



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA
ÇEVRE PROJELERİNİN RİSK ANALİZİ**

**Çevre Müh. Bahar Ünlü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Çevre Mühendisliği Programı**

**Danışman
Prof.Dr. Semiha ARAYICI**

Temmuz, 2010

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA
ÇEVRE PROJELERİNİN RİSK ANALİZİ**

**Çevre Müh. Bahar Ünlü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Çevre Mühendisliği Programı**

**Danışman
Prof.Dr. Semiha ARAYICI**

Temmuz, 2010

İSTANBUL

Bu çalışma 29/07/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliğı Anabilim Dalı Çevre Mühendisliğı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Semiha ARAYICI (Danışman)
İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Ersi ABACI KALFOĞLU
Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Doç. Dr. Rehat FAİKOĞLU
Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Doç. Dr. Nüket SİVRİ
İstanbul Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Serdar AYDIN
İstanbul Üniversitesi

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof.Dr.Semiha ARAYICI'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen, çalışmamın uygulama kısmını destekleyen hocam ve değerli arkadaşım Yard.Doç.Dr. Serdar AYDIN'a, teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, tezimin uygulama bölümünde inceleme yaptığım tesislerde bana yardımcı olan ve bilgilerini paylaşan, İçme Suyu Arıtma Tesisi İşletme Müdürü Zeki GÜNGÖR, Katı Atık Tesisi Yönetim Sistemleri Şefi Onur ULUDAĞ ve İş Sağlığı ve Güvenliği Şefi Bircan SOYSAL, İleri Biyolojik Arıtma Tesisi Müdürü Recep MERAL'e teşekkür ederim.

Temmuz, 2010

Bahar Ünlü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLEER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE RİSK ANALİZİNİN YERİ.....	3
2.1.1. Risk Analizi ve Yönetiminin Yararları.....	4
2.1.2. Risk Analizi ve Yönetiminin Problemleri.....	5
2.2. TÜRKİYE MEVZUATINDA RİSK ANALİZİ.....	6
2.3. DÜNYADA RİSK ANALİZİ KAVRAMI ve TANIMLARI.....	10
2.4. RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİ.....	12
2.4.1. Olursa Ne Olur? (What If..?).....	14
2.4.2. Birincil Risk Analizi – (Preliminary Risk Analysis (PRA)).....	14
2.4.3. Risk Değerlendirme Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix).....	17
2.4.4. Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies – HAZOP).....	24
2.4.5. Hata Ağacı Analizi Metodolojisi (Fault Tree Analysis-FTA).....	31

2.4.6. Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi – (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA)	36
2.4.7. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis – ETA)	43
2.4.8. Neden – Sonuç Analizi (Cause – Consequence Analysis).....	46
2.5. RİSK ANALİZİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	47
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	53
3.1. TESİSLERİN TANIMI.....	53
3.1.1. İçme Suyu Arıtma Tesisi.....	53
3.1.2. Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi.....	57
3.1.3. İleri Biyolojik Atık su Arıtma Tesisi	61
3.2. TESİSLERDE RİSK ANALİZİ.....	63
4. BULGULAR.....	66
4.1. İÇME SUYU ARITMA TESİSİ	66
4.1.1. Risk Analizi Çalışması Soru Listesi.....	66
4.1.2. İçme Suyu Arıtma Tesisi Risk Analizi Tablosu.....	68
4.2. ATIK VE ARTIKLARI ARITMA, YAKMA VE DEĞERLENDİRME TESİSİ	71
4.2.1. Risk Analizi Çalışması Soru Listesi.....	71
4.2.2. Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendirme Tesisi Risk Analizi Tablosu.....	73
4.3. İLERİ BİYOLOJİK ATIK SU ARITMA TESİSİ	76
4.3.1. Risk Analizi Çalışması Soru Listesi.....	76
4.3.2. İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi Risk Analizi Tablosu.....	78
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	81
KAYNAKLAR.....	84
EKLER.....	86
EK-I RİSK ANALİZİ ÇALIŞMASI SORU LİSTESİ.....	86
EK-II RİSK ANALİZİ TABLOSU.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	: Risk algılamanın zamanla değişimini gösteren grafik.....	4
Şekil 2.2	: Birincil Risk Analizi Frekans Çizelgesi	16
Şekil 2.3	: X Tipi Risk Değerlendirme Matrisi Değişkenleri.....	23
Şekil 2.4	: HAZOP Takımının İzleyeceği Aşamalar.....	26
Şekil 2.5	: HAZOP Çalışması Akım Şeması.....	29
Şekil 2.6	: Hata Ağacı Oluşturma Aşamaları	33
Şekil 2.7	: FMEA Prosesi.....	40
Şekil 2.8	: Olay Ağacı Genel Durum	44
Şekil 2.9	: Bernoulli Modeli	45
Şekil 2.10	: Olay Ağacından Hata Ağacına Geçiş	45
Şekil 2.11	: Tipik Bir Neden – Sonuç Temelli Risk Metodolojisi Akış Diyagramı.....	46
Şekil 2.12	: İski Kağıthane İçme suyu Arıtma Tesisi İş Akış Şeması.....	56
Şekil 2.13	: İzaydaş İş Akış Şeması	60

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: What If? Metodolojisi Temelli Risk Değerlendirmesi	14
Tablo 2.2	: Riskin Şiddeti İle Etkisi Arasındaki İlişki	16
Tablo 2.3	: Birincil Risk Analizi Değerlendirme Formu	17
Tablo 2.4	: Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali	18
Tablo 2.5	: Bir Olay Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti	18
Tablo 2.6	: Risk Skor (Derecelendirme) Matrisi (L Tipi Matris).....	19
Tablo 2.7	: Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri	19
Tablo 2.8	: L Tipi Matris Risk Değerlendirme Formu	20
Tablo 2.9	: Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali	21
Tablo 2.10	: Seçilen Bölümde ya da Yapılan Görev Üzerindeki Kontroller ..	21
Tablo 2.11	: Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti	22
Tablo 2.12	: Önceki Kazaların Sonucu	23
Tablo 2.13	: X Tipi Risk Derecelendirme Matrisi	23
Tablo 2.14	: X - Tipi Matris Risk Derecelendirme Tablosu	24
Tablo 2.15	: ASME Standardına Göre Proses Akım Şeması Sembolleri.....	27
Tablo 2.16	: HAZOP Sapma Matrisi.....	28
Tablo 2.17	: Örnek Bir Tehlike ve İşletilebilme Çalışma Formu (HAZOP)...	30
Tablo 2.18	: Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Risk Değerlendirme Formu.	31
Tablo 2.19	: Hata Ağacı Sembolleri.....	34
Tablo 2.20	: Zararın Şiddeti (Ciddiyet).....	41
Tablo 2.21	: Zararın Oluşma Olasılığı	42
Tablo 2.22	: Fark Edilebilirlik Olasılığı	42
Tablo 2.23	: Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Risk Değerlendirme Formu	43

KISALTMALAR LİSTESİ

İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
OHSAS	: Occupational Health and Safety
EEC	: European Economic Community
ILO	: International Labor Organization
TS	: Türk Standartları
AS/NZS	: Australian Standards / New Zealand Standards
BS	: British Standards
NSAI	: National Standards Authority of Ireland
BSI	: British Standards Institution
ASME	: American Society of Mechanical Engineers
FTA	: Fault Tree Analysis
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis
HAZOP	: Hazard and Operability Studies
ISO	: International Organization for Standardization
CE	: Conformité Européenne (Avrupa ürün sağlık ve güvenlik işareti)
EN	: European Norms
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım

ÖZET

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA ÇEVRE PROJELERİNİN RİSK ANALİZİ

Bu çalışmada, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında, belirlenmiş çevre projelerinde gerçekleştirilen saha çalışmaları esas alınarak, tesislere ilişkin risk analizlerinin yapılması ve risk skorlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kavramlarla birlikte, risk analizinin ulusal ve uluslar arası mevzuatta ve standartlarda geçen farklı tanımları da ortaya konulmuştur. Risk analizi çalışmalarının, iş sağlığı ve güvenliği içindeki yeri OHSAS 18001 ve risk yönetimi kapsamında irdelenmiş ve risk analizi çalışması sürecinde yaşanabilecek problemler belirlenmiştir. Dünyada ve Türkiye’de risk analizi çalışmalarında işletmelerin kullandığı ve literatürde de yer alan farklı yöntemlerin detayları açıklanmıştır.

Bu çalışmada, İçme suyu Arıtma Tesisi, Katı Atık Düzenli Depolama ve Yakma Tesisi ve Biyolojik Arıtma Tesisi olmak üzere 3 adet çevre projesinde 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak risk analizi çalışması yapılmıştır. Tesisler ziyaret edilerek, ana tehlikeler başta olmak üzere, görünen tüm tehlikeler listelenmiş, olasılıkları ve şiddetleri belirlenmiş ve bu değerler kullanılarak risk skoru hesaplanmıştır.

Bağlı olarak, her bir tesise ait hesaplanan risk skorları karşılaştırılarak, her bir tesis için, en yüksek değere sahip riskler belirlenmiştir.

SUMMARY

RISK ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PROJECTS WITHIN THE FRAMEWORK OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY.

In this study, it is aimed to determine occupational health and safety risk scores and carry out risk analysis according to the site visits within the chosen environmental projects. In this study, definitions related to occupational health and safety is made together with the risk analysis definitions that are made in national and international legislation and standards. Risk analysis practice is examined within the OHSAS 18001 and risk management systems and possible problems are determined during the process. In this study, different risk analysis methodologies that are used by the plants and also appear in the literature are described in details.

In this study, drinking water treatment plant, solid waste management plant and incineration unit and biological waste water treatment plant are visited and risk analysis study has been made by using 5x5 L Matrix methodology. All possible hazards are listed, likelihood and severity of the hazards are determined and by using these values, risk scores are calculated.

Accordingly, comparisons are made by using risk scores for the hazards and the highest risks are determined for each project.

1. GİRİŞ

1.1 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

İş sağlığı ve güvenliği kavramı özellikle son on yılda, yasal düzenlemelerle iş hayatına, yazılı ve görsel basın sayesinde de günlük hayata girmiştir. Güvenli çalışma koşullarının oluşturulması için işletmelerde kapsamlı çalışmalar yapılmakta, iş sağlığı güvenliği yönetim sisteminin kurulmasının yanı sıra kurumsal iş güvenliği kültürü oluşturulması hedeflenmektedir.

Bu yeni kavram, işletmelerde çevre mühendisi olarak görev yapan meslektaşların birçoğunun görev tanımlarına, yeni bir başlık olarak eklenmiştir.

Çok disiplinli bir yapıya sahip olan çevre mühendisliği mesleğinin özünü oluşturan süreç temelli (process-based) yaklaşım, iş sağlığı ve güvenliğinde de ana prensip olarak yer almaktadır. Her bir süreç için çevresel riskler gibi iş sağlığı ve güvenliği riskleri de belirlenmekte ve analiz edilmektedir. Analiz edilen riskler, yöneticiler tarafından değerlendirilerek, gerekli olan önlemlerin alınması için yapılan çalışmalara, esas oluşturmakta ve yol göstermektedir.

Risk analizi, potansiyel tehlikelerin belirlenerek olası sonuçlarının önceden değerlendirilmesine ve gerekli tedbirlerin alınmasına dayanan bilimsel çalışmalar içeren bir süreç yönetimi olarak tanımlanabilir. (Demirbilek, 2005) Risk analizi uygulamaları, toksikoloji, endüstriyel hijyen, iş sağlığı ve güvenliği, çevresel etki değerlendirme, mühendislik bilimleri, hava tahmini, epidemiyoloji, sosyal ve davranış bilimleri gibi birçok konuda çalışma alanı bulmuştur.

Bu çalışmada, çevre mühendisliğinin ana faaliyet alanları olan projelerden, içme suyu, atık su arıtma tesisi ve katı atık toplama tesislerinde, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk analizi çalışmaları yapılarak, bu tesisler için risk skorlarının

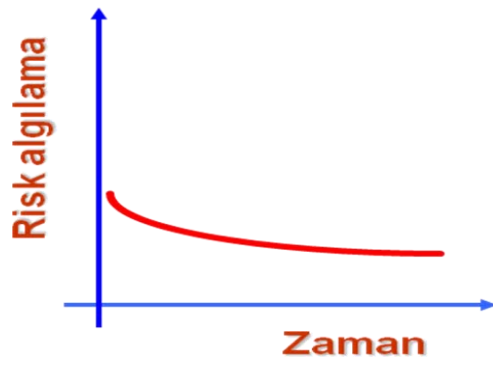
belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışma, mevcut tesislerde yapılan saha ziyaretlerinde tespit edilen ve gözlemlenen tehlikeler ve iş sağlığı ve güvenliği yönetimi hakkında bilgi almak amacıyla hazırlanmış soru listesine verilen yanıtlar doğrultusunda şekillendirilmiş ve yürütülmüştür.

2. GENEL KISIMLAR

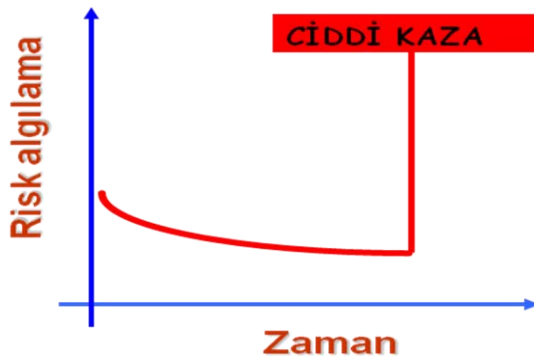
2.1 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE RİSK ANALİZİNİN YERİ

İş Sağlığı ve Güvenliğinde risk yönetiminin bir parçası olan risk analizinin amacı; iş kazaları ve meslek hastalıklarını oluşturan nedenler ve bunları etkileyen faktörler ile ilgili mümkün olan en geçerli ve doğru bilgiyi toplayarak, görünmeyen tehlikelerin ortaya çıkmasını engellemek için etkili bir güvenlik ağı kurmaktır. İyi bir risk analizi, doğabilecek kazalardan korunma açısından büyük değer taşır ve görünmeyen tehlikelerin ortaya çıkarılmasını, etkili güvenlik önlemlerinin alınmasını sağlar.

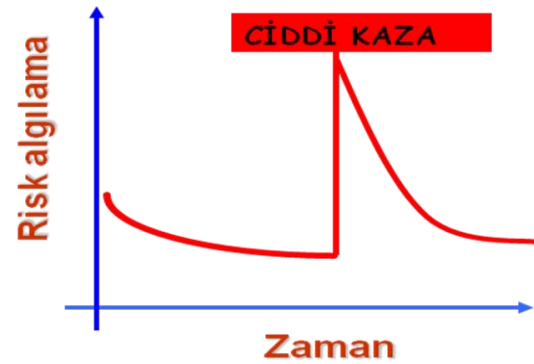
Risk yalnızca iş sağlığı ve güvenliğine özgü bir tanım değildir. “Tehlike”, “risk” ve “sonuç” başka konular için de geçerlidir. Örneğin bir rafineri yangını sonucu çevreye verilen zarar, hisse senetlerin değerinin düşmesi sonucu uğranılan kayıplar gibi. Bu tezin amacı açısından kötü sonuç, doğrudan veya dolaylı biçimde, geçici veya kalıcı olarak, iş görenin fiziksel, ruhsal veya toplumsal esenliğinde kötülemeye (ölüm olmasa dahi) yol açan bir durum olarak kullanılacaktır. Örneğin bir işçinin tozlu ortamda çalışması bir tehlikedir. Bunun sonucu ciğerlerinden rahatsızlanması ise kötü sonuçtur.



Risk belirlendiğinde bir önem seviyesinde algılanır. Ancak zamanla önem seviyesinde bir düşüş görülür.



Ciddi bir kaza sonrası risk algılama seviyesi aniden yükselir.



Ancak kaza sonrası ani yükselmeden sonra tekrar zamanla önem seviyesinde bir düşüş olur.

Şekil 1.1 Risk algılamanın zamanla değişimini gösteren grafik. (Özkılıç, 2005)

2.1.1 Risk Analizi ve Yönetiminin Yararları :

Risk analizi ve yönetiminin hedefi, kurum içerisinde olabilecek tehlikelere uygun cevap verebilecek, kasıtlı ya da kasıtsız tehditlerin etkisini ve olma ihtimalini azaltacak hazırlıkları, prosedürleri ve kontrolleri teşhis etmektir.

Risk analizi ve yönetimi prosesinin birçok yararları vardır:

1. İşyerinin yazılı prosedür ve politikalarının oluşmasını ya da olgunlaşmasını sağlar.
 2. İşyeri çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgi sahibi olmalarını ve katılımını sağlar.
 3. İşyeri yönetiminin de iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgi sahibi olmalarını ve bu konularda karar vermelerini sağlar.
 4. Risk analizi prosesinden alınan ilk sonuçlar ile organizasyon ya da işletmedeki olası tehlikeler ve alınacak tedbirler belirlenir.
 5. İşletme, organizasyon ya da kurumdaki risklerin büyüklüğünün hesaplamasına ve riskin tolere edilebilir olup olmadığına karar verilmesini sağlar.
 6. İşyerinde yanlış güvenlik tedbirleri alınmış olabilir, yada insanlarda yanlış güvenlik bilinci oluşmuş olabilir, tüm bu tedbirlerin ve güvenlik bilincinin gözden geçirilmesini sağlar.
 7. İşyerinde yasal yükümlülükler ve iş sağlığı ve güvenliği politikası çerçevesinde tahammül edilebilir düzeye indirilmiş risk ile çalışılmasını sağlar.
 8. İşyerindeki gerekli düzeltici ve önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlayacak verilerin kaydedilmesini, sonuçların izlenmesini ve ölçülmesini sağlar.
- (Bateman, 2007)

2.1.2 Risk Analizi ve Yönetiminin Problemleri:

Risk analizi ve yönetimi ile birlikte gelen bir takım problemler ve ideal olmayan durumlar vardır. Bunlar,

1. Risk analizi sonuçlarının objektif olması beklenirken daha çok subjektif olabilmektedir. Özellikle kalitatif risk analizinde bu problem daha çok görülebilir. Çünkü kalitatif risk analizinde risk, sayısal değerlerden çok tanımlar ile ifade edilmektedir.
2. İşyerine, işletmeye, prosese ya da organizasyona en uygun risk analiz yönteminin belirlenememesi yada kantitatif analiz yöntemlerinin kullanılması gereken bir işyerinde kalitatif analiz yönteminin tercih edilmesi sonucu risk analizini kurum kendisi bile yapsa zaman ve para kaybına yol açabilecektir.
3. Tüm işyerlerine uyan bir risk analizi metodolojisi mevcut değildir. Çünkü her işyerinin kendine özel farklı farklı tehditleri vardır. Risk analizi ve yönetimi

yapılacak olan bir işyerinde, öncelikle ne tip bir risk analizi ve yönetimi metodunun uygulanması gerektiği belirlenmelidir.

4. İşe uygun olmayan metodolojilerin seçilmesi ya da birkaç metodolojinin bir arada kullanılmaması nedeniyle risk analizinin sonuçlanmasının beklenmesi esnasında geçen sürede, güvenlik önlemlerinin biran evvel uygulanması gereken durumlarda gerekli önlemlerin alınmasında gecikme olacaktır, yada bu önlemler alınmadan kaza meydana gelecektir.

5. Risk analizini yapacak iş sağlığı ve güvenliği teknik elemanının tecrübesi risk analizi sonucunu etkiler. Risk analizi ve yönetimi prosesi, önceden belirlenmiş kesin adımları olan prosesler değildir. Kantitatif ve kalitatif risk analizi yöntemlerinin çatısı altında, bir çok risk analizi metodolojisi mevcuttur. Bu metotlar, riski yorumlama aşamasında birbirinden ayrılırlar. Bu nedenle de risk analistinın tecrübesi ve birikimi riski yorumlama aşamasında büyük önem kazanır.

(Demirbilek, 2005)

2.2 TÜRKİYE MEVZUATINDA RİSK ANALİZİ

1475 sayılı eski İş Kanunu yerini, Resmi Gazetede 10.06.2003 tarih ve 25134 sayılı ile yayınlanan 4857 sayılı yeni İş Kanununa bırakmıştır. 4857 sayılı İş Kanununda İş Sağlığı ve Güvenliğine ilişkin hükümler Beşinci Bölüm'de toplanmıştır.

İş Sağlığı ve Güvenliği risk değerlendirmesi kavramı mevzuatımıza ilk olarak 2003 yılında 4857 sayılı İş Kanununa bağlı olarak yayınlanan yönetmeliklerle birlikte girmiş ve risk değerlendirmesi yapılması yasal bir zorunluluk haline gelmiştir.

4857 sayılı kanunun 78.maddesinde, risk değerlendirmesi ifadesi şu şekilde geçmektedir:

(4857 sayılı Kanunun 78 inci maddesi, madde başlığı ile birlikte aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir. Kabul Tarihi: 15.5.2008 Kanun No. 5763)

MADDE 78 – Bu Kanuna tabi işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği şartlarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması, işyerlerinde kullanılan araç, gereç, makine ve hammaddeler yüzünden çıkabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi ve özel durumları sebebiyle korunması gereken kişilerin çalışma

şartlarının düzenlenmesi, ayrıca iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uygunluğu yönünden; işçi sayısı, işin ve işyerinin özellikleri ile tehlikesi dikkate alınarak işletme belgesi alması gereken işyerleri ile belgelendirilmesi gereken işler veya ürünler ve bu belge veya belgelerin alınmasına ilişkin usul ve esaslar, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konularda yapılacak risk değerlendirmesi, kontrol, ölçüm, inceleme ve araştırmaların usul ve esasları ile bunları yapacak kişi ve kuruluşların niteliklerinin belirlenmesi, gerekli izin verilmesi ve verilen izin iptal edilmesi Sağlık Bakanlığının görüşü alınarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca çıkarılacak yönetmeliklerle belirlenir.

4857 sayılı İş Kanunu'nun 78.maddesi gereği ve AB direktiflerine uyum çalışmaları sonucu hazırlanan ilk yönetmelik 'İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği' ismi ile 09.12.2003 tarih ve 25311 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu Yönetmelik 12.6.1989 tarihli ve 89/391/EEC sayılı Avrupa Birliği Konsey Direktifi esas alınarak hazırlanmıştır. Bu yönetmelikte geçen risk kavramları aşağıda, ilgili maddeleriyle listelenmiştir.

Tanımlar

Madde 4 — Bu Yönetmelikte geçen;

a) Risk değerlendirmesi: İşyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmaları,

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 metotlarının 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 çalışmalarını 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.

İşverenin Diğer Yükümlülükleri

Madde 9 — İşveren yukarıda belirtilen yükümlülükleri ile beraber aşağıdaki hususları yerine getirmekle yükümlüdür:

a) İşveren ;

1) İşyerinde risklerden özel olarak etkilenebilecek işçi gruplarının durumunu da kapsayacak şekilde sağlık ve güvenlik yönünden risk değerlendirmesi yapar.

2) Risk değerlendirmesi sonucuna göre, alınması gereken koruyucu önlemlere ve kullanılması gereken koruyucu ekipmana karar verir.

3) Üç günden fazla işgünü kaybı ile sonuçlanan iş kazaları ile ilgili kayıt tutar.

4) İşçilerin uğradığı iş kazaları ile ilgili rapor hazırlar.

b) (a) bendinin (1) ve (2) numaralı alt bentlerinde belirtilen çalışmalar ve değerlendirmelerle ilgili kayıt ve dokümanların hazırlanması ile (a) bendinin (3) ve (4) numaralı alt bentlerinde belirtilen belgelerin düzenlenmesi, işyerinin büyüklüğü ve yapılan işin niteliğine göre, Bakanlıkça belirlenen usul ve esaslara uygun şekilde yapılır.

