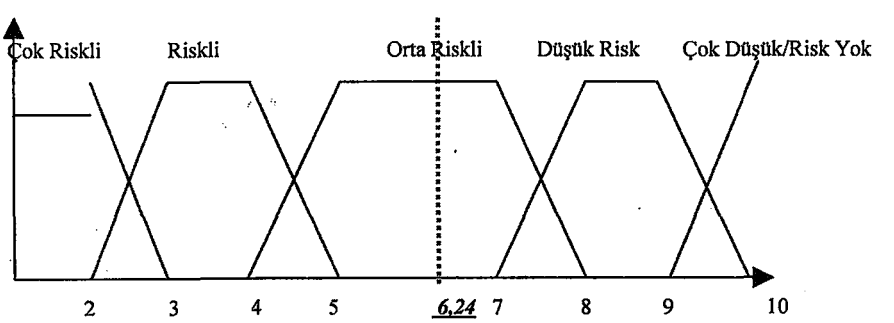
Durulaştırma Sonucu: $z^*=8,54$ $\mu(8,54)$= 1/Düşük Riskli (%100 Düşük Riskli)

Malzeme Düşmeleri için kullanılacak kurallar

Kural # 138	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 139	Eğer	Çok Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 143	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 144	Eğer	Çok Sık	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Orta Düzeyde Riskli



Şekil J.5 Malzeme Düşmeleri için MATLAB Hesaplamaları

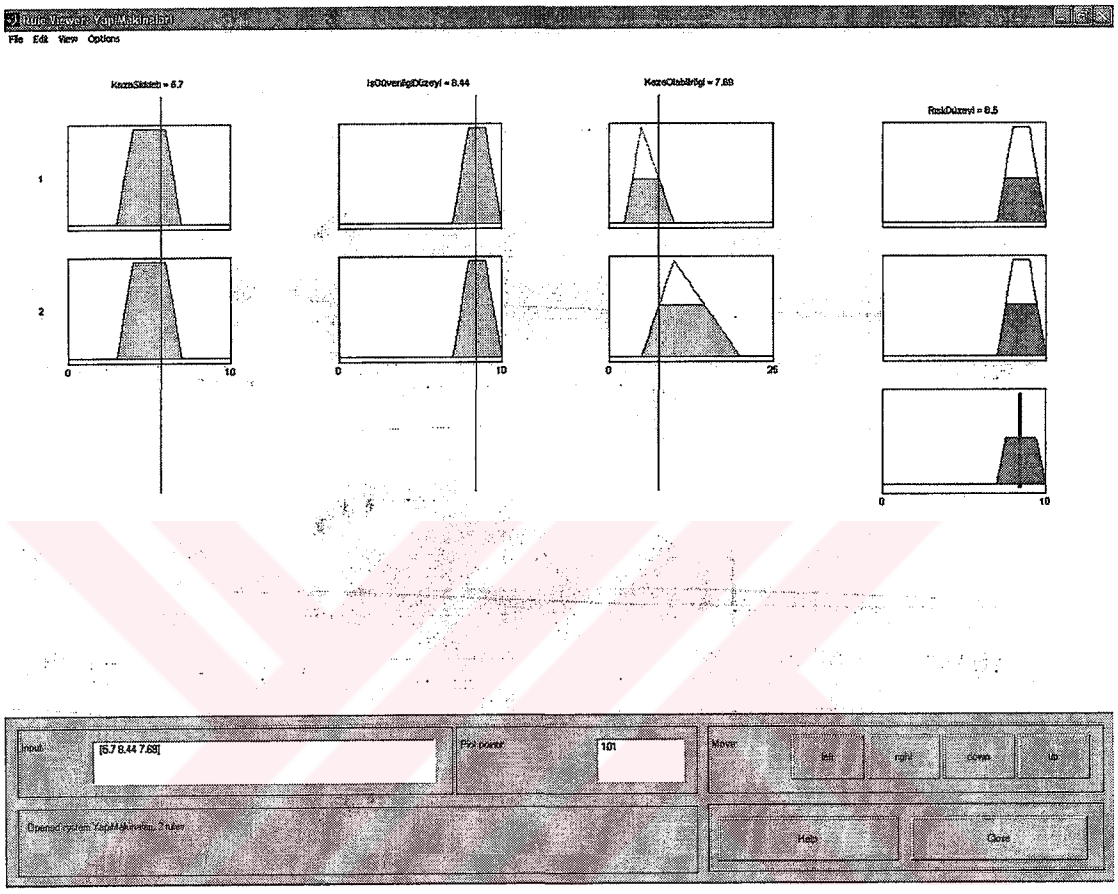


Şekil J.6 Malzeme Düşmeleri için Durulaştırma Sonucu

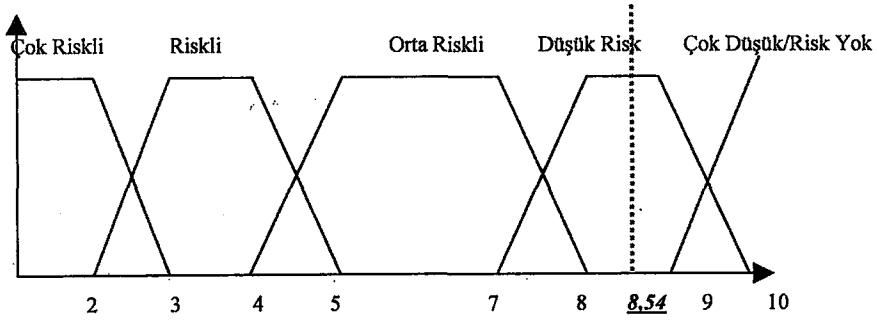
Durulaştırma Sonucu: $z^*=6,24$
$\mu(6,24)$= 1/Orta Düzeyde Riskli (%100 Orta Düzeyde Riskli)

Yapı Makinalarındaki kazalar için kullanılacak kurallar

Kural # 64	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 89	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli



Şekil J.7 Yapı Makinaları Kazaları için MATLAB Hesaplamaları

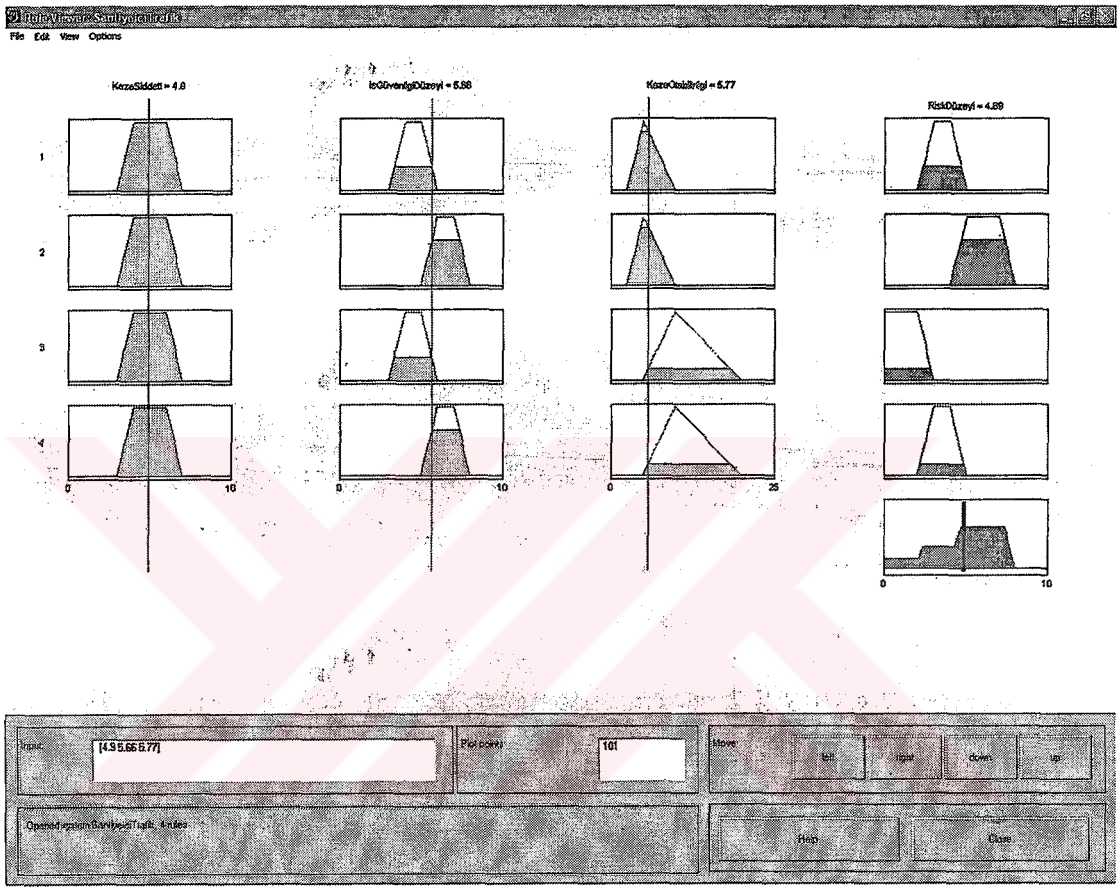


Şekil J.8 Yapı Makinaları Kazaları için Durulaştırma Sonucu

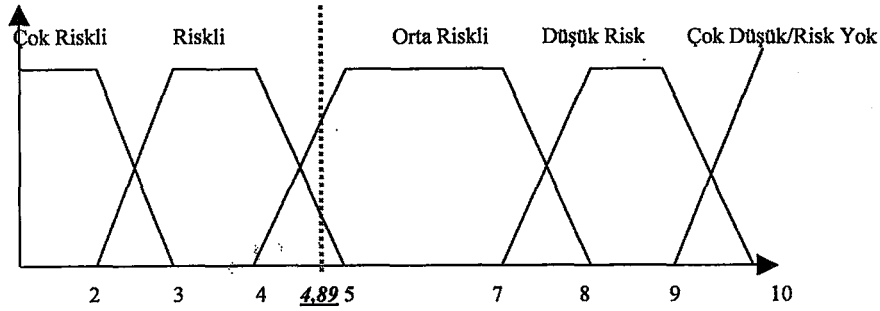
Durulaştırma Sonucu: $z^*=8,5$
$\mu(8,5)$= 1/Düşük Riskli (%100 Düşük Riskli)

Şantiye içi trafik kazaları için kullanılacak kurallar

Kural # 62	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Riskli
Kural # 63	Eğer	Görece Düşük	ve	Orta	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 87	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yetersiz	ise	Çok Riskli
Kural # 88	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli



Şekil J.9 Şantiye içi Trafik Kazaları için MATLAB Hesaplamaları

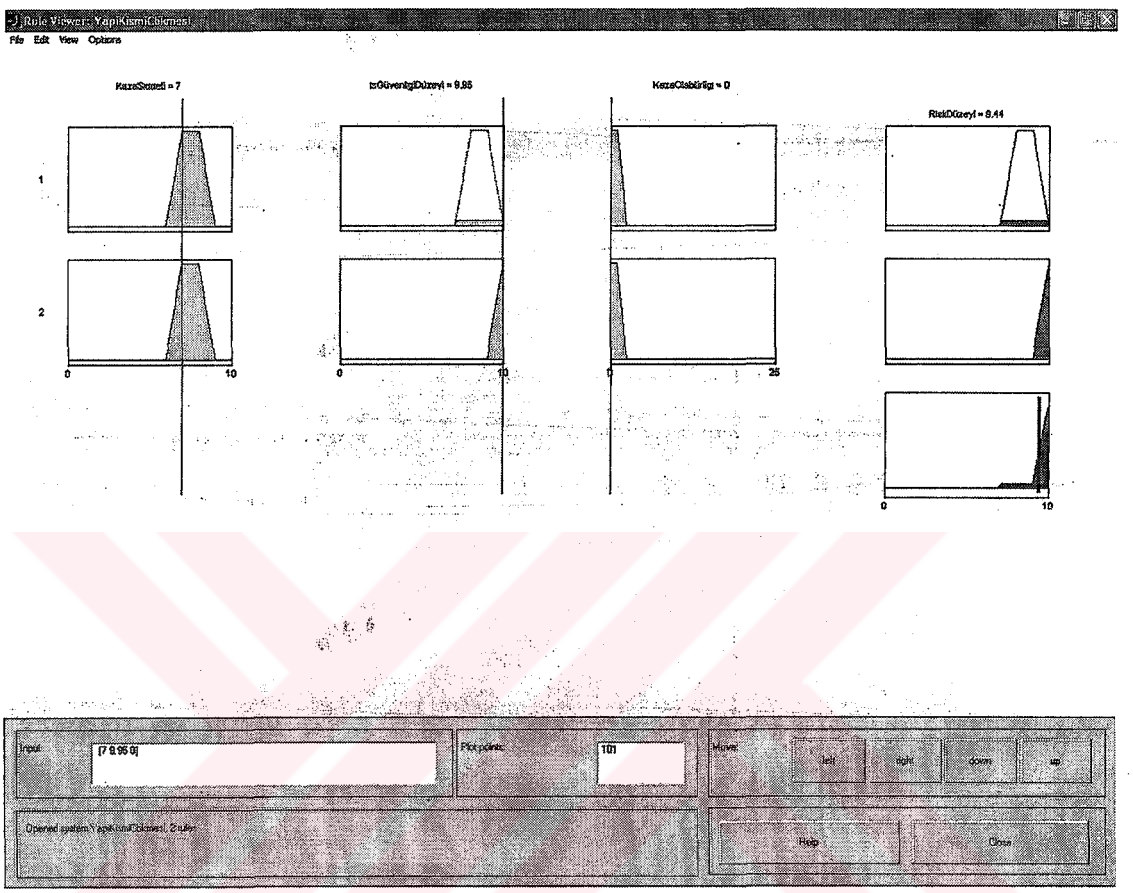


Şekil J.10 Şantiye içi Trafik Kazaları için Durulaştırma Sonucu

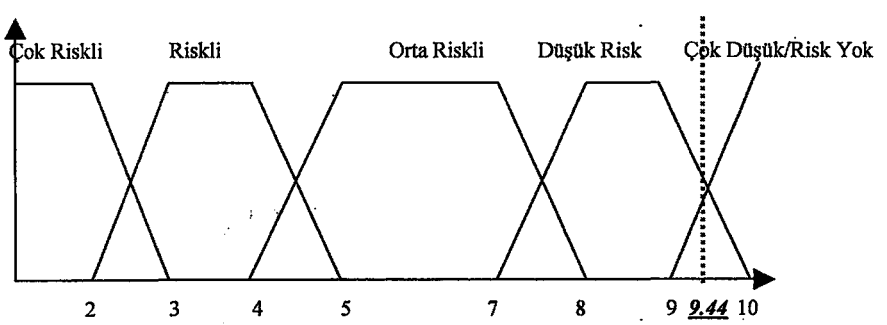
Durulaştırma Sonucu: z*=4,89
μ(4,89)= 0,11/Riskli + 0,89/Orta Düzeyde (%11Riskli, %89 Orta Düzeyde Riskli)

Yapı Kısmının Çökmesi kazalarında kullanılacak kurallar

Kural # 19	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 20	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Tamamen Güvenli	ise	Çok Düşük Risk/Risk Yok



