

# RİŞK YÖNETİMİ VE DEĞERLENDİRMESİ

İLKER KIYAK  
MAKİNA MÜHENDİSİ  
İSG UZMANI ( A SINIFI )

İLKMMAK

<b>Sıra No / Konu</b>	<b>12 / Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi</b>
<b>Konunun genel amacı</b>	Katılımcıların, risk değerlendirme ve yönetimi ile ilgili kavramlar ile risk değerlendirme yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamaktır.
<b>Öğrenme hedefleri</b>	Bu dersin sonunda katılımcılar; <ul style="list-style-type: none"><li>• Risk değerlendirmesinin temeli ve gerekliliğini tanımlar.</li><li>• Risk değerlendirme yöntemlerini sıralar.</li><li>• İşyerlerindeki riskleri değerlendirir.</li></ul>
<b>Konunun alt başlıkları</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Risk yönetimi ve genel yönetim</li><li>• Tehlike ve risk kavramları</li><li>• Tehlike kaynakları ve oluşturdukları riskler</li><li>• Risk yönetiminin bir parçası olarak risk değerlendirme</li><li>• Risk değerlendirmesinin temel gerekçeleri</li><li>• Risk değerlendirme ekibi ve çalışan katılımı</li><li>• Risk değerlendirme teknikleri ve kıyaslamaları</li><li>• Risk analizi ve teknikleri</li><li>• Risk değerlendirme uygulamaları</li><li>• İlgili mevzuat</li></ul>



# RİSK ANALİZİ TEKNİKLERİ

ILKMAK

## Risk analizi yöntemleri ikiye ayrılır.

Bunlar, **kantitatif (quantitative)** ve **kalitatif (qualitative)** yöntemlerdir.

**Kantitatif risk analizi**, riski hesaplarken sayısal yöntemlere başvurur.

Kantitatif risk analizinde tehditin olma ihtimali, tehditin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile proses edilip risk değeri bulunur.

Diğer temel risk analizi yöntemi ise **“kalitatif”** risk analizidir.

Kalitatif risk analizi riski hesaplarken ve ifade ederken nümerik değerler yerine **yüksek, çok yüksek** gibi tanımlayıcı değerler kullanır.

Ayrıca, nitel risk analizi tehdidin olma ihtimalini kullanmaz, riskin sadece etki değerini dikkate alır.

ILKMAK

**Risk kavramı** ile **belirsizlik kavramı** iç içe iki kavramdır.

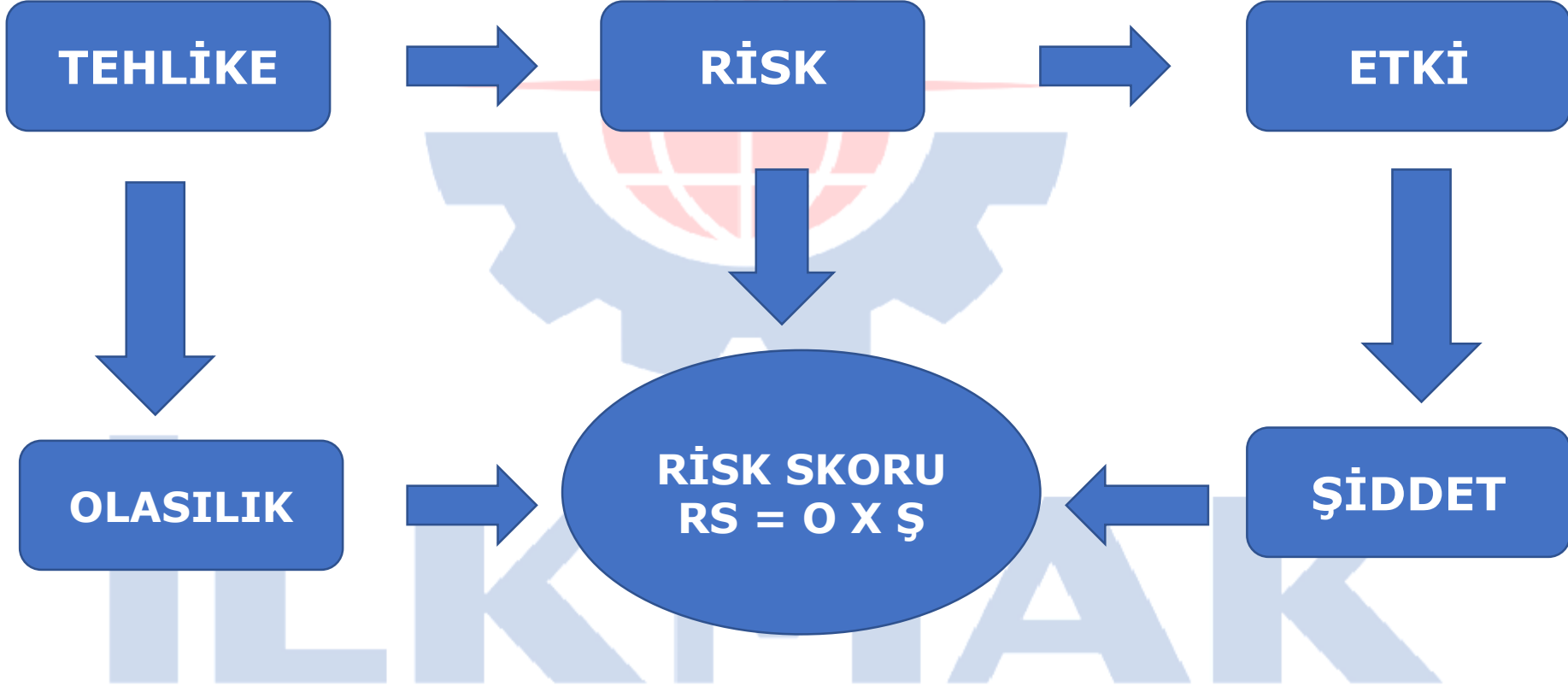
Belirsizlikte mevcut olan **"bilinmezlik"** ve **"sürpriz"** şeklindeki iki boyut,