TS EN ISO 14121-1¹ standardında tanımlanan risk analizi; tehlikelerin, sistematik bir yolla gözden geçirilmesine imkân veren bir dizi mantık adımıdır.

¹ TÜRK STANDARDI (Direktif:2006/42/EC(98/37/EC)) Makinelerde güvenlik- Risk değerlendirmesi - Bölüm 1: Prensipler. Bu Standard, ISO 12100-1:2003 Madde 5'te tespit edilen risk azaltma amaçlarını karşılamak için kullanılması amaçlanan genel prensipleri kapsar.

2.3 DÜNYADA RİSK ANALİZİ KAVRAMI VE TANIMLARI

ILO Yönetim Kurulu'nun 244. toplantısında alınan karar uyarınca hazırlanan raporda risk, “Belli bir dönemde veya koşullar altında istenmeyen olayın ortaya çıkma olasılığı, çevre koşullarına göre sıklık ve olasılık” olarak ifade edilirken, risk yönetimi; “Bir organizasyon içerisinde iş güvenliği önlemlerini iyileştirme ve sürdürmeyi başaracak tüm girişimler” olarak tanımlanmaktadır.

Avrupa’da Avrupa Komisyonu, içinde geniş kapsamlı bir güvenlik raporu gerektiren Seveso II Direktiflerini yayınlamıştır. Söz konusu güvenlik raporu, üç adımda özetlenebilecek tehlike / risk analizi üzerine odaklanmıştır.

- Tehlikeli maddelerle ilgili bilgilerin analizi,
 - Tüm tesisleri kapsayan tehlike analizleri,
 - Örnek teşkil eden, tipik tesisler için daha spesifik tehlike analizleri
- (Özkılıç, 2005)

OHSAS 18001:2007 İSG Yönetim Sistemi Standardı’nda risk değerlendirmesi; “Tehlikelerden kaynaklanan riskin büyüklüğünü tahmin etmek ve mevcut kontrollerin yeterliliğini dikkate alarak riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar vermek için kullanılan proses” olarak tanımlanmaktadır.

Kabul edilebilir risk “kuruluşun yasal zorunluluklarına ve kendi İSG politikasına göre tahammül edebileceği düzeye indirilmiş risk” olarak tanımlanmıştır.

Tehlike tanımlaması ise “bir tehlikenin varlığını tanıma ve özelliklerini tarif etme prosesi” olarak tanımlanmaktadır. (ICS 03.100.01; 13.100 Türk Standardı TS 18001/Şubat 2004)

BS: 8800’e göre Risk Değerlendirmesi, riskin büyüklüğünün tahmin edilmesini ve riskin kabul edilebilir olup olmadığının tanımlanmasını kapsayan süreçtir.

Avustralya Standardı AS/NZS 4360:2004’e göre risk yönetimi, iş sağlığı ve güvenlik risklerinin idare edilebilirliğidir. Risk ise; tehlike yaratabilecek etkiye

sahip bir olayın meydana gelme şansının sonuçlar ve olasılık açısından ölçülebilirliği olarak tanımlanmıştır.

Avustralya Standardı AS/NZS 4804:2001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri Standardına göre risk ise; herhangi bir olayın potansiyel zarar meydana getirme olasılığı ve sonucudur. İki tanım arasındaki fark ise AS/NZS 4360'da risk; olabilirliği ve ölçülebilirliği ile AS/NZS 4804'de ise sonucun büyüklüğü ile anlam ifade eder.

İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili ilk standart İngiliz Standart Teşkilatı (BSI) tarafından BS 8800 olarak 1996 yılında yayınlanmıştır. Bu standart çok sayıda İngiliz kuruluşunun katılımı ile İngiliz Standart Teşkilatı bünyesinde oluşturulan HS/1 Teknik Komitesi tarafından hazırlanmıştır.

Bu kuruluşlar arasında İngiliz Akreditasyon Kuruluşu, İnşaat Mühendisleri Enstitüsü, Kimya Mühendisleri Enstitüsü, İnşaat İşçileri Konfederasyonu, Müteahhitler Birliği, Küçük İşletmeler Federasyonu, Risk Yönetimi Enstitüsü, Ticaret Odası vb. birçok kuruluş sayılabilir. BS 8800 standardı hazırlanırken ISO 9000 standartları, ISO 14000 standartları da dikkate alınmıştır. BS 8800 standardı İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemine yönelik şartları içermeyen ancak bazı kılavuz bilgiler ve tavsiyeleri içeren bir standart olarak hazırlanmıştır. BS 8800 standardının bu yüzden belgelendirme amacıyla kullanımı tavsiye edilmemektedir.

BS 8800 standardının yayınlanmasından sonra İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi konusunda uluslararası bir standart yayınlanması için çalışmalar hızlanmış ve 15 Nisan 1999 tarihinde İrlanda Ulusal Standartları Teşkilatı, İngiliz Standartlar Teşkilatı vb. birçok kuruluşun katılımı ile OHSAS 18001 standardı yayınlanmıştır. Kasım-1999'da ise OHSAS 18002 yayınlanmıştır. (18002, kuruluşlarda sistemin nasıl uygulanacağını anlatan destek dokümandır)

OHSAS 18001 hazırlanırken; BS 8800 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Kılavuzu ile NSAI, BSI vb. birçok kuruluş tarafından yayınlanan "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Kılavuzları" dikkate alınmıştır.

BS 8800'ün aksine OHSAS 18001, bir İSİG yönetim sisteminin içerisinde bulunması gereken kritik yönetim elemanlarını tanımlamaktadır.

OHSAS 18001, organizasyonların kalite, çevre ve iş sağlığı ve güvenliği sistemlerini birbirlerine entegre etmelerini kolaylaştırmak için, ISO 9001 (1994) Kalite ve ISO 14001 (1996) Çevre Yönetim Sistemi Standartları ile uyumlu olarak geliştirilmiştir. Tek başına da uygulanabilen bir standarttır.

OHSAS 18001 standardı Türk Standartlar Enstitüsü Genel Sekreterliği'ne bağlı Akreditasyon ve Belgelendirme Özel Daimi Komitesi'nce hazırlanmış ve TSE Tetkik Kurulu'nun 9 Nisan 2001 tarihli toplantısında Türk Standardı olarak kabul edilerek TS 18001/Nisan 2001 “ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri – Şartlar” olarak yayınlanmıştır. 03.04.2008 tarihinde güncelleştirilerek, OHSAS 18001:2007 olarak yayınlanmıştır.

Yayınlanan standartların uygulanmasında yol gösterici olmak amacıyla, standartların yayınlanmasını takiben uygulama kılavuzları çıkarılmıştır. Bu kapsamda 24 Şubat 2004 tarihinde TS 18002 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri – TS 18001 Uygulama Kılavuzu yayınlanmıştır. 2008 yılında yeni bir uygulama kılavuzu yayınlanmıştır ancak TSE tarafından henüz Türkçeye çevrilmemiştir. (OHSAS 18002:2008 Occupational health and safety management systems. Guidelines for the implementation of OHSAS 18001:2007).

2.4 RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİ

Riskin değerlendirilmesi, yapılan işler nedeni ile çalışanların maruz kaldıkları tehlikelerden zarar görme olasılıklarını ortaya koymak için yapılan sistemli çalışmalardır. Riskin değerlendirilmesi için kullanılan değişik yöntemler vardır. İki temel risk analizi yöntemi mevcuttur. Bunlar, kantitatif (niceliksel) ve kalitatif (niteliksel) yöntemlerdir.

Kalitatif yaklaşım, tehlikeleri ve bu tehlikelerden zarar görme olasılıklarını ortaya koymaya yöneliktir. Kalitatif risk analizi riski hesaplar ve ifade ederken nümerik değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı değerler kullanır.

Eldeki durumun geçerli standartlar ve/veya tüzüklere başvurulmasıyla ölçüm yoluyla değerlendirilmesi ise kantitatif yaklaşımdır. Kantitatif risk analizi, riski hesaplar ve sayısal yöntemlere başvurur. Kantitatif risk analizinde tehdidin olma ihtimali, tehdidin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile proses edilip risk değeri bulunur.

Yerine göre, her iki türden de değerlendirme gerekebilir. İşyerinin büyüklüğü ve yapılan işlerin türüne göre, risklerin irdelenmesi oldukça kapsamlı ve çapraşık olabilir. Dolayısı ile yapılacak çalışmaların belirli bir sistematığının olması zorunludur.

Risk analizi metodolojileri, risk analizi sürecinin matematiksel işlemler ve yorumlarının yapıldığı çekirdek kısmıdır. (Özkılıç, 2005)

1. Olursa ne olur (What if..?)
2. Birincil Risk Analizi -(Preliminary Risk Analysis (PRA))
3. Risk Değerlendirme Karar Matris Metodolojisi(Risk Assessment Decision Matrix)
 - a. L Tipi Matris
 - b. Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı
4. Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies-HAZOP) :
5. Hata Ağacı Analizi Metodolojisi – HAA (Fault Tree Analysis-FTA)
6. Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi – HTEA (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA)
7. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis – ETA)
8. Neden – Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis)

2.4.1 Olursa Ne Olur? (What If..?)

Bu metot, fabrika ziyaretleri ve prosedürlerin gözden geçirmesi esnasında yararlıdır, hali hazırda var olan kaçınılmaz potansiyel tehlikelerin tespit edilme oranını yükseltir. Bu metot işlemlerin herhangi bir aşamasında uygulanabilir ve daha az tecrübeli risk analistleri tarafından yürütülebilir. Genel soru olan “Olursa Ne Olur?” ile başlar ve bu soruya verilen cevaplara dayanır. Aksaklıkların muhtemel sonuçları belirlenir ve sorumlu kişiler tarafından her bir durum için tavsiyeler tanımlanır.

Bilgiler Tablo 2.1’deki gibi yazılı format ile sağlanır ve çevresel değerlendirme raporu ile birlikte derlenir. Risk değerlendirme raporunda, tehlikelerin tipini tarif etmek ve tavsiyeleri değerlendirmek amacıyla kullanılır. Bu metot ile yapılan risk değerlendirmesinde, risk analistinin dikkati yalnızca bir noktaya odaklanabilir ya da analistin tecrübesi o noktadaki tehlikeyi görmesine olanak vermez. Bu metottun etkinliği çeşitli disiplinlerdeki takım üyelerinin tecrübelerine dayanır ve tecrübe düzeyine göre sonuçlar bundan çok fazla etkilenebilir.

Tablo 2.1 What If? Metodolojisi Temelli Risk Değerlendirmesi

"Olursa Ne Olur?"	Sonuç	Tavsiye	Sorumlu Personel	Alınan Eylemin Zamanı
1.....Olursa ne olur?				
2.....Olursa ne olur?				
3.....Olursa ne olur?				

2.4.2 Birincil Risk Analizi - (Preliminary Risk Analysis (PRA)):

Birincil Risk Analizi, bir faaliyeti yerine getirirken gerçekleşebilecek kazaları analiz edebilmek için kullanılan sistematik bir yöntemdir. Her bir kaza için analiz;

kazaları önlemek veya kaza nedenlerini önlemek için belirgin olan korunma yollarını tanımlar.

Kazanın teşhis edilebilmesi için şu sorunun cevabı aranır: “Bu aktiviteyi yerine getirirken ne gibi potansiyel kazalar meydana gelebilir?”

Birincil risk analizi, bu etkinliği yapan ekibe analizde, düşük risk içeren kazaların elenmesini sağlayarak analizin düzene koyulmasını sağlar.

Kazanın oluşmasına katkıda bulunan olayları tanımlamak için şu soruya cevap arar; "Bu faaliyeti yaparken, bu kazanın oluşmasına katkıda bulunan en önemli olay nedir?" Sorunun cevabı, şunlardan birisi olabilir:

- İnsan hatası
- Teçhizatın devre dışı kalması ya da hatası
- Donanım sistem hatası
- Yönetim ile ilgili zaafılar, vb.

Kazanın oluşmasını önleyecek ve ya hafifletecek tedbiri tanımlamak için şu soruya cevap arar;

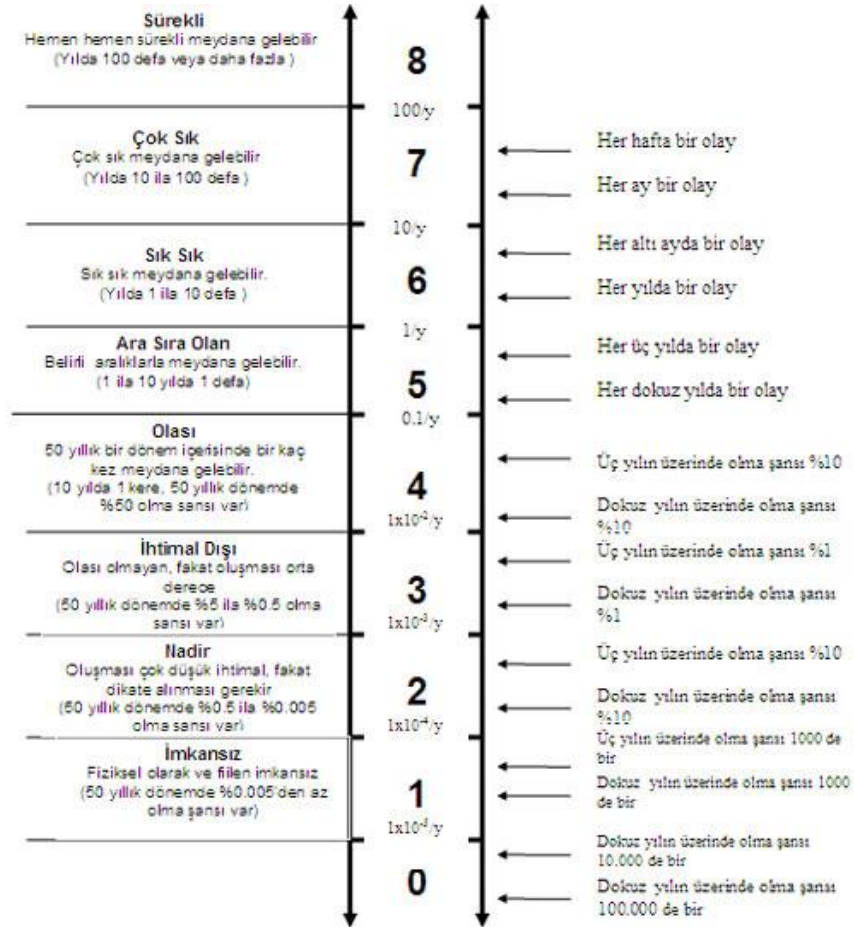
"Bu faaliyeti yaparken, hangi mühendislik veya yönetim kontrolünün bu alanda kullanılması kazanın frekansını ve şiddetini azaltmada yardımcı olur?" Sorunun cevabı, şunlardan birisi olabilir:

- Yönetimle ilgili prosedürler,
- Planlar
- Eğitim ve bilgilendirme
- Ekipmanlar, vb.

Şekil 2.2 ve Tablo 2.2'yi kullanarak her bir olayın frekansına değer verilir ve her bir kazanın sonucunun şiddeti belirlenir. Her bir frekans hesaplanırken, katkısı bulunan olayların kümülatif frekanslarına dayandırılmalıdır.

Tablo 2.2 Riskin Şiddeti İle Etkisi Arasındaki İlişki

ŞİDDET	GUVENLİK ETKİSİ	ÇEVRESEL ETKİ	EKONOMİK ETKİ	KAYIP ETKİSİ
MAJOR (1)	Bir veya daha fazla ölüm veya sürekli sakat kalma	Ekosistemin uzun süreli kesintiye uğramasına neden olan veya uzun süreli kronik sağlık riski açığa çıkması	>500.000\$	>500.000\$
ORTA (2)	Hastanede yatmayı gerektirecek yaralanma ve iş günü kaybı	Ekosistemi kısa süreli kesintiye uğratan etki	10.000 – 500.000 \$	10.000 – 500.000 \$
MINOR (3)	İlk yardım gerektiren yaralanmalar	Küçük akut çevresel kirlilik veya halk sağlığına etki	10.000 \$- 1\$	10.000 \$- 1\$



Şekil 2.2 Birincil Risk Analizi Frekans Çizelgesi

Ortalama risk indeks numarasını hesaplamak için aşağıda verilen formül kullanılır;

$$RIN = [(F \times C)_{\text{Kaza kategorisi};1} + (F \times C)_{\text{Kaza kategorisi};2} + (F \times C)_{\text{Kaza kategorisi};3} + \dots] / 10.000$$

C= Kazanın ortalama frekansı; (yıl başına olay sayısı)

F= Kazanın ortalama sonucu; (yıl başına maliyeti)

Bu değerler; geçmişte meydana gelmiş kazaların bilgileri kullanılarak tanımlanabilir veya her bir kaza şiddeti aralığının orta noktası alınarak daha basit tanımlanabilir.

Bulunan değerler ile Tablo 2.3'deki form doldurulur.

Tablo 2.3 Birincil Risk Analizi Değerlendirme Formu

Tarih:		BİRİNCİL RISK DEĞERLENDİRME FORMU					Değerlendirme:		
Proses/Sistem:							Düzenleyen:		
Alt Sistem:							Revizyon No:		
Dizayn Rehberi:							Revizyon Tarihi:		
Takım:							Sayfa:		
NO	KAZA	NEDENLER	OLASILIK			RIN	KESİNLİK DERECESESİ	KORUNMA	TAVSİYELER
			1	2	3				
1.		1. 2. 3.							
2.		1. 2. 3.							
3.		1. 2. 3.							

2.4.3 Risk Değerlendirme Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix):

En sık kullanılan yaklaşımlardan biri olan risk değerlendirme matrisi ABD Askeri standardı, MIL_STD_882-D olarak da bilinen sistem güvenlik program gereksinimini karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. Matris diyagramları iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılan bir değerlendirme aracıdır.

2.4.3.1 L Tipi Matris:

5 x 5 Matris diyagramı (L Tipi Matris) özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu metot basit olması dolayısıyla tek başına risk analizi yapmak zorunda olan analistler için idealdir, ancak değişik prosesler içeren veya birbirinden çok farklı akım şemasına sahip işlerin hepsi için tek başına yeterli değildir ve analistin birikimine göre metodun başarı oranı değişir. İşletmelerde acil veya en kısa zamanda önlem alınması gerekli olan tehlikelerin tespitinin yapılabilmesi için kullanılmalıdır. Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi takdirinde sonucunun derecelendirilmesi ve ölçümü yapılır.

Risk skoru ihtimal (Tablo 2.4) ve zarar derecesinin (Tablo 2.5) çarpımından elde edilerek tablodaki yerine yazılır.

$$\text{Risk Skoru} = \text{İhtimal} \times \text{Zarar Derecesi}$$

Tablo 2.4 Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali

İHTİMAL	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
ÇOK KÜÇÜK	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
ORTA	Az (yılda bir kaç kez)
YÜKSEK	Sıklıkla (ayda bir)
ÇOK YÜKSEK	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Tablo 2.5 Bir Olay Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti

SONUÇ	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
HAFİF	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi ilk yardım gerektiren
ORTA	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerekir
CİDDİ	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Yukarıdaki tablolardan elde edilen değerler Tablo 2.6'daki risk skor matrisinde karşılık gelen rakamsal değer alınarak, Tablo 2.7'de belirtilen eylemlere göre en büyük değerden başlayarak Tablo 2.8 L Tipi Matris Risk Değerlendirme Formuna aktarılır ve riskler için gerekli önlemler alınır.

Tablo 2.6 Risk Skor (Derecelendirme) Matrisi (L Tipi Matris)

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	Tolere Edilemez 25

Tablo 2.7 Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri

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

Önlemlerin yerine getirilmesinden sonra belirlenen risk için yeni bir risk skoru belirlenmeli ve form yeniden doldurulmalıdır.

Tablo 2.8 L Tipi Matris Risk Değerlendirme Formu

Tarih:		L TİPİ MATRİS					Değerlendirme No:	
Proses/Sistem:		RISK DEĞERLENDİRME FORMU					Düzenleyen:	
Alt Sistem:							Revizyon No:	
Dizayn Rehberi:							Revizyon Tarihi:	
Takım:							Sayfa:	
TEHLİKE	KİMLER ETKİLENEBİLİR	SONUÇ	TEHLİKENİN AÇIĞA ÇIKMA OLASILIĞI	ŞİDDET DEREJESİ	RISK SKORU	ETKİLİ KONTROL VARMİ	ÖNLEM	

2.4.3.2 Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı

Matris diyagramları çok boyutlu düşünce yoluyla problemleri konuların açığa kavuşturulmasına katkı sağlar. Matris diyagramları bir probleme veya olaya iştirak eden veya problem veya olay üzerinde etkisi olan faktörlerin, parametrelerin tanımlanmasını ve aralarındaki ilişkinin belirlenmesini sağlar. Matris diyagramının temel avantajı; her çift değişken arasındaki ilişkinin derecesini grafiksel olarak göstermesidir.

Bu tip risk değerlendirmesi karmaşık prosesler veya akım şemaları içeren işlerin mevcut olduğu yerlere veya olaylara uygulanabilir. Tek başına bir analistin yapmasına uygun değildir, 5 yıllık geçmiş kaza araştırmasına ihtiyaç vardır. Tecrübeli bir takım lideri önderliğinde disiplinli bir takım çalışması gerektirir. Daha önce meydana gelmiş bir kazanın veya buna bağlı bir olayın tekrarlanma olasılığı da değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda riskin giderilmesi için alınacak önlemlerin maliyet analizi de yapılarak, riskin maliyeti ile riski transfer etme imkânı var ise iki maliyet karşılaştırılarak kıyaslanır.

Öncelikle bir işletme içerisinde bir bölüm/parça veya bir olay seçilir, seçilen konu ile ilgili olarak 5 yıllık geçmiş kaza araştırması yapılır veya arşivler incelenir, geçmiş kazaları ortaya getiren nedenler belirlenmeye çalışılır ve tekrarlama şansları araştırılır. Aşağıda X tipi matris ile risk değerlendirmesi yapılması için kullanılan tablolar verilmiştir.

İşletme içerisinde seçilen bölüm veya olay için bulunan tehlikenin gerçekleşme ihtimali Tablo 2.9 kullanılarak, Tablo 2.10 kullanılarak da bu tehlike için bulunan mevcut kontroller derecelendirilir.

Tablo 2.9 Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali

OLASILIK	DERECELENDİRME
ÇOK YÜKSEK	Basit ekipman hatası veya valf hatası, hortumdan sızıntı veya her günkü normal şartlar altında gerçekleşebilecek insan hatası.
YÜKSEK	İkili ekipman hatası, ekipmandan sızıntı veya hortum yırtılması, borulamada kırılma, insan hatası
ORTA	İnsan hatası ile ekipman hatasının kombinasyonu veya proses hattındaki veya borulamalarında hata
KÜÇÜK	Çoklu ekipman, valf, insan, boru hattı hatası veya tanklardaki, proses kaplarındaki spontane gelişen hatalar
ÇOK KÜÇÜK	Sadece olağanüstü durumlarda gerçekleşir

Tablo 2.10 Seçilen Bölümde ya da Yapılan Görev Üzerindeki Kontroller

SONUÇ	KONTROL DERECESESİ
VAR	Kontrol var, sistemin çalışması ekipmanla da takip ediliyor.
ORTA	Kontrol var, ancak birim amiri gözetimi ile yapılıyor.
ZAYIF	Belli aralıklarla çalışanların uyarılması sağlanıyor.
YOK	Tamamen çalışanın inisiyatifinde.

Tehlikenin ortaya çıkması halinde şiddeti Tablo 2.11’de ve daha önce bu tehlikenin ortaya çıkması sonucu gerçekleşen kaza ya da kazaların sonucu Tablo 2.12’de derecelendirilir.