Şekil J.11 Yapı Kısmının Çökmesi Kazaları için MATLAB Hesaplamaları

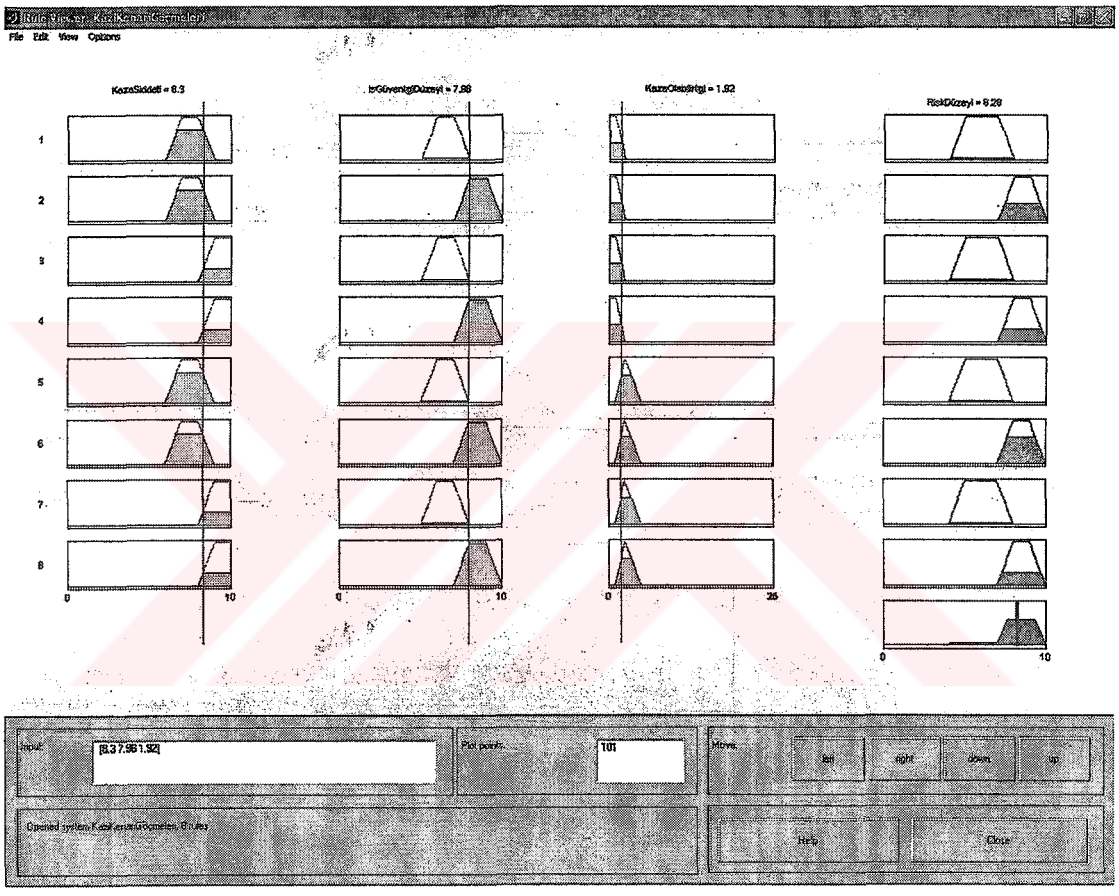


Şekil J.12 Yapı Kısmının Çökmesi Kazaları için Durulaştırma Sonucu

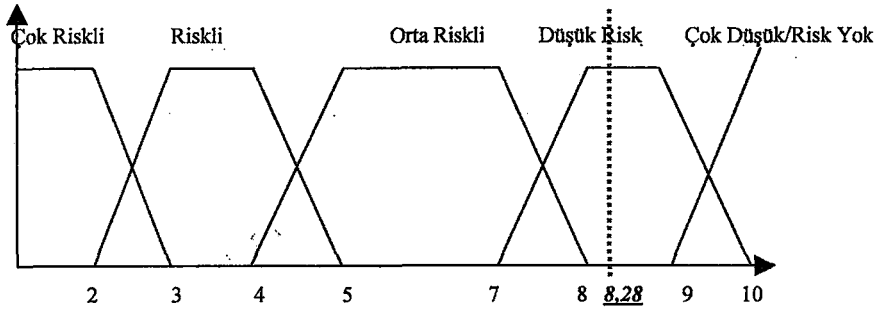
Durulaştırma Sonucu: $z^*=9,44$
$\mu(9,44)$= 0,56/Düşük Riskli + 0,44/Risk Yok (%56 Düşük Riskli, % 44 Çok Düşük Risk)

Kazı kenarı göçmeleri için kullanılacak kurallar

Kural # 18	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 19	Eğer	Çok Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 23	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 24	Eğer	Çok Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 43	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 44	Eğer	Düşük	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 48	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 49	Eğer	Düşük	ve	Çok Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli



Şekil J.13 Kazı Kenarı Göçmeleri Kazaları için MATLAB Hesaplamaları

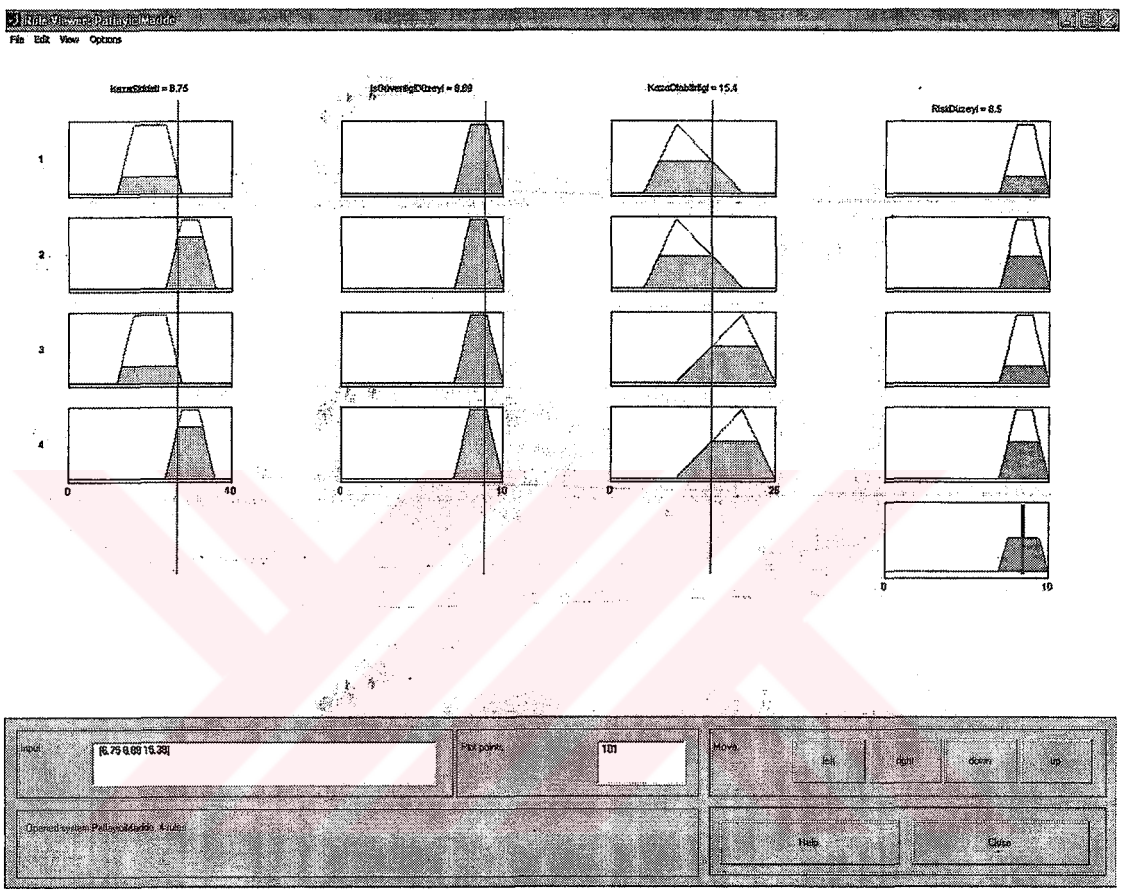


Şekil J.14 Kazı Kenarı Göçmeleri Kazaları için Durulaştırma Sonucu

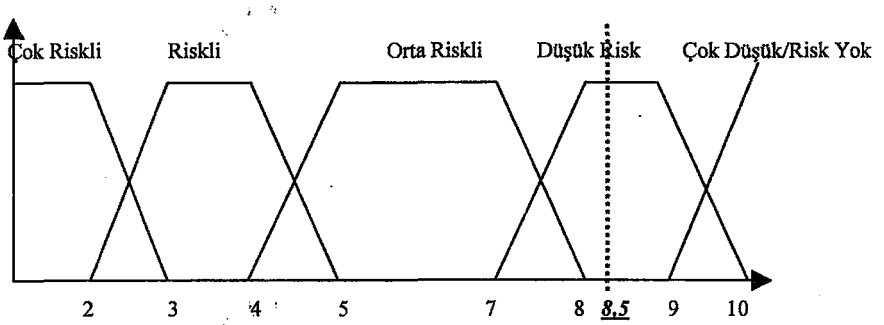
Durulaştırma Sonucu: $z^*=8,28$ $\mu(8,28)=$ 1/Düşük Riskli (%100 Düşük Riskli)

Patlayıcı madde kazaları için kullanılacak kurallar

Kural # 89	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 94	Eğer	Orta	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 114	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 119	Eğer	Sık	ve	Şiddetli	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli



Şekil J.15 Patlayıcı Madde Kazaları için MATLAB Hesaplamaları

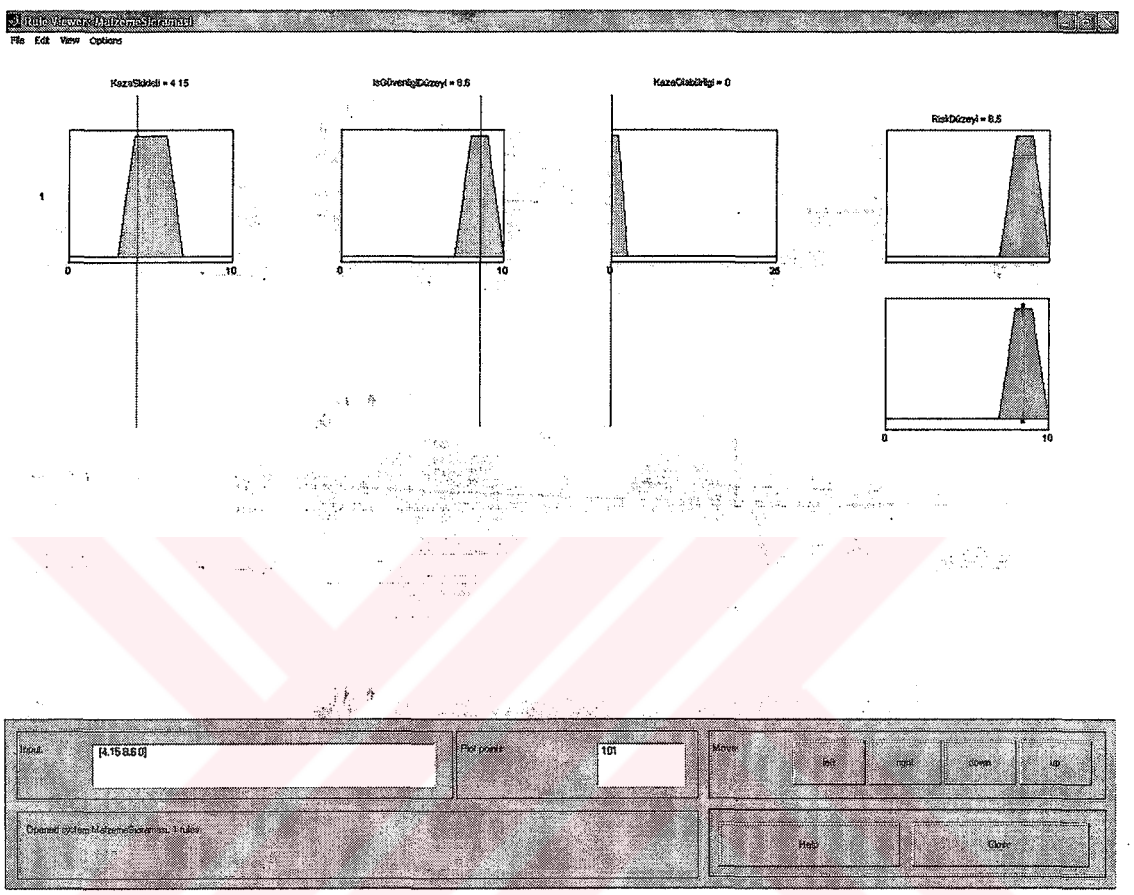


Şekil J.16 Patlayıcı Madde Kazaları için Durulaştırma Sonucu

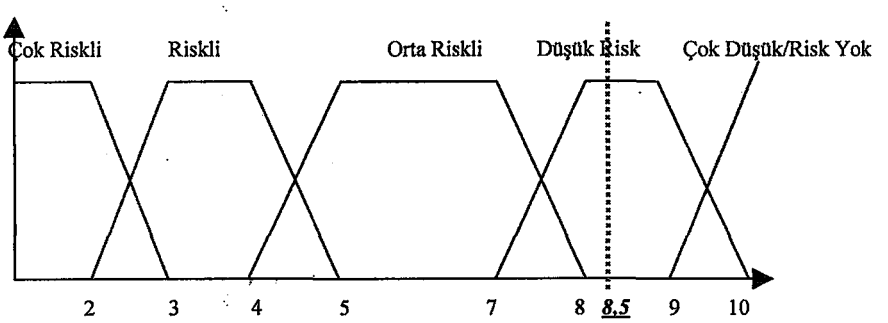
Durulaştırma Sonucu: $z^*=8,5$ $\mu(8,5)$= 1/Düşük Riskli (%100 Düşük Riskli)

