



ENDÜSTRİYEL TESİSLERİN, EKİPMANLARIN VE ARAÇLARIN TASARIMINDA TEHLİKE TANIMLAMA VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Fuat Tiniş¹

1. GİRİŞ

Bu yazıda, endüstriyel tesislerin, ekipmanların ve araçların tasarımında dikkate alınmakta olan tesis güvenliği ile işçi sağlığı ve çevre açısından son derece önemli olan tehlike tanımlama ve risk değerlendirme kavramları açıklanmış ve bu kavramlarda belirtilen tanımlamaların yapılabilmesi, risklerin değerlendirilebilmesi ve bunların sonucunda güvenliğin sağlanması için kullanılmakta olan yöntemler anlatılmıştır.

2. ENDÜSTRİYEL TESİSLERİN, EKİPMANLARIN VE ARAÇLARIN TASARIMINDA SAĞLIK, GÜVENLİK VE ÇEVRE

Endüstriyel tesislerin, ekipmanların ve araçların mühen-

dislik, inşaat/imalat, işletmeye alma ve işletme aşamalarında, sözleşme ve mevzuat gereklilikleri doğrultusunda yangın, güvenlik, kontrol kaybı, işçi sağlığı, çevre koruma, atık yönetimi konularında aşağıda belirtilmiş olan değerlendirmeler yapılır [1], [2].

Proje için tanımlanmış olan ulusal ve uluslararası standart ve yasal düzenlemeler ile işverenin Sağlık, Emniyet ve Çevre (SEÇ) Politikasının gereksinimlerini karşılamak ve Projenin SEÇ risklerini azaltmak için gerekli tüm risk değerlendirme çalışmaları yürütülür. Genel bir uygulama olarak, mühendislik aşamasına başlamadan önce Tasarım SEÇ Planı, Tasarım Güvenliği ve Çevre Felsefeleri hazırlanarak işverene sunulur. Sözleşme gerekliliklerine uymak şartıyla, aşağıdakiler, SEÇ sürecinin en önemli unsurlarıdır.

¹ Makina Yüksek Mühendisi, ABT Yapı Kurumsal Mühendislik Direktörü - ftinis@gmail.com

2.1 Nicel (Kantitatif) Risk Değerlendirmesi (QRA – “Quantitative Risk Analysis”)

Bir Nicel Risk Değerlendirmesi (QRA), bağımsız bir Üçüncü Taraf Danışman tarafından, kurallar çerçevesinde gerçekleştirilir. Gerekli tüm girdiler tanımlanır, hazırlanır ve bu verileri doğrulayacak olan Üçüncü Taraf Danışmana sunulur. Danışmanın önerileri, riskin en aza indirilmesini ve azaltılmasını sağlamak için detay tasarıma katılır (örneğin: H2S oranı, her bir ünite için yangın ve patlama tehlikesi olası vakaları, vb.). Bu değerlendirme çalışmaları sonucunda hazırlanmış olan QRA Raporu işverene sunulur.

2.2 Tehlike Tanımlama ve Kaza Risk Değerlendirme Çalışmaları

Nitel (kalitatif) ve nicel (kantitatif) tehlike ve kaza riski çalışmaları, sözleşme gerekliliklerine göre yürütülür ve yorumlanır. Çalışmalar tehlikeleri tanımlar, riskleri değerlendirir ve riskleri, olası en düşük seviyeye indirmek için gerekli önlemlerin alındığını gösterir (ALARP – “as low as reasonably practicable”). Riski en aza indirmek için mühendislik, satın alma, inşaat-imalat, kurulum, devreye alma ve işletme aşamaları detay mühendisliği geliştirilirken aşağıdaki eylemler, belirtilen öncelik sırasına göre gerçekleştirilir:

- Tehlikelerin varlığını ortadan kaldırmak,
- Tehlikelerin gerçekleşmesini önlemek için yöntemler aramak,
- Bir tehlike gerçekleştiğinde büyüklüğünü veya sıklığını kontrol etmek,
- Tehlikenin tesis ve personel üzerindeki sonuçlarını hafifletmek için donanım veya yazılım sağlamak.

