

# RİSK DEĞERLENDİRME METOTLARI

Bugün dünyada 150'den fazla risk değerlendirme metodunun varlığından söz edilmektedir. Bu risk değerlendirme metotları;

- - Nitel Risk Değerlendirme Metotları:
  - - Nicel Risk Değerlendirme Metotları,
  - - Karma Risk Değerlendirme Metotları
- olarak sınıflandırılabilir.



# Nitel Risk Değerlendirme Metotları

- Check-List (Kontrol listeleri)
- What If (Olursa ne olur?)
- Tehlike ve Çalışılabilirlik Analizi (HAZOP)
- Hata Ağacı Analizi (FTA)

## Nicel Risk Değerlendirme Metotları

Tehditin **olma ihtimali**, tehditin **etkisi** gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal yaklaşımla işlenip risk değeri bulunur.

- Matris
- Fine - Kinney
- Olay Ağacı Analizi (ETA)-(Tümdengelim)
- Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA)

\*Karma risk değerlendirme metotları aynı zamanda nicel risk değerlendirme metodu olarak da kullanılabilir.

## Diğer bazı metodlar;

- Ön Tehlike Analizi
- İş Güvenlik Analizi
- Tehlike Derecelendirme İndeksi
- Hızlı Derecelendirme Metodu
- Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi
- Güvenlik Denetimi



# 1-MATRİS METODU

Kullanımı kolay ve uygulaması en yaygın metotlardan birisidir. Bu metot diğer bir çok metodun temelini teşkil eder. Karma bir Risk Değerlendirme metodudur.

## Risk skoru (değeri)

$R = i \times D$  veya  $R = O \times \S$  formülü ile elde edilir.

$i$  = İhtimal (Olasılık)

$D$  = Sonucun derecesi (Şiddeti)

## 2-KONTROL LİSTELERİ – Check-List Metodu

Bir tesisin veya prosesin tüm donanımının ve aletlerinin tam olup olmadığını veya kusursuz işleyip işlemediğini saptar.

İki adımda gerçekleştirilir.

- Check listelerindeki özel sorularla, analizi yapılan tesisin eksiklikleri saptanır.
- Bir önlemler kataloğu ile yapılması gereken düzeltmeler önerilir.

En verimli sonuçlar, uzun deneyimlere dayalı veya deneyimli uzmanlar tarafından hazırlanmış listelerden alınır. (örnek: uçaklarda pilotların kullandığı check listler gibi).

# 3-FİNE- KINNEY METODU

İşyeri istatistiklerinin kullanımına imkan sağlayan ve kullanımı kolay bir metottur. Üç bileşeni vardır.

- $I$ = İhtimal, (0,2-10 arası bir değer)
- $F$ =Frekans, (0,5-10 arası bir değer)
- $D$ =Sonuçların Derecesi (şiddeti) (1-100 arası bir değer)

**Risk Değeri=  $I \times F \times D$**  olarak hesaplanır.

- Yöntemi matris yönteminden ayıran en büyük özellik **frekans (sıklık)** değeridir. Bu nedenle daha güvenilir ve doğru analiz yapma imkanı verir. Son yıllarda Avrupa'da ve ülkemizde sık kullanılan bir yöntemdir.

## FINE- KINNEY Metodu Skalaları

### a. İhtimal Skalası

**İhtimal:** Zarar ya da hasarın zaman içinde gerçekleşme ihtimali

Değer	Kategori
0,2	Pratik Olarak İmkansız
0,5	Zayıf İhtimal
1	Oldukça Düşük İhtimal
3	Nadir fakat Olabilir
6	Kuvvetle Muhtemel
10	Çok Kuvvetli İhtimal

## b. Frekans (Maruziyet) Skalası

**Frekans:** Tehlikeye maruz kalma sıklığı

Değer	Açıklama	Kategori
0,5	Çok Nadir	Yılda bir ya da daha az
1	Oldukça Nadir	Yılda bir ya da birkaç kez
2	Nadir	Ayda bir ya da birkaç kez
3	Ara sıra	Haftada bir ya da birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir ya da daha fazla
10	Sürekli	Sürekli ya da saatte birden fazla



### c. Etki/Zarar-Sonuç Skalası

**Derece:** Tehlikenin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşturacağı zarar ya da hasarın şiddeti

Değer	Açıklama	Kategori
1	Dikkate Alınmalı	Hafif-Zararsız veya önemsiz
3	Önemli	Minör-Düşük iş kaybı, küçük hasar, ilk Yrd.
7	Ciddi	Majör-Önemli Zarar, Dış tedavi, işgünü kaybı
15	Çok Ciddi	Sakatlık, uzuv kaybı, çevresel etki
40	Çok Kötü	Ölüm, Tam maluliyet, Ağır çevre etkisi
100	Felaket	Birden çok ölüm, önemli çevre felaketi

## d. Risk Düzeyine Göre Karar ve Eylem

Sıra	Risk Değeri	Karar	EYLEM
1	$R < 20$	Kabul Edilebilir Risk	Acil tedbir gerekmebilir
2	$20 < R < 70$	Kesin Risk	Eylem planına alınmalı
3	$70 < R < 200$	Önemli Risk	Dikkatle izlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli
4	$200 < R < 400$	Yüksek Risk	Kısa vadeli eylem planına alınarak giderilmeli
5	$R > 400$	Çok Yüksek Risk	Çalışmaya ara verilerek derhal tedbir alınmalı

**Örnek:** Mekanik tehlike kaynağı grubunda yer alan tel kopması tehlikesinin var olması veya gerçekleşmesi durumunda riski yaralanma, uzuv kaybı veya ölüm olabilir.

Bu olaydan çalışanlar ve üçüncü şahıslar etkilenecektir. Fine-Kinney risk analiz yöntemi uygulandığında; İhtimal=6, Frekans=6 ve Şiddet=40 olarak belirlenmiştir. Bu tehlikenin risk değeri 1440 (Çok Yüksek Risk)'dır.

## 4-OLASI HATA TÜRLERİ VE ETKİ ANALİZİ (FMEA, Failure Mode and Effect Analysis)

Servis, tasarım, proses ve/veya servisten kaynaklanan bilinen ve/veya olası hataların, **sorunların müşteriye ulaşmadan önce tanımlanması, belirlenmesi ve yok edilmesinde** kullanılan bir mühendislik tekniğidir.

Özellikle otomotiv sektöründe imalat sırasında ve sonrasında olası hataların tespit edilmesi amacıyla çok fazla kullanılan bir metottur. Genel anlamda problem çözme tekniklerinden biri olarak da çok fazla kullanılmaktadır.

Herhangi bir sistemin tamamı veya bölümleri ele alınıp, bunlardaki kısımlar, aletler, komponentlerde (bileşen) ortaya çıkabilecek arızalardan hem bölümlerin hem de bütün sistemin nasıl etkilenebileceği ve ortaya çıkabilecek sonuçlar analiz edilir.

- **OLASI HATA TÜRLERİ VE ETKİ ANALİZİ (FMEA) ÇEŞİTLERİ**

- 1) Sistem FMEA

- 2) Tasarım FMEA

- 3) Proses FMEA

- 4) Servis FMEA

## 1-Sistem FMEA

- **AMACI;** Sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistemin eksiklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemektir.
- **HEDEFİ;** Sistemin kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır.

## 2- Tasarım FMEA:

- **AMACI:** Bir makine veya ekipmanın tasarım aşamasında olası hatalarını ortadan kaldırmak ve daha tasarım aşamasında sistemin analiz edilerek üretime geçmeden hataların ortadan kaldırılmasını sağlamaktır.
- **HEDEFİ:** İmalatın ilk aşaması olan tasarım aşamasında ekipmanın kalitesini ve güvenilirliğini garanti etmektir.

### 3-Proses FMEA

- **AMACI;** Üretim veya montaj prosesindeki eksiklerden doğabilecek hata türlerini ortadan kaldırmak ve üretim ve montaj prosesini analiz etmektir.
- **HEDEFİ;** Prosesin kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır.

### 4-Servis FMEA

- **AMACI;** Organizasyondaki aksaklıkların analiz edilmesidir.
- **HEDEFİ;** Organizasyonun kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır.

# FMEA (OLASI HATA TÜRLERİ VE ETKİ ANALİZİ) METODUNUN UNSURLARI

FMEA'nın üç temel unsuru vardır.

- **a. İhtimal: (İ)** Hatanın zaman içinde gerçekleşme sıklığını gösteren değer, (1-10 arası)
- **b. Şiddet: (Ş)** Hatanın gerçekleşmesi durumunda sonuçların derecesini gösteren değer, (1-10 arası)
- **c. Tespit edilebilirlik: (T)** Hatanın istenmeyen sonuçlara sebep olmadan tesbit edilebilme derecesini gösteren değer, (1-10 arası)

$$\text{RİSK ÖNCELİK DEĞERİ (RÖD)} = İ \times Ş \times T$$

**Tablo 6.4. Sistem FMEA Şiddet Etki Sınıflaması**

**a.İhtimal**

HATA OLASILIĞI	HKS (HATA KÜMÜLATİF SAYISI)	DERECE
Çok Yüksek Kaçınılmaz Hata	$\frac{1}{2}$ ' den fazla	10
	$\frac{1}{3}$	9
Yüksek Tekrar Tekrar Hata	$\frac{1}{8}$	8
	$\frac{1}{20}$	7
Orta Ara Sıra Olan Hata	$\frac{1}{80}$	6
	$\frac{1}{400}$	5
	$\frac{1}{2.000}$	4
Düşük Nispeten Az Olan Hata	$\frac{1}{15.000}$	3
	$\frac{1}{150.000}$	2
Pek Az Olası Olmayan Hata	$\frac{1}{1.500.000}$ 'den düşük	1



## b. Şiddet

ETKİ	ŞİDDETİN ETKİSİ	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	8
Yüksek	Ekipmanı 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 görmemezlik,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 çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

### c. Tesbit Edilebilirlik

<b>TESBİT EDİLEBİLİRLİK</b>	<b>TESBİT EDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI</b>	<b>DERECE</b>
Tespit Edilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği hemen hemen kesin	1

Risk Öncelik Değeri (RÖD), 0-1000 arasında bir değer alabilir.  $200 < \text{RÖD} < 1000$  ise çok yüksek risk ortaya çıkmaktadır ki iyileştirme çalışmasına acilen başlanması gerekir.

### Risk Öncelik Değeri (RÖD)

Sıra	Risk Öncelik Değeri	Karar
1	01 - 50 arası	Düşük Riskli
2	50 - 100 arası	Orta Riskli
3	100 - 200 arası	Yüksek Riskli
4	200 - 1000 arası	Çok Yüksek Riskli

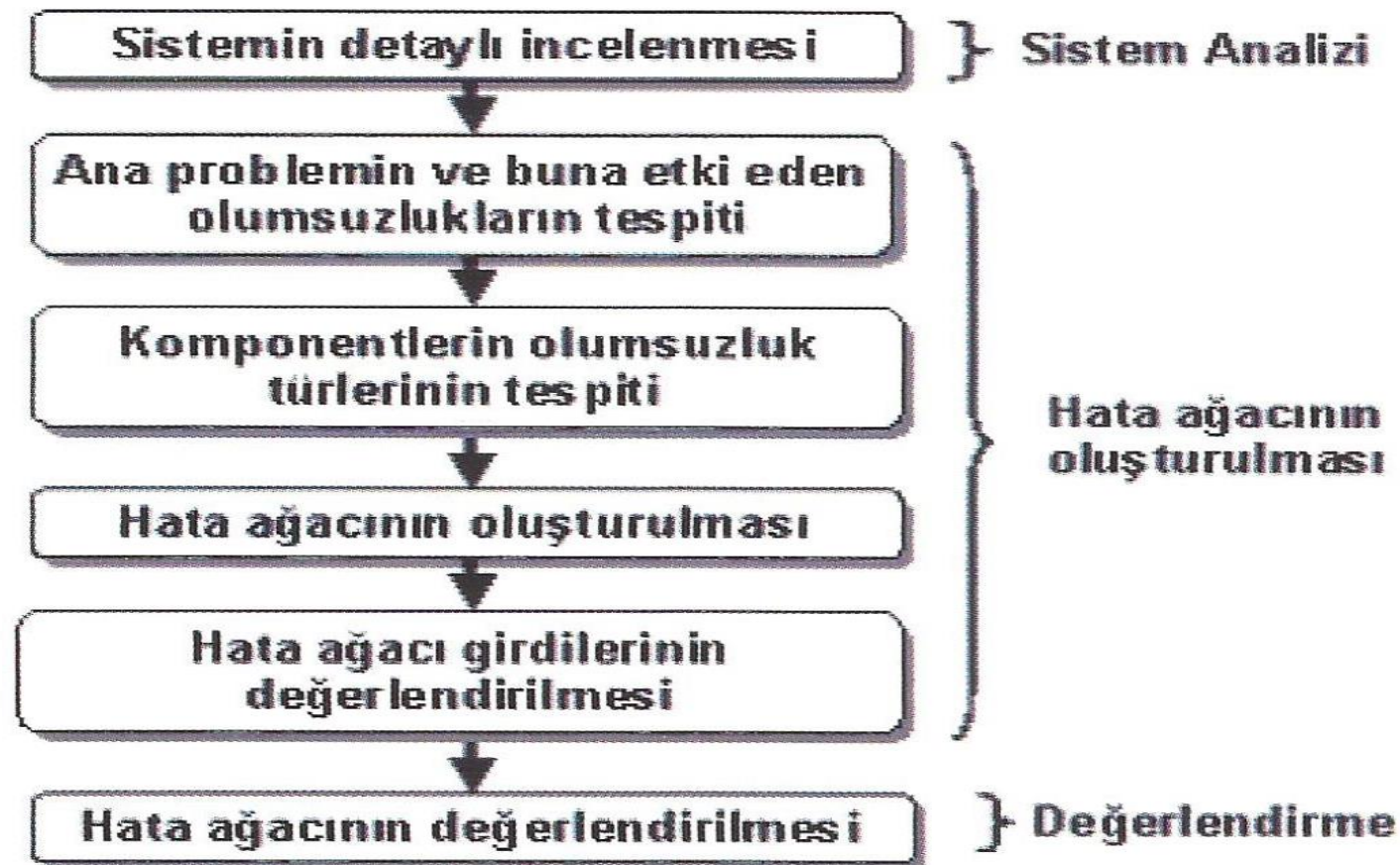
## 5-HATA AĞACI ANALIZİ (FAULT TREE ANALYSIS - FTA)

- 1962 yılında Amerikan Hava Kuvvetleri için geliştirilmiştir. Hata ağacı metodolojisi, sistem hatalarını ve sistem ve sistem bileşenlerinin hatalarındaki özgül sakıncalı olaylar arasındaki bağlantıyı gösteren mantıksal diyagramlardır. Sakıncalı olay, daha önceden tanımlanmış olay ile hataların nedensel ilişkileridir.
- FTA bir işletmede yapılan işler ile ilgili kritik hataların veya ana (majör) hataların, sebeplerinin ve potansiyel karşıt önlemlerinin şematik gösterimidir.
- Bir tepe olayın **gerçekleşmesi veya gerçekleşmemesi** için alınması gereken önlemler ayrıntılı bir şekilde analiz edilir.
- Olmaması istenen tepe olay saptanıp, bu olaya neden olabilecek tüm faktörler analiz edilir.



3 temel adımda uygulanır.

- Sistem Analizi
- Hata ağacının oluşturulması,
- Hata ağacının değerlendirilmesi.



## 6-TEHLİKE VE ÇALIŞABİLİRLİK ANALİZİ (HAZARD AND OPERABILITY STUDIES- HAZOP)

- Kimya endüstrisi tarafından, bu sanayinin özel tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir.
- Multi disipliner bir takım tarafından, kaza odaklarının saptanması, analizleri ve ortadan kaldırılmaları için uygulanır.
- Belirli **anahtar ve kılavuz kelimeler** kullanarak yapılan sistemli bir beyin fırtınası çalışmasıdır.
- Çalışmaya katılanlara, belirli yapıda sorular sorulup, bu olayların olması veya olmaması halinde ne gibi sonuçların ortaya çıkacağı sorulur.
- **Kimya endüstrisinde özellikle** proses tasarımı aşamasında ve proses işletme esnasında yaygın olarak kullanılır. Bu metod, bir prodesteki sapmaların etkilerinin tespit edilmesini ve normal koşullar altındaki prosesle karşılaştırma yapılma imkanı sağlar.

# HAZOP AKIM ŞEMASI



- Anahtar kelimeler,
  - dizayn parametreleri ve
  - tablolar kullanılır.
- Proses denetimine yardımcı olmak ve tehlikeli sapmaları normal değerlerle karşılaştırmak amacıyla **anahtar kelimeler kullanılır**, bu grup **"Fazla", "Az", "Hiç" vb.** gibi kelimeleri içerir. Bu anahtar kelimeler **basınç, sıcaklık, akış vb.** gibi parametrelerin (**kılavuz kelimeler**) durumlarını nitelemek için kullanılır.
  - Her bir durumda analist, **sebepler, sonuçlar, belirleme metodları ve düzeltici hareketler** ile tanımlama yapar.



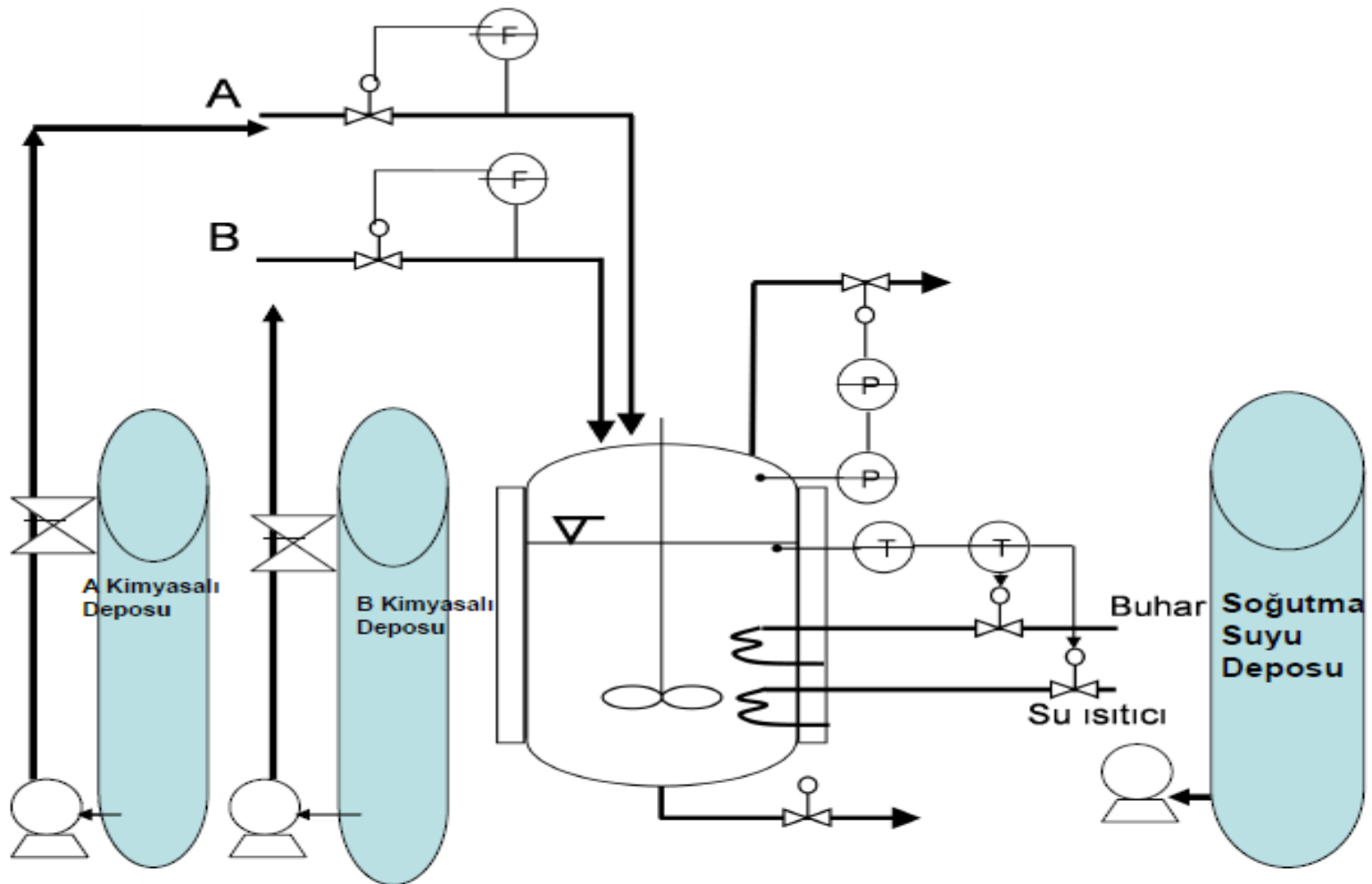
HAZOP Takımı aşağıda belirtilen çalışma gruplarından oluşur.

## HAZOP METODOLOJİSİ

ANAHTAR 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 İyi (As Well As)	Aynı Derecede
...DAN BAŞKA (OTHER THAN)	Tamamen Farklı

## KILAVUZ KELİMELER

- Akış
- Basınç
- Sıcaklık
- Viskozite
- Seviye, Kompozisyon veya Durum
- Reaksiyon
- Zaman
- Sıra



Kimyasal A, kimyasal B reaksiyona girerek kimyasal C'yi üretmektedir.

Reaksiyon; ekzotermik reaksiyondur ve bundan dolayı reaktörün sıcaklığı ile kullanılan soğutma suyunun sıcaklığının kontrol edilmesi gerekmektedir.



Kimyasal A ve B'nin eklenme oranı tepkime yolunu etkilemektedir. Tepkime yolu değişmekte ve D kimyasalı oluşmaktadır, D kimyasalı yanıcı normal şartlar altında patlayıcıdır.

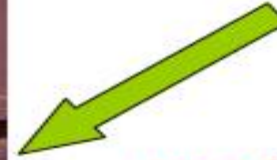
## HAZOP UYGULAMA ŞEKLİ



KILAVUZ KELİME



TEHLİKELİ SAPMA



## HAZOP UYGULAMA ŞEKLİ



AKIŞ



AKIŞ YOK



Anahtar Kelime	Kılavuz Kelime	Tehlikeli Sapma	Olası Nedenler	Sonuçlar	Gerekli Aksiyonlar
HİÇ	AKIŞ	AKIŞ YOK	A Kimyasalı depolama takında yeterli hammadde yok	2) Reaktöre beslemenin kesilmesi	1) A kimyasalı hammadde tankına düşük seviye alarminin kurulması
				1) Akış olmaması sebebiyle reaktör içerisinde D kimyasalı oluşumu	2) Depolama alanı operatörü ile iletişimin sağlanması

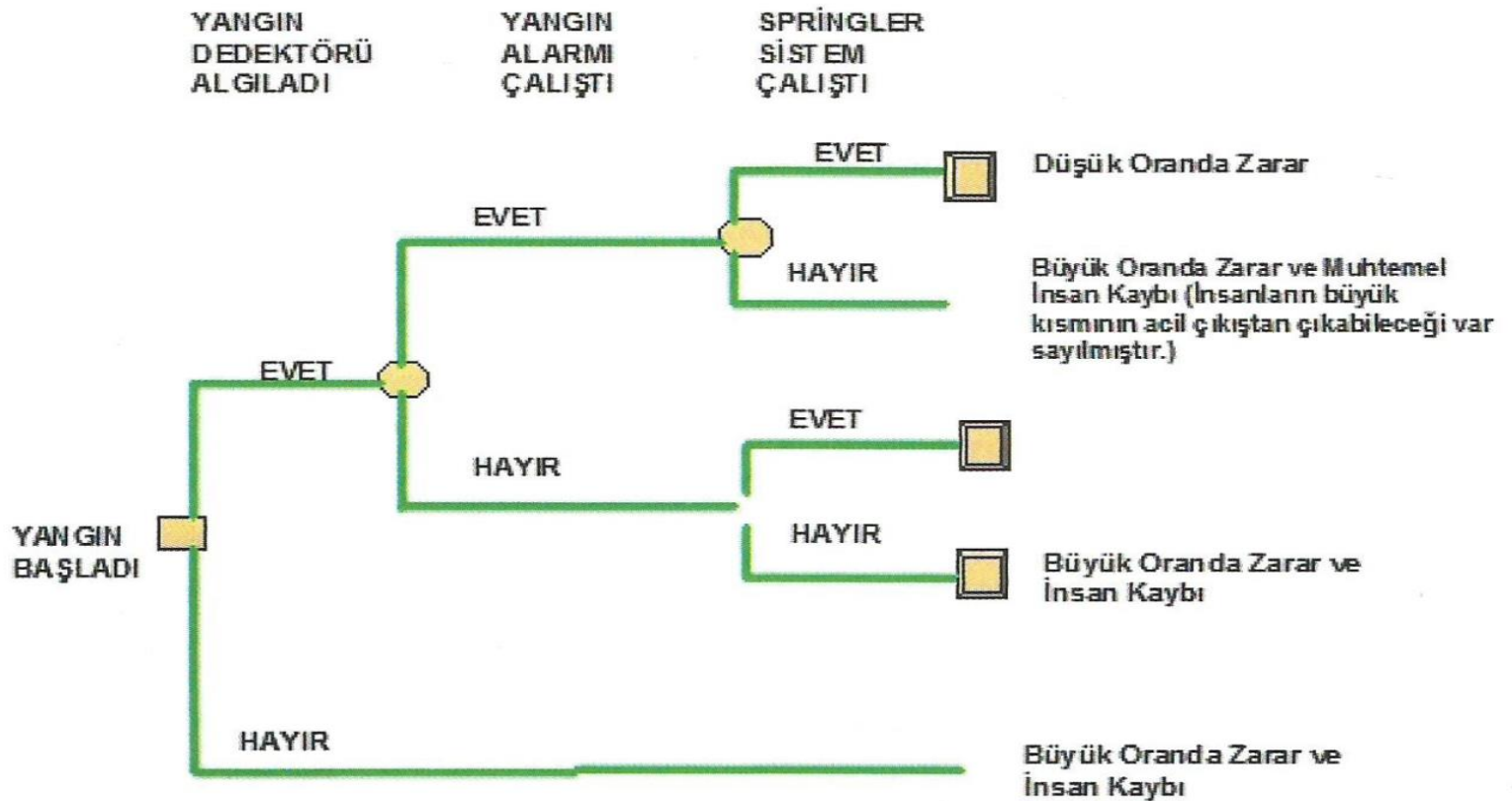
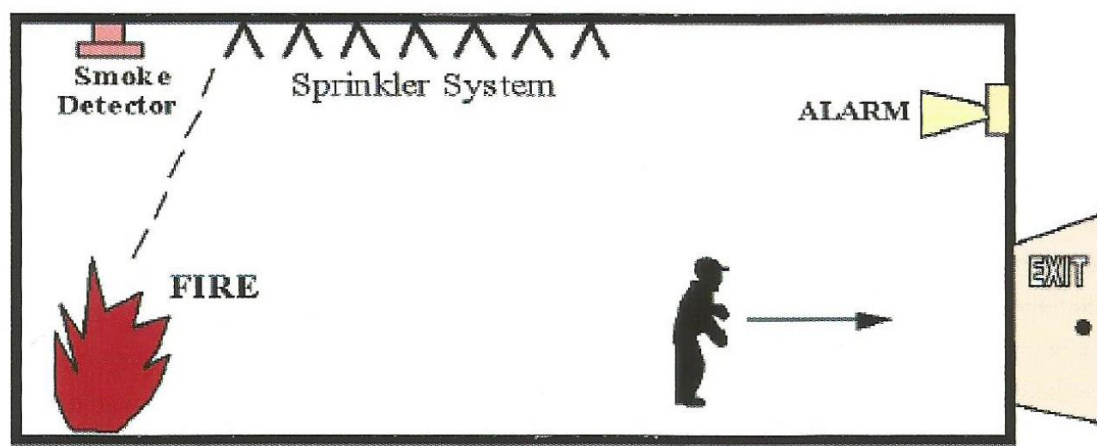
Anahtar Kelime	Kılavuz Kelime	Tehlikeli Sapma	Olası Nedenler	Sonuçlar	Gerekli Aksiyonlar
FAZLA	SICAKLIK	YÜKSEK SICAKLIK		Reaktör içerisinde sıcaklık ve basınç artışı	1) Su deposununa alt seviye alarminin kurulması
			2) Soğutma suyu pompasında arıza		2) Soğutma suyu pompası üzerine ters tepki hattı kurulması
					3) Belli aralıklarla boru hatlarının denetlenmesinin sağlanması

## 7-OLAY AĞACI ANALIZİ (EVENT TREE ANALYSIS - ETA)

- Olay ağacı analizi başlangıçta **nükleer endüstride** daha çok 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.**
- Herhangi bir tehlikeli olayın yaratabileceği çeşitli senaryolar analiz edilir.
- İdeal olarak, birden fazla proses ve koruma sistemlerinin olduğu tesislerde kullanılır.
- Kazaların sıklığı ve/veya olasılıkları sayısal olarak belirlenebilir.

- 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 “standby” modunda olan sistemlerde kullanılabilir.





Şekil-6.4. Olay Ağacı Analizi

# SUNUMU HAZIRLAYANLAR

Doç.Dr.Belgin KARABACAKOĞLU

Dr.Öğr.Üyesi Uğur SELENGİL