Malzeme sıçraması kazaları için kullanılacak kurallar

Kural # 14 Eğer Çok Düşük ve Orta ve Yeterli ise Düşük Düzeyde Riskli



Şekil J.17 Malzeme Sıçraması Kazaları için MATLAB Hesaplamaları

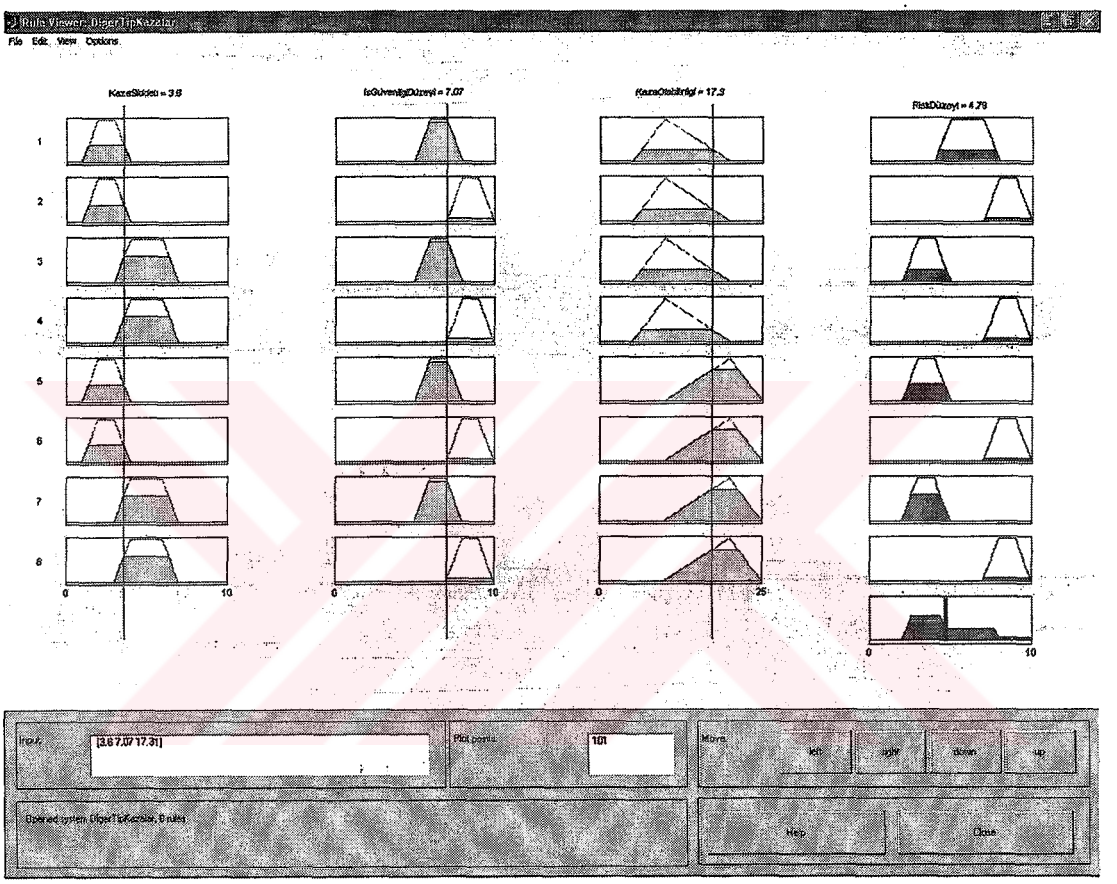


Şekil J.18 Malzeme Sıçraması Kazaları için Durulaştırma Sonucu

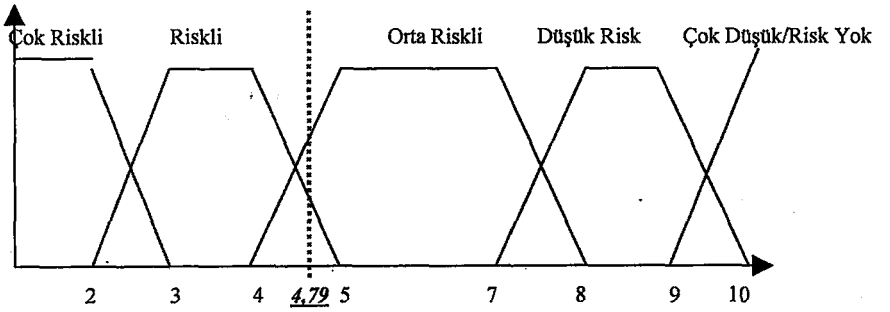
Durulaştırma Sonucu: z*=8,5
μ(8,5)= 1/Düşük Riskli (%100 Düşük Riskli)

Diğer tip kazalar için kullanılacak kurallar

Kural # 83	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Orta Düzeyde Riskli
Kural # 84	Eğer	Orta	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 88	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 89	Eğer	Orta	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 108	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 109	Eğer	Sık	ve	Hafif	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli
Kural # 113	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Orta	ise	Riskli
Kural # 114	Eğer	Sık	ve	Orta	ve	Yeterli	ise	Düşük Düzeyde Riskli



Şekil J.19 Diğer Tip Kazalar için MATLAB Hesaplamaları



Şekil J.20 Diğer Tip Kazalar için Durulaştırma Sonucu

Durulaştırma Sonucu: z*=4,79
μ(4,79)= 0,79/Orta Derecede Riskli + 0.21/Riskli (%79 Orta Derecede Riskli, %21 Riskli)

ÖZGEÇMİŞ

Gürkan Emre Gürcanlı, 1973 yılında Ankara'da doğdu. 1990 yılında Balıkesir Lisesi'nden mezuniyetinin ardından, aynı yıl Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 1995 yılında mezun olan Gürcanlı aynı yıl İstanbu Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Yapı İşletmesi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Bir süre inşaat sektöründe çalıştıktan sonra 1998 yılında aynı anabilim dalına araştırma görevlisi olarak girdi. Halen bu görevde çalışmaktadır. 2000 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı ve İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaştırma Anabilim Dalı'nda Doktora Programı'na başladı.