Şekil 2.3’de X Tipi Risk Değerlendirme Matrisi Değişkenleri özetlenmiştir. Tablo 2.13 kullanılarak belirlenen değerler aşağıdaki formüle yazılarak risk derecelendirme skoru (RDS) elde edilir.

$$\mathbf{RDS} = \mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C} + \mathbf{D}$$

Elde edilen değerler Tablo 2.14’deki matris metodolojisi temelli risk değerlendirme tablosuna kaydedilir ve çıkan sonucun büyüklüğüne göre en büyük değerden başlayarak riskler için gerekli önlemler alınır.

Tablo 2.11 Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti

SONUÇ	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	Personel: Hafif sıyrıklar, 3 günden az iş günü kayıplı kazalar. Toplum: Direkt etki yok. Çevre: Tamamen kontrol altında tutulabilecek çevresel etki Ekipman: Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1 – 1.000\$ arası
HAFİF	Personel: İlk yardım gerektiren yaralanmalar. Toplum: Koku veya gürültü yayılması sonucu rahatsızlık verilmesi, direkt etki yok. Çevre: Kontrol altına alınabilecek lokal çevresel etki Ekipman: Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1.000 – 10.000\$ arası
ORTA	Personel: Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar ve meslek hastalıkları Toplum: Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar Çevre: Kontrol altına alınamayan küçük düzeyli çevresel etki Ekipman: Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 10.000 – 100.000\$ arası
CİDDİ	Personel: Hayatı tehdit edici yaralanma, akut zehirlenmeli meslek hastalığı veya kaza yada meslek hastalığı sonucu bir kişinin ölümü Toplum: Hayatı tehdit edici yaralanma veya kaza sonucu bir kişinin ölümü Çevre: Kontrol altına alınamayan orta düzeyli çevresel etki Ekipman: Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 100.000 – 1.000.000\$ arası
ÇOK CİDDİ	Personel: Birçok çalışanın hayatını tehdit edici şekilde yaralanması, meslek hastalığına yakalanması veya kaza ya da meslek hastalığı sonucunda ölmesi Toplum: Hayatı tehdit edici şekilde yaralanma, meslek hastalığına yakalanma veya kaza ya da meslek hastalığı sonucu birden çok ölüm Çevre: Kontrol altına alınamayan büyük çaplı çevresel etki Ekipman: Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1.000.000\$ ve üzeri

Tablo 2.12 Önceki Kazaların Sonucu

SONUÇ	ÖNCEKİ KAZALAR
Ö	Ölümlü kaza
UK	Uzuv kayıplı hayati tehlike yaratabilecek kaza ve/veya meslek hastalığı
İGK	İş günü kaybı, uzun süreli tedavi gerektiren iş kazası veya meslek hastalığı
HY	Hafif Yaralanma
KRK	Kazaya ramak kalma, tehlikeli durum



Şekil 2.3 X Tipi Risk Değerlendirme Matrisi Değişkenleri

Tablo 2.13 X Tipi Risk Derecelendirme Matrisi

O	OLASILIK					ONCEKI BENZER KAZALAR	PERSONEL SAYISI				
	5	10	15	20	25		5	10	15	20	25
UK	4	8	12	16	20	ONCEKI BENZER KAZALAR	4	8	12	16	20
IGK	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HY	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
KRIK	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
						ŞİDDET					
ÇOK CİDDİ	5	10	15	20	25		5	10	15	20	25
CİDDİ	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
ORTA	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HAFİF	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
ÇOK HAFİF	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
	ÇOK KÜÇÜK	KÜÇÜK	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK		1 Kişi	1-3 Kişi	5	5-10	10'DAN FAZLA

A= OLASILIK x ŞİDDET
B= OLASILIK x ONCEKI KAZALAR
C= ONCEKI KAZA x PERSONEL SAYISI
D= PERSONEL SAYISI x ŞİDDET

Etki Yok (Sarı)
Orta Derece Etki (Sarımsıya)
Etki Yok (Mavi)
Yüksek Derece Etki (Kırmızı)
Kabul Edilemez Bölge (Koyu Kırmızı)

Tablo 2.14 X - Tipi Matris Risk Derecelendirme Tablosu

Tarih:	X TİPİ MATRİS										Değerlendirme No:		
Proses/Sistem:	RİSK DEĞERLENDİRME FORMU										Düzenleyen:		
Alt Sistem:											Tarih:		
Dizayn Rehberi:											Revizyon Tarihi:		
Takımı:											Sayfa:		
Sistem/Parça/ Yayımlı	A	Tehlike	Tehlikenin Sonucu	B	Önceki Kazadan Etkilenen Personel Sayısı	Önceki Kaza Sonucu	C	Risk Altındaki Personel Sayısı	D	RDS	Kontrol Var mı?	SONUÇ	Kanunda Yarı Var mı?
ONAY :													
İMZA :													

2.4.4 Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies- HAZOP) :

Kimya endüstrisi tarafından, bu sanayinin özel tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir. Çoklu-disiplinli bir ekip tarafından, kaza odaklarının saptanması, analizleri ve ortadan kaldırılmaları için uygulanır. Belirli anahtar ve kılavuz kelimeler kullanarak yapılan sistemli bir beyin fırtınası çalışmasıdır. Çalışmaya katılanlara, belli bir yapıda sorular sorulup, bu olayların olması veya olmaması halinde ne gibi sonuçların ortaya çıkacağı sorulur. "Tehlike ve İşletilebilme Çalışmaları" olarak adlandırılan bu metot, kimya endüstrisinde tehlikelerin tanımlanmasında yardımcı olması amacıyla proses dizayn aşamasında ve proses işletme esnasında yaygın olarak kullanılır.

Bu alanda geniş kabul görmüş bir metottur, çünkü bir prostedeki sapmaların etkilerinin tespit edilmesini ve normal koşullar altındaki prosesle karşılaştırma yapılma imkânı sağlar. Kılavuz (Anahtar) kelimeler, tasarım parametreleri ve tablolar kullanılır. Tehlikeli sapmaları normal değerlerle karşılaştırmak amacıyla kullanılan kılavuz kelimeler "Fazla ", "Az", "Hiç" vb. gibi kelimeleri içerir. Bu kelimeler basınç, sıcaklık, akış vb. gibi parametrelerin durumlarını nitelemek için kullanılır. Her bir durumda analist, sebepler, sonuçlar, belirleme metotları ve

düzeltilici hareketler (yatıştırma ölçüsü) ile tanımlama yapar. Analiz çok disiplinli bir takım tarafından gerçekleştirilmelidir ve bir takım lideri tarafından yönetilmelidir. HAZOP takımı aşağıda belirtilen çalışma gurubundan oluşur.

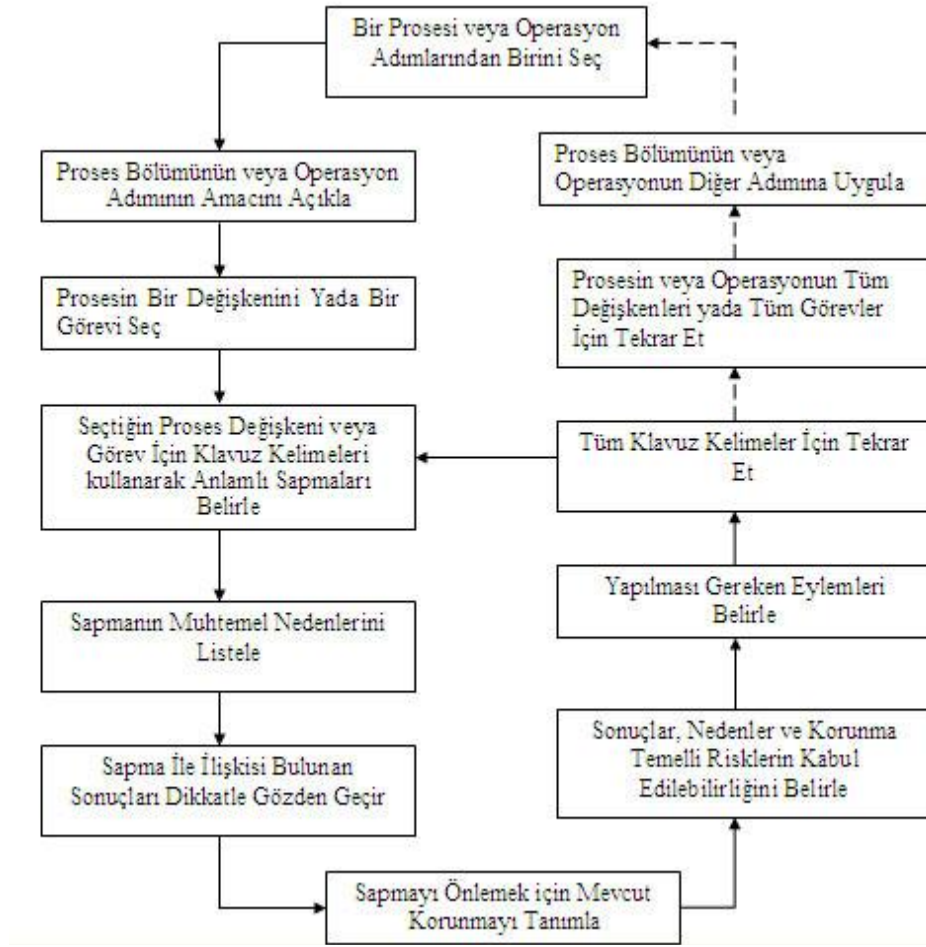
HAZOP Takımı:

- Fabrikanın işveren vekili
- Fabrika müdürü
- İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı
- İşletme (Proses) Mühendisi
- Sistem ve Otomasyon Mühendisi
- Elektrik Mühendisi
- İnşaat Mühendisi (Gerekli ise)

HAZOP metodolojisi uygulamasında kullanılan kılavuz (anahtar) kelimeler şunlardır;

KILAVUZ KELİMELER	ANLAMI
FAZLA (MORE)	Kantitatif Çoğalma
AZ (LESS)	Kantitatif Azalma
HİÇ (NONE)	Mevcut Değil
TERS (REVERSE)	Öngörülen Yönün Aksine
PARÇASI (PART OF)	Sistemin Bir Bölümü Olması Gerekenden Farklı
... KADAR İYİ (AS WELL AS)	Aynı Derecede
... DAN BAŞKA (OTHER THAN)	Tamamen Farklı

Şekil 2.4'de gösterildiği üzere, HAZOP Takımı, öncelikle prosesin veya operasyon adımının bir değişkenini seçer, anahtar kelimeleri kullanarak anlamlı tehlikeli sapmayı belirler. Tanımlanan sapma için neden araştırması ve paralel olarak sonuç araştırması yapılır.





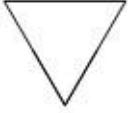


Şekil 2.4 HAZOP Takımının İzleyeceği Aşamalar

HAZOP uygulanırken öncelikle bir proses veya operasyonun bir adımı seçilir, yada proses veya operasyonda çalışanların doldurduğu “Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Formu”nda belirtilen adım için değerlendirme yapılır. Çalışmaya başlamadan önce ASME (American Society of Mechanical Engineers) standardına göre proses akım şemasının çıkartılması çalışmanın başarısını artıracaktır, ASME standardında kullanılan semboller Tablo 2.15’de verilmiştir. Değerlendirmeye başlamadan önce yapılan çalışmanın amacı açıklanır, prosesin veya operasyonun bir değişkeni seçilir ve kılavuz kelimeler kullanılarak anlamlı bir “Tehlikeli Sapma” belirlenir. Tehlikeli sapmanın belirlenmesinde Tablo 2.16’da verilen “HAZOP Sapma Matrisi” yardımcı olarak kullanılır. Belirlenen tehlikeli sapma için HAZOP takımı tarafından muhtemel nedenlerin listesi hazırlanır, bu aşamada takımın tecrübesi ve liderin önderliği önem kazanır. Tehlikeli sapmanın sonuçları dikkatle gözden geçirilerek, sapmanın oluşmasını önleyici koruyucu önlemler tanımlanır ve

önlemlerin alınmasından sonra kalan riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar verilir. Kalan risk kabul edilemez bir düzeyde ise yapılacak eylemler belirlenmeli ve özellikle bu aşamada HAZOP takım lideri mekanik bütünlüğün sağlanmasında bir problem görüyorsa alınacak önlemlerin çoğaltılmasını sağlamak için “Güvenlik Bütünlük Ölçümlemesi” yapılmalıdır. Prosesin veya operasyonun bir adımında seçilen bir değişken için uygulanan çalışma diğer değişkenler içinde uygulanmalı, bu adım tamamlandıca prosesin veya operasyonun diğer adımlarına geçilmelidir.

Tablo 2.15 ASME Standardına Göre Proses Akım Şeması Sembolleri

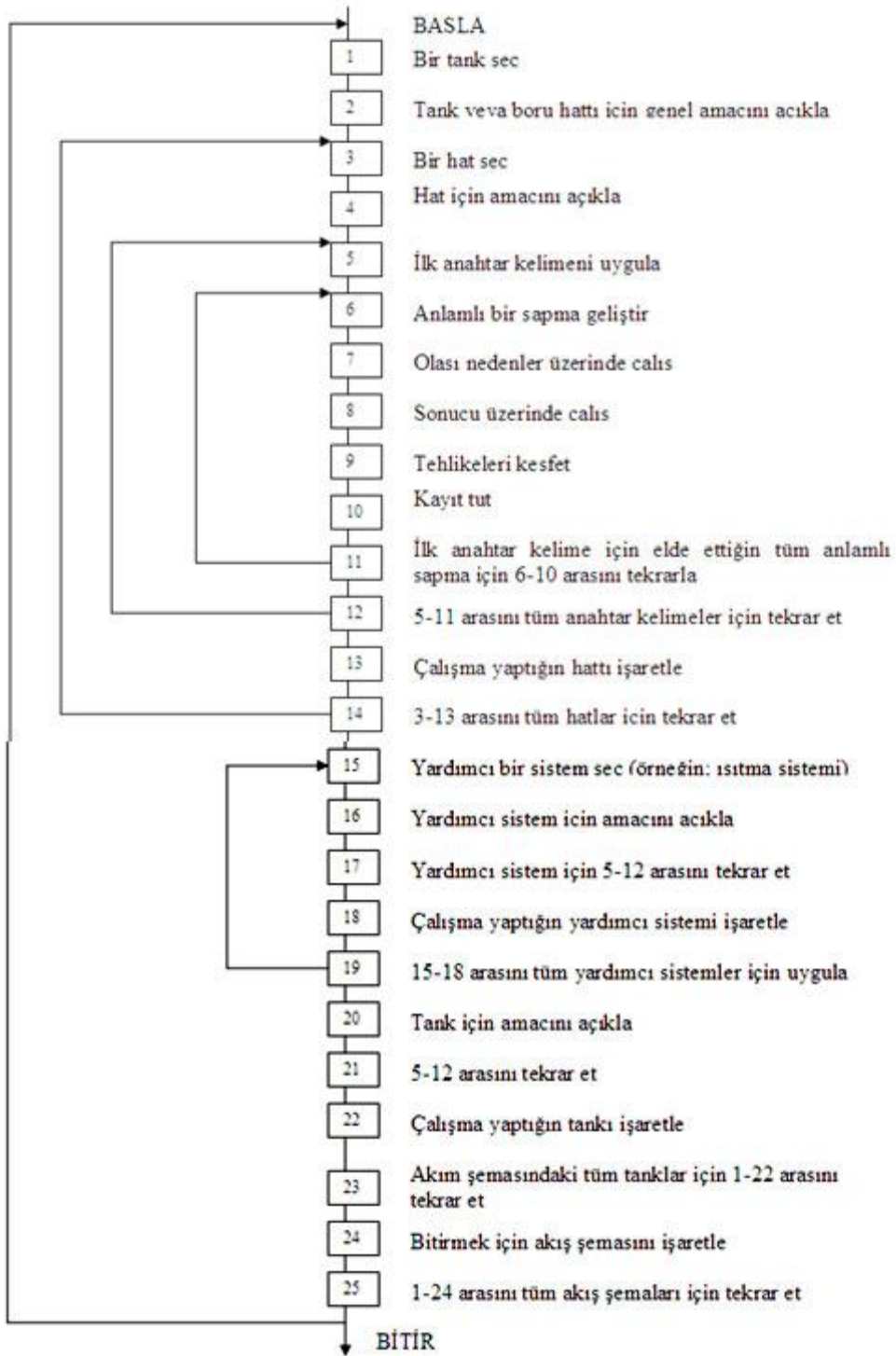
SEMBOL	AKTİVİTE	ÇOĞUNLUKLA SONUCU
	OPERASYON	Ürün, başarılı adım, prosesdeki ilerleme adımı, değişiklik adımı
	DENETLEME	Kantitatif veya kalitatif uygulanan
	TAŞIMA	Nakliye veya taşıma
	GECİKME	Müdahale, çatışma, engel veya gecikme
	DEPOLAMA	Ambarda depolama, stoklama, bir bölümde tutma

Tablo 2.16 HAZOP Sapma Matrisi

KILAVUZ KELİMELER							
	Fazla	Az	Hiç	Ters	Parçası	...Kadar iyi	..Den Başka
Akış	Yüksek Akış	Düşük Akış	Akış Yok	Akış Yönü Ters			İçeriği Kaybetmek
Basınç	Yüksek basınç	Düşük Basınç	Vakum		Kısmi Basınç		
Sıcaklık	Yüksek Sıcaklık	Düşük Sıcaklık			Kryojenik		
Seviye	Yüksek Seviye	Düşük Seviye	Seviye Yok				İçeriği Kaybetmek
Kompozisyon veya Durum	İlave Faz	Kayıp Faz		Durumun Değişmesi	Yanlış İçerik	Kirleten	Yanlış Materyal
Reaksiyon	Yüksek Reaksiyon Oranı	Düşük Reaksiyon Oranı	Reaksiyon Yok	Ters Reaksiyon	Eksik Reaksiyon	Yan Etki	Yanlış Reaksiyon
Zaman	Çok Uzun	Çok Kısa					Yanlış Zaman
Sıra	Adım Çok Geç	Adım Çok Erken	Geride Kalan Adım		Geride Kalan Adımın Parçası	Ekstra eylem dahil olması	Yanlış Eylem Almak

HAZOP takımına, tecrübeli bir iş sağlığı ve güvenliği uzmanı liderlik yapmalıdır. HAZOP uygulaması uzun zaman ve emek gerektiren bir çalışmadır. HAZOP çalışması yapılırken Şekil 2.5'de gösterilen detaylı çalışma düzeni uygulanmalıdır.

Bir fabrikada/işletmede HAZOP'un yanında diğer risk değerlendirme metotları da uygulanması yararlı olacaktır. HAZOP işletmedeki proses veya operasyonlar aşamasındaki tehlikeli sapmaların ortaya çıkarılması aşamasında etkilidir, ancak bir işletme/fabrikada proseslerin yanında diğer mekanik, elektrik, depolama ve yardımcı işlerde mevcuttur, bu işlerde ortaya çıkabilecek tehlikelerin belirlenmesi için diğer risk değerlendirme yöntemlerinden bir veya birkaçı da uygulanmalıdır.



Şekil 2.5 HAZOP Çalışması Akım Şeması

HAZOP takımının kullanacağı örnek bir tehlike ve işletilebilme çalışma formu Tablo 2.17'de verilmiştir. HAZOP çalışması bir proses veya operasyona uygulanıp çalışma bitirilmiş olmasına rağmen, çalışma esnasında gözden kaçırılmış bir tehlikeli sapma ile ilgili bilgi o proses veya operasyon içinde çalışanlardan ya da

HAZOP takım üyelerinden gelebilir. Bu tür bir bilgi gelmesi durumunda seçilen sistem, hat, donanım veya teçhizatın öncelikle tehlikeli sapsması tanımlanır, ölçümleme yapılır ve en son olarak da eylem belirlenir. Çalışmanın sonunda Tablo 2.18'deki form doldurulur. HAZOP uygulaması,

1. Risk değerlendirmesinde HAZOP takımının belirlediği sürelerde,
2. Çalışma koşullarında önemli bir değişiklik olduğunda,
3. Ortam ölçümleri ve sağlık gözetimlerinin sonuçlarına göre gerektiğinde,
4. Proseste veya operasyonda kimyasal maddeler nedeni ile herhangi bir kaza olduğunda,
5. En az beş yılda bir defa,
6. Tamir ve bakım işlerine başlamadan önce,
7. Prosese veya operasyona bir eklenti veya tehlikeli kimyasal maddeler içeren yeni bir faaliyet olduğunda yenilenmelidir.

Tablo 2.17 Örnek Bir Tehlike ve İşletilebilme Çalışma Formu (HAZOP)

PROSES SİSTEM:	REVİZYON TARİHİ:
EYLEM NO:	TOPLANTI GÜNÜ:
İSTEKTE BULUNAN: BAŞLIK:	DOKÜMAN REFERANSI:
İSTEK:	
NEDEN:	
SONUÇ:	
KORUNMA AÇIKLAMA:	
ETKİ:	
CEVAP VEREN:	
YANIT:	
TARİH:	
İMZA:	

Tablo 2.18 Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması Risk Değerlendirme Formu

Tarih:		TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLME ÇALIŞMASI				Değerlendirmeli:	
Proses/Sistem:		RISK DEĞERLENDİRME FORMU				Düzenleyen:	
Alt Sistem:		(HAZOP)				Revizyon No:	
Dizayn Rehberi:						Revizyon Tarihi:	
HAZOPTakımı:						Sayfa:	
Anahtar Kelime	Kılavuz Kelime	Tehlikeli Sapma	Olası Nedenler	Sonuçlar	Azaltma Ölçümü		

HAZOP metodolojisi genellikle teknolojik kazalar ile uğraşan veya acil durum planı geliştirmek isteyen şirketler tarafından kullanılır. Basit teknolojik proseslerde ve çevresel risk değerlendirilmesinde de kullanılır. Bu metot, teknik birimlerin yardımına güvenildiği ve tecrübeli bir liderin yön vermesi durumunda uzman çalışma grubunun çoklu-disiplinli çalışması sonucunda uygulanabilir ve işlem akışı hakkında çok detaylı bilgi edinilmesini sağlar. HAZOP yaklaşımı, disiplinli, esnek ve sistematiktir.

2.4.5 Hata Ağacı Analizi Metodolojisi (Fault Tree Analysis-FTA) :

Hata Ağacı Analizi, tanımlanmış istenmeyen olay veya durumun nedenlerinin mantıksal kombinasyonunun grafiksel ifadesidir. Bu yöntem, fonksiyonel hatanın ciddi sonuçlara neden olabileceği ve aynı zamanda önemli miktarda kaynağın tehlike analizi için ayrılabilirdiği karmaşık teknik sistemler için uygundur. Ancak bu yöntemin uygulanması oldukça zordur ve genel olarak uzmanlar tarafından kullanılır.

Ayrıca bu yöntem bütün hataların bulunmasını garanti etmez. Genellikle değişik analizciler değişik çeşitlilikte ağaçlar üretebilir, ağacın değişik formları olsa da içerik aynıdır.

Kökünü havacılık ve uzay sektörüne dayanan Hata Ağacı Analizi, yüksek güvenlik gerektiren sistemlerde oluşan veya oluşabilecek problemlere etki eden veya edebilecek tüm olumsuzlukların grafiksel gösterimi için kullanılan bir kalite tekniğidir.

Günümüzde Hata Ağacı Analizi hataların önceden tanımlanabilmesi, dolayısı ile önlem alınabilmesi için kullanılan bir teknik halini almıştır. Diğer taraftan FTA; yeni ürün veya sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sırasında da kullanılmaktadır.

Hata Ağacı Analizi 3 temel adımda uygulanır:

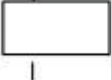


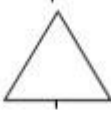

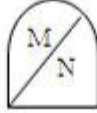
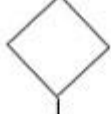
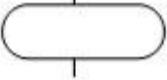
- Sistem analizi
- Hata ağacının oluşturulması (Şekil 2.6)
- Hata ağacının değerlendirilmesi

Hata ağaçları, olaylardan ve kapılardan oluşur. En çok kullanılanlar şunlardır:

- Tepe olay
- Ara Olaylar
- Kök Olaylar
- VEYA Kapısı
- VE Kapısı
- Oylama Kapısı

(Sutton, 1992)

Tablo 2.19 Hata Ağacı Sembolleri

OLAYLAR	ANLAMI
 DİKDÖRTGEN	Mantık kapısı ile bağlı daha basit olayların, elementlerin veya faktörlerin kombinasyonu ile ortaya çıkan olay
 DAİRE	Esas olay (Yaprak, başlatan olay). Bu sembol birincil durumdaki problem için kullanılır. Daha ileri bir gelişimi gerektirmeyen, işleme gerek duyulmayan temel bir olaydır.
 ELİPS	Mantık kapısı ile bağlı yapılması zorunlu olay
 ÜÇGEN	Aktarma sembolü. Bağlantı ve birleşime görevinde kullanılır.
 VE KAPISI	Sadece sembol altındaki tüm girdi olayların gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.
 VEYA KAPISI	Sembol altındaki bir veya birden fazla girdi olaydan en az herhangi birinin gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.
 KOMBİNASYON	N Girdi olay içinden en az M tanesi gerçekleşirse baştaki olay gerçekleşir.
 KARO	Sebebi tanımlanmamış ve belirsiz bir son olayı tanımlamaktadır.
 DARALTI MIŞ DAİRE	Analizin bu bölümünde daha fazla ilerlemeye ihtiyaç olmadığını işaret eder.

Bir tehlike analizi çalışmasının, işletmelerin dinamik çalışma koşullarında hizmet verdiği dikkate alındığında, hiçbir zaman tam olarak tamamlanamayacağı ve sürekli güncellenmesi gerekeceği herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Mutlaka tanımlanmamış veya tam olarak anlaşılmamış senaryolar ve tehlikeler olacaktır. Örneğin: hortum ya da sert rüzgâr gibi beklenmedik olaylar, beklenmedik şekilde korozyona neden olabilecek süreç değişiklikleri, cihazların kötü kullanımına neden olabilecek yetersiz eğitim gibi.

Çok iyi bilindiği gibi yangının oluşabilmesi için şu üç koşulun aynı yerde var olması gerekmektedir.

1. Yakıt olmalıdır.
2. Oksijen olmalıdır (genellikle havanın bir bileşeni olarak)
3. Açık alev veya açık bir yüzey gibi bir tutuşma kaynağının bulunması gereklidir.

Bu mantık şöyle ifade edilebilir; EĞER yakıt varsa VE EĞER oksijen varsa VE EĞER tutuşma kaynağı varsa, O ZAMAN yangın çıkar.

Hata ağacının oluşturulması, zamanın değişken olmadığı varsayımı üzerine kurulmuştur. Yani süreç zamanla değişmemektedir. Bir Hata Ağacı zamanını içinde bir ani durdurma (zamanı dondurma) sağlar. Eğer bir sistemin analizi, zamanın farklı dönemlerine ihtiyaç duyuyorsa (örneğin bir kesikli süreç), bir hata ağaçları ailesine gerek duyulabilir.

Hata ağacı yönteminin aşağıdaki avantajları vardır:

- Analiz edilen tehlike durumunun iyi bir grafik resmini sağlar.
- Mantıksal yaklaşımı mühendislere ve diğer teknik elemanlara hitap eder.
- Önyargı ve duyguları rasyonalize eder.
- Olay araştırmasında çok yararlıdır.
- Hem niteleyici hem de niceleyici olabilir.

Yöntemin dezavantajları şunlardır:

- Zaman harcıyıcı ve pahalı olabilir.
- Operasyonun devamlılığı ve haftalık olarak değişen vardiyalar için personelin devamlılığı gibi gerçek durumun getirdiği karmaşıklık ve kesiklilik ile uyum sağlamak zor olabilir.
- Uzman olmayanları için yöntem çok açık değildir. Konuşulan konuların tamamını anlamak durumu daha da zor hale getirir.
- Yöntemin adından da anlaşılacağı gibi, operasyonun sürmesi için öneri geliştirmekten çok, sorunlar üzerine yoğunlaşır.
- Hata ağaçları statiktir, sistemin zamandan bağımsız bir resmini verirler. Yöntem, olayların birbirini tetiklediği dinamik sistemlerle çalışılırken sorun yaratır.
- Arızaları ve kaynakların sürekliliğini kısmi olarak tanımlamak zordur. (örneğin normalden daha düşük kapasitede çalışan bir pompa ve hafta sonu gibi)
- Bir bütünleme görüntüsü verir ancak bu yanıltıcı olabilir.
- Sonuçlar analistin bilgi birikimine ve yeteneklerine bağlıdır.
- Zamana bağlı olaylarda sınırlı bir kullanımı vardır.

2.4.6 Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi - (Failure Mode and Effects Analysis- FMEA):

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) disiplini, ABD ordusunda geliştirilmiştir. Hata Türü, Etkileri ve Riskinin Analizi Üzerine Prosedürler olarak adlandırılan Askeri Prosedür MIL-P-1629, 9 Kasım 1949 tarihinde başlatılmıştır. Sistem ve donatım hatalarının etkilerinin belirlenmesi için güvenilir bir değerlendirme tekniği olarak kullanılmıştır. Bu metot, bütün teknoloji ağırlıklı sektörler ile uzay sektörü, kimya endüstrisi ve otomobil sanayinde çok popülerdir. Bu metodun popüler olmasındaki başlıca sebep kullanımının kolay olması ve geniş teorik bilgi gerektirmemesidir. Orta düzeyde deneyimi olan bir risk değerlendirme ekibi tarafından rahatlıkla uygulanabilir. FMEA metodu genellikle parçaların ve ekipmanların analizine odaklanır. Bu metot, başarısızlığın olabildiği yer ve

alanların her birini çözümler ve kişisel fikirleri de dikkate alarak değer biçer ve sistemin parçalarının her birine uygulanabilir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi uygulaması;

- Her hatanın nedenlerini ve etkenlerini belirler.
- Potansiyel hataları tanımlar.
- Olasılık, şiddet ve saptanabilirliğe bağlı olarak hataların önceliğini ortaya çıkarır.
- Sorunların izlenmesini ve düzeltici faaliyetlerin yapılmasını sağlar.

Hata Türü ve Etkileri Analizi, ürünlerin ve proseslerin geliştirilmesinde öncelikli olarak hata riskinin ortadan kaldırılmasına odaklanan ve bu amaçla yapılan faaliyetleri belgelendiren bir tekniktir. Bu analiz önleyici faaliyetlerle ilgilenmektedir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi tekniği aşağıda sıralanan şekilde bir çeşitliliğe sahiptir ve uygulama alanları her türlü üretim ve hizmet şeklini kapsamaktadır.

2.4.6.1 Sistem FMEA

Sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistemin eksiklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır. Hedefi, sistemin kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır. Sistem FMEA'nın faydaları şunlardır:

- Sistemi etkileyen potansiyel problemlerin bulunabileceği alanlar daralır,
- Sistem içerisinde uygulanacak prosedürler için bir temel oluşturulmasına yardımcı olur.
- Sistem içerisindeki fazlalıkların tespit edilmesine yardım eder,
- Optimum sistem tasarım alternatiflerinin seçilmesinde yol gösterir.

2.4.6.2 Tasarım FMEA

Tasarım hatalarından doğan hata türlerine yönelik olarak üretime başlamadan önce ürünlerin analiz edilmesinde kullanılır. Hedefi, tasarım kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır. Tasarım FMEA'nın faydaları şunlardır:

- Tasarım geliştirme faaliyetleriyle ilgili önceliklerin belirlenmesi,
- Potansiyel hataların tasarım aşamasında iken belirlenmesinin sağlanması,

- Potansiyel güvenlik sorunlarının belirlenerek ortadan kaldırılmasına yardım etmesi ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesinin sağlanması,
- Önemli ve kritik özelliklerin belirlenmesine yardım etmesi,

Tasarım FMEA'nın uygulanması sonucunda:

- Potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi ile potansiyel hata türlerinin Risk Öncelik Sayısı tarafından ağırlıklandırılmış bir listesi elde edilir.
- Test, kontrol veya teşhis yöntemleri kullanılarak potansiyel parametrelerin listesi ile kritik ve önemli özelliklere yönelik, tavsiye edilen potansiyel faaliyetlerin listesi yardımıyla hata türü ve güvenlik sorunlarını ortadan kaldıracak veya hataları azaltacak potansiyel tasarım faaliyetlerini tespit etmek mümkün olacaktır.

2.4.6.3 Proses FMEA:

Bu analiz üretim veya montaj prosesindeki eksiklerden doğabilecek hata türlerini ortadan kaldırmak ve üretim ve montaj prosesini analiz etmek amacıyla hizmet etmektedir. Proses FMEA'nın kullanımının sağladığı yararları şöyle özetlenebilir:

Üretim veya montaj prosesinin analizine yardımcı olması ve düzeltici faaliyetlerin önceliklerini belirlemesi, kritik veya önemli olan özellikleri tespit etmede ve kontrol planı oluşturmada yardımcı olması; proses aşamasında ortaya çıkacak hataları belirlemesi ve düzeltici faaliyetlerle ilgili plan sunması.

Bu tekniğin uygulanmasıyla potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi hazırlanarak, bunlara yönelik öngörülen potansiyel faaliyetlerin listesi yapılır. Potansiyel hata türlerinin risk öncelik sayısı ile belirlenen listesi üzerinde, bu hata türlerinin sebeplerini ortadan kaldıracak, ortaya çıkan hataları azaltacak ve katsayısı yardımıyla proses yeterliliğinin geliştirilemediği durumlarda, hata nedenlerinin ve belirlenmesinin etkinliğini arttıracak potansiyel bir liste oluşturulur.

2.4.6.4 Servis FMEA:

Servis FMEA organizasyondaki aksaklıkların analiz edilmesinde yardımcı olur. Bu analizin uygulanmasıyla; organizasyon faaliyetleri arasında önceliklendirme yapılması ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesi sağlanır. İş akışının, sistem

ve proses analizinin etkin bir şekilde yapılmasında, işteki hataların ve kritik önemli işlerin belirlenmesinde ve kontrol planlarının oluşturulmasında yol göstermesi gibi avantajlar sağlar.

Yapılacak olan bir FMEA tekniği uygulaması aşağıda özetlenmiş olan fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlar;

I. Proses ya da hizmette hataların oluşturacağı en küçük bir zararın bile oluşumunun engellenmesini sağlamak için hata türlerini sistematik olarak gözden geçirir.

II. Proses ya da hizmeti ya da bunların fonksiyonelliğini etkileyebilecek her türlü hatayı ve bu hatanın etkilerini tanımlar.

III. Tanımlanan bu hatalardan hangilerinin proses ya da hizmet operasyonlarında daha kritik etkilerinin olduğunu belirler, bu yüzden meydana gelebilecek en büyük hasarı ve hangi hata türünün bu hasarı üretebileceğini tanımlar.

IV. Montaj, montaj öncesinde, proste hataların oluşum olasılığını ve bunun nereden kaynaklanabileceğini (dizayn, operasyon, vb.) belirler.

V. Diğer kaynaklardan elde edilmesi mümkün olmayan hata oranlarını ve türlerini tanımlayarak gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.

VI. Güvenilirliğin deneysel olarak test edilebilmesi için gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.

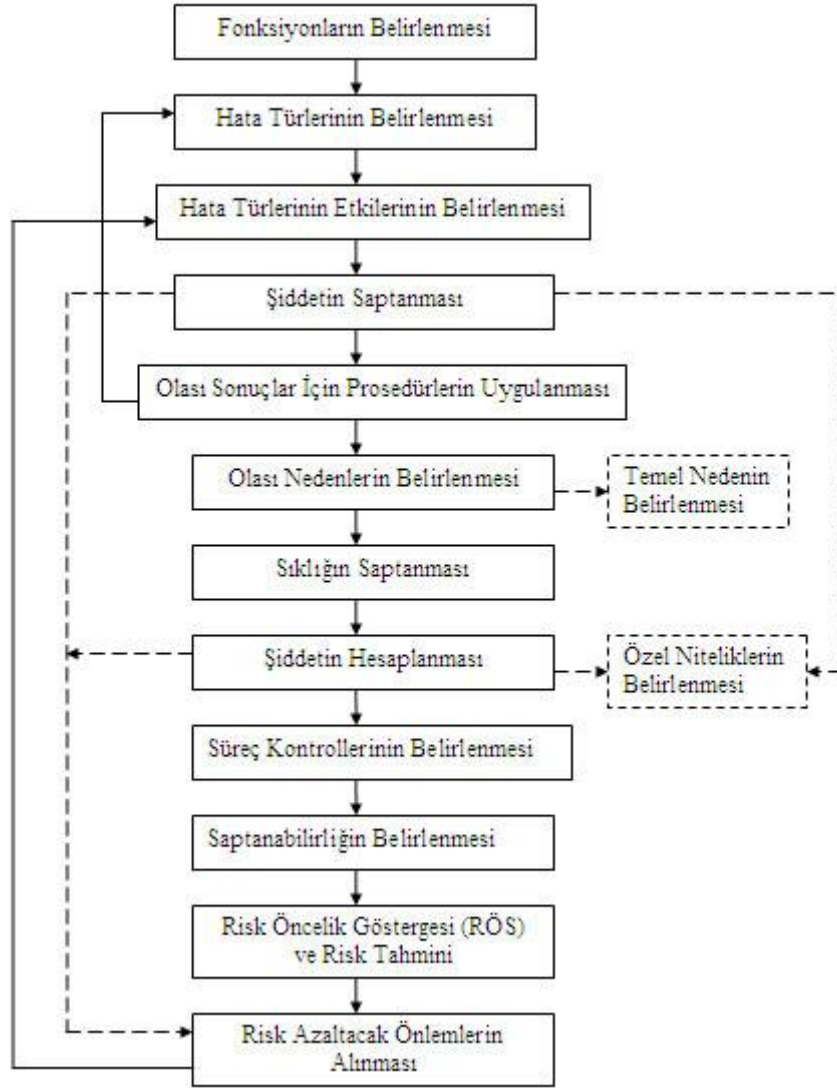
VII. Bir ürün için değişikliklerin olabilecek etkilerini tanımlar.

VIII. Yüksek riskli bileşenlerin nasıl güvenilir hale getirilebileceğini tanımlar.

IX. Montaj hatalarının olabilecek kötü etkisinin nasıl giderilebileceğini tanımlar.

Hata Türü ve Etki Analizi sürecinde takım şu unsurları belirlemeye çalışmalıdır:

- Analize konu olan kısmın fonksiyonu,
- Sorun çıkarma potansiyeli,
- Sorunun etkileri,
- Bu sorunun olası nedenleri,
- Bu nedenlerin bulunabilirliği,
- Bu sorunların önlenmesi için alınabilecek önlemler.



Şekil 2.7 FMEA Prosesi

Hata Türü ve Etki Analizi sırasında yapılan hesaplamalarda kullanılan tanımlar şöyledir:

Hata Türü ve Etki Analizi sırasında kullanılan ve Tablo 2.23’de P, S, D, RÖS, harfleriyle gösterilen sembollerin anlamları aşağıda verilmiştir:

P: Her bir zarar modunun oluşma olasılık değeri (Tablo 2.21)

S: Zararın ne kadar önemli olduğunun değeri, şiddet, ciddiyet (Tablo 2.20)

D: Zarar meydana getirecek durumun keşfedilmesinin zorluk derecelendirilmesi, fark edilebilirlik (Tablo 2.22)

RÖS: Risk öncelik sayısı

RÖS değeri P, S ve D değerlerinin çarpımıyla elde edilir.

$$RÖS = P(\text{olasılık}) \times S(\text{şiddet}) \times D(\text{fark edilebilirlik})$$

FMEA analizi yardımıyla olası zarar meydana getirecek durumlar önceden sezilerek önlemler geliştirilir ve böylece olası zararların artış olasılığı giderilir.

Tablo 2.20’de etkisi, 2.21’de zararın oluşma olasılığı, 2.22’de fark edilebilirliği belirlenen tehlike için bu ölçülere göre analizler yapılır ve sonuçlar Tablo 2.23’deki risk değerlendirme formuna kaydedilir. Sonuçta kritik sayılar ortaya çıkarılır ve kritik olayların meydana gelmeleri önlenmeye çalışılır. RÖS katsayısının en büyük değerinden başlanarak önlemlerin alınmasına başlanır, çünkü en büyük zararlar RÖS’nın en büyük değerlerine isabet etmektedir.

FMEA metodu ile gerçekleştirilen bir çalışma çok yararlıdır çünkü sistemin içindeki aksaklıkların neler olduğu ve sistemin çalışması hakkında bilgi sağlar. Analist, sistematik yaklaşımdan dolayı sistemin nasıl çalıştığını daha iyi anlar.

Tablo 2.20 Zararın Şiddeti (Ciddiyet)

Sistem FMEA Şiddet Etki Sınıflaması		
Etki	Şiddetin Etkisi	Derece
Uyarısız Gelen Tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3. derece yanık, akut ölüm vb. etkiye sahip hata türü	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş göremezlik, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasında yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki Yok	1

Tablo 2.21 Zararın Oluşma Olasılığı

Hata Olasılığı	Hatanın İhtimali	Derece
Çok Yüksek: Kaçınılmaz Hata	1 / 2'den fazla	10
	1 / 3	9
Yüksek: Tekrar Tekrar Hata	1 / 8	8
	1 / 20	7
Orta: Ara Sıra Olan Hata	1 / 80	6
	1 / 400	5
	1 / 2.000	4
Düşük: Nispeten Az Olan Hata	1 / 15.000	3
	1 / 150.000	2
Pek Az: Olası Olmayan Hata	1 / 1.500.000'den düşük	1

Tablo 2.22 Fark Edilebilirlik Olasılığı

Farkedilebilirlik	Farkedilebilirlik Olasılığı	Derece
Fark Edilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği çok düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği çok yüksek	2
Hemen hemen Kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedebilirliği hemen hemen kesin	1

Tablo 2.23 Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Risk Değerlendirme Formu

Tarih :		Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA)						FMEA Tipi :					
Proses/Sistem :		RISK DEĞERLENDİRME FORMU						FMEA No. :					
Alt Sistem :								Düzenleyen :					
Bilgen :		FMEA Tarihi :											
Dizayn Rehberi :		Revizyon Tarihi :											
FMEA Takımı :		Sayfa :											
Sistem /Parça		Potansiyel Hata Türleri	Hatanın Sonuçları	Hataların Nedenleri	Kontrol Önlemleri	ROS	Tavsiye Edilen İyileştirmeleri Eylemler	Sorumlu & Tanımlama Tarihi	Hareket Tarihi	Yeni (S)	Yeni (P)	Yeni (D)	Yeni ROS
ONAY:													

2.4.7 Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis – ETA)

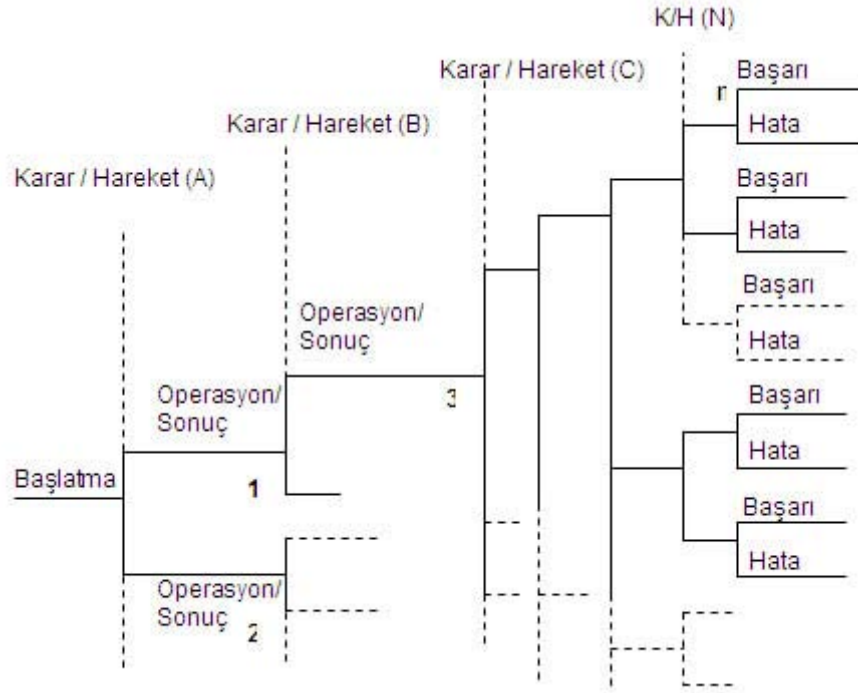
Olay ağacı analizi başlangıçta daha çok nükleer endüstride uygulama görmüş ve nükleer enerji santrallerinde işletilebilme analizi olarak kullanılmıştır, daha sonra diğer sektörlerde de sıklıkla uygulanmaya başlanmıştır. Olay Ağacı analizi, başlangıçta seçilmiş olan olayın meydana gelmesinden sonra ortaya çıkabilecek sonuçların akışını diyagram ile gösteren bir yöntemdir. Hata ağacı analizinden farklı olarak bu metodoloji tümevarımlı mantığı kullanır.

Kaza öncesi ve kaza sonrası durumları gösterdiğinden sonuç analizinde kullanılan başlıca tekniktir. Diyagramın sol tarafı başlangıç olay ile bağlanır, sağ taraf fabrikadaki/işletmedeki hasar durumu ile bağlanır en üst ise sistemi tanımlar. Eğer sistem başarılı ise yol yukarı, başarısız ise aşağı doğru gider.

Olay ağacı analizinde kullanılan mantık, hata ağacı analizinde kullanılan mantığın tersinedir. Bu metod; sürekli çalışan sistemlerde veya “stand-by” modunda olan sistemlerde kullanılabilir.

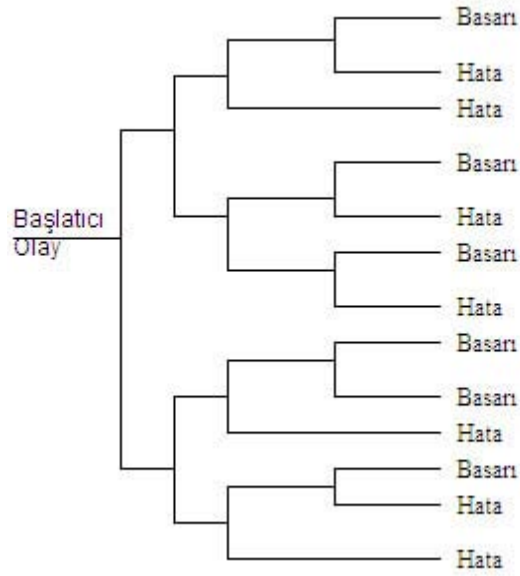
Örneğin tankın boru hattında patlama, depolanmış yanıcı malzemenin tutuşması, sistem hatası, istenmeyen zincirleme olayların meydana gelmesi gibi.

Olay ağacı analizinde, sistem içindeki tüm güvenilir operasyonel değişimler tanımlanır. Her bir yol takip edildiğinde nihai başarı veya hataya götürür.