Risk için **"tehlike"** ve **"olasılık"** şeklindedir.

ILKMAK

Tehlikenin olasılığını, etkinin ise şiddetini bilmemiz gerekmektedir.

Bu iki değerin çarpımı ise bize **risk skorunu** vermektedir.



$$\text{Risk} = \text{Tehditin Olma İhtimali (likelihood)} \times \text{Tehditin Etkisi (impact)}$$

formülü kantitatif risk analizinin temel formülüdür.

Tehditin olma ihtimali, tehditin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile proses edilip risk değeri bulunur.

ILKMAK



Risk değerinin çarpanlarından biri olan Olasılık değerini bulur iken olasılık teoremlerini göz önünde bulundurmamız gerekmektedir.

İLKMAK

- **Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis - PHA)**
- **Olursa Ne Olur? (What If..?) SWIFT**
- **Zürih Tehlike Analizi (Zürich Hazard Analysis- ZHA)**
- **Makine Risk Değerlendirme (Machine Risk Assessment)**

## **RİSK ANALİZ VE DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİ ÖRNEKLERİ**

- **İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis – JSA)**
- **Kontrol Listeleri (Check List Analysis- CLA)**
- **Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies HAZOP)**
- **Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (Failure Mode And Effects Analy FMEA)**

- **Güvenlik Fonksiyon Analizi**  
(Safety Function Analysis- SFA )
- **Hata Ağacı Analizi**  
(Fault Tree Analysis - FTA)
- **Olay Ağacı Analizi**  
(Event Tree Analysis - ETA)
- **Neden Sonuç Analizi**  
(Cause-Consequence Analysis- CCA )

**Kinney Metodu (Mathematical Risk Evaluation Method)**

**L tipi Matris**

**Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı  
(Management Oversight and Risk Tree – MORT )**

İLKMAK

## RİSK HARİTASI

Risk haritalarının hazırlanması aşamasında öncelikle **makro ve mikro ayrıştırma algoritması uygulanmalıdır.** Çünkü işletmelerin/işyerlerin her yeri aynı oranda tehlike taşımamaktadır.

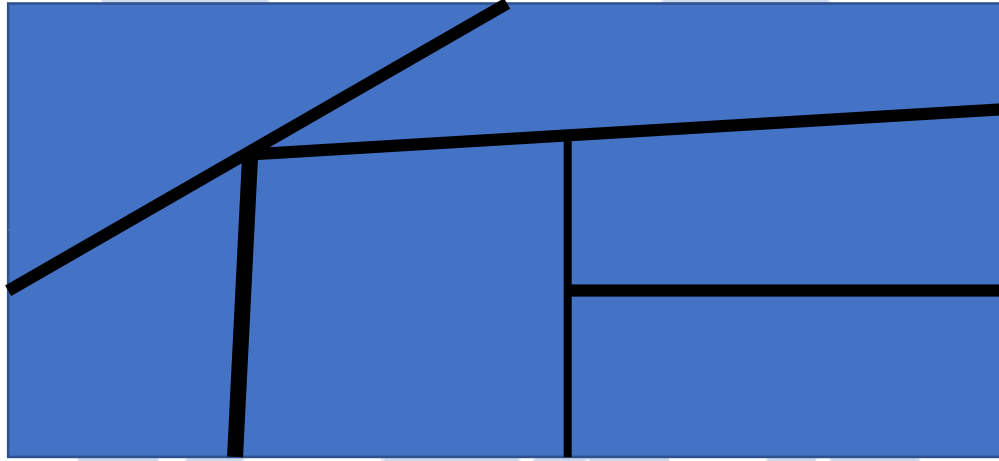
Bu işlemin yapılması risk değerlendirmesi yapacak İş Güvenliği uzmanına veya takımına hem zaman kazandıracak hem de maddi kaybı engelleyecektir.

Ayrıştırma algoritması uygulanan işyerinde tehlikeli bölümlerinin tehlike derecelerine göre birbirinden ayrıştırılması gereklidir.

# RİSK HARİTASI

## Makro Ayrıştırma Algoritması

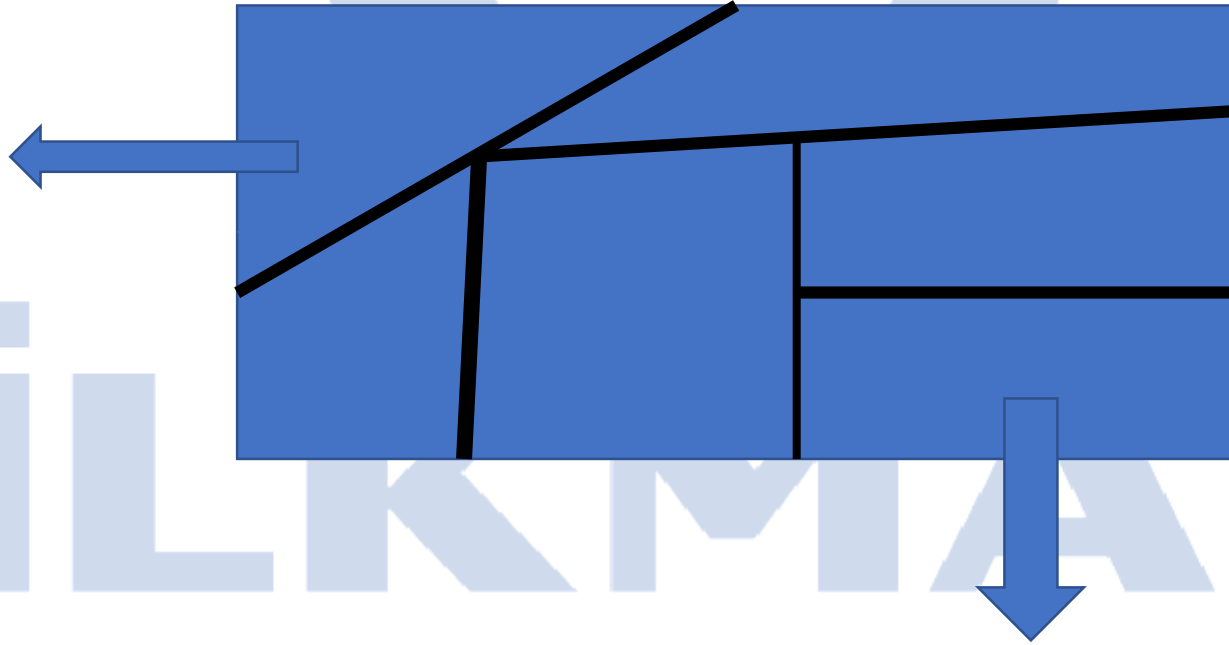
Makro ayrıştırma yapılırken işyerinin topografyası ve meteorolojide dikkate alınmalıdır, özellikle kimyasal madde depolama tankları, dış proses üniteleri, liman, dolum üniteleri içeren yerlerde mutlaka dış etkilerde (sabotaj, rüzgar, sel, çevre işyeri, vb.) hesaba katılmalıdır.



# RİSK HARİTASI

## Mikro Ayırıştırma Algoritması

İşletmede makro ayırıştırma yapıldıktan sonra, daha zor bir aşama olan **mikro ayırıştırma** geçilmelidir. Mikro ayırıştırma yapılırken, bilgi bankalarına ihtiyaç vardır. Bu bankaların oluşturulması hem tecrübe gerektirir hemde yoğun çalışmaya ihtiyaç vardır.





**“Mikro ayrıştırma algoritmanın yanlış uygulanması,  
bir**

**sonraki aşamaların başarısını azaltacaktır.”**

Oluşturulacak bilgi bankaları ;

- Yapı malzemesi bilgi bankası,
- Ekipman özellikli bilgi bankası,
- Materyal özellikli bilgi bankası,
- Proses özellikli bilgi bankası,
- Kaza senaryoları bilgi bankası

İLKMAK

## Yapı Malzemeleri Bilgi Bankası

Mikro ayrıştırma algoritması uygularken, **işletme içerisindeki yapı malzemeleri ve/veya elemanlarının yanıcılık ve dayanıklılık sınıfları ve yangın sınıfı belirlenmeli**, bu bilgiler ışığında yangın alarm ve tatbikatı, acil eylem planı üretilmeli ve yangın ekibinin eğitimi bu bilgiler doğrultusunda yapılmalıdır.

ILKMAK

## Ekipman Özellikli Bilgi Bankası

Ekipman özellikli bilgi bankası hazırlanırken, mikro ayrıştırma algoritmasına göre ayrıştırılan bölümler içerisinde kalan tüm **ekipmanların ayrıntılı olarak listelemesi** yapılır.

Bu listeleme yapılırken her bölüm içinde kalan ekipmanların yani makinaların, tezgahların, boru hatlarının, valflerin, pompaların, el aletlerinin vb. dökümü yapıldığı gibi

Bu ekipmanlar ile ilgili detay bilgilerde toplanır.

## Materyal Özellikli Bilgi Bankası

Materyal özellikli bilgi bankasının oluşturulması için, tehlikeli maddelerin **“Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarının (MSDS)”** oluşturulması yada tedarikçi firmalardan elde edilmesi gereklidir.

ILKMAK

## Proses Bilgi Bankası

Proseslerin işleyişi ve birbirleri ile etkileşimleri belirlenir.

İLKMAK

Risk haritasının oluşturulmasında, tehlikelerin tanımlanmasında en önemli veriyi sağlayan kaza kayıtlarının oluşturulmasıdır.

İşletmede/işyerinde mutlaka kazaya ramak kalma ve Tehlikeli durumlarda dahil olmak üzere tüm kaza ve olay kayıtlarının tutulması gereklidir.

İLKMAK

- **Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis - PHA)**
- **Olursa Ne Olur? (What If..?)**
- **Zürih Tehlike Analizi (Zurich Hazard Analysis)**
- **Makine Risk Değerlendirme (Machine Risk Assessment)**

# ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA )



Ön tehlike analizi, **tesis tasarım aşamasında (proje) veya daha detaylı risk analizlerinden önce kullanılacak, hızla hazırlanabilen tüme varımlı birincil ve öncü risk değerlendirme metodolojisidir.**

**Amaç** incelenen sistemde çeşitli tehlikeli öğeleri belirlemek ve potansiyel tehlike arz eden durumlar için, kazaya meydan vermemek için nasıl bir yol izleneceğini saptamaktır.

İLKMAK



# ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA )



**Birincil Risk Analizi**, bir tesisin veya bir sistemin çalışması sırasında veya bir faaliyeti yerine getirirken zarar verebilecek tehlikeleri ve tehlikeli durumları analiz edebilmek için kullanılan tümevarımlı sistematik bir yöntemdir.

Bu metotta olası sakıncalı olaylar önce tanımlanır daha sonra ayrı ayrı çözümlenir

İLKMAK

## SINIRLI BİLGİ OLMASI HALİNDE KULLANILMASI MÜMKÜNDÜR

İşletme içerisinde çok erken olarak risklerin dikkate alınmasını sağlar.

PHA, sadece ön bilgi sağlar; kapsamlı değildir.

Riskler hakkında ve önlenmesi ile ilgili ayrