



KOCAELİ SANAYİ ODASI
KOCAELI CHAMBER OF INDUSTRY

PROSES GÜVENLİĞİ ve DEĞİŞİMİN YÖNETİMİNDE HAZOP-LOPA YAKLAŞIMI ile SIS YETERLİLİĞİ

Suna BALCI

14-15 MAYIS 2018



KOCAELİ SANAYİ ODASI

K O C A E L İ C H A M B E R O F I N D U S T R Y

OSHA Tanımı:

'Proses Emniyeti'nin amacı toksik, reaktif, yanıcı veya patlayıcı kimyasalların toksik, yangın veya patlama tehlikelerine yol açabilecek **KATASTROFİK BOŞALMA**'larının sonuçlarını önlemek veya en aza indirmektir.

İkinci Tanım:

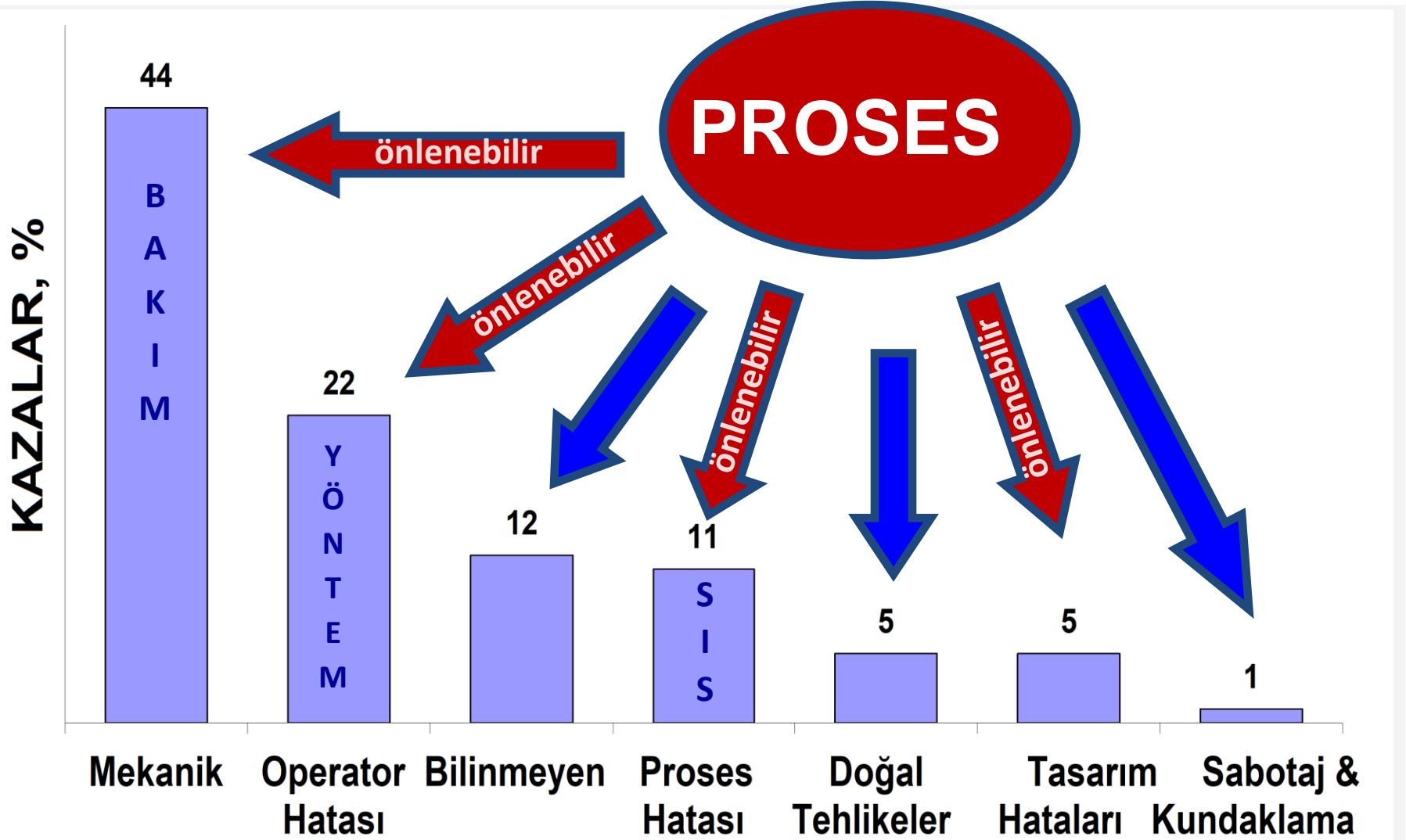
Son derece tehlikeli kimyasalların **KATASTROFİK BOŞALMA**'larını önlemek için proses tesis ekipmanının bütünlüğü ve çalışması ile ilgili bir dizi ilke ve

uygulama.

CATASTROPHIC Proses Güvenliği olayları genellikle diğer olay türlerinden daha şiddetlidir.



BÜYÜK FABRİKA KAZALARININ NEDENLERİ



FAALİYETLER

- Tesisin temini ve bakımı,
- Tasarım ve yerleşim düzeninde donanım, yazılım, kontrol sistemleri vb. ile ortadan kaldırmak,
- Süreç yaşam döngüsü boyunca riskleri kontrol ve azaltma ile üretkenliği artırma.

SİSTEMLER

İĞİ ELEMANLARI

PROSES

PROSESLER

- Yönetim Sistemleri,
- Tanımlanacak süreçler, prosedürler ve diğer iş sistemleri
- Riskleri kontrol etme ve azaltma,
- Operasyonel performansını artırma.

İNSAN

- Organizasyon, roller ve sorumluluklar,
- Bilgi, eğitim, tecrübe,
- Zihniyet ve personel yeteneği ile birlikte kaynak seviyeleri ve davranışları.

DAVRANIŞ

KORUMA GÜVENİLİRLİĞİNİN AZALTILMASI

PROSES GÜVENLİĞİ KONTROLLERİ

DOĞAL

(tasarımda)

- Tehlikeli olmayan veya daha az tehlikeli olan malzeme ve süreç değişikliği ile tehlikeyi **ortadan kaldırın / azaltın.**

PASİF

(tasarımda)

- Herhangi bir aletin aktif çalışması olmadan sıklığı veya sonucu azaltmak için süreç veya ekipman tasarımı ile tehlikeyi **en aza indirin.**

USUL

(işletmede)

- Olayları **önlemek** veya olayların **sonuçlarını hafifletmek**
 - Emniyet kilitleri, otomatik kapanma sistemleri vb. muhafazalar ile tehlikeyi **izole et.**
 - Lokal veya egzoz havalandırma ile tehlikenin **yönünü değiştir.**