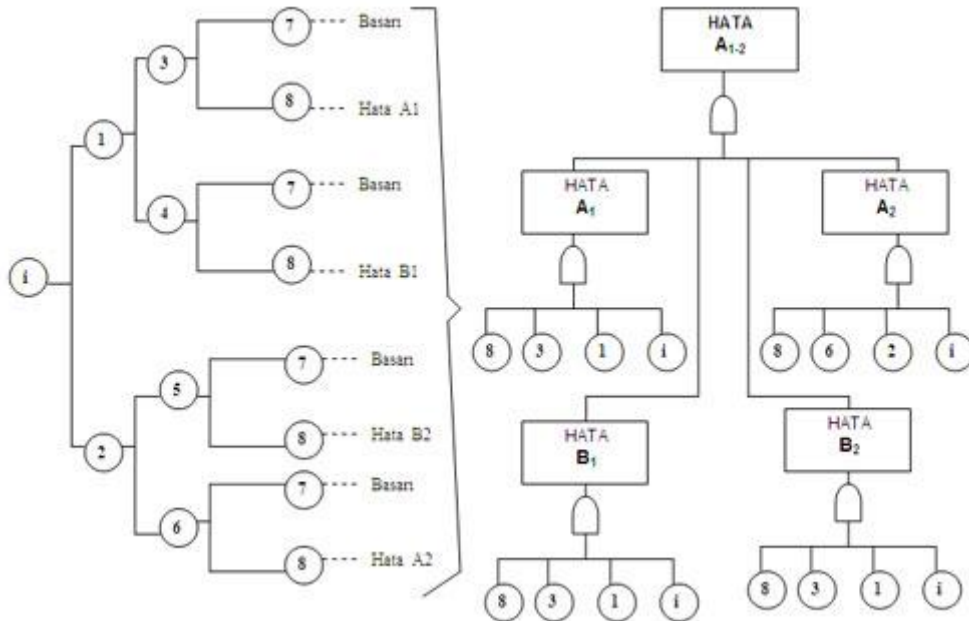
Şekil 2.8 Olay Ağacı Genel Durum

Olay ağacı analizi - Bernoulli modelinde ise, sistemin tümünün davranışını temsil eden basit bir ağaca indirgenir ve ikili dal kullanılır. Bir hata ağacı veya diğer analizler başlangıç olayın veya koşulun olasılığı belirlenir.



Şekil 2.9 Bernoulli Modeli

Olay Ağacı diyagramından hata ağacı diyagramına kolaylıkla geçiş yapılabilir. Böylelikle final çıktularından elde edilmiş olan geri dönülemez hataların esas olaylarının değerlendirilmesi ve eşit hata ağacının belirlenmesi sağlanır.



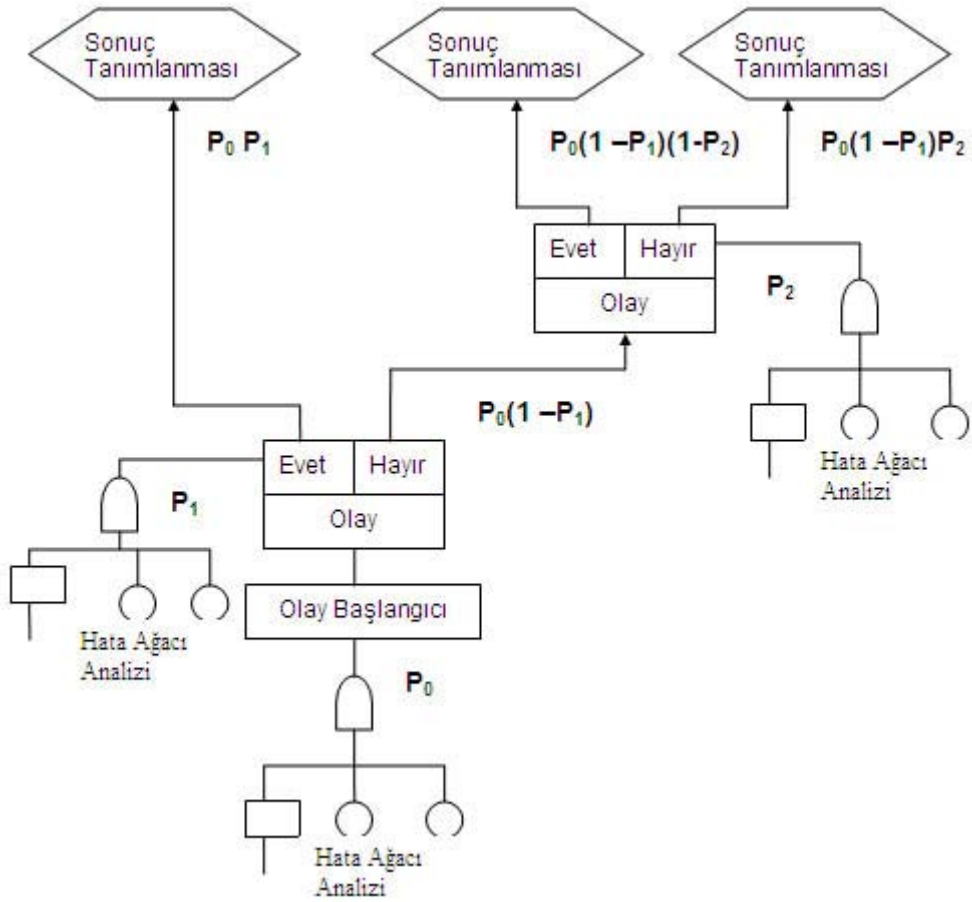
Şekil 2.10 Olay Ağacından Hata Ağacına Geçiş

2.4.8 Neden – Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis)

Bu teknik nükleer enerji santrallerinin risk analizinde kullanılmak üzere Danimarka RISO laboratuvarlarında yaratılmıştır, diğer endüstrilerin sistemlerinin güvenlik düzeyinin belirlenmesi için de adapte edilmiştir.

Neden - Sonuç analizi, Hata Ağacı Analizi ile Olay Ağacı Analizinin bir harmanıdır. Bu metodoloji, neden analizi ile sonuç analizini birleştirir ve bu nedenle de hem tündengelimli hem de tümevarımlı bir analiz yöntemini kullanır.

Neden - Sonuç analizinin amacı, olaylar arasındaki zinciri tanımlarken istenilmeyen sonuçların nelerden meydana geldiğini belirlemektir. Neden - Sonuç diyagramındaki çeşitli olayların olasılığı ile, çeşitli sonuçların olasılıkları hesaplanabilir. Böylece sistemin risk düzeyi belirlenmiş olur. Tipik bir Neden - Sonuç analizi diyagramı Şekil 2.11 'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11 Tipik Bir Neden – Sonuç Temelli Risk Metodolojisi Akış Diyagramı

Neden – Sonuç Analizinin avantajları;

- Neden – Sonuç analizi “ en kötü durum” sonucuna göre hataların belirlenmesi ile sınırlandırılmamıştır ve daha gerçekçidir. Son olayın tahmin edilmesine ihtiyaç yoktur.
- Çoklu yanlışların ve hataların var olduğu sistemlerin değerlendirilmesine olanak sağlar.
- Olayların zaman sıralaması dikkatle gözden geçirilir.
- Uygun sistem işlemlerinin sonuçlarının olasılığı farklı sayılarla belirlenebilir, kayıpların derecelendirmesi yapılabilir. O nedenle, kısmi başarıların veya hataların dereceleri belirlenebilir.
- Sistemin maruz kaldığı, potansiyel tek-nokta hatalar veya başarılar değerlendirilebilir.

Limitleri;

- Analistin sistemdeki değişiklikleri önceden sezmesi gerekir.
- Operasyonun aşamalarının analist tarafından önceden sezilmesi gerekir.
- Sonucun şiddetinin belirlenmesi sübjektif olabilir ve analist için savunması zordur.
- Olasılıkları saptamak genellikle zordur ve tartışmalıdır.
- Başlatıcı meydan okuma analiz tarafından ortaya çıkarılmaz, fakat analist tarafından görülebilmelidir.

2.5 RİSK ANALİZİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

İş sağlığı ve güvenliği kapsamında, farklı sektörlerde ilgili çeşitli metotlar kullanılarak risk analizi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların genel olarak tek bir tesis veya işletmeye yönelik olduğu gibi sektörel bazda da yapıldığı görülmüştür.

İngiltere’de genel sağlık sektöründe ortaya çıkabilecek risklerin analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, hastanelerde bulunan tehlikeler şu şekilde gruplandırılmıştır; tehlikeli maddeler (örneğin glutaraldehide, cytotoxins, methyl methacrylate, anestetik gazlar ve diğerleri), elle kaldırma işlerinden kaynaklanan tehlikeler ve meslek hastalıkları, raporlanmış kazaların %50’sinin nedeni olarak görülmektedir.

Diğer tehlikeler, fiziki güvenlik ve şiddet, yangın güvenliği, gıda güvenliği, enfeksiyon ve klinik atıklarından kaynaklanan tehlikeler olarak gruplandırılmıştır. Bu çalışmada ortaya konulan bu tehlikelerin ortadan kaldırılabilmesi için alınması gereken idari önlemler üzerinde durulduğu görülmüştür. (Waterman, 1995)

Jannadi ve Almishari (2003) tarafından Suudi Arabistan'da yapılan çalışmada, inşaat sektöründe risk analizi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. İş kazaları ve kazaların hangi işi yaparken gerçekleştiği incelenmiştir. Yapılacak iş, çalışılacak bölge ve benzeri verileri girerek “risk assessor – risk değerlendirici” isimli bir bilgisayar programı kullanılarak, risk değerlendirme çalışması yapılabileceğinden bahsedilmiştir. Aslında, risk değerlendirme çalışmasının detaylı bir risk analizi yapılmasını gerektireceği ancak işletmenin çok çeşitlilik içeren her bir aktivite için net olarak riskin ne olduğunun bilinmesinin o kadar da önemli olmayacağını dile getirmiştir. Bu detaylı çalışmanın uygulamada çok zaman alacağını ve eksik veriler yüzünden yapılmasının neredeyse imkânsız olacağından bahsetmiştir. İhtiyaç olanın, iş sağlığı ve güvenliği konusunda idari kararların alınabilmesi için temel teşkil edecek, yeterince güvenilir ve doğruluğu bilinen, inandırıcı sonuçlar verecek olan bir risk tahmin etme metodu olacağını söylemektedir. Bu fikirden hareketle, belirlenmiş bir aktivite ile ilgili riski belirlemek ve önerilen iyileştirme için düzeltme faktörünü hesaplayan RAM modeli geliştirilmiştir.

İnşaat sektörü ile ilgili Hallowell ve diğ., (2009) yaptıkları çalışma, büyük inşaat projeleri ile ilgili yapılan güvenlik riskleri araştırmalarının şiddeti yüksek olan tehlikeler üzerinde yoğunlaştığını, ancak sıklığı fazla ancak şiddeti düşük riskler üzerinde daha az çalışma yapıldığını söylemektedir. Bu çalışmada, inşaatlardaki beton kalıp imalatı ile ilgili risklerin bütünsel niceliksel yaklaşımla belirlenmesi çalışmasını yapmışlardır. Çalışmada üç ana nokta ele alınmıştır:

1. Beton kalıp imalat adımlarının tanımlanması,
2. Uygun bir risk sınıflandırma sisteminin seçilmesi,
3. Her bir imalat adımı için belirlenen risk sınıflarının, ortalama sıklık ve şiddetin belirlenmesi.

Kalıp imalatı adımlarının tanımlanması için, 256 adam saat süresince gözlem yapılmış ve belirlenen adımlar, endüstri profesyonelleri tarafından gözden geçirilmiştir. Bu çalışma için uygun olan risk sınıflandırması, ilgili literatür incelenerek oluşturulmuştur. Son olarak bütün muhtemel değerler aralığını belirlemek için Delphi metodu² uygulanarak, ortalama sıklık ve şiddet için bağımsız niceliksel değerlendirme yapılmıştır. Üç tur Delphi metodu uygulaması ile 130 sıklık ve 130 şiddet oranı belirlenmiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki, beton kalıp imalatı için 13 temel imalat kalemi bulunmaktadır ve en riskli faaliyetler kalıbın yağlanması, kalıp materyallerinin indirme ve kaldırma operasyonları ve vinçle yapılan çalışmalardır.

İran Tahran Üniversitesinde yapılan bir çalışmada, belediye katı atık toplama işini yapan çalışanların maruz kaldığı tehlikeler değerlendirilmiş ve kas-iskelet sistemi hastalıklarına yakalanma oranları üzerinde çalışma yapılmıştır. Katı atık toplama işi, çok çeşitli biyolojik, kimyasal, fiziksel ve psiko-sosyal tehlikeler içermektedir. Birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, İran'da atıklar elle toplanmaktadır ve evlerden çıkan atıkları toplamak, taşıma, itme ve çekme gibi fiziksel aktivite gerektirir.

Çalışanların kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını tespit etmek için yapılan Nordic Soru Listesi anketi, Farsça'ya çevrilerek kullanılmıştır. Ankete katılanlar minimum iki yıldır aynı işte çalışan belediye katı atık toplama işçileridir. Çalışmaya başlamadan önce, katılımcılara çalışma tanıtılmış ve gerekli bilgiler verilmiştir. Bu çalışma gönüllük esası çerçevesinde yürütülmüştür. 235 adet anket dağıtılmış ve 217 çalışan tarafından doldurularak geri dönüş yapılmıştır (%92 katılım oranı). Katılımcıların yaş ortalaması 30,3, en küçük çalışan 13 yaşında bir çocuktur. Katılımcıların %53'ü eğitimlidir ve %32'si sigara kullanmaktadır.

Katılımcıların %65'i (142 kişi), son 12 ay içerisinde daha önce belirlenmiş 9 vücut bölgesinden en az birinde kas-iskelet sistemi rahatsızlığı geçirmiştir. Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarını işaret etmek için, bu 9 vücut bölümü etiketler ve

² Olaf Helmer ve Norman Dalkey tarafından 1950 yılında geliştirilen; teknolojinin hızlı değişim gösterdiği alanlar başta olmak üzere, sosyal ve iktisadi alanlarda konu ile ilgili uzmanların görüşlerine dayanarak gelecekte gerçekleşmesi olası olayların zamanını belirleme ve öngörme yöntemi.

oklar ile anatomik diyagram üzerinde açıkça gösterilmiştir. Rahatsızlıklar, boyun, omuz, dirsek, el bileği, sırtın üst kısmı, sırtın alt kısmı, kalça ve bel, dizler ve ayak bileği olarak 9 bölgeye ayrılmıştır. Son 12 ay içerisinde, bu 9 vücut bölgesinde ağrı, sızı veya rahatsızlık geçirip geçirmediği sorulmuştur. Ayrıca tüm katılımcılar, iş geçmişleri, yaş, medeni hali, aile durumu, milliyeti, eğitim durumu ile ilgili bölümleri de doldurmuştur. Eğitimli bir kişi, anketin doldurulması konusunda katılımcılara yardımcı olmuştur. Sonuçlar istatistiksel olarak toplanmıştır. Bir yıl boyunca süren kas ve iskelet sistemi hastalıkları İranlı ve yabancı alt gruplar için hesaplanmıştır. Her bir vücut bölgesi ve rahatsızlıklar için risk faktörü arasındaki ilişki, kişinin yaşı esas alınarak çoklu regresyon analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İstatistik paket programı SPSS V 11.5 kullanılarak analiz edilen verilerin değeri 0,5'in altında olanları, analiz boyunca istatistiksel olarak önemli olarak değerlendirilmiştir.

Analiz göstermiştir ki, katı atık çalışanlarının kas ve iskelet sistemi hastalıklarına yakalanması çalışma süresi, sigara kullanımı ve milliyetleri ile doğrudan ilişkilidir. Uygun olmayan ve yetersiz ekipman nedeniyle atıkların elle yapılan toplanması, ağır iş yükü doğurmakta ve hastalık oranını artırmaktadır. (Mehrddad ve diğ., 2008)

Belçika'da yapılan bir çalışmada, atık su arıtma tesisinin tasarımı ve simülasyonu yapılarak kantitatif risk analizi yapılmıştır. Belçika'nın Hove bölgesindeki atık su arıtma tesisinin yenilenmesi çalışması, bu araştırmaya konu olmuştur. Yirmi yıldan uzun zamandır hizmet veren bu tesiste yapılan risk analizi çalışması, iş sağlığı güvenliği kapsamında yapılmamış, tesis su çıkış parametrelerinin istenen sonuca ulaşması için, tasarım aşamasında yapılan bir simülasyon çalışması olarak literatürde yerini almıştır. (Bixio ve diğ.,) Benzer bir çalışma Diekman (2001) tarafından yapılmış ve tesise ait tüm riskler hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda, işletmeye ve çevreye ait riskler değerlendirildiği görülmüştür. Çalışanların maruz kalabileceği riskler bu çalışmalara dâhil edilmemiştir.

Zhou (2010), parlayıcı gazların depolama sistemlerinin kurulumu sırasında ortaya çıkabilecek riskleri değerlendirmiştir. Bu çalışmada, gerçek zamanlı risk değerlendirmesi için fuzzy değerlendirme metodu temelli set-pair (SPA) analizi önerilmiştir. SPA ve fuzzy mantık teorisi kullanılarak, kaza olma olasılığı ve

kazanın sonuçları değerlendirilerek, risk değeri ya da derecesi hesaplanabilir. Gerçek zamanlı güvenlik izleme sisteminden gelen verilerin kullanılmasıyla, riskin değişimi kazanın ortaya çıkma sürecince açığa çıkarılabilir. Bu çalışmada, yukarıda tanımlanan metot kullanılarak LPG tankından gaz sızıntısı sonucu meydana gelen Vapor Cloud Explotion – Buhar bulutu patlaması kazası için risk değerlendirme simülasyonu yapılmıştır.

Türkiye’de, iş sağlığı ve güvenliği ve risk analizi ile ilgili yapılmış tez çalışmaları bulunmaktadır. Şener (2005) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, dökümhaneler için risk analizi çalışması yapmıştır. Bu çalışmada, bir risk değerlendirmesi yöntemi kullanarak, küçük ölçekli dökümhanelerdeki öncelikli iş sağlığı ve güvenliği sorunlarını belirlemek amacıyla Ankara Dökümcüler Sanayi Sitesi’nde yapılan araştırmanın sonuçları sunulmuştur. Bir ile dokuz işçi çalıştıran 30 dökümhanenin çalışma ortamı ile ilgili araştırmacı tarafından standart bir Bilgi Formu doldurulmuştur. Ayrıca bu dökümhanelerde çalışan 205 işçinin çalışma hayatı profilini çıkarmak üzere İşçi Anket Formu düzenlenmiştir. Elde edilen verilerden araştırma kapsamına alınan dökümhanelerde 25 temel risk olduğu belirlenmiş ve bu riskler her işyeri için oluşturulan Risk Değerlendirme Tablo’larına işlenmiştir. Sapma Analizi yöntemiyle değerlendirilen riskler için skor hesabı yapılmış; bu riskler kaza olasılıkları, fiziksel ve ergonomik etkenler, kimyasal etkenler ve toz olmak üzere 4 risk grubu altında toplanmıştır. Bu risk gruplarının işyerlerinde kabul edilmez düzeyde bulunma oranları karşılaştırıldığında; çalışma ortamına ilişkin risklerin öncelik sırasının kaza olasılıkları (%80,0), kimyasal etkenler (%73,3), toz (%66,7), fiziksel ve ergonomik etkenler (%36,7) şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, 30 işletmenin hepsinde en az bir risk kabul edilmez düzeydedir. Araştırma kapsamına alınan dökümhanelerde kabul edilmez düzeyde olduğu belirlenen öncelikli riskler için önerilen koruyucu önlemler alınarak, bu işyerlerinde risk kabul edilebilir düzeye indirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği koşullarının iyileştirmesini hedefleyen kontrol mekanizmasının kurulmasını sağlamak üzere işverenler ve işçilere risk değerlendirmesinin en temel adımlarının öğretilmesi tavsiye edilmiştir.

Çakıroğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada, İSGYS (İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi) ve OHSAS (Occupational Health and Safety Management System) gibi temel iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kavramlar, ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca iş kanununa değinerek OHSAS ile ilişkisinin daha iyi kavranmasına yardımcı olmaktadır. Bu tezde; OHSAS/TS 18001 sistemini firmalarına uygulamak isteyen kişilere yol gösterici bir uygulama olması için, sıvı gıda işleme ve paketleme üreticilerinden Tetra Pak firmasında yapılan çalışma, uygulama rneği olarak yer almıştır. 1971 yılından bu yana Türkiye’de faaliyet göstermekte olan Tetra Pak, gıda maddeleri için paketleme zmleri sunan bir firmadır. Tez kapsamında, tesise ait risk analizi, saha uygulamaları, düzeltici ve önleyici faaliyetler, denetleme sistemi ve vaka analizi, iş sağlığı ve güvenliği planı gibi konular açıklanmıştır.

Mungan Arda (2008) tarafından, Türkiye’de kot kumaşı üreten bir tekstil fabrikasında risk analizi çalışması yapılmıştır. Çalışma Avrupa Birliği’nin Entegre Kirlilik nleme ve Kontrol Direktifi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın kapsamı fabrikada bulunan tehlikeli kimyasallardan ötürü oluşabilecek bir yangın ya da patlamanın riski olarak belirlenmiştir. Riskin etki grubu olarak insan seçilmiştir; etki grubunda olan insanlara, fabrikada çalışan işçiler, fabrikanın etrafındaki endüstrilerin çalışanları ve fabrika etrafında yaşayan sakinler dâhildir. Yarı niceliksel risk analizi için denetim listesi, risk değerlendirme formları ve matris metodu kullanılmıştır. Fabrikada belirlenen en yüksek riskler toz patlaması, doğal gaz yangın ve patlamasıdır. Ayrıca, çeşitli nedenlerle, oluşabilecek herhangi bir yangın ve patlamanın boyutlarının kısa sürede büyüyebileceği tespit edilmiştir. Fabrikanın kimyasal deposunun tesis içinde en yüksek risk değerini taşıdığı görülmüştür. Toz patlaması ve doğal gaz yangını ve doğal gaz patlaması etki analizini saptamak üzere matematiksel modelleme çalışması yapılmıştır. Matematiksel modelleme yapıldıktan sonra, en yüksek risklerin gerçekleşmesi halinde yarıçapı 700 metreye ulaşabilen bir alanda binaların tahrip olabileceği ve insanların yaralanabileceği/ölebileceği anlaşılmıştır. Çalışmanın her aşaması fabrika yönetimi ile paylaşılmıştır. Riski indirgemek için fabrika yönetimine bazı önerilerde bulunulmuş, bu önerilerin bir kısmı hemen hayata geçirilmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Tez kapsamında saha ziyareti yapılan, içme ve atıksu arıtma tesisi ve katı atık düzenli depolama ve yakma tesisine ait tanıtım ve risk analizi çalışmaları bu bölümde yer almaktadır.

3.1 TESİSLERİN TANITIMI

3.1.1 İÇME SUYU ARITMA TESİSİ

İstanbul'un tarihi bölgelerinden Kâğıthane İlçesinin sınırlarında kurulu içme suyu Arıtma Tesisleri'ne su, Terkos Gölü ve Alibeyköy Barajları'ndan temin edilmektedir. Günlük 700.000 m³'lük su arıtma kapasitesine sahip olan tesisten, Kâğıthane, Şişli, Mecidiyeköy, Beyoğlu, Beşiktaş, Sarıyer, Ayazağa, Maslak, Feriköy, Kasımpaşa, Eyüp ile Fatih, Gaziosmanpaşa, Bayrampaşa ve Esenler Bölgeleri'nin bazı kısımlarına su verilmektedir.

Kâğıthane İçme suyu Arıtma Tesisleri aşağıdaki ana ünitelerden oluşmaktadır.

- Havalandırma ve Ön Ozonlama Üniteleri
- Çelebi Mehmet Han İçme suyu Arıtma Tesisi Üniteleri
- Yıldırım Bayezid Han İçme suyu Arıtma Tesisi Üniteleri
- Terfi Merkezi ve Temiz Su Hazneleri
- Tesis Enerji Gücü

3.1.1.1 Havalandırma ve Ön Ozonlama Üniteleri

Baraj ve gölden alınan ham suyun tesislere giriş yaptığı ilk ünite havalandırma ünitesidir. Terkos gölü ve Alibeyköy Barajları'ndan 2.200 mm çapında isale hatları ile gelen su, havalandırma girişindeki ortak bir kollektöre bağlanmakta, buradan da 3 üniteden oluşan kaskat tipi havalandırma havuzuna verilmektedir.

Havalandırma havuzuna alınan ham sulardaki tat, koku ve amonyak gibi parametreler atmosfere verilerek giderilirken demir, mangan ve organik madde gibi

parametreler de okside olarak arıtma tesislerinde giderilebilecek seviyeye ulaştırılmaktadır. Havalandırma esnasında suyun çözülmüş oksijen konsantrasyonu da dengelenmektedir.

Ön ozonlama ünitesinde su içerisinde bulunan mikroorganizmalar giderilmekte ve sudaki tat ve koku düzeltilmektedir. Jeneratör ve temas tankı olmak üzere 2 kısımdan oluşan ön ozonlama ünitesinde her biri 12,5 kg kapasiteli 4 adet ozon jeneratörü bulunmaktadır.

Ozon üretimi atmosferden alınan havanın; hava kompresörü-basınçlı hava tankı-hava kurutucular-ozon jeneratörü gibi kademelerden geçirilmesiyle elde edilmektedir. Üretilen ozon, temas tankının dibindeki difüzörler vasıtasıyla havalandırmadan gelen suya verilmektedir.

Giriş ünitesi ve ön ozonlama aşamalarından sonra su, Çelebi Mehmet Han ve Yıldırım Bayezid Han İçme suyu Arıtma Tesisleri'ne iletilir.

3.1.1.2 Çelebi Mehmet Han Arıtma Tesisi

İçme suyu Arıtma Tesisleri bünyesinde 1978 yılında hizmete giren tesis toplam 8 ana ünitelerden oluşmaktadır:

1. Hamsu Giriş Yapısı
2. Hızlı Karıştırma Ünitesi
3. Yavaş Karıştırma Ünitesi
4. Çöktürme Ünitesi
5. Filtrasyon Ünitesi
6. Temiz Su Deposu
7. Çamur Giderme Tesisleri ve
8. Kimyasal Maddeler Binası

3.1.1.3 Yıldırım Bayezid Han Arıtma Tesisi

İçme suyu Arıtma Tesisleri'nde hizmet veren ikinci tesis Yıldırım Bayezid Han Arıtma Tesisi'dir. 1995 yılında yenilenerek kapasitesi 200.000 m³/gün'e ulaşmıştır.

Tesis 5 ana ünitelerden oluşmaktadır:

1. Dağıtım Havuzu
2. Hızlı Kum Filtreleri
3. Temiz Su Haznesi
4. Çamur Giderme Ünitesi
5. Kimyasal Madde Binası

3.1.1.4 Terfi Merkezi ve Temiz Su Hazneleri

Arıtma Tesisinde arıtılan sular toplam hacmi 55.000 m³ olan haznelerde toplandıktan sonra şebekeye cazibeli ve terfili olmak üzere iki şekilde verilmektedir.

Verilen suyun % 50'si cazibe, % 50'si de terfi ile şebekeye verilmektedir.

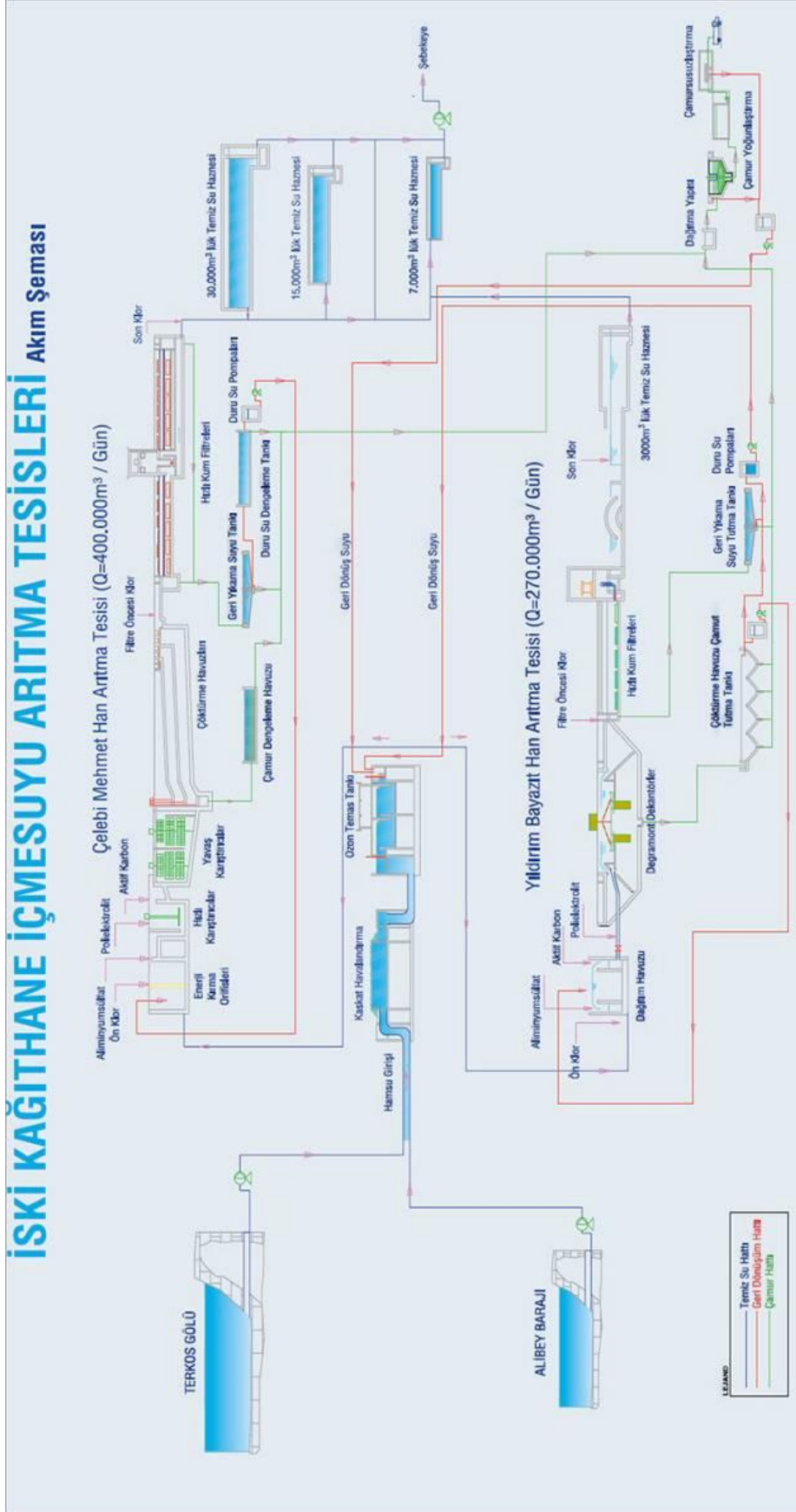
Çelebi Mehmet Han ve Yıldırım Bayezid Han İçme suyu Arıtma Tesisleri'nden çıkan çamurlar susuzlaştırılmak üzere çamur yoğunlaştırma havuzlarına alınır.

Tesiste 14 m. çapında ve 440 m³ hacminde dönen bir teçhizatla donatılmış 6 adet dairesel, betonarme yoğunlaştırma havuzu bulunmaktadır. Burada elde edilen duru sular kullanılmak üzere tesise geri terfi edilir.

Tabandaki çamur ise susuzlaştırılmak üzere santrifüj ünitesine alınır. Tesiste her biri 35 m³/saat kapasiteli 3 adet santrifüj bulunmaktadır.

3.1.1.5 Tesis Enerji Gücü

Tesisin sözleşme gücü 7.130 kV'dur. Bu güç, 1 km. uzakta bulunan TEDAŞ Alibeyköy 154/34,5 kV indirici Merkezi'nden 3x150 mm.lik yer altı enerji nakil hattı ve TEDAŞ Çobançeşme Dağıtım Merkezi'nden 34,5 kV havi hatla çift beslemeli olarak sağlanmıştır.



Şekil 2.12 İski Kağıthane İçme suyu Arıtma Tesisi İş Akış Şeması (www.iski.gov.tr)

3.1.2 ATIK VE ARTIKLARI ARITMA, YAKMA VE DEĞERLENDİRME ANONİM ŞİRKETİ

İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından Mayıs 1996'da kurulmuştur.

3.1.2.1 Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi

35.000 ton/yıl yakma kapasiteli tesisin çalışma prendibi, endüstriden kaynaklanan yanabilir nitelikteki plastik atıklar, kullanılmış yağlar, ilaç ve kozmetik atıkları, petrokimya atıkları, PVC, solvent, boya atıkları, yapıştırıcı ve yapışkanlar, artıma çamuru vb. Tehlikeli atıklar ile klinik atıkların yakılarak bertaraf edilmesine dayanır.

Tesise kabul edilen 'Tehlikeli Atıklar'ın beyanı, etiketlenmesi, taşınması ve bertarafı T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın ilgili yönetmelikleri çerçevesinde yapılmaktadır.

Tesis Ana Bölümleri:

1. Ara Depolama Alanları
2. Yakma
3. Buhar ve Enerji Üretim Sistemi
4. Atık Gaz ARıtımı ve Emisyon Ölçüm Sistemi
5. Atık Su Arıtım Sistemi
6. Kül ve Cüruf Toplama Sistemleri

3.1.2.2 Ara Depolama Alanları

Tesise kabul kriterleri çerçevesinde kabul edilen katı ve macunumsu atıklar 2.500 m³ kapasiteli bunkerde, yanabilir sıvı atıklar 50 m³ kapasiteli 2 adet tankta, fiçılar içerisinde gelen (katı, sıvı, toz ve macunumsu) atıklar ise 7.500 m³ kapasiteli fiçi depolama sahasında geçici olarak depolanmaktadır. Ayrıca özel sıvı atıklar için iki adet mobil konteynır bulunmaktadır.

3.1.2.3 Yakma

Atık kabulü ve yönetimi çerçevesinde tesise kabul edilen atıklar tartılarak kaydedilmekte, numuneleri alınmakta ve analizleri yapılarak ilgili ara depolama alanlarına sevk edilmektedir.

Laboratuar tarafından hazırlanan günlük yakma menüleri doğrultusunda, döner fırında 921 °C – 1.150 °C sıcaklık aralığında ve ortalama 95-120 dakika kalış süresinde, son yakma odasında ise 923 °C – 1.250 °C sıcaklık aralığında ve min.2,5 saniye kalış süresinde yakılmaktadır.

3.1.2.4 Buhar ve Enerji Üretim Sistemi

Son yakma odasından gelen 1.050°C – 1.250 °C'deki atık gaz, soğutma amacıyla 2.500 m² ısıtma yüzeyli atık ısı kazanına girmekte ve 180 °C – 200 °C de çıkmaktadır. Atık ısı kazanında 350 °C sıcaklıkta ve 40 bar basınçta, max. 27,1 ton / saat buhar üretilmektedir.

Üretilen buhar, türbin-jeneratör ünitesine gönderilerek max. 5,2 MW elektrik üretilmektedir. Üretilen elektrik enerjisi ile tesis ihtiyacı karşılandıktan sonra kalan kısım ulusal sisteme satılmaktadır.

3.1.2.5 Atık Gaz Arıtımı ve Emisyon Ölçüm Sistemi

Atık ısı kazanı çıkışında sıcaklığı 180 °C – 200 °C'ye düşen ve içindeki büyük toz partiküllerini bırakan atık gaz, elektrostatik filtreden geçirilerek etkin bir toz ayırım işlemine tabii tutulmaktadır. Elektrostatik filtreden çıkan gaz, venturi yıkayıcısında su ile yıkanarak bünyesindeki halojen bileşikleri ve ağır metaller tutulur.

Daha sonra damlacık tutuculardan geçirilen atık gaz, nötralizasyon, oksidasyon ve absorpsiyon bölümlerinden oluşan kireç püskürtmeli yıkayıcı da kireç sütü çözeltisi ile yıkanarak SO₂ ile arta kalan halojen bileşikleri ve ağır metallerden arındırılmaktadır.

Buradan çıkan gaz, Dioksin-Dibenzo Furan Kontrol Ünitesi'nden geçirilmektedir. Fiziksel ve kimyasal olarak temizlenen 50 °C – 58 °C sıcaklığındaki gaz, emme fanı aracılığı ile tesis bacasından atmosfere verilmektedir.

3.1.2.6 Atık su Arıtma Sistemi

Kirlilik yükü içeren yıkama çözeltileri, fiziksel-kimyasal arıtma ünitesine gönderilmektedir. Temizlenen atık su, önce tesis bünyesindeki DAG ön arıtım sisteminden geçirilmekte, daha sonra da kolektör aracılığı ile endüstriyel ve evsel atık su arıtma tesisine gönderilmektedir.

3.1.2.7 Kül ve Cüruf Toplama Sistemi

Döner fırında yakma sonucu oluşan cüruf, döner fırın ile son yakma odasının birleşim yeri altından ıslak cüruf konveyörlerine alınır ve yapılan analiz sonucuna göre, depolama alanlarında depolanarak bertaraf edilir.

Atık ısı kazanının buharlaştırıcı bölümünden alınan küller, ıslak kül konveyöründe toplanır, analiz sonuçlarına göre düzenli depolama alanlarının ilgili lotunda depolanarak bertaraf edilir. Atık ısı kazanının kızdırıcı ve ekonomizer bölümlerinden alınan uçucu küller, kül silosunda depolanır.

3.1.2.8 Düzenli Depolama Alanları

Düzenli depolama sahasına kabul edilen evsel ve tehlikeli atıklar, atığın cinsine göre uygun olan lottaki çalışma alanına aktarılır. Evsel atıklar için 3.163.000 m³ kapasiteli 6 lot, tehlikeli atıklar için 969.919 m³ kapasiteli 1 lot bulunmaktadır. İş makineleri yardımı ile serme / sıkıştırma işlemleri uygulanarak üstüne koku ve olumsuz çevre şartlarını önlemek için ara örtü toprağı ile kapatılır. Geçirimsizlik tabakası üzerinde yer alan drenaj sistemi ile toplanan çöp sızıntı suları DAG ön arıtma tesisine gönderilerek ön arıtma yapılarak, sonra kolektör hattı ile ISU'ya ait 42 Evler evsel ve endüstriyel atık su arıtma tesisine gönderilmektedir. Sahadan çıkan atık araçları tekerlek ve araç yıkama istasyonunda yıkanarak tesisi terk etmektedir.

Evsel depolama sahasında oluşan gazlar dikey gaz bacaları ile toplanmakta ve flare sistemleri ile yakılarak bertarafı sağlanmaktadır.

Düzenli depolama alanlarında depolanan çöp ve atık sularda kötü kokulara sebep olan bakteri, virüs, yosun, spor ve mantar gibi mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için dezenfektan uygulaması yapılmaktadır.

3.1.3 İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

Bakırköy, Bahçelievler, Bağcılar ilçelerinin tamamı ile Küçükçekmece ve Gaziosmanpaşa ilçelerinin bir bölümünden Ayamama ve Tavukçu derelerine dökülerek Marmara Denizi'ni kirleten atık suların, kolektörler vasıtasıyla toplanarak Ataköy İleri Atık su Arıtma tesisine ulaştırılıp burada ileri düzeyde arıtımı yapılarak çevreye zararsız bir şekilde deşarjının sağlanmasıdır.

Tesisin alanı: 430.000 m², kapasitesi 400 bin m³/gün ve nihai proje debisi 600.000 m³/gün'dür.

Tesiste kullanılan proses, ön arıtma, biyolojik olarak fosforun bertaraf edilmesi, denitrifikasyon, nitrifikasyon ve son çöktürme aşamalarını içerir. Böylece karbon, azot, fosfor giderimi sağlanır. Çamur, çürütücü tanklara verilerek biogaz üretimi sağlanacaktır. Ayrıca tesisten çıkan çamur, kurutma ünitelerinde kurutulup çevreye zararsız hale getirilecektir.

Atık su 1 adet 2.600 mm kolektör (-5,23 m. kotundan) vasıtasıyla, 50 mm kaba ızgaradan geçerek, 6 (5+1) adet (1.160 lt/sn) ve 3 (2+1) adet (650 lt/sn) pompa ile +8.90. kotuna (14,13 m terfi) basılır.

Ön Arıtmada 10 mm.lik 9 adet ince ızgara, 3 adet ince kabarcıklı difüzör (1.000 Nm³/saat) 6+1 adet blower, dip kumu dalgıç pompa ile alınır ve kum ayırma bunkerine verilir. Atık su buradan Biofosfor ünitesine yönlendirilir.

Ön Çöktürmede 2 adet R42m ve 2,7 m derinliğinde her biri 3.750 m³ hacimli ön çöktürme havuzları mevcuttur.

Biofosfor ünitesinde, ön arıtmadan gelen atık su ve geri devir çamuru, 3 adet 27.150 m³ havuzda karıştırılarak anaerobik ortamda bakterilerin fosfor bırakması gerçekleşir.

Aktif Çamur Ünitesinde biyolojik arıtma, nitrifikasyon ve denitrifikasyon olarak iki kademe, 3 adet 80.000 m³ havuzda gerçekleştirilmektedir. Nitrifikasyon için gerekli hava miktarı sağlanarak giriş suyundaki amonyum azotu nitrat azotuna çevrilerek oluşan nitrat biyolojik oksijen ihtiyacı (karbon) giderimi için elektron alıcısı olarak kullanılmaktadır.

Son Çöktürmede, 12 adet R44m ve 4,9 m derinliğinde her biri 7.420 m³ hacimli son çöktürme tankı ile arıtma çamuru ve arıtılmış su birbirinden ayrılır ve çöken çamurlar çamur susuzlaştırmaya yönlendirilir.

Çamur Yoğunlaştırmada, ön çöktürmeden gelen çamur için 2 adet santrifüj, son çöktürmeden çekilen fazla çamur için 9 adet santrifüj tipi çamur yoğunlaştırıcı kullanılarak katı madde oranı %6'ya çıkarılır. 4 adet ham çamur pompası ile çamur çürütme tanklarına pompalanır.

Çamur Çürütmede 6 adet 10.000 m³ hacmine sahip tanklarda anaerobik olarak çamur stabilizasyonu sağlanarak çamur hacminde azalma olacak, ayrıca biogaz elde edilecektir. Çamur Susuzlaştırmada 5+1 adet santrifüj ile çamurdaki katı madde oranı %6 dan % 25 e çıkarılır.

Çamur Kurutmada Çamur susuzlaştırma ünitesinde %25 e çıkartılan katı madde oranı bu üniteye %90 a çıkarılır. Son ürün gübre, yakıt ya da dolgu olarak kullanılabilir. Kurutma için gerekli olan ısı Kojenerasyon Ünitesinden sağlanır.

Kojenerasyon Ünitesinde 2 adet 4,6 MW doğalgaz Gaz Türbini, elektrik üreterek bu enerji tesiste kullanılacaktır ve atık egzost ısısı çamur kurutmada kullanılan buharı ekstra maliyet olmadan sağlar. Sistem doğalgaz ve biogaz ile çalışabilecek özelliktedir.

Koku Ünitesinde tesiste oluşan kokular, 2 adet, her biri 2 kg/saat'lik ozon jeneratörü vasıtasıyla giderilmektedir.

3.2 TESİSLERDE RİSK ANALİZİ

İncelenen projelerde, bu tez çalışmasında izah edilmiş olan, Risk Değerlendirme Karar Matrisi 5x5 L Tipi Matris metodu yardımıyla Risk Analizi çalışması yapılmıştır. Bu metodun seçilme nedeni, tek başına risk analizi yapan analistler için ideal olmasıdır. Bu metodun zayıf yönü değişik prosesler içeren veya birbirinden çok farklı akım şemasına sahip işlerin hepsi için tek başına yeterli olmayışıdır. Bu yöntem derhal ya da en kısa zamanda önlem alınması gerekli olan tehlikelerin tespiti için kullanılmaktadır.

Tesis ziyaretlerinde önce, Ek-1'de yer alan soru listesi kullanılarak, tesisteki İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi ve mevcut durum hakkında bilgi toplanmıştır. Bu bilgiler ve tesis birimlerinin ziyareti sırasında yapılan gözlemlerin ışığında, tehlikeler belirlenmiştir. Belirlenen tehlikelerin olasılığı ve muhtemel sonuçları aşağıdaki tablolardan seçilmiş ve ilgili sayısal değerleri alınmıştır.

OLASILIK/MARUZİYET SIKLIĞI

Puan	Tanımlama	Açıklama
5	Hemen hemen kesin	Çoğu durumda olabilir.
4	Çok Muhtemel	Kararlı bir durum olmamakla birlikte olacaktır.
3	Muhtemel	Ara sıra olabilir.
2	Az muhtemel	Olması beklenmez ancak muhtemeldir.
1	Ender	Olması beklenmez

SONUÇ/SONUCUN ŞİDDETİ

Puan	Tanımlama	Açıklama
5	Katastrofik	Ölüm (örneğin toksik gaz sızıntısı sonucu)
4	Büyük	Sürekli zarar (örneğin uzuv kaybı)
3	Orta	Uzun süreli yaralanma (örneğin bir yıla kadar iş göremezlikle sonuçlanabilecek yaralanma)
2	Küçük	Kısa süreli yaralanma (örneğin bir aya kadar iş göremezlikle sonuçlanabilecek yaralanma)
1	Yok	Yaralanma yok

Her bir tehlike için,

Risk Skoru = Olasılık (Maruziyetin Sıklığı) x Sonuç (Sonucun Şiddeti)

formülünde yerine konan olasılık ve sonuç değerleri çarpılarak sayısal bir değer olan risk skoru belirlenmiştir.

Olasılık	Sonuç				
	1–Yok	2–Küçük	3–Orta	4–Büyük	5–Katastrofik
1–Ender	1	2	3	4	5
2–Az muhtemel	2	4	6	8	10
3–Muhtemel	3	6	9	12	15
4–Çok muhtemel	4	8	12	16	20
5–Hemen hemen kesin	5	10	15	20	25

Belirlenen risk skoru için, zaman planında önerilen tavsiyeler dikkate alınmalı ve bu skora sahip olan tehlike öncelikli olarak ele alınmalıdır.

Risk	Riskin Seviyesi	Zaman Planı
12–25	Yüksek	Riskin azaltılması veya önlenmesi için derhal aksiyon gerekmektedir.
6–10	Orta	Riskin azaltılması için aksiyon 12 ay içerisinde tamamlanmalıdır.
1–5	Düşük	Öncelikli bir husus değildir. Kabul edilebilir risk olarak ele alınabilir.

Ek II’de yer alan Risk Analizi Tablosunda, hesaplanan risk skoru değeri ilgili sütuna yazılır. Risk Analizi tablosunda, riskin değerlendirilmesi aşamasında yöneticilere, ilgili birimden sorumlu şeflere ve iş sağlığı ve güvenliğinden sorumlu teknik personel ve mühendisler, bu risk analizi çalışmasını yorumlaması ve değerlendirmesine katkısı olması amacıyla, tehlike tanımları, muhtemel sonuçları ve mevcut kontrol tedbirleri sütunları eklenmiştir.

Aşağıdaki listede, çevre projelerinde karşılaşılabilecek ana tehlikeler listelenmiştir:

1. Kayma, takılma ve benzeri nedenlerle düşme
2. Yüksekten Düşme
3. Cisimlerin Düşmesi
4. Gürültü ve titreşim
5. Uygun olmayan duruş ve çalışma şekilleri
6. Radyasyon ve ultraviyole ışınlar
7. Seyyar el aletlerin kullanımı
8. Sabit makine ve tezgahların kullanımı
9. Hareketli erişim ekipmanları (Merdivenler, Platformlar)
10. Mekanik kaldırma araçları
11. Ürünler, emisyonlar ve atıklar
12. Yangın, parlama ve patlama
13. Elle taşıma işleri
14. Elektrikli aletler
15. Basınçlı kaplar
16. Ekranlı araçlarla çalışma
17. Temel konfor koşulları (Sıcaklık, nem ve havalandırma)
18. Kimyasal maddeler (Toksik gaz ve buharlar, organik solventler ve tozlar)
19. Biyolojik ajanlar (Mikroorganizmalar, bakteriler, virüsler)
20. İş stresi, rutin çalışma
21. Kapalı alanda çalışma / Yalnız çalışma
22. Motorlu araçların kullanımı, taşımacılık ve yollar
23. Su üzerinde veya yakınında çalışma
24. İstenmeyen insan davranışları (Dikkatsizlik, yorgunluk, aldırma, anlama güçlüğü, öfke, kavga etmek)
25. İşyeri koşullarına göre diğer tehlike kaynakları

4. BULGULAR

4.1 İÇME SUYU ARITMA TESİSİ

Çalışma kapsamında, içme suyu arıtma tesisi saha ziyaretinde doldurulan soru listesi ve gözlemlenen tehlikeler için yapılmış risk analizi çalışması bu bölümde yer almaktadır.

4.1.1 Risk Analizi Çalışması Soru Listesi

Sıra No		Evet	Hayır
1	İş Kanununun 82.maddesi gereğince işyerinde İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili olarak mühendis veya teknik eleman görevlendirilmiş midir?		X
2	Bir İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uzmanından danışmanlık hizmeti alınıyor mu?		X
3	İş Kanunu 81. madde gereğince bir İşyeri Hekiminden hizmet alınıyor mu?	X	
4	İşyerinizde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kurulu var mı? Toplantılarını ve çalışmalarını düzenli olarak yapıyor mu?	X	
5	Çalışanlarınızın gerekli sağlık kontrolleri yapılıyor mu? Kayıtları tutuluyor mu?	X X	
6	İşyerinizde Kişisel Koruyucu Donanım ihtiyacı belirlenmiş ve belirlenen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlara verilmiş mi?	X	
7	Çalışanlara verilen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlar tarafından kullanılıyor mu?	X	
8	İşyerinizde Acil Durum Planlaması yapıldı mı?	X	
9	Acil Durum Planlaması kapsamında Acil Durum Talimatları var mı?	X	

10	Acil Durum Planlaması kapsamında koruma, kurtarma, ilkyardım ve söndürme ekipleri oluşturuldu mu? Eğitimleri verildi mi? alarm ve tahliye denemeleri yapılmakta mıdır?	X	
11	Acil Durum Planlaması kapsamında acil çıkış işaretlemeleri yapıldı mı?	X	
12	Acil Durum Planlaması kapsamında yangın söndürme cihazlarıyla ilgili işaretlemeler ve cihazların yerleşimi yapıldı mı?	X	
13	İşyerinizde ilkyardım eğitimi almış çalışanlarınız var mı?	X	
14	İşyerinizde gerekli yerlerde güvenlik ve sağlık işaretleri asılı mı?	X	
15	Çalışanlarınıza yaptıkları işlerle ilgili olarak maruz kaldıkları risklerle ilgili özel İSG eğitimleri veriliyor mu?	X	
16	İşyerinizde çalışanlarınızın yaptığı işlerle ilgili bir risk değerlendirmesi yapıldı mı?		X
17	İşyerinizdeki iş kazaları ve meslek hastalıkları kaydediliyor mu? Eğer kaydediliyorsa kayıtlar benzer kaza veya hastalıkların tekrar yaşanmaması için analiz edilip değerlendiriliyor mu?		X
18	İşyerinizde bulunan iş ekipmanlarının (vinç, forklift, asansör, kompresör, kazan vs.) teknik periyodik kontrolleri ehliyetli kişiler tarafından yapılıyor mu? Eğer yapılıyorsa bunları belgeleyen dokümanlar mevcut mudur?	X X	
19	İşyerinizde iş gereği kimyasal maddelerle çalışılıyor mu?	X	
20	İşyerinizde kullanılan kimyasal maddelerin Türkçe Malzeme Güvenlik Bilgi Formları var mı?	X	
21	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi var mı? (Örnek: OHSAS 18001)		X

4.1.2 İçme Suyu Arıtma Tesisi Risk Analizi Tablosu

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
1	Kimyasal maddeler – Yangın Klor Gazının ortama yayılması ve solunması sonucu kişisel maruziyet, tesis genelinde patlama ve yangın tehlikesi	<ul style="list-style-type: none"> Tahriş edici gazlar gurubundadır Klor, gözü ve ciğerleri tahriş eder, solunum güçlüğüne, boğazda daralmaya ve akciğer ödemeine sebep olur. Litre başına 2,5 miligram klor içeren hava birkaç dakika solunursa ölüme neden olabilir. 	5	5	25	<ul style="list-style-type: none"> Sürekli çalışan klor gazı algılayıcıların bulunması Depolama koşullarına uygun çalışılması Çalışanlara periyodik eğitimler verilmesi
2	Kayma, takılma ve benzeri nedenlerle düşme, yüksekten düşme Tesis genelinde	<ul style="list-style-type: none"> Tesis genelinde, tanklar ve havuz kenarlarından zemine veya havuza düşme, Kaygan ve ıslak zeminlerde takılma ve düşme sonucu ciddi yaralanmalar gerçekleşebilir. 	5	5	25	<ul style="list-style-type: none"> Havuz ve tank kenarlarında standartlara uygun korkuluk bulunması Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması Görevli ve yetkili olmayan personelin yüksekte çalışmaması
3	Elektrik Tehlikesi Tesis genelinde ve arıtma tesisine elektrik veren trafo merkezinde.	<ul style="list-style-type: none"> Tesis genelinde, pompa, blower, karıştırıcı vb. ekipmanların elektrik bağlantıları ve kablolarının ıslak zemin ve bölgelerde bulunması nedeniyle tesis ve çalışanların yaralanması ve ölüm tehlikesi, Elektrik kaynaklı yangın tehlikesi bulunmaktadır. 	5	5	25	<ul style="list-style-type: none"> Panolarının kilitli olması Elektrik işlerine yetkin kişilerin müdahale etmesi Standartlara uygun tesisat çekilmiş olması Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması
4	Kimyasal maddeler Ozon gazının ortama yayılması ve solunması	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek yoğunlukta ozon gazı solunmak sağlığa zararlıdır. 	4	5	20	<ul style="list-style-type: none"> Depolama koşullarına uygun çalışılması Ortamın havalandırılması Çalışanlara periyodik eğitimler verilmesi
5	Kimyasal maddeler Sodyum Hipoklorit dökülmesi ve teması	<ul style="list-style-type: none"> Asidik ortamda klor gazı açığa çıkar. Isı ve ışık etkisiyle bozunur. Kaplarda basınç varsa ısıtıldığında ya da asit gazları ile temasında infilak edebilir. Yükseltgen organik maddelerle yangınla sonuçlanabilen şiddetli reaksiyona girer. 	4	5	20	<ul style="list-style-type: none"> Depolama koşullarına uygun çalışılması Ortamın havalandırılması Çalışanlara periyodik eğitimler verilmesi
6	Gürültü Ozon jeneratörü bölgesinde 80 dB üzeri gürültü vardır.	<ul style="list-style-type: none"> Gürültüye uzun süre maruz kalmak, kalıcı duyma kaybına neden olur. Gürültülü ortamda uzun süre çalışmak çeşitli sağlık problemlerine sebep olabilir. 	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması Çalışanlara kulak koruyucu verilmesi ve kullanımlarının takibi.

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
7	Mekanik / Ekipman kaynaklı tehlikeler • Kaynak işleri, spiral motoru ile çalışma, bakım ve tamir işleri, el aletleri ile çalışma ve benzeri. • Döner ve hareketli parçaları olan aletlerle çalışmak.	• Kaynak işleri sırasında çalışanın kaynak buharından etkilenmesi ve zehirlenmesi, • Kaynak işleri ve spiral ile çalışma sırasında ışıma nedeniyle gözü kaynak alması, göze çapak kaçması, göz yaralanması, • Kaynak işleri sırasında el, kol veya vücutta yanık, • El, kol ve vücutta kesilme, ezilme, sıkışma, delinme ve benzeri yaralanmalar	4	4	16	• Çalışma boyunca solunum, el, yüz ve vücut koruyucu KKD kullanımı • Uygun kaynak gözlüğü kullanımı • Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması
8	Su üzerinde veya yakınında çalışma Tanklar ve havuzlarda da yapılan bakım-onarım çalışmaları	• Havuz ve tanklara çalışanların düşmesi sonucu boğulma ve yaralanma, • Doğal nedenler veya mekanik arıza nedeniyle tankların taşması, tesis ve çevresini su basması.	3	5	15	• Havuz ve tank kenarlarında standartlara uygun korkuluk bulunması • Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması • Su seviye kontrolünün yapılması ve sistemin periyodik bakım ve kontrolü.
9	Ergonomik tehlikeler Kaldırma ve taşıma işlerinde ortaya çıkan kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları	• Kas iskelet sistemi hastalıkları, orta ve uzun vadede çalışanların meslek hastalıklarına yakalanmasına neden olabilir.	3	4	12	• Uygun kaldırma ekipmanı ve sistemlerinin kullanılması • Yüklerin bir kişinin taşıyabileceği boyutlara indirilmesi • Uygun molalar verilerek, kişilerin dinlenmesinin sağlanması.
10	Kimyasal maddeler Alüminyum Sülfat dökülmesi ve temas	• Patlayıcı ya da alev alıcı özelliği yoktur. • Yutulması ve cilde teması halinde sağlığa zararlıdır ancak öldürücü bir etkisi yoktur.	4	3	12	• Depolama koşullarına uygun çalışılması • Ortamın havalandırılması • Çalışanlara periyodik eğitimler verilmesi
11	Motorlu araçların kullanımı, taşımacılık ve yollar Kimyasal madde depo sahasında forklift kullanımı, tesis içi araç trafiği	• Forklift ile taşınan malzemenin düşmesi, dökülmesi, • Saha içi araç kazası sonucu kişilerin yaralanması, mal ve can kaybı,	3	4	12	• Saha içi araçlar için hız limiti bulunması, • Forklifti operatör ehliyetli kişilerin kullanılması, • Forkliftin günlük kontrollerinin ve periyodik bakımlarının yetkili kişiler tarafından yapılması.
12	Kapalı alanda çalışma / Yalnız çalışma • Tanklarda yapılan çalışmalar, • Bakım onarım çalışmaları sırasında yalnız çalışma.	• Kapalı alanda çalışan kişinin, gaz vb. nedenle zehirlenmesi veya ortamda oksijen yetersizliği nedeniyle boğulması, • Yalnız çalışma sırasında kişinin kaza geçirmesi ve iletişim kuramaması,	3	4	12	• Kapalı alan çalışmalarında hareketsizlik dedektörü kullanılması, • Kapalı alan çalışmalarında bir gözcü bulunması ve kurtarma planı olması, • Saha içi iletişimin sağlanması ve yalnız çalışmanın en az düzeyde tutulması.

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
13	Biyolojik ajanlar (mikroorganizma, bakteriler, virüsler) Arıtma öncesi ham su veya arıtma çamurundan kaynaklanabilir.	<ul style="list-style-type: none"> Çalışanların el ile temas veya solunum sonucu, hastalıklara yakalanması 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması Çalışanların eldiven ve solunum koruyucu kullanıyor olması.
14	Basınçlı kaplar LPG, Oksijen, Asetilen, Propan gibi portatif tüpler ile çalışmak.	<ul style="list-style-type: none"> Ortama tüp içeriğini yayılması sonucu, patlama ve yangın. Yayılan gazdan dolayı zehirlenme. 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> Tüplerin uygun depolama koşullarında muhafaza edilmesi Tüplerin taşınırken uygun taşıma arabası ve zincirle sabitlenerek taşınması.

4.2 ATIK VE ARTIKLARI ARITMA, YAKMA VE DEĞERLENDİRME TESİSİ

Çalışma kapsamında, tesis saha ziyaretinde doldurulan soru listesi ve gözlemlenen tehlikeler için yapılmış risk analizi çalışması bu bölümde yer almaktadır.

4.2.1 Risk Analizi Çalışması Soru Listesi

Sıra No		Evet	Hayır
1	İş Kanununun 82.maddesi gereğince işyerinde İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili olarak mühendis veya teknik eleman görevlendirilmiş midir?	X	
2	Bir İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uzmanından danışmanlık hizmeti alınıyor mu?		X
3	İş Kanunu 81. madde gereğince bir İşyeri Hekiminden hizmet alınıyor mu?	X	
4	İşyerinizde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kurulu var mı? Toplantılarını ve çalışmalarını düzenli olarak yapıyor mu?	X	
5	Çalışanlarınızın gerekli sağlık kontrolleri yapıyor mu? Kayıtları tutuluyor mu?	X X	
6	İşyerinizde Kişisel Koruyucu Donanım ihtiyacı belirlenmiş ve belirlenen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlara verilmiş mi?	X	
7	Çalışanlara verilen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlar tarafından kullanılıyor mu?	X	
8	İşyerinizde Acil Durum Planlaması yapıldı mı?	X	
9	Acil Durum Planlaması kapsamında Acil Durum Talimatları var mı?	X	
10	Acil Durum Planlaması kapsamında koruma, kurtarma, ilkyardım ve söndürme ekipleri oluşturuldu mu? Eğitimleri verildi mi? alarm ve tahliye denemeleri yapılmakta mıdır?	X	

11	Acil Durum Planlaması kapsamında acil çıkış işaretlemeleri yapıldı mı?	X	
12	Acil Durum Planlaması kapsamında yangın söndürme cihazlarıyla ilgili işaretlemeler ve cihazların yerleşimi yapıldı mı?	X	
13	İşyerinizde ilkyardım eğitimi almış çalışanlarınız var mı?	X	
14	İşyerinizde gerekli yerlerde güvenlik ve sağlık işaretleri asılı mı?	X	
15	Çalışanlarınıza yaptıkları işlerle ilgili olarak maruz kaldıkları risklerle ilgili özel İSG eğitimleri veriliyor mu?	X	
16	İşyerinizde çalışanlarınızın yaptığı işlerle ilgili bir risk değerlendirmesi yapıldı mı?	X	
17	İşyerinizdeki iş kazaları ve meslek hastalıkları kaydediliyor mu? Eğer kaydediliyorsa kayıtlar benzer kaza veya hastalıkların tekrar yaşanmaması için analiz edilip değerlendiriliyor mu?	X	
18	İşyerinizde bulunan iş ekipmanlarının (vinç, forklift, asansör, kompresör, kazan vs.) teknik periyodik kontrolleri ehliyetli kişiler tarafından yapılıyor mu? Eğer yapılıyorsa bunları belgeleyen dokümanlar mevcut mudur?	X X	
19	İşyerinizde iş gereği kimyasal maddelerle çalışılıyor mu?	X	
20	İşyerinizde kullanılan kimyasal maddelerin Türkçe Malzeme Güvenlik Bilgi Formları var mı?	X	
21	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi var mı? (Örnek: OHSAS 18001)	X	

4.2.2 İzaydaş Kocaeli Tesisi Risk Analizi Tablosu

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
1	Mekanik / Ekipman kaynaklı tehlikeler Atık kabul bölümünde bunker'e düşme veya sıkışan atığa müdahale.	• Büyük ve dönen parçaları bulunan bu ekipmana çalışanların düşmesi sonucu, ölüm veya uzun kayıplı kazalar yaşanabilir.	5	5	25	• Acil stop düğmesinin bulunması, • Çalışanlara gerekli eğitimlerin verilmesi, • Bunker kapaklarının kapalı tutulması,
2	Elektrik Tehlikesi Tesis genelinde elektrik üretim merkezinde.	• Tesis genelinde ekipmanların elektrik bağlantıları ve kablolarında bağlantı hatası ve benzeri nedenlerle çalışanların yaralanması ve ölüm tehlikesi, • Elektrik kaynaklı yangın tehlikesi bulunmaktadır.	5	5	25	• Panolarının kilitli olması • Elektrik işlerine yetkin kişilerin müdahale etmesi • Standartlara uygun tesisat çekilmiş olması • Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması
3	Motorlu araçların kullanımı, taşımacılık ve yollar Tesis içinde çöp taşıma kamyonları başta olmak üzere yoğun araç trafiği vardır.	• Saha içi araç kazası sonucu kişilerin yaralanması, mal ve can kaybı,	5	4	20	• Saha içi araçlar için hız limiti bulunması, • Saha içinde hız kesici bariyerlerin bulunması,
4	Yangın Tehlikesi Saha içinde bulunan mazot tankı nedeniyle yangın ve patlama tehlikesi.	• Saha içi atölye ve ofislerin çok yakınında bulunan bu tankta yangın çıkması birden fazla kişinin ölümüyle sonuçlanabilir.	4	5	20	• Yangın algılama sistemi bulunması, • Yangın tüpleri ve yangın söndürme tesisatının bulunması, • Sahada sigara içme yasağı olması.
5	Basınçlı kaplar Atık yakma ve enerji üretim tesisinde bulunan sıcak su ve buhar kazanları ve hatlarında kaçak veya patlama tehlikesi.	• Çalışanların sıcak su ve buhar ile temas sonucu yaralanması, • Bakım onarım çalışmaları yapan personelin yaralanması, • Mekanik arızalar nedeniyle, tesisin maddi zarar görmesi.	4	5	20	• Kazan ve basınçlı hatlara periyodik bakımların yapılması, • İş izni sisteminin kullanılması ve takibinin yapılması.

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
6	Mekanik / Ekipman kaynaklı tehlikeler • Kaynak işleri, spiral motoru ile çalışma, bakım ve tamir işleri, el aletleri ile çalışma ve benzeri. • Döner ve hareketli parçaları olan aletlerle çalışmak.	• Kaynak işleri sırasında çalışanın kaynak buharından etkilenmesi ve zehirlenmesi, • Kaynak işleri ve spiral ile çalışma sırasında ışıma nedeniyle gözü kaynak alması, göze çapak kaçması, göz yaralanması, • Kaynak işleri sırasında el, kol veya vücutta yanık, • El, kol ve vücutta kesilme, ezilme, sıkışma, delinme ve benzeri yaralanmalar	4	4	16	• Çalışma boyunca solunum, el, yüz ve vücut koruyucu KKD kullanımı • Uygun kaynak gözlüğü kullanımı • Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması
7	Gürültü Bunker ve yakma tesisinin bazı bölümlerinde gürültü seviyesi 80 dB üzerindedir.	• Gürültüye uzun süre maruz kalmak, kalıcı duyma kaybına neden olur. • Gürültülü ortamda uzun süre çalışmak çeşitli sağlık problemlerine sebep olabilir.	4	4	16	• Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması • Çalışanlara kulak koruyucu verilmesi ve kullanımlarının takibi.
8	Mekanik kaldırma araçları Gelen atıkların bunkere aktarılması sırasında ve tesis içinde mobil vinç ve kaldırma ekipmanlarının kullanımı.	• Kaldırma operasyonları sırasında yükün düşmesi	3	5	15	• Vinç ve ekipmanlara periyodik kontrollerin yetkili kurum ve kişiler tarafından yapılması, • Vinç operatörünün yetkinlik belgesinin bulunması, • Kaldırma operasyonları iş güvenliği kurallarına uyulması ve kontrolü.
9	Kayma, takılma ve benzeri nedenlerle düşme, yüksekte düşme Tesis genelinde	• Kaygan ve ıslak zeminlerde takılma ve düşme sonucu ciddi yaralanmalar gerçekleşebilir.	3	5	15	• Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması • Görevli ve yetkili olmayan personelin yüksekte çalışmaması • Saha genelinde, yüksek bölgelerde standartlara uygun korkuluk yapılmış olması, • Uygun çalışma platformu ve merdiven kullanımı. • Gerekli bölgelerde kişisel koruyucu sistemler ve emniyet kemeri kullanımı.

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
10	Temel konfor koşulları (Sıcaklık, nem ve havalandırma) • Açık alanda çalışmaktan ötürü hava koşullarından direkt etkilenmek, • Atık kabul bölümünde koku	• Uygun olmayan konfor şartlarında çalışmak nedeniyle çalışanlarda dikkat eksikliği ve dikkatsizlik olması	5	3	15	• Koruyucu maske kullanımı, • Uygun molalar verilmesi ve çalışanların motivasyonunun sağlanması.
11	Ergonomik tehlikeler Kaldırma ve taşıma işlerinde ortaya çıkan kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları	• Kas iskelet sistemi hastalıkları, orta ve uzun vadede çalışanların meslek hastalıklarına yakalanmasına neden olabilir.	3	4	12	• Uygun kaldırma ekipmanı ve sistemlerinin kullanılması • Yüklerin bir kişinin taşıyabileceği boyutlara indirilmesi • Uygun molalar verilerek, kişilerin dinlenmesinin sağlanması.
12	Kapalı alanda çalışma / Yalnız çalışma • Tanklarda yapılan çalışmalar, • Bakım onarım çalışmaları sırasında yalnız çalışma.	• Kapalı alanda çalışan kişinin, gaz vb. nedenle zehirlenmesi veya ortamda oksijen yetersizliği nedeniyle boğulması, • Yalnız çalışma sırasında kişinin kaza geçirmesi ve iletişim kuramaması,	3	4	12	• Kapalı alan çalışmalarında hareketsizlik dedektörü kullanılması, • Kapalı alan çalışmalarında bir gözcü bulunması ve kurtarma planı olması, • Saha içi iletişimin sağlanması ve yalnız çalışmanın en az düzeyde tutulması.
13	Biyolojik ajanlar (mikroorganizma, bakteriler, virüsler) Laboratuara gelen atıkların numunelerinin alınması sırasında temas.	• Çalışanların el ile temas veya solunum sonucu, hastalıklara yakalanması.	3	3	9	• Çalışanların eldiven ve solunum koruyucu kullanıyor olması.
14	Kimyasal tehlikeler Laboratuara gelen atıkların numunelerinin alınması sırasında temas.	• Çalışanların el ile veya solunum sonucu, bilinmeyen bir kimyasal madde ile teması.	3	3	9	• Çalışanların eldiven ve solunum koruyucu kullanıyor olması.
15	Basınçlı kaplar LPG, Oksijen, Asetilen, Propan gibi portatif tüpler ile çalışmak.	• Ortama tüp içeriğini yayılması sonucu, patlama ve yangın. • Yayılan gazdan dolayı zehirlenme.	3	3	9	• Tüplerin uygun depolama koşullarında muhafaza edilmesi • Tüplerin taşınırken uygun taşıma arabası ve zincirle sabitlenerek taşınması, • Standartlara uygun tüplerin kullanılıyor olması.

4.3 İLERİ BİYOLOJİK ATIK SU ARITMA TESİSİ

Çalışma kapsamında, ileri biyolojik atık su arıtma tesisi saha ziyaretinde doldurulan soru listesi ve gözlemlenen tehlikeler için yapılmış risk analizi çalışması bu bölümde yer almaktadır.