Nihai Güvenlik Değerlendirme sürecinden elde edilen çıktı; tehlike giderme, kontrol ve hafifletme arasında dengeli bir risk yönetim sistemi olarak kabul edilir. Tehlikeler belirlendikten sonra, belirlenen her bir tehlikeyle ilişkili risk düzeyini ölçmek için her bir tehlike senaryosunun sonuçları ve sıklıkları analiz edilir. Bu analizlerin çıktısı, uygun olan hallerde, genel tasarımda kilit faktörler olarak kullanıldığından, çalışmalar, tasarım süreci ve QRA ve danışman tarafından yapılan diğer güvenlik çalışmaları ile etkileşimli bir şekilde yürütülür.

Gerçekleştirilen tehlike değerlendirme çalışmaları, tamamı bunlarla sınırlı olmamakla birlikte, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

2.2.1 Tehlike Tanımlama (HAZID – “Hazard Identification”) Çalışması

Tehlike tanımlama (HAZID), dikkate alınan faaliyetle ilişkili tüm önemli tehlikelerin tanımlanmasına yönelik bir tekniktir ve çalışma ekibi üyelerini, hayal güçlerini kullanarak tehlikeleri tanımlamaları için yönlendirmek amacıyla kılavuz sözcükler kullanır. HAZID tipik olarak içsel tehlikeleri tanımlamayı amaçladığı için tesis yerleşim çizimlerine odaklanır. HAZID aynı zamanda, tehlikeleri ilk kademede olabildiğince düşük seviyede (ALARP) tanımlama seçeneği tekniğidir. Tehlike analizi tüm üniteler için yapılır ve bir rapor hazırlanır. HAZID Çalışması (çalıştay) bağımsız bir üçüncü taraf danışman tarafından yönetilir. Bu aracın projenin erken aşamalarında kullanılması, projenin uygulanabilir olup olmadığını belirleyen önemli bilgiler sağlayabilir [3].

HAZID çalışmasının yöntemi aşağıdaki gibidir:

HAZID'i çok disiplinli bir ekip gerçekleştirir. HAZID'in kapsamlı olarak gözden geçirilmesini sağlamak için onay makamının² ve işletmecinin temsilcileri ile bağımsız üçüncü taraf yöneticisi ve yine bağımsız üçüncü taraftan rapor tutucu bu çalışmada yer alır.

Kararlaştırılan eylem maddeleri HAZID çalışma sayfalarına kaydedilir.

Bu çalışmada çeşitli çizimler ve destekleyici belgelere uygun şekilde atıfta bulunulur. Çalışma aşağıdaki adımlarla ilerler:

1. Tesisin tasarım amacı ve normal işletme koşulları belirlenir.
2. Tehlikelerin olası nedenleri ve sonuçları belirlenir. Bir tehlike, inandırıcı bir nedeni varsa ve zararlı sonuçlara yol açabiliyorsa "anlamlı" olarak kabul edilebilir.
3. Tasarımda yer alan mevcut koruyucu, tehlikeyi azaltıcı ve kontrol edici önlemler tanımlanır.
4. Güvenlik veya çevresel etkilerine dayalı olarak tehlikelerin bir sıralaması yapılır ve
5. Daha fazla etki azaltmanın gerekli olması halinde, öneriler ve eylem tarafları belirlenir.

HAZID Prosedürü ve Kapanış Raporu işverene sunulur.

² Onay makamı, işveren veya işverenin belirlediği bir temsilci olabilir. Bundan sonra işveren onayı olarak yazı içerisinde geçen ifadeler, doğrudan işverenin onayı veya işveren temsilcisinin onayı olarak anlaşılmalıdır.

2.2.2 Tehlikeler ve İşletilebilirlik (HAZOP – “Hazard and Operability Analysis”) Çalışması

HAZOP çalışmalarında, disiplinlerarası bir ekip, amaçlanan süreç koşullarından sapmaların bir sonucu olarak ortaya çıkan tehlikeleri ve işletilebilirlik sorunlarını tanımlamak için sistematik bir yaklaşım kullanır. Deneyimli bir ekip lideri, ayrı konumlardaki belirli “süreç parametrelerine” veya süreç sistemindeki “analiz noktalarına” yönelik sabit bir “kılavuz sözcükler” seti kullanarak, tesis tasarımını sistematik olarak yönlendirir. “Analiz noktaları”, süreç sistemindeki belirli bir nokta olabileceği gibi, belirli bir boru hattı da olabilir.