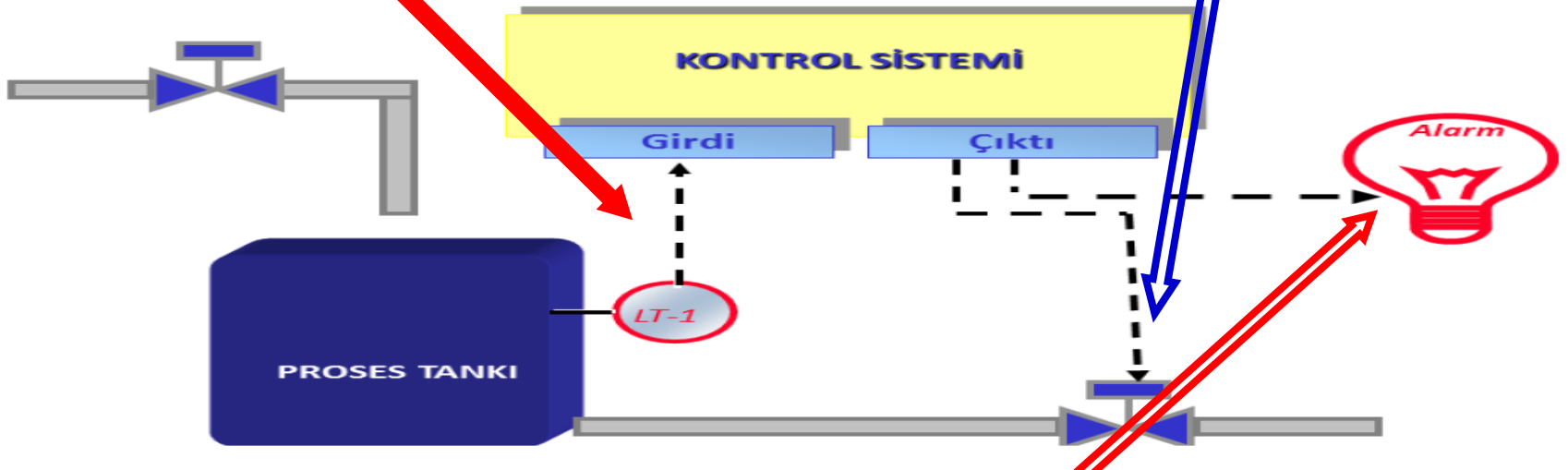
OPERASYONEL

(işletmede)

- **Güvenli işletme**
 - Standart çalışma prosedürleri, güvenlik kuralları ve standart prosedürler, acil durum müdahale prosedürleri, eğitim.

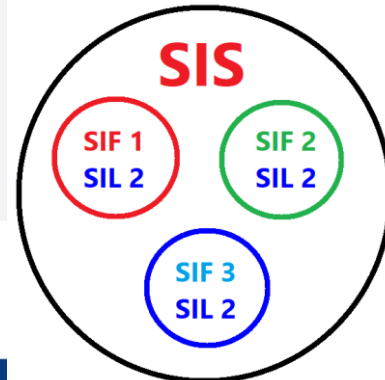
Uyarıcı (P, T, debi sensörleri, vb.) ve **kontrol ekipmanından** (vana, motor açma, kapatma, vb.) oluşan sistem

☹ Parametre değerleri kabul edilebilir aralıkta olduğunda, süreç değişkeni BPC tarafından normal aralığa indirilir.



☹ 'Kabul edilemez aralıkta parametre/süreç sapması' durumunda, sistem veya operatör **alarm** bilgisi verirse SIS kontrol eylemleri gerçekleşir.

- ? Tehlikelerin ve riskin kabul edilebilir seviyelerin altında olup olmadığı (Güvenlik Bütünlüğü Seviyesi- SIL)?
- ✓ Mevcut koruma (BPCS) yetersiz olduğunda Güvenlik Enstrümanlı Sistem (SIS) gereklidir.
 - Her bir SIS'in bir veya daha fazla Güvenlik Enstrümanlı Fonsiyonu (SIF) vardır ve her biri SIL tarafından belirtilen bir risk azaltma ölçüsü sağlar.



GÜVENLİK ENSTRÜMANLI FONKSİYONLAR – SIF

Amaç, önceden belirlenmiş **tasarım değerleri** aşıldığında veya **güvenli çalışma koşulları** geçildiğinde **“güvenli bir duruma”** sürecin girmesini sağlamaktır.

- *SIS tarafından uygulanan güvenlik fonksiyonu*
- ✓ **SIL tarafından belirlenen güvenli durumu korumak veya duruma ulaşmak**
 - *Tehlikeyi tespit etmek ve süreci güvenli duruma getirmek.*
- ✓ **İnsanı, çevreyi veya ekipmanı korumak için oluşum frekansını düşürmek.**
- ✓ **Acil durum olayının etki şiddetini azalmak.**

Amaç, riski kabul edilebilir bir seviyede tutmak için gerekli olan risk azaltma miktarına dayanmaktadır.

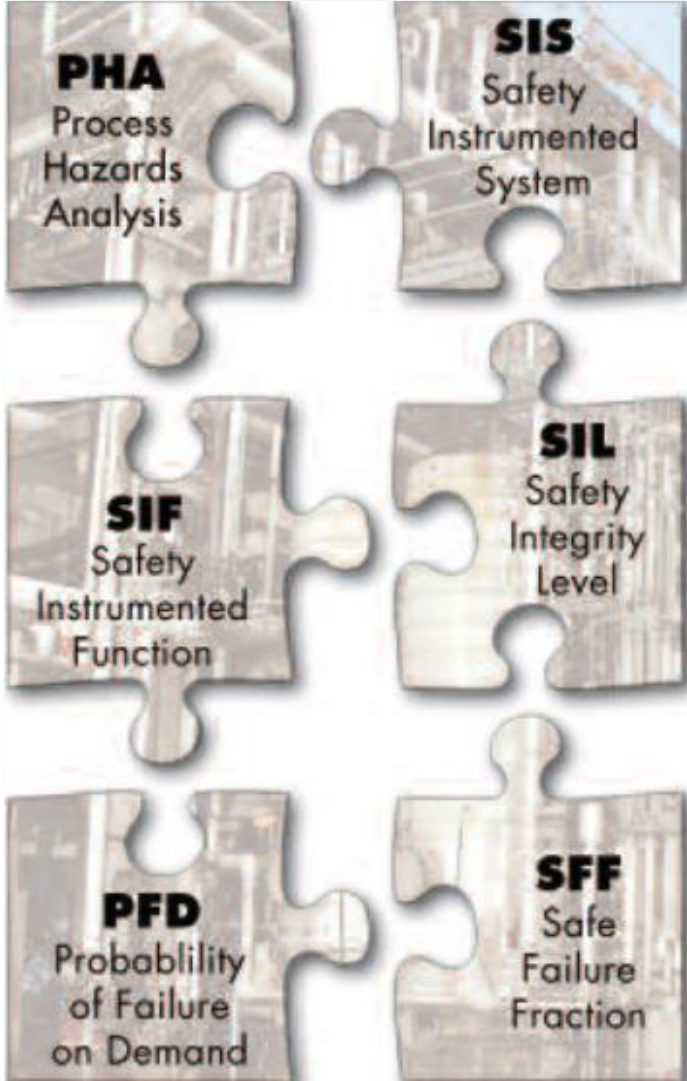
SIL'ler, belirli bir işlemin güvenlik riskinin ölçümleridir.

- ? Bir işlemin ne kadar güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi beklenebilir?
- ? Bir arıza durumunda, sürecin güvenli bir şekilde başarısız olması ne kadar beklenebilir?

SIL, SIS'in istatistiksel bir temsilidir ve hakkında fikir verir.

- ? “İstenmeyen bir olay” riskiniz ne kadar yüksek?
- ? Hangi seviyede korumaya ihtiyacınız var?
- ? Tasarımınızda gerekli koruma seviyeniz var mı?

GÜVENLİ İŞLETME GEREKSİNİMLERİ



PHA: Tehlikelerden kaynaklanan “riskleri belirlemek” → SIS gereksinimini belirlemek.

SIS: Prosesi “güvenli duruma” getirme → SIF’lerin kullanımı.

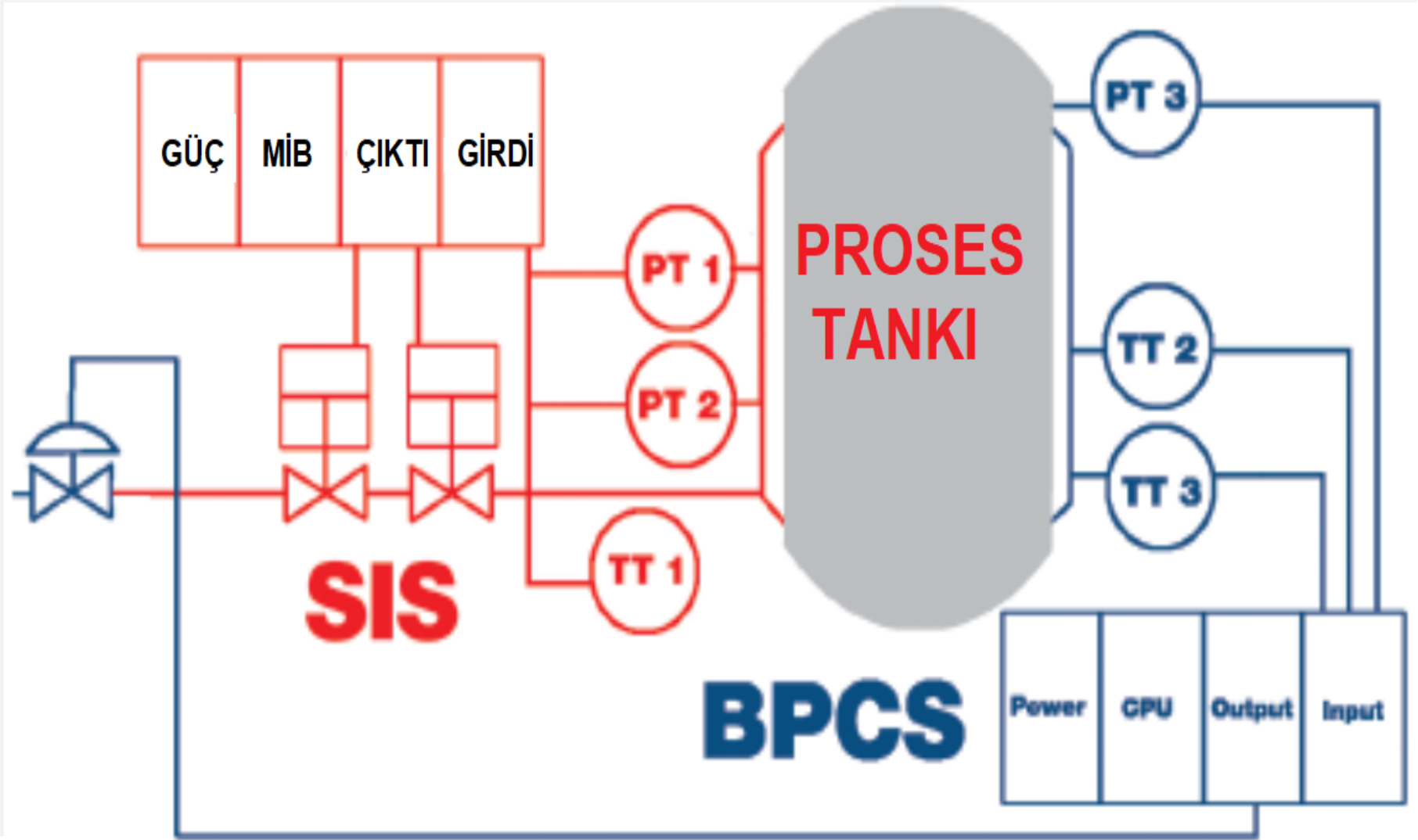
SIF: Tehlikeyi “farketmek & güvenli duruma getirmeyi” sağlamak için aletlere gereksinim → proses SIL gereksinimine dayalı.

SIL: Belirli bir güvenlik fonksiyonunun “kabul edilebilir arıza oranı” → SIL değerleri PFD & SFF ile ilişkili.

PFD: → Cihazın ihtiyaç duyulduğunda “başarısız olma” olasılığı.

SFF: → Kendini tanımlayan olası “başarısızlıkların yüzdesini” gösteren bir sayı.

PROSES KONTROL SİSTEMLERİ



PROSES TEHLİKE ANALİZİ

TEHLİKE ANALİZİ

KORUMASIZLIK

SEBEB

BÜTÜNLÜK
KAYBI / LOC

OLAY /
SONUÇ

RİSK AZALTMA

Risk Azaltma
Stratejileri

Hafifletme
Aksiyonları

GÜVENLİK
GEREKİNİMLERİ
SİS
(KORUMA & AKSİYON)

PROSESS TEHLİKE ANALİZİ–PHA /NE ZAMAN?

- ✱ Daha önce yapılmamışsa.
- ✱ Tehlike fark edildiğinde.
- ✱ **Proseste / işyerinde bir değişiklik bir tehlikeyi ortaya çıkarabildiğinde veya değiştirdiğinde**
 - İş ekipmanında, uygulamalarda, prosedürlerde, kimyasalda veya çevrede değişiklikler.
- ✱ **Bir olay olduğunda**
 - Yaralanma ve/veya hasar meydana gelmemişse de.
- ✱ Bir risk ile ilgili yeni bilgilerin mevcut olduğu veya riskle ilgili endişelerin çalışanlar tarafından gündeme getirildiği durumlarda.
- ✱ İşyerine uygun düzenli olarak planlanmış zamanlarda.

RİSK YÖNETİMİ SENARYOLARI



TASARIM AMACI: Bir cihazın / ekipmanın istenen işlevi.

GÜVENİLİRLİK: Bir cihaz / ekipmanın istenen işlevi belirli tasarım limitleri dahilinde yeterli bir şekilde karşılayabilme olasılığı.

SAPMA: İşletme parametrelerinin tasarım değerinden sapması.



HAZOP:

Prosesi yöneten çeşitli parametrelerin nominal / tasarım değerlerinden sapmalardan kaynaklanan etkilerin ölçülmesi için tahmin metodudur.

SAPMA ETKİLERİ:

- ☹️ Teknik işletilebilirlikte hata
(ürün kalitesi & maliyet etkisi)
- ☹️ Tehlike potansiyelleri
(kaza sebepleri & etkileri)

SAPMA NEDENLERİ

- tasarım hataları
- işletim hataları

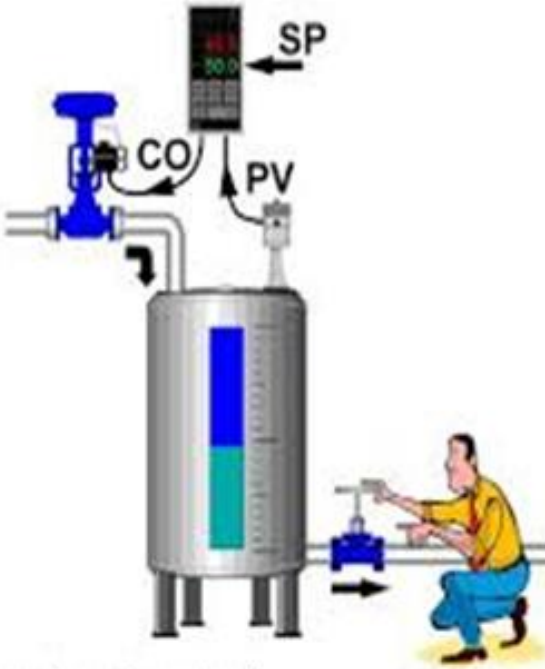
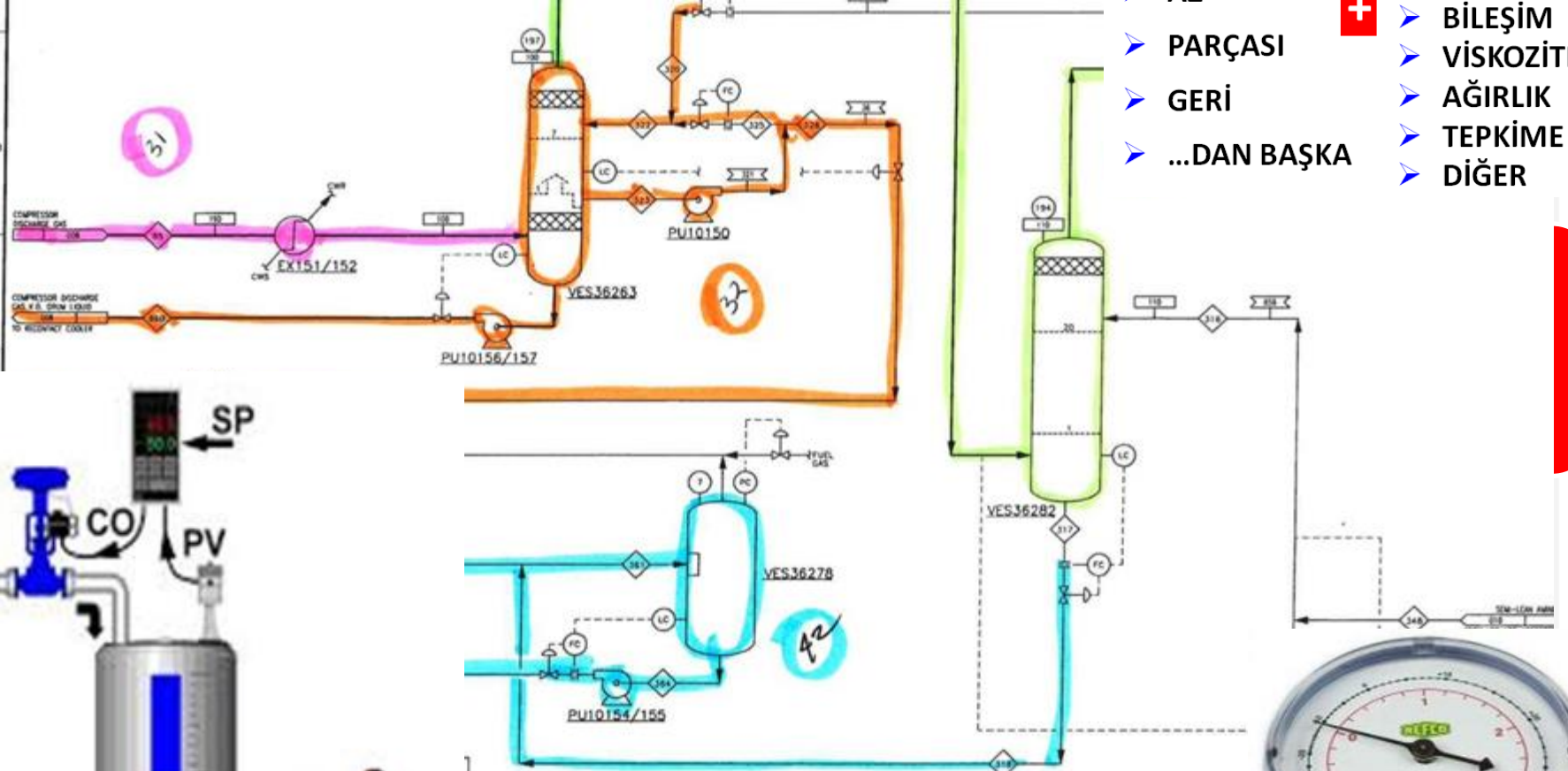


HAZOP, parametrelerin tasarım değerlerinden

sapmalarına **ÖNLEMLER ALMAK İÇİN YÜRÜTÜLÜR.**

PROSES NOKTALARININ SEÇİMİ NODLARI TANIMLAK İÇİN PROSESTEKİ

- HIÇ
- FAZLA
- AZ
- PARÇASI
- GERİ
- ...DAN BAŞKA
- AKIŞ
- SEVİYE
- BASINÇ
- SICAKLIK
- BİLEŞİM
- VİSKOZİTE
- AĞIRLIK
- TEPKİME
- DİĞER



OLMASI
BULU veya
LMESİ

DEĞİŞİKLİĞİN BE



SAPMA NEDENLERİ

PARÇA ARIZALARI

- Çalışma şartlarına uygun olmayan tasarım.
- Dinamik elemanların (pompa, kompresör) arızası.
- Kontrol sistemlerinde (sensör, vana, regülatör) arıza.
- Güvenlik sistemlerinde (kilit sistemi, disk bozulması) arıza.
- Bağlantı noktalarında, borularda arıza.
- Dış etkilere kaynaklanan mekanik arıza.

YARDIMCI BİRİMLER

- Güç arızası
- Buhar arızası
- Soğutma suyu arızası
- Hava arızası
- İnert gaz arızası

İNSAN

- Operatör kaynaklı kontrol hataları (manuel)
- Yanlış alarm ile müdahale
- Tehlikeli kimyasalların karıştırılması
- İletişim hataları
- Yanlış bakım onarım
- İzinsiz işlemler

DIŞ FAKTÖLER

- Yakında bulunan tehlikeli kuruluşlar
- Tehlikeli madde taşıma
- Mekanik etkiler

GÜVENLİK EKSİKLİĞİ

- Sabotaj
- Terör

DOĞAL KAYNAKLAR

- Sel
- Deprem
- Yangın
- Ters meteorolojik koşullar

TEHLİKE / KAZA ETKİLERİ;

- Patlama
- Yangın
- Kimyasal salımı

İŞLETİLEBİLİRLİK PROBLEMLERİ;

- Ürün kalitesinde düşüş
- Ürün hızında düşüş
- Tesisin kapatılması

KRİTİKLİK: Olayın meydana gelme frekansı veya olasılıkla şiddetin bileşimidir. ➔ Bu şekilde **önceliklerin seçimi** yapılır.

$$Cr = P \times B \times S$$

Cr : Kritiklik sayısı

P : Olasılık/yıl (Probability)

B : En şiddetli sonuca neden olabilen şarta bağlı olasılık (Bad)

S : En ağır sonucun şiddeti (Skore)

Olasılık (P)		Şarta bağlı olasılık (B)		Şiddet (S)	
Çok Nadir	1	Çok düşük	1	Düşük	1
Nadir	2	Düşük	2	Önemli	2
Beklenir	3	Önemli	3	Yüksek	3
Sık	4	Yüksek	4	Çok yüksek	4

KORUMA FAALİYETLERİ:

- ✓ Sapmayı **TANIMLA** (dedektör, alarm, insan algılaması vb.)
- ✓ Sapmayı **TELAFİ ET** (otomatik ölçme ve kontrol sistemi yardımıyla proses kontrolünün sağlanması. Ör: beslemenin tank içerisinde fazla dolmasının önlemek vb.)
- ✓ Sapmayı **OLUŞUMUNDA ENGELLE** (yanıcı malzemelerin depolanmasında inert gaz örtülmesi gibi)
- ✓ Sapmanın **İLAVE ARTIŞINI ÖNLE** (aktivitenin durdurulması)
- ✓ **TEHLİKELİ** saptamalardan **PROSESİ RAHATLAT** (basınç emniyet vanaları (Pressure Safety Valves), vent sistemleri)

- ? **NE YANLIŞ GİDEBİLİR? NE ZAMAN?**
- ? **SONUÇLARI NELERDİR?**
- ? **NASIL AÇIĞA ÇIKAR?**
- ? **TETİKLEYİCİ / KATKI FAKTÖRLERİ NELERDİR?**
- ? **TEHLİKE MEYDANA GELİRSE NASIL OLUR?**

- ? HANGİ PARAMETRELER SAPAR? NE ZAMAN?
- ? HANGİ PARAMETRELER BU SAPMALARDAN ETKİLENİR & NASIL?
- ? SAPMANIN SEBEPLERİ NELERDİR?
- ? NE KADAR KOLAY & NE SIKLIKTA SAPMA MEYDANA GELİR?
- ? SAPMA NASIL KONTROL ALTINA ALINI?
- ? BU SAPMA İLE PROSESTE NE TÜR DEĞİŞİKLİKLER MEYDANA GELİR?
- ? SONUÇ OLAYLARI NELERDİR?
- ? ETKİYİ AZALTICI AKSİYONLAR NELERDİR?

LOPA GÜVENLİ KORUMA KATMANLARI VE SIS TASARIMI

UYGULAMASI İÇİN GEÇERLİDİR

- **LOPA, SIL gereksinimlerine dayalı olarak SIF gereksinimi belirleyerek SIS'in oluşumu için kullanılır.**
- **LOPA ile IPL'in kriterlerini karşılayacak güvenlik muhafazalarının belirlenir.**
- **LOPA tek neden-tek sonuç zinciri şeklinde senaryo oluşumları ile yürütülür.**
 - ✓ **LOPA genel olarak PHA'dan sonra uygulanır.**
 - ✓ **LOPA HAZOP çalışması ile birlikte veya HAZOP'tan sonra uygulanabilir.**

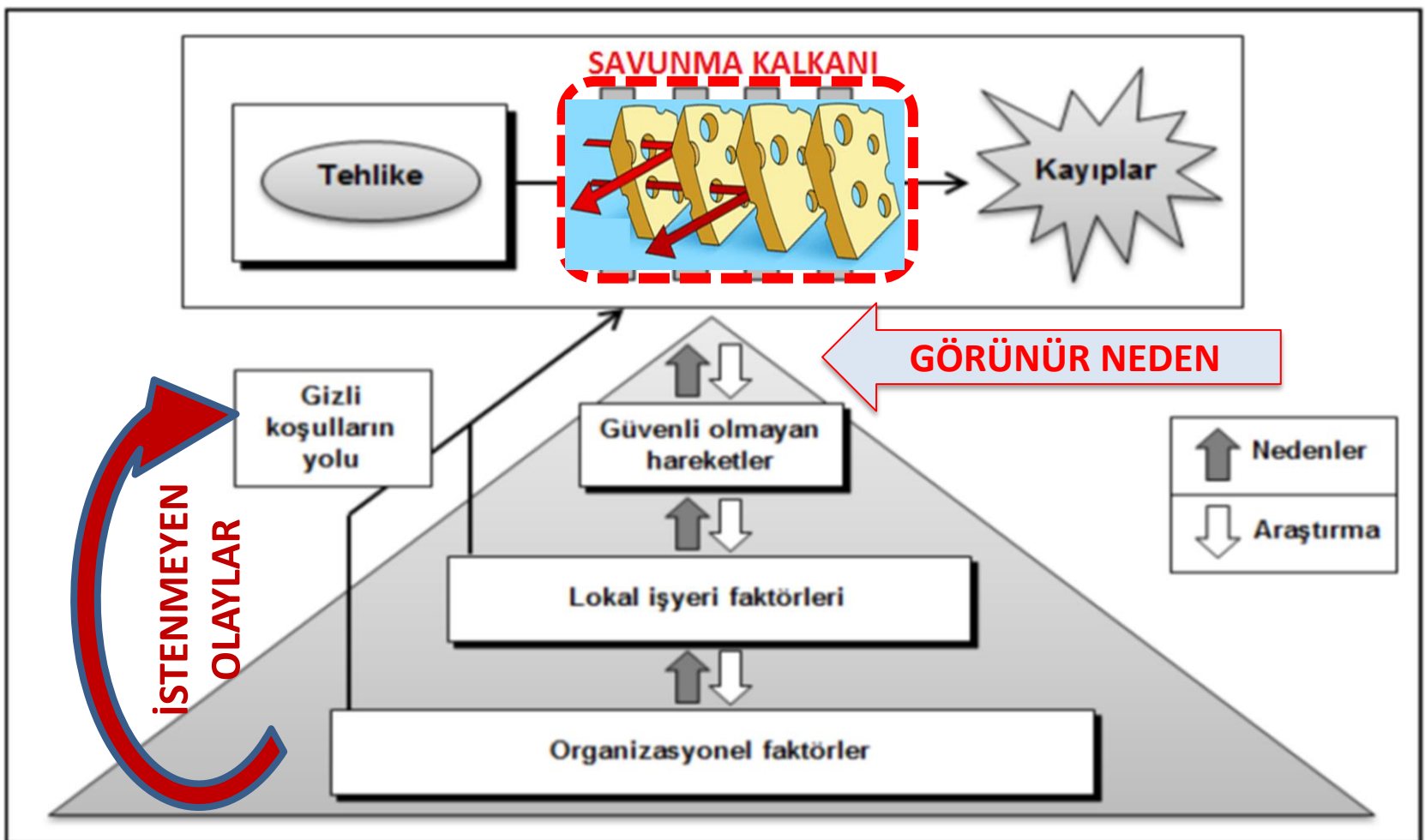
KORUMA KATMANLARI ANALİZİ – LOPA

SAPMA:

H

ZARAR:

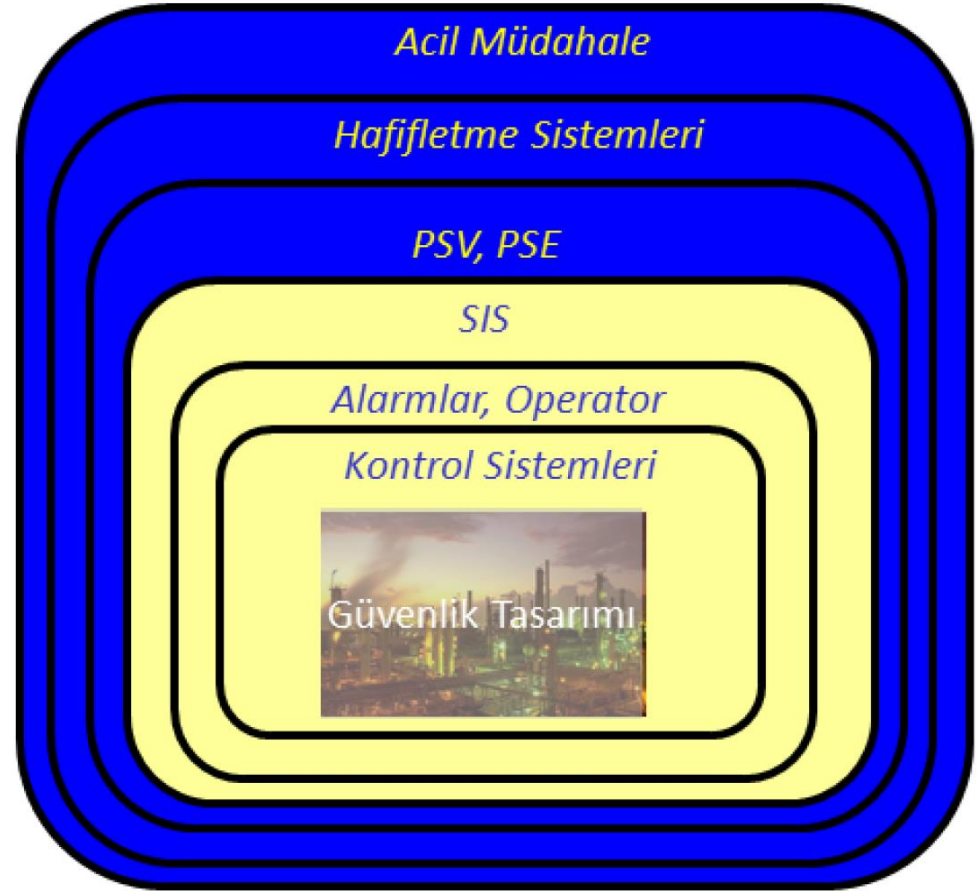
(TE
SA
YO
ARIZ
veya



HAFİFLETİCİ
TABAKALAR

BAĞIMSIZ KORUMA
TABAKALARI

ÖNLEYİCİ TABAKALAR



ÖNLEM AKSİYONLARI

- Önleme (olayın olmasını önle)
- Algılama / Gösterme (sapmaları tespit et ve tanımla)
- Hafifletme / Sınırlandırma (sonuçların şiddetini azalt)

ÖNLEM YETERLİLİĞİ

- **YETERLİ Mİ?**
- Amaca uygun mu?
- İşe yarar mı?
- Direkt olarak uygulanabilir mi?
- Etkinsizleştirme yapılabilir mi?

ÖNLEM NASIL BAŞARISIZ OLUR?

DEĞİŞİMİN YÖNETİMİ yapılacak değişikliklerin planlanması ya da yeni tesislerin, süreçlerin ya da depolama faaliyetlerinin tasarımı için prosedürlerin benimsenmesi ve uygulanmasıdır.

- ☹️ Proses değişikliklerinde işletme kontrolündeki eksiklik ve kusurlar.
- ☹️ Plansız süreç, operasyon veya yöntem değişikliklerinde olası yeni risklerin göz ardı edilmesi.
- ✓ Yenilenen PHA ile korumaların yetersizliğinin belirlenir.
- ✓ Mevcut SIS yeterliği sorgulanır.
- ✓ Gerekli ise yeni SIF'lerin devreye alınması ile prosesin yenilenen haliyle güvenli çalışması sağlanır.