4.3.1 Risk Analizi Çalışması Soru Listesi

Sıra No		Evet	Hayır
1	İş Kanununun 82.maddesi gereğince işyerinde İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili olarak mühendis veya teknik eleman görevlendirilmiş midir?		X
2	Bir İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uzmanından danışmanlık hizmeti alınıyor mu?		X
3	İş Kanunu 81. madde gereğince bir İşyeri Hekiminden hizmet alınıyor mu?		X
4	İşyerinizde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kurulu var mı? Toplantılarını ve çalışmalarını düzenli olarak yapıyor mu?		X
5	Çalışanlarınızın gerekli sağlık kontrolleri yapılıyor mu? Kayıtları tutuluyor mu?	X X	
6	İşyerinizde Kişisel Koruyucu Donanım ihtiyacı belirlenmiş ve belirlenen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlara verilmiş mi?	X	
7	Çalışanlara verilen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlar tarafından kullanılıyor mu?	X	
8	İşyerinizde Acil Durum Planlaması yapıldı mı?	X	
9	Acil Durum Planlaması kapsamında Acil Durum Talimatları var mı?	X	
10	Acil Durum Planlaması kapsamında koruma, kurtarma, ilkyardım ve söndürme ekipleri oluşturuldu mu? Eğitimleri verildi mi? alarm ve tahliye denemeleri yapılmakta mıdır?	X	

11	Acil Durum Planlaması kapsamında acil çıkış işaretlemeleri yapıldı mı?	X	
12	Acil Durum Planlaması kapsamında yangın söndürme cihazlarıyla ilgili işaretlemeler ve cihazların yerleşimi yapıldı mı?	X	
13	İşyerinizde ilkyardım eğitimi almış çalışanlarınız var mı?	X	
14	İşyerinizde gerekli yerlerde güvenlik ve sağlık işaretleri asılı mı?	X	
15	Çalışanlarınıza yaptıkları işlerle ilgili olarak maruz kaldıkları risklerle ilgili özel İSG eğitimleri veriliyor mu?	X	
16	İşyerinizde çalışanlarınızın yaptığı işlerle ilgili bir risk değerlendirmesi yapıldı mı?		X
17	İşyerinizdeki iş kazaları ve meslek hastalıkları kaydediliyor mu? Eğer kaydediliyorsa kayıtlar benzer kaza veya hastalıkların tekrar yaşanmaması için analiz edilip değerlendiriliyor mu?		X
18	İşyerinizde bulunan iş ekipmanlarının (vinç, forklift, asansör, kompresör, kazan vs.) teknik periyodik kontrolleri ehliyetli kişiler tarafından yapılıyor mu? Eğer yapılıyorsa bunları belgeleyen dokümanlar mevcut mudur?	X X	
19	İşyerinizde iş gereği kimyasal maddelerle çalışılıyor mu?	X	
20	İşyerinizde kullanılan kimyasal maddelerin Türkçe Malzeme Güvenlik Bilgi Formları var mı?	X	
21	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi var mı? (Örnek: OHSAS 18001)		X

4.3.2 İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi Risk Analizi Tablosu

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
1	Kayma, takılma ve benzeri nedenlerle düşme, yüksekten düşme Tesis genelinde, terfi merkezindeki kaba ızgalar bölgesinde.	<ul style="list-style-type: none"> Tesis genelinde, tanklar ve havuz kenarlarından zemine veya havuza düşme, Kaygan ve ıslak zeminlerde takılma ve düşme sonucu ciddi yaralanmalar gerçekleşebilir. 	5	5	25	<ul style="list-style-type: none"> Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması Görevli ve yetkili olmayan personelin yüksekte çalışmaması Saha genelinde, yüksek bölgelerde standartlara uygun korkuluk yapılmış olması, Uygun çalışma platformu ve merdiven kullanımı. Gerekli bölgelerde kişisel koruyucu sistemler ve emniyet kemeri kullanımı.
2	Elektrik Tehlikesi Tesis genelinde, ekipman bağlantılarında ve arıtma tesisine elektrik veren trafo merkezinde.	<ul style="list-style-type: none"> Tesis genelinde, pompa, blower, karıştırıcı vb. ekipmanların elektrik bağlantıları ve kablolarının ıslak zemin ve bölgelerde bulunması nedeniyle tesis ve çalışanların yaralanması ve ölüm tehlikesi, Elektrik kaynaklı yangın tehlikesi bulunmaktadır. 	5	5	25	<ul style="list-style-type: none"> Panolarının kilitli olması Elektrik işlerine yetkin kişilerin müdahale etmesi Standartlara uygun tesisat çekilmiş olması Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması
3	Gürültü Turbo blower ünitesinde gürültü düzeyi 80 dB üzerindedir.	<ul style="list-style-type: none"> Gürültüye uzun süre maruz kalmak, kalıcı duyma kaybına neden olur. Gürültülü ortamda uzun süre çalışmak çeşitli sağlık problemlerine sebep olabilir. 	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması Çalışanlara kulak koruyucu verilmesi ve kullanımlarının takibi.
4	Kimyasal maddeler Ozon gazının ortama yayılması ve solunması – Ozon jeneratörü bölgesinde.	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek yoğunlukta ozon gazı solumak sağlığa zararlıdır. 	3	5	15	<ul style="list-style-type: none"> Depolama koşullarına uygun çalışılması Ortamın havalandırılması Çalışanlara periyodik eğitimler verilmesi
5	Su üzerinde veya yakınında çalışma Tanklar ve havuzlarda da yapılan bakım-onarım çalışmaları.	<ul style="list-style-type: none"> Havuz ve tanklara çalışanların düşmesi sonucu boğulma ve yaralanma, Doğal nedenler veya mekanik arıza nedeniyle tankların taşması, tesis ve çevresini su basması. 	3	5	15	<ul style="list-style-type: none"> Havuz ve tank kenarlarında standartlara uygun korkuluk bulunması Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması Su seviye kontrolünün yapılması ve sistemin periyodik bakım ve kontrolü.

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
6	Mekanik / Ekipman kaynaklı tehlikeler • Kaynak işleri, spiral motoru ile çalışma, bakım ve tamir işleri, el aletleri ile çalışma ve benzeri. • Döner ve hareketli parçaları olan aletlerle çalışmak.	• Kaynak işleri sırasında çalışanın kaynak buharından etkilenmesi ve zehirlenmesi, • Kaynak işleri ve spiral ile çalışma sırasında ışıma nedeniyle gözü kaynak alması, göze çapak kaçması, göz yaralanması, • Kaynak işleri sırasında el, kol veya vücutta yanık, • El, kol ve vücutta kesilme, ezilme, sıkışma, delinme ve benzeri yaralanmalar	4	4	16	• Çalışma boyunca solunum, el, yüz ve vücut koruyucu KKD kullanımı • Uygun kaynak gözlüğü kullanımı • Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması
7	Basıncılı kaplar Çürütücülerde oksijen yükseldiğinde azot gazı kullanılıyor	• Oksijenin yetersiz olması durumunda (%19.5'un altında) baş dönmesi, kusma, bilinç kaybı görülebilir ve ölümlerle sonuçlanabilir • Oksijenin ortamda %8-10 veya daha düşük oranlarda bulunması halinde ani bilinç kaybı olabilir ve kişinin durumu fark edecek kadar zamanı olmayabilir. • Basıncılı şekilde vücuda teması halinde, temas eden uzuvda donma ve soğuk ısırmaları etkisi yapar.	4	4	16	• Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması • Çalışanların koruyucu eldiven kullanıyor olması. • Depolama şartlarına uygun şekilde çalışılması.
8	Mekanik kaldırma araçları Tesis içinde çamur vb. taşınması ve aktarılması sırasında kullanılan vinç, forklift, transpalet vb. ekipmanlar.	• Kaldırma operasyonları sırasında yükün düşmesi	3	5	15	• Vinç ve ekipmanlara periyodik kontrollerin yetkili kurum ve kişiler tarafından yapılması, • Vinç operatörünün yetkinlik belgesinin bulunması, • Kaldırma operasyonları iş güvenliği kurallarına uyulması ve kontrolü.
9	Temel konfor koşulları (Sıcaklık, nem ve havalandırma) • Açık alanda çalışmaktan ötürü hava koşullarından direkt etkilenmek, • Atık kabul bölümünde koku	• Uygun olmayan konfor şartlarında çalışmak nedeniyle çalışanlarda dikkat eksikliği ve dikkatsizlik olması	5	3	15	• Koruyucu maske kullanımı, • Uygun molalar verilmesi ve çalışanların motivasyonunun sağlanması.

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
10	Ergonomik tehlikeler Kaldırma ve taşıma işlerinde ortaya çıkan kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları	• Kas iskelet sistemi hastalıkları, orta ve uzun vadede çalışanların meslek hastalıklarına yakalanmasına neden olabilir.	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> • Uygun kaldırma ekipmanı ve sistemlerinin kullanılması • Yüklerin bir kişinin taşıyabileceği boyutlara indirilmesi • Uygun molalar verilerek, kişilerin dinlenmesinin sağlanması.
11	Kapalı alanda çalışma / Yalnız çalışma • Tanklarda yapılan çalışmalar, • Bakım onarım çalışmaları sırasında yalnız çalışma.	• Kapalı alanda çalışan kişinin, gaz vb. nedenle zehirlenmesi veya ortamda oksijen yetersizliği nedeniyle boğulması, • Yalnız çalışma sırasında kişinin kaza geçirmesi ve iletişim kuramaması,	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> • Kapalı alan çalışmalarında hareketsizlik dedektörü kullanılması, • Kapalı alan çalışmalarında bir gözcü bulunması ve kurtarma planı olması, • Saha içi iletişimin sağlanması ve yalnız çalışmanın en az düzeyde tutulması.
12	Biyolojik ajanlar (mikroorganizma, bakteriler, virüsler) Arıtma öncesi ham su veya arıtma çamurundan kaynaklanabilir.	• Çalışanların el ile temas veya solunum sonucu, hastalıklara yakalanması	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> • Gerekli uyarı ve ikaz levhalarının bulunması • Çalışanların eldiven ve solunum koruyucu kullanıyor olması.
13	Basıncılı kaplar LPG, Oksijen, Asetilen, Propan gibi portatif tüpler ile çalışmak.	• Ortama tüp içeriğini yayılması sonucu, patlama ve yangın. • Yayılan gazdan dolayı zehirlenme.	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> • Tüplerin uygun depolama koşullarında muhafaza edilmesi • Tüplerin taşınırken uygun taşıma arabası ve zincirle sabitlenerek taşınması.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda, İstanbul'da ve Kocaeli'nde faaliyet gösteren çevre projeleri için iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk analizi çalışması yapılmıştır. Risk analizi için 5x5 L tipi matris metodu kullanılmıştır.

Bir içme suyu arıtma tesisi, bir atıksu arıtma tesisi ve bir katı atık toplama ve yakma tesisinde, 3 farklı günde saha ziyaretleri yapılmış ve tesiste gözlem yapılarak, çalışanların sağlık ve güvenliğini etkileyebilecek tehlikeler belirlenmiştir. Belirlenen tehlikeler için, tehlikelerin ortaya çıkma olasılığı ve ortaya çıkması halinde şiddetinin ne olacağı, yapılan gözlemler ve tecrübelerle analiz edilerek, rakamsal olarak belirlenmiştir. Rakamsal olarak belirlenen şiddet ve olasılık değerleri çarpılarak, ortaya bir risk skoru çıkmıştır. Bu risk skor değerleri, her bir tehlike için belirlenmiş ve en yüksek skora sahip tehlikeler başta olmak üzere, risk analizi tablosunda sıralanmıştır.

Bu çalışma ile, her bir tesis için, gerek çalışanları, gerek tesisin kendisini, gerekse tesis etrafında yaşayan diğer insanları etkileyebilecek tehlikeler ve bu tehlikelerin ortaya çıkma riski belirlenerek, tehlikeleri ortadan kaldırmak veya minimize etmek için yapılacak iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarına yön vermek ve rehberlik etmek amaçlanmıştır.

İçme suyu arıtma tesisindeki tehlikelerle, İleri biyolojik arıtma tesisindeki tehlikeler, birbiriyle benzerlik göstermektedir. Her iki tesiste de yüksekten düşme ve elektrik tehlikesinin risk skoru yüksek çıkmıştır. Islak zeminlerin çok olması, bu tehlikenin önemini artırmakta ve gerekli tedbirler alınmış dahi olsa, bu tehlikenin tamamen ortadan kaldırılamayacak olmasına işaret etmektedir. Her üç tesisin de kendi elektriğini ürettiği göz önüne alındığından, elektrik üretim tesislerinde bulunan, özellikle yüksek ve orta gerilimden kaynaklanan elektrik tehlikesi de değerlendirmeye alınmıştır.

İçme suyu arıtma tesisinde kullanılan klor gazı, bu tesisin en yüksek skorlu risklerinden birisi olarak görülmektedir. Alınan her türlü tedbire rağmen, bu tehlikeye karşı her zaman hazırlıklı olunması ve kontrol tedbirlerinin güncel ve çalışır durumda olduğunun sürekli kontrolünün gerekli olduğu düşünülmektedir.

Her bir tesiste çalışanların maruz kaldığı bazı tehlikelerin kötü sonuçları, kısa vadede ortaya çıkmayacaktır. Örneğin, gürültü ve elle taşıma işlerinden kaynaklanan tehlikelerin, duyma kaybı veya kas iskelet sistemi hastalıklarına, başka bir ifadeyle orta veya uzun vadede meslek hastalıklarına neden olabileceği düşünülmektedir.

Tesislerde, risk analiz tablosunda, her bir tehlike için kullanımda olan mevcut kontrol tedbirlerinin etkinliğinin %100 olduğu kabul edilmiştir. Bu analiz çalışmasının bir sonraki adımı, tesis yetkililerinin risk skoru yüksek bulunan tehlikeler için mevcut kontrol tedbirlerinin etkinliğini değerlendirmesi ve gerekli görürlerse ilave kontrol tedbirleri almalarıdır.

4857 sayılı iş kanununun 82. Maddesine 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.”

Sanayi, ticaret, tarım ve orman işlerinden sayılan işlere ilişkin yönetmeliğin Ek 1 listesine göre, 98 - Suların toplanma, tasfiye, tevzii, arıtım ve su şebekelerinin işletilmesi ve aynı işletme tarafından yapılan bakım ve tamir işleri, 99 - Çöp ve kanalizasyon hizmetleri işleri, sanayiden sayılmaktadır. Ancak, incelenen tesisler, Atık ve artıkları arıtma ve yakma tesisi hariç, iş sağlığı ve güvenliği ile görevli bir mühendis veya teknik eleman çalıştırmamaktadır. Bunun bir nedeninin, incelenen tesislerin 4857 sayılı iş kanununa tabii olmaması olduğu düşünülmektedir. Belediye ve kamuya bağlı çalışanlar, iş kanununa tabii olmadığı için, bu tesislerde iş sağlığı ve güvenliği sisteminin kurulması ve yönetimi için yasal bir zorunluluk bulunmamaktadır. Ancak, bu

tez çalışması göstermiştir ki, bu tesislerde çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği açısından, bir çok risk ile iç içe çalışmaktadırlar.

Risk analizi, iş sağlığı ve güvenliği sisteminin önemli bir parçasıdır. Kullanılan metoda bağlı olarak, bir ekiple ve tesiste belli süreler gözlem yapılarak yürütülmesi gereken bir çalışmadır. Bu tez çalışması sırasında, tesislerde yapılan izinli çalışmaların süresinin daha uzun tutulması, risk analizinin daha detaylı ve bütün birimleri kapsayacak şekilde yapılmasına katkıda bulunacaktır.

Bir tesiste İş Sağlığı ve Güvenliğinin sağlanması yasal bir zorunluluktur. Bu bağlamda bakıldığında, çalışma kapsamında tesislere yapılan ziyaretlerde, geçmişte yaşanmış iş kazaları, sahadaki tehlikelerle ilgili bilgi almak ve benzeri konularda, tesisin gizlilik prensipleri nedeniyle yeterince bilgi alınamamıştır.

Atık ve artıkları arıtma, yakma ve değerlendirme tesisinde iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk analizi yapıldığı görülmüştür ancak diğer tesislerde böyle bir çalışmanın olmadığı söylenmiştir. Her üç tesiste de acil durumlar için planlama yapıldığı ve acil durum yönetimi konusunda çalışanların bilgilendirildiği söylenmiştir. Özellikle yerleşim alanlarının içinde veya yakınında bulunan bu tesisler için bu durum çok olumlu olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. BATEMAN, M., 2007, *Pratik Risk Değerlendirme El Kitabı: Tolley Yaklaşımı*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını No.MMO/2007/441, Bileşim Yayıncılık, İstanbul, 978-9944-89-381-7
2. BIXIO, D., PARMENTIER, G., ROUSSEAU, D., VERDONCK, F., MEIRLAEN, J., VANROLLEGHEM, P. A., THOEYE, C., A quantitative risk analysis tool for design/simulation of wastewater treatment plants,
3. COHRSEN, J., COVELLO, V.T., 1989, *Risk Analysis: A guide to principles and methods for analyzing health and environmental risks*, Council on Environmental Quality (U.S.).
4. ÇAKIROĞLU, N., 2007, *İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi kapsamında risk analizi, denetim ve bir firma uygulaması*, Yüksek Lisans, Sosyal Bilimler Enstitüsü
5. Çalışma Bakanlığı Sürekli Eğitim Merkezi, İş Güvenliği Uzmanlığı eğitimi, Risk analizi ders notları, 2010
6. DEMİRBİLEK, T., 2005, *İş Güvenliği Kültürü*, Legal Yayıncılık, İstanbul, 975-8654-97-7
7. DIEKMANN, J. E., Risk Analysis for Environmental Remediation Projects: A Comprehensive Approach, 1997, *Cost Engineering, Vol.39 No.8*
8. HALLOWELL, M.R., GAMBATESE, J.A., Activity-Based Safety Risk Quantification for Concrete Formwork Construction, 2009, *Journal of construction engineering and management*, DOI: 10.1061/_ASCE_CO.1943-7862.0000071
9. Health and Safety Executive, <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp.htm>, (Ziyaret tarihi 01.06.2010)
10. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi İç Tetkikçi Eğitimi Notları, Mova Danışmanlık İstanbul 2004
11. International Certificatin Systems, <http://www.icsturkey.com/105-inv-05-hata-agaci-analizi.html> (Ziyaret tarihi 05.06.2010)
12. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi, www.iski.gov.tr (Ziyaret tarihi 10.06.2010)

13. İzaydaş İzmit Atıkları ve Artıkları Arıtma , Yakma ve Değerlendirme A.Ş.
www.izaydas.com.tr (Ziyaret tarihi 10.06.2010)
14. JANNADI, O. A., ALMISHARI S., 2003, Risk Assessment in Construction, *Journal of construction engineering and management*, DOI: 10.1061/_ASCE_0733- 9364 (2003) 129: 5 (492)
15. MEHRDAD, R., MAJLESSI-NASR M., AMINIAN, O., SHARIFIAN, S. A., MALEKAHMADI, F., 2008, Musculoskeletal disorders among municipal solid waste workers, *Acta Medica Iranica, Vol. 46, No. 3*
16. MUNGAN ARDA, M., 2008, *Türkiye'deki bir tekstil fabrikasının risk analizi*, Yüksek Lisans, Çevre Mühendisliği Bölümü
17. ÖZKILIÇ, Ö., 2005, *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, Yayın no: 246
18. Risklerin Değerlendirilmesi ve Kontrolü – Önlem Dergisi Yayınları
19. SUTTON, I.A., 1992, *Process Reliability Using Risk Management Techniques*, Springer 1st edition, U.S., 978-0442001742
20. ŞENER, G., 2005, *Küçük ve orta ölçekli işletmelerde Risk analizi uygulaması (Dökümhaneler örneği)*, Yüksek Lisans, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
21. TS 18001 İSG Yönetim Sistemleri-Şartlar, Nisan 2008
22. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) , www.tse.gov.tr , (Ziyaret tarihi 20.05.2010)
23. WATERMAN, L., 1995, Health and safety risk assessments in the health sector, *Facilities Volume 13 · Number 2 pp. 22–25 MCB University Press, ISSN 0263-2772*
24. ZHOU, J., SPA–fuzzy method based real-time risk assessment for major hazard installations storing flammable gas, 2010, *Safety Science* , DOI:10.1016/j.ssci.2010.02.012
25. 10.06.2003 tarih ve 25134 sayılı Resmi Gazete

EKLER**EK-I****RİSK ANALİZİ ÇALIŞMASI SORU LİSTESİ**

Sıra No		Evet	Hayır
1	İş Kanununun 82.maddesi gereğince işyerinde İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili olarak mühendis veya teknik eleman görevlendirilmiş midir?		
2	Bir İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uzmanından danışmanlık hizmeti alınıyor mu?		
3	İş Kanunu 81. madde gereğince bir İşyeri Hekiminden hizmet alınıyor mu?		
4	İşyerinizde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kurulu var mı? Toplantılarını ve çalışmalarını düzenli olarak yapıyor mu?		
5	Çalışanlarınızın gerekli sağlık kontrolleri yapılıyor mu? Kayıtları tutuluyor mu?		
6	İşyerinizde Kişisel Koruyucu Donanım ihtiyacı belirlenmiş ve belirlenen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlara verilmiş mi?		
7	Çalışanlara verilen Kişisel Koruyucu Donanımlar çalışanlar tarafından kullanılıyor mu?		
8	İşyerinizde Acil Durum Planlaması yapıldı mı?		
9	Acil Durum Planlaması kapsamında Acil Durum Talimatları var mı?		
10	Acil Durum Planlaması kapsamında koruma, kurtarma, ilkyardım ve söndürme ekipleri oluşturuldu mu? Eğitimleri verildi mi? alarm ve tahliye denemeleri yapılmakta mıdır?		
11	Acil Durum Planlaması kapsamında acil çıkış işaretlemeleri yapıldı mı?		
12	Acil Durum Planlaması kapsamında yangın söndürme cihazlarıyla ilgili işaretlemeler ve cihazların yerleşimi yapıldı mı?		

13	İşyerinizde ilkyardım eğitimi almış çalışanlarınız var mı?		
14	İşyerinizde gerekli yerlerde güvenlik ve sağlık işaretleri asılı mı?		
15	Çalışanlarınıza yaptıkları işlerle ilgili olarak maruz kaldıkları risklerle ilgili özel İSG eğitimleri veriliyor mu?		
16	İşyerinizde çalışanlarınızın yaptığı işlerle ilgili bir risk değerlendirmesi yapıldı mı?		
17	İşyerinizdeki iş kazaları ve meslek hastalıkları kaydediliyor mu? Eğer kaydediliyorsa kayıtlar benzer kaza veya hastalıkların tekrar yaşanmaması için analiz edilip değerlendiriliyor mu?		
18	İşyerinizde bulunan iş ekipmanlarının (vinç, forklift, asansör, kompresör, kazan vs.) teknik periyodik kontrolleri ehliyetli kişiler tarafından yapılıyor mu? Eğer yapılıyorsa bunları belgeleyen dokümanlar mevcut mudur?		
19	İşyerinizde iş gereği kimyasal maddelerle çalışılıyor mu?		
20	İşyerinizde kullanılan kimyasal maddelerin Türkçe Malzeme Güvenlik Bilgi Formları var mı?		
21	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi var mı? (Örnek: OHSAS 18001)		

EK-II**RİSK ANALİZİ TABLOSU**

Sıra no	Tehlikenin Tanımı	Tehlikenin ortaya çıkması halinde muhtemel sonuçları	Hesaplanan Risk			Mevcut Kontrol Tedbirleri
			Olasılık	Şiddet	Risk puanı	
1						
2						
3						
4						
5						

ÖZGEÇMİŞ

BAHAR ÜNLÜ

1974 yılında Merzifon'da doğdum. 1990 yılında Çanakkale Lisesi'nden mezun oldum. 1991 yılında başladığım İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 1995 yılında mezun oldum. 2003 yılında İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsünde Uluslar arası İşletmecilik konusunda 1 yıl süreli ihtisas programını tamamladım. Çeşitli firmalarda teknik destek ve satış mühendisliği pozisyonlarında çalıştıktan sonra, 2005 yılından beri kariyerime İş Sağlığı Güvenliği sektöründe yön verdim. 2006 yılında, Çalışma Bakanlığı Eğitim kurumu ÇASGEM'den C Grubu İş Güvenliği Uzmanı belgesini aldım. Şu anda bir ilaç firmasında İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı olarak çalışmaktayım ve bir danışmanlık firmasında İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimleri vermekteyim.