HAZOP çalışmasını yürütmek için en iyi zaman, tasarımın oldukça sona yaklaştığı zamandır. Bu aşama, süreçte ortaya çıkan sorulara anlamlı yanıtlara izin verecek kadar iyi tanımlandığında, büyük bir maliyet olmadan tasarım ve uygulama değiştirilebilir.

HAZOP çalışması (çalıştay) bağımsız bir üçüncü taraf danışman tarafından yönetilir.

HAZOP Analizi yürütme planı, önerilen ekip amiri ve diğer önerilen ilgili ekip üyeleriyle birlikte, konu alanları bazında hazırlanır ve onaylanmak üzere işverene sunulur. Çalışma öncesinde, gerekli dokümantasyon tasarım sorumlusu tarafından, aşağıda verilenlerle sınırlı olmamak üzere, yayımlanır ve bu dokümanlar HAZOP çalışması öncesi çalışmayı yöneten danışman tarafından incelenir.

- Ana ekipman bilgi föyleri,
- Malzeme güvenliği bilgi föyleri (MSDS),
- Sebep ve etki diyagramları,
- Yerleşim planları ve alan sınıflamaları,
- Emniyet vanası hesaplamaları ve bilgi föyleri;
- Boru ve enstrüman diyagramları (P&ID'ler) ile ısı ve malzeme dengesinde belirtilmiş olan süreç akış diyagramları (PFD'ler),
- Elektrik resimleri,
- Malzeme seçim diyagramları,
- Yangından korunma çizimleri,
- Ağır ekipmanlar için taşıma ve kaldırma planları.

HAZOP çalışmasının yöntemi aşağıdaki gibidir:

1. Borulama ve Enstrümantasyon Diyagramlarında sürecin bir düğümü belirlenir.
2. Düğümün tasarım amacı ve normal çalışma koşulları tanımlanır.

3. IEC 61882 kılavuz sözcük listesine dayalı kılavuz sözcükler uygulanarak amaç veya çalışma koşulundan bir sapma belirlenir.
4. Sapmanın olası nedenleri ve sonuçları belirlenir. Bir sapmanın, inandırıcı bir nedeni varsa ve zararlı sonuçlara yol açabiliyorsa "anamlı" olarak kabul edilebilir.
5. Varsa güvenlik önlemleri belirlenir.
6. Hiçbir önlem sağlanmadıysa veya önlemler yetersizse, öneriler ve eylem tarafları belirlenir.

Uygulamada kılavuz sözcükler/sapmalar, gözden geçirilen sistemlerle ilgili standart bir soru listesi halinde belirlenir.

Tamamlanan HAZOP Çalışma Raporu incelenmek ve onaylanmak üzere işverene sunulur. HAZOP Çalışmaları'ndan kaynaklanan tüm öneriler işverenin yazılı onayından sonra mühendislik çalışmalarına yansıtılır. Çalışma sonucunda güvenli ve işletilebilir bir tesis sağlamak için gerekli olan tüm onaylı yapılacak işler, Tasarım Sorumlusu tarafından tasarımlara katılır. HAZOP Prosedürü ve Kapanış Raporu işverene sunulur.

2.3 Hata Modları ve Etkileri Analizi (FMEA – “Failure Modes and Effects Analysis”)

Hata modları ve etkileri analizinin (FMEA) amacı, gerekli iyileştirici yöntemlerin tanımlanabilmesi için öğelerin veya süreçlerin işlevlerini nasıl yerine getiremeyebileceğini belirlemektir. Bir FMEA, hem yerel hem de küresel olarak, öge veya süreç üzerindeki etkileriyle birlikte hata modlarını belirlemek için sistematik bir yöntem sağlar. Hata modlarının nedenlerinin belirlenmesini de içerebilir. İyileştirmeye ilgili kararları desteklemek için hata modlarına öncelik verilebilir. Kritiklik sıralamasının en azından sonuçların ciddiyetini ve sıklıkla diğer önem ölçülerini içerdiği durumlarda, analiz, hata modları, etkileri ve kritiklik analizi (FMECA) olarak adlandırılır.

2.4 Hata Ağacı Analizi (FTA – “Fault Tree Analysis”)

Hata ağacı analizi (FTA), bir dizi alt düzey olayı birleştirmek için Boolean mantığı kullanılarak bir sistemin istenmeyen durumunun analiz edildiği yukarıdan aşağıya, tümdengelimli bir hata analizidir. Bu analiz yöntemi esas olarak güvenlik mühendisliği ve güvenilirlik mühendisliğinde sistemlerin nasıl başarısız olabileceğini anlamak, riski azaltmanın en iyi yollarını belirlemek ve bir güvenlik kazasının veya belirli bir sistem seviyesi (fonksiyonel) ha-

tasarımın olay oranlarını belirlemek (veya bir izlenim almak) için kullanılır.

2.5 İşçi Sağlığı Risk Değerlendirmesi (HRA – “Health Risk Assessment”)

İşçi Sağlığı Risk Değerlendirmesi (HRA), iş sağlığı tehlikelerinin tanımlanmasını ve değerlendirilmesini içerir. Genellikle benimsenen yöntem, söz konusu çalışmayı bir dizi özel göreve ayırmayı ve daha sonra her bir görevle ilişkili sağlık risklerinin değerlendirilmesini içerir. Sağlık üzerinde olumsuz etkisi olabilecek tüm unsurlar göz önünde bulundurularak geniş bir yaklaşım benimsenmelidir. HRA Prosedürü ve Raporu işverene sunulur.

2.6 Güvenlik Bütünlüğü Seviyesi (SIL – “Safety Integrity Level”) Doğrulama Çalışması

Güvenlik Bütünlüğü Seviyesi Doğrulama Çalışması, kontrol ve enstrümanlı koruyucu sistemlerin güvenilirliğini değerlendirmek için yapılır. SIL Doğrulama Çalışması (çalıştay) bağımsız bir üçüncü taraf danışman tarafından yönetilir. SIL Prosedürü ve doğrulama çalışması raporu işverene sunulur.

Gereksinim duyulan SIL seviyesinin belirlenmesinde ALARP, Risk Grafiği, Risk Matrisi, Hata Ağacı Analizi (FTA – “Fault Tree Analysis”) ve Koruma Katmanları Analizi (LOPA – “Layers of Protection Analysis”) yöntemleri kullanılabilir.

2.7 Güvenlik Durumu (“Safety Case”)

Güvenlik Durumu, varlık bütünlüğü hizmet ömrü boyunca Büyük Kaza Tehlikesi ve Yüksek SEÇ Risklerinin sistematik olarak değerlendirildiğini ve olabildiğince düşük seviyede (ALARP) yönetildiğini veya yönetileceğini gösteren resmi yazılı bir kayıttır. Güvenlik Durum Çalışması, bağımsız bir üçüncü taraf danışmanın yönlendirmesiyle yapılır. Güvenlik Durum Raporu, işverene sunulur.

2.8 Eşzamanlı Operasyonlar Çalışması (SIMOPS - “Simultaneous Operations”)

Eşzamanlı Operasyon Çalışması (SIMOPS çalıştay), işveren ve varsa diğer ilgili tarafların katılımıyla düzenlenir ve gerçekleştirilir. SIMOPS yöntemi, matrisi ve raporu işverene sunulur.

2.9 Ergonomi / İnsan Faktörleri Mühendislik Çalışması

Ergonomi çalışması, vana kritiklik analizi ve görev gereksinimleri analizini belirlemek için yapılır. Ergonomi çalışma raporu işverene sunulur.

2.10 Gürültü Kontrolü

Tasarım dosyasında yer alan geçerli yönetmeliklere ve standartlara uygun gürültü kontrol kısıtlamaları uygulanır.

2.11 Zehirli ve Yanıcı Gaz Yayılımı

Zehirli ve yanıcı gazların açığa çıkabileceği ve potansiyel tutuşma kaynağına erişebileceği tesisler için, zehirli ve yanıcı gazların yayılım çalışması yapılır. Yayılım çalışması raporu, işverene sunulur.

2.12 Yangın ve Patlama Güvenliği

Tesisler için yangın ve patlama riski değerlendirilmesi gerçekleştirilir. Yangın ve patlama riski değerlendirme raporu işverene sunulur.

2.13 Tahliye, Kaçış ve Kurtarma (EER – “Evacuation, Escape and Rescue”) Değerlendirmesi

Tahliye, kaçış ve kurtarma değerlendirilmesi, işletmecinin olası tahliye, kaçış ve kurtarma durumlarını dikkate alması ve bunları EER hedefleri ve kabul edilebilirlik kriterleriyle karşılaştırması amacıyla yapılır. EER değerlendirme raporu işverene sunulur.

2.14 Yangın ve Gaz Algılama ve Korunma Sistemleri

Yangın ve gaz algılama ve korunma sistemleri için tasarım felsefesi, Yangından Korunma Tasarım esaslarına uygun olarak hazırlanır. Kontrol sistemi, kapatma sistemine bağlı bir yangın ve gaz algılama sistemini içerir. Asgari koşul olarak, aşağıdaki algılama ekipmanlarının tesis edilmesi sağlanır.

- Gaz (yanıcı ve zehirli) algılama sistemi
- Duman ve yangın algılama sistemi.

2.15 Pasif ve Aktif Yangından Korunma

- Yangından korunma düzenlemelerinin düzeyi, tesislerin yangın riski analizine dolayısıyla tesiste yangın oluşturacak malzeme cinsine ve bunun oluşturacağı yangın yüküne dayanmaktadır. Tesislere kurulum için yangın riskine göre oluşturulacak ve katı/sıvı/gaz yangınlarına göre ayrı ayrı hazırlanarak düzenlenecek yangın söndürme sistemi için gerekli tüm cihazların listesive yerleşim planı hazırlanır.
- Genel Güvenlik ve Alarm Sistemleri tasarlanır.
- Manuel Alarm Çağrı noktaları ve genel sirenler stratejik yerlerde konumlandırılır. Borulama, vanalar ve

ekipman üzerinde güvenli bakım çalışma koşullarını kolaylaştırmak için tasarımda pozitif izolasyon dikkate alınır.

- Gerekliyse acil durum duşları ve göz banyo istasyonları, tehlikeli maddelerin taşınacağı, depolanacağı veya işleteceği alanlara yerleştirilir.

2.16 Güvenli Erişim ve Kaçış Güzergâhları

2.16.1 Güvenli Erişim

Mekanik, elektrik ve kontrol teknisyenlerince vanaların kullanılması, rutin bakım ve kontrollerinin yapılması gibi işletmeyi ilgilendiren çalışmalara olanak sağlamak üzere, uygun yüksekliklere güvenli erişimler sağlanır. Tasarımda, gerçekleştirilecek bu tür işletme çalışmaları dikkate alınır. Tüm basınç, sıcaklık ve akış göstergeleri ile vanalar, kalıcı erişim platformlarından kolaylıkla okunabilecek ve kumanda edilebilecek şekilde düzenlenir.

2.16.2 Kaçış Güzergâhları

Kaçış ve tahliye yollarının tasarımında, yapılmış olan risk analizinden yararlanılır. Kaçış yolları, tehlike noktalarından, göreceli olarak daha güvenli olan alanlara giden en kısa ulaşım yollarıdır. Kaçış yolları, tehlikeli bir bölgeden kaçan personeli, daha az tehlikeli bir bölgeye ulaştırırken tehlikeli bölgelerden geçmeyecek şekilde planlanır. Tüm kaçış yolları, personeli toplanma alanlarına yönlendirir. Her kaçış yolu, kolayca erişilebilir, engelsiz ve belirgin olarak işaretlenir. Bu konuda, gerekli ve yeterli yön gösterici işaretleme ve levhalama planlaması yapılır. Ayrıca risk analizine göre, gürültülü ortamlar için veya yalnızca ışıklı uyarı sistemlerinin uyarı için yeterli olmadığı koşullar için sesli ve ışıklı uyarı sistemleri dikkate alınır.

Ayrıca endüstriyel tesis içindeki makina ve donanımlarının yerleşim planlarının değiştirilmesi durumunda, kaçış ve tahliye yollarının güncellenmesi yapılmalıdır.

2.17 Çevre Koruma Gereksinimleri

Aşağıdaki hususlar, temel mühendislik ve tasarım gereksinimlerine katılır:

2.17.1 Menfezler ve Bacalar

Havalandırma menfezlerinin ve bacaların konumları ile yükseklikleri, yayılımı ve elektrikli ekipmanlarda, tehlikeli alan etkisi yaratmamak için optimum konumlandırmayı ve boyutlandırmayı dikkate alarak belirlenir. Egzoz emisyonları ve egzoz ölçme ve izleme sistemi, mevcut en iyi uygulamaları ve teknolojiyi dikkate alarak seçilir.

2.17.2 Drenaj Sistemi

Hidrokarbon veya tehlikeli maddelerin karaya / denize boşaltılmasını önlemek için kapalı bir drenaj sistemi oluşturulur.

2.17.3 Tehlikeli Maddeler

Tehlikeli maddelerin kaydı ve envanteri hazırlanır. Bu kayıt ve envanter, tesiste veya ünitelerde kalıcı veya geçici olarak depolanacak tüm yanıcı malzemeleri, pas yapıcı ve zehirli maddeleri, kimyasalları ve radyoaktif maddeleri içerir. Sürekli kullanımına gerek duyulan tehlikeli maddelerin toplu olarak depolanması dikkate alınır. Bu envanter işverene sunulur.

2.18 Malzeme Taşıma ve Kaldırma

Kaldırma ekipmanları, risk analizi doğrultusunda ve üretim sırasında güvenli çalışmaya izin verecek şekilde konumlandırılır ve tasarlanır. Özellikle ağır ekipmanlarda, taşıma ve kaldırma planları oluşturulmalı, vinç palet veya ayaklarının bastığı zeminlerin taşıma güçleri kontrol edilmeli, gerekiyorsa zemin güçlendirilmelidir.

2.19 SEÇ Tehlike ve Etkileri Kaydı

SEÇ tehlike ve etkileri kaydı, tasarım geliştirme sürecinden kaynaklanan SEÇ ile ilgili tüm çalışmalar ile iç ve dış incelemeler ile denetimlerden elde edilen önerilere uygun olarak konmuş çalışmaların resmi bir kaydını tutmak üzere oluşturulur ve güncellenir.

2.20 SEÇ Kararları Dosyası

Tesis tasarımı ve işletmesi sırasında alınan tüm önemli SEÇ kararlarının kaydı tutulur ve bu sürdürülür. SEÇ Eylem İzleme Sistemi, SEÇ çalışmaları ve risk değerlendirmesi gibi faaliyetlerden elde edilen tüm SEÇ önerilerinin bir kaydını tutar. Onaylanmış eylemler tasarıma katılır. SEÇ çalışmaları hakkında aylık rapor ve gerektiğinde bu çalışmaların güncelleme durumunun kaydı tutulur.

2.21 Proje Sağlık, Emniyet ve Çevre Gözden Geçirmeleri (PHSER – “Project Health, Safety and Environment Review”)

Proje Sağlık, Emniyet ve Çevre (SEÇ) Gözden Geçirmeleri (PHSER), denetim gerekliliklerinin bir parçası olarak işveren veya temsilcisi tarafından yapılır. PHSER sırasında Tasarım Sorumlusunun katılımı gerekir. Gerek duyması durumunda, işverene yardım sağlanır. Kapanış raporu hazırlanır.

2.22 SEÇ Açısından Kritik Olan Ekipmanların ve Sistemlerin Tanımlanması ve Bütünlük Güvencesi

Güvenlikle ilgili tüm cihazları, ekipmanları, sistem ve malzemeleri içeren kapsamlı bir güvenlik cihazları ve gerekiyorsa bunların kalibrasyonlarının kaydı tutulur ve bu kayıt güncellenir.

Bu güvenlik ekipmanları hakkındaki bilgiler cihazdan cihaza değişmekle birlikte, her durumda ilgili tasarım esasları ve hizmet koşulları ile birlikte kayıt altına alınır ve destekleyici olan ve boyutlandırma için hazırlanmış olan hesaplamalara atıf yapılır.

3. İLGİLİ STANDARTLAR VE YASAL DÜZENLEMELER

Yukarıda açıklanmış olan tehlike belirleme ve risk değerlendirmesine esas olmak üzere pek çok ulusal ve uluslararası standartlar ve yasal düzenlemeler bulunmaktadır.

3.1 Standartlar

Tehlike belirleme ve risk değerlendirmesi konusundaki uluslararası standartlar "International Electrotechnical Commission" (IEC), "International Standards Organisation" (ISO) ve "European Standards" (EN) tarafından hazırlanmıştır ve başlıcaları aşağıda sıralanmıştır.

IEC 61508-2010 "Functional Safety of Electrical/ Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems", şemsiye bir güvenlik standardıdır ve özellikle güvenlik fonksiyonları çalışmaz ise oluşacak tehlikeleri kapsamaktadır. Bu standart 7 bölümden oluşmuştur.

IEC 61882-2016 "Hazard and Operability Studies (HAZOP Studies) - Application Guide", kılavuz kelimeleri kullanarak, sistemlerin HAZOP çalışmaları için hazırlanmış bir kılavuzdur; tanım, hazırlık, inceleme oturumları ve sonuçta ortaya çıkan belgeler ve takip dahil olmak üzere tekniğin uygulanması ve HAZOP çalışma prosedürü hakkında rehberlik eder.

TS EN IEC 60812-2018 "Arıza Modları ve Etki Analizi (FMEA ve FMECA)", arıza modları, etkiler ve kritiklik analizi (FMECA) opsiyonu dahil olmak üzere, arıza modları ve etkileri analizinin (FMEA) nasıl planlandığını, gerçekleştirildiğini, belgelendiğini ve sürdürüldüğünü açıklar.

TS EN 61025-2008 "Fault Tree Analysis (FTA)", hata ağacı analizini açıklar ve temel ilkelerin tanımı, ilgili matematiksel modellemenin tanımlanması ve açıklanması, FTA'nın

diğer güvenilirlik modelleme teknikleriyle ilişkisinin açıklanması, FTA'nın gerçekleştirilmesiyle ilgili adımların açıklaması, uygun varsayımların, olayların ve başarısızlık modlarının tanımlanması ile yaygın olarak kullanılan sembollerin tanımlanması ve açıklaması şeklinde uygulanmasına ilişkin rehberlik sağlar.

ISO 17776-2002 "Petroleum and Natural Gas Industries – Offshore Production Installations – Guidelines on Tools and Techniques for Hazard Identification and Risk Assessment", petrol ve doğalgaz endüstrisinde tehlike belirleme ve risk değerlendirme araç ve tekniklerine kılavuzluk eden bir standarttır.

ISO 26262-2018 "Road Vehicles Functional Safety Package", otomotiv sektörüne yönelik bir standarttır ve özellikle otomotiv ile ilgili ürünlerin geliştirilmesi ve kullanım süresi boyunca güvenliğini sağlamak için bu standardın gereklerine uymak kritiktir. Bu standart, 10 bölümden oluşmuştur.

TS EN 61511-2018 "Fonksiyonel Güvenlik - Süreç Sanayi Sektörü için Güvenlik Enstrümanlı Sistemler", proses içeren sektörlerde güvenliğini sağlamak için güvenlik enstrümanlı sistemin şartname, tasarım, kurulum, işletme ve bakımı için gereksinimleri veren standarttır. Bu standart 5 bölümden oluşmuştur.

TS EN 62304-2006 "Tıbbi Cihaz Yazılımı-Yazılım Yaşam Çevrimi Süreçleri", standardına uymak, güvenlik açısından tıbbi yazılım geliştiriciler için kritik önemdedir. Bu standart 9 bölümden oluşmuştur.

TS EN IEC 62061-2021 "Makina Güvenliği - Güvenliğe İlişkin Elektrik, Elektronik ve Programlanabilir Elektronik Kontrol Sistemlerinin Fonksiyonel Güvenliği", makina endüstrisinde kullanılan ve riski azaltmak için SIL seviyelerini kullanan bir güvenlik standardıdır. Makina endüstrisinde kullanılan diğer bir güvenlik standardı ISO 13849-2015 "Safety of Machinery – Safety-Related Parts of Control Systems"dir. Bu standart 2 bölümden oluşmuştur.

TS EN 60880-2006 "Nuclear Power Plants – Instrumentation and Control Systems Important to Safety – Software Aspects for Computer Based Systems Performing Category A Functions", nükleer güç santrallerinde kullanılan güvenlik standardıdır.

Bunların dışında tüm işletmelerce uyması beklenen iş

sağlığı ve güvenliği ve çevre ile ilgili de aşağıdaki standartlar vardır.

TS EN ISO 14001-2015 “Çevre Yönetim Sistemi – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu”, bir kuruluşun çevresel performansını geliştirmek için kullanabileceği bir çevre yönetim sistemi için gereksinimleri belirtir.

TS ISO 45001-2018 “İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi”, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönetim sistemi için gereklilikleri belirtir ve kuruluşların işle ilgili yaralanmaları ve hastalıkları önleyerek ve aynı zamanda İSG’yi proaktif olarak geliştirerek, güvenli ve sağlıklı işyerleri oluşturmalarını sağlamak için kullanmalarına rehberlik eder.

3.2 Ulusal ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler

Standartlar dışında, endüstriyel tesislerin, ekipmanların ve araçların tasarlanmasında tehlikeleri belirlemek ve riskleri yönetmek ve engellemek anlamlı birçok ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler de bulunmaktadır. Burada yalnızca özellikle yönetmelik şeklinde yayımlanmış olan yasal düzenlemelerin belli başlıları sıralanmıştır.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik,
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği,
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği,
Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik,
Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği,
Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği,
Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,
Atık Yönetim Yönetmeliği,
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği,
Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği,
Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik,
Nükleer Tesislerde Yönetim Sistemi Yönetmeliği,
İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği,
Radyoaktif Atık Yönetimi Yönetmeliği,
Yıldırımdan Korunma Yönetmeliği,

Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik,

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik,

Açık Alanda Kullanılan Teçhizat Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu ile İlgili Yönetmelik.

4. DEĞERLENDİRME VE GÖRÜŞLER

Ülkemizdeki mevcut bazı tekil tasarım şirketlerinde veya mühendislik, satınalma ve inşaat türü taahhütler üstlenen bazı şirketlerdeki tasarım gruplarında var olan mühendislik gücü üst düzeydedir. Ne var ki, bunların sayısı çok değildir.

Bu gücü korumak ve geliştirmek ve ülkemizde tasarımı yapılamayan endüstri tesisleri, ekipman ve araçlar konularında belli bir strateji planı içerisinde tasarım yeteneği elde etmek çok önemlidir. Bu yeteneği geliştirmenin bir yanı da, tehlike tanımlama ve risk değerlendirme çalışmalarını ulusal ve uluslararası belirleyici belge, esas ve standartlara uygun olarak yürütebilmektir.

Bu anlamda, tasarım sorumluları kadar yukarıda belirtilmiş olan çalıştayları düzenleyebilecek ve yönetebilecek yetenek ve deneyimde tehlike belirleme ve risk değerlendirme konularında çalışan grupların da oluşması son derece önemlidir. Bu tür deneyimli şirketlerin sayılarının yurdumuzda artmakta olması da sevindirici bir durumdur.

KAYNAKÇA

1. **Janjua, F.** 2014. Handbook on Process Safety Integrity for Utility Operators, KSA
2. **Kletz, T, Amyotte, P.** 2010. Process Plants - A Handbook for Inherently Safer Design, 2nd Ed., CRC Press, USA.
3. **Dr. Siddiqui, N. A., Nandan, A., Sharma, M. ve Srivastava, A.** 2014. “Risk Management Techniques HAZOP & HAZID Study”, International Journal on Occupational Health & Safety, Fire & Environment – Allied Science, Vol. 1 Issue 1 July-Sept, 2014.