BÜYÜK KAZA ANALİZLERİ



TASARIM HATASI

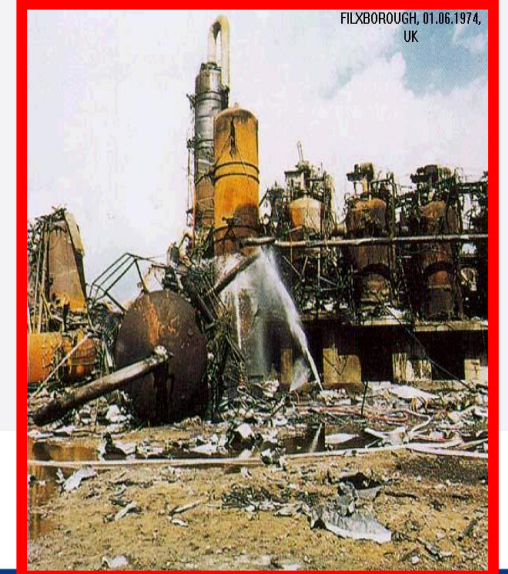


1974 FLIXBOROUGH, İNGİLTERE

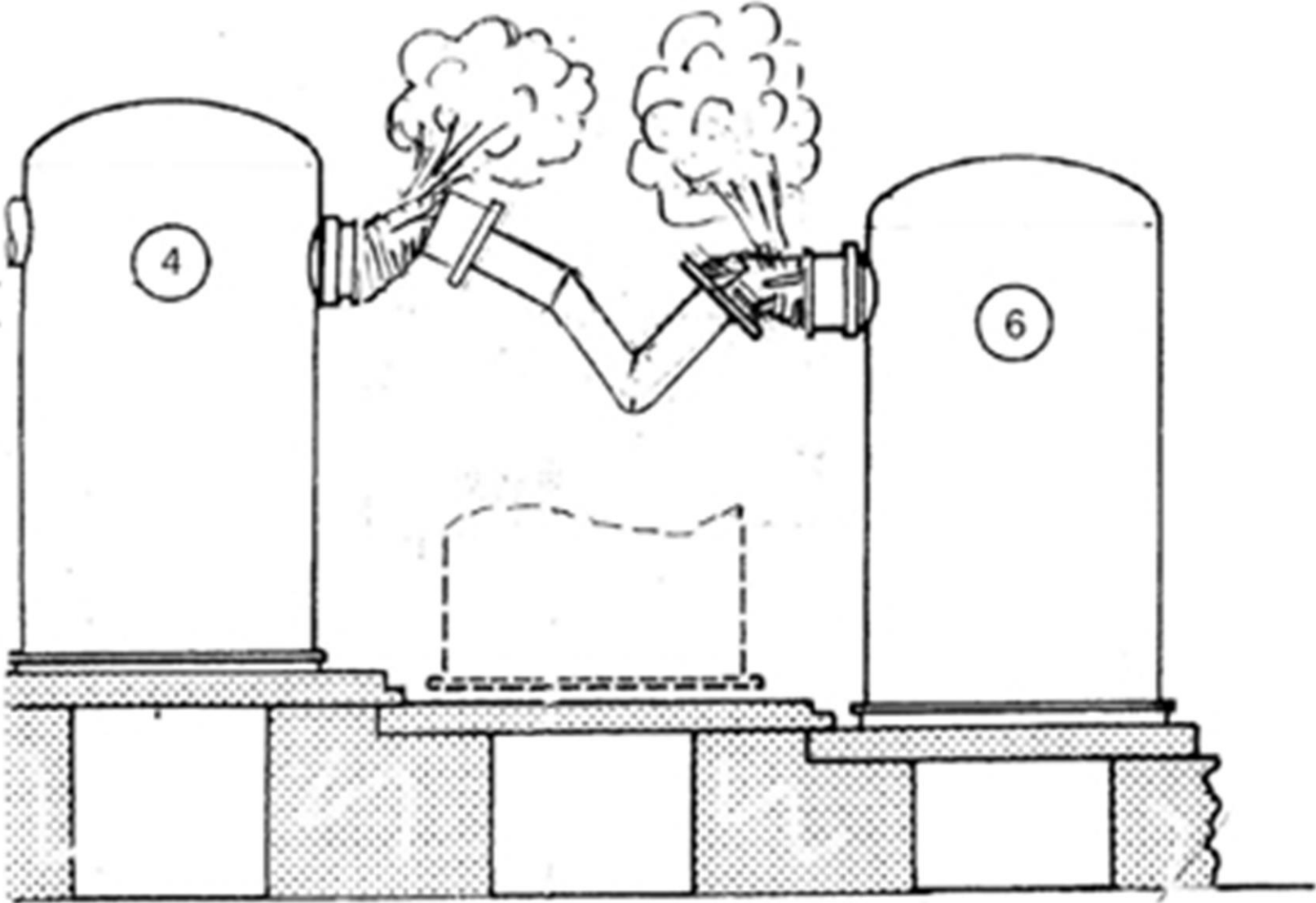
01.06.1974 Cumartesi Nypro Company (Dutch State Mines ve British National Coal Board)

- 6 adet siklohekzan kısmi oksidasyon reaktörünün 5. inde meydana gelen yarık sonrası geçici by-pass hattı ile devre dışı bırakılması.
- By-pass hattının kırılması ile açığa çıkan buharın yakındaki fırının sıcaklığı ile alev alması ile buhar patlaması
 - 20 ton TNT patlamasına eşdeğer
 - Fabrikada 10 gün süren yangın
 - 28 ölüm, 36'sı ciddi 72 yaralanma
 - Tesis ve çevresinde geniş tahribat

100 evin tahrip olması



1974 FLIXBOROUGH, İNGİLTERE



TASARIM HATASI

- ⊗ **Geçici** yüksek basınç by-pass hattının hatalı tasarımı
 - 28" reaktör flanşı
 - 3 boru bağlantısı ile 20" by-pass hattı
 - uçlarının körüklenmesi ile reaktörlerin birbirine bağlanması
- ⊗ Boruya basınç testinin uygulanması

NEDEN?

- İlk reaktörde basıncın normal işletme koşullarının üzerine çıktığı tespit edilmesine rağmen azot eksikliğinden dolayı atık gaz ile basınç düşürülmesi işleminin yürütülmemesi.
- **By-pass borusunda tasarım hatası ile aşırı basınç**
- **Ve boruda yanıl stress**

YETERSİZLİKLER (GİZLİ NEDENLER)

- **Tek bir test yürütülerek devreye alınması.**
- Kaza gününden bir gün önce tespit edilen kaçağın muhtemelen kaza habercisi (ramak kala) olarak değerlendirilmemesi ve işletmeye devam edilmesi.
- **Tasarım hatasının olası sonuçları yine değerlendirilmeden kaçağın önlenmesi ile üretime tekrar devam edilmesi.**
- Üretim sırasında ilk reaktörde basıncın normal işletme koşullarının üzerine çıktığı tespit edilmesine rağmen fabrikadaki azot eksikliğinden dolayı atık gaz vanasının kullanımı ile basınç düşürülmesi işlemin yürütülmesi.

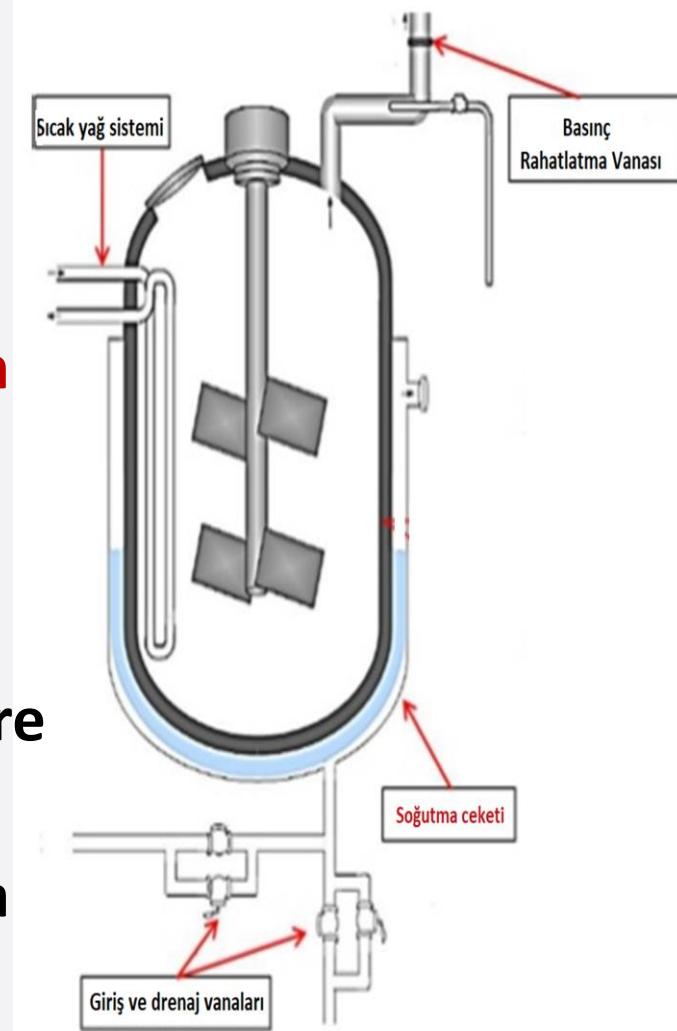
19.12.2007 Çarşamba T2 Laboratories Inc., Florida

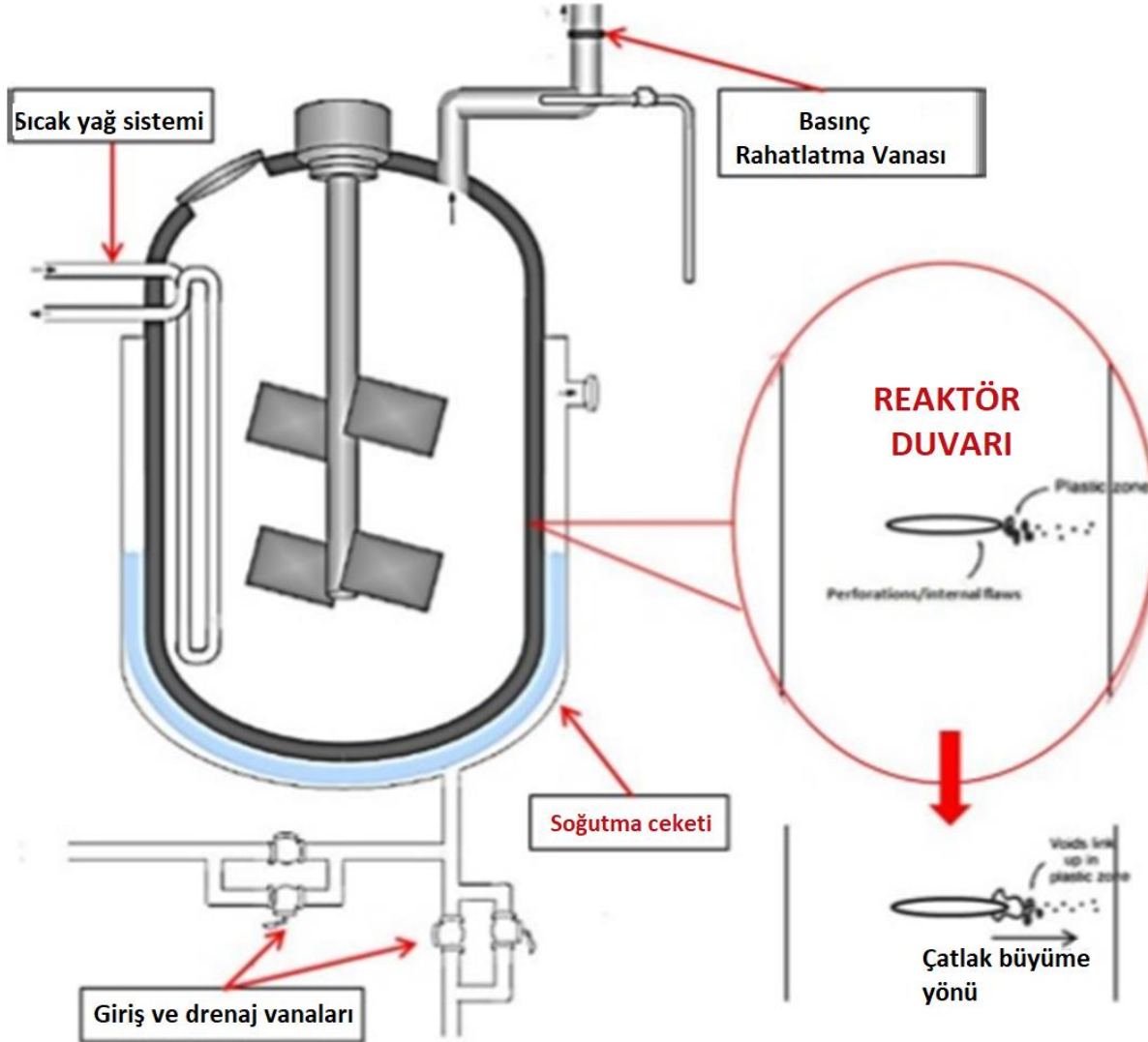
2500 galon hacim MMTC (Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl) reaktöründe termal run-away patlaması

- Fabrikada yangın
- 4 ölüm, 28'i çevre halkından 32 yaralanma
- Tesis ve çevresinde çeyrek mil uzaklığa kadar geniş tahribat.
- Komşu bir kamyon şirketinin iş kaybı nedeniyle sürekli olarak kapanması.

PROSESİN ÇALIŞMASI:

- Reaktör içi ısı değiştirici ile 200 °C ye kadar ön ısıtma.
- Reaksiyon ısısının reaktör etrafındaki cekete **şehir şebekesinden temin edilen soğutma suyunun beslemesi** ile uzaklaştırılması.
- Oluşan **hidrojen gazının** patlama limitlerinin altında değerlerde atmosfere kontrollü bir şekilde atılması.
- Reaksiyonun tamamlanmasından sonra sistemden ürünün boşaltılması.





KAPASİTE ARTIRIMI:

- Proses 1 galon olarak geliştirildi.
- Kısa sürede reaktör hacmi 4 katına çıkarıldı.
- Az sayıda deneme ile 2500 galon hacmine artırıldı.

NEDEN?

- Kaza su besleme ve drenaj vanasındaki arıza ile başladı (**GÖRÜNÜR SEBEP**).
- Yanlış sıcaklık kaydı (**GÖRÜNÜR SEBEP**).
- Şehir şebekesinden su beslenmesi kaynaklı
 - ısı değiştiricisi duvarında mineral birikmesi,
 - şebekeden temin edilen soğutma suyunun eksikliği.
- Isı değiştirici kapasitesinin sıcaklık sapmaları karşısında yetersiz

T2 LABORATORY



Halbuki bu kaza yeni bariyerler ile önlenebilirdi.

- Soğutma suyu temini için proses içi bir tesis kurulumu
- Su spreyi

- Yaşamda karşı karşıya kaldığımız bazı riskler fark edildiğinde dahi kontrol edilerek olumsuzluklar ile sonuçlanmayabilir.
- Fakat kimyasalların kullanıldığı süreçlerde ortaya çıkan bir olumsuzluğa müdahale edilirken, diğer tetikleyici faktörler tarafından önlenmesi güçlenebileceği için başka olumsuz durum ve olayların da tetikleyicisi olabilir.
- Bütünlük kaybının yaşanması veya felakete dönüşmesini önlemek için güvenli tesislerin kurulumu ve tüm süreç boyunca işletilebilirliği **önem kazanmaktadır.**

GÜVENLİK ÖLÇÜMLERİ ve ÖNLEMLER KÜLTÜRÜMÜZDE YER ALMAKTADIR



KOCAELİ SANAYİ ODASI

PROSES

EMNİYETİ SEMPOZYUMU



KOCAELİ SANAYİ ODASI

K O C A E L İ C H A M B E R O F I N D U S T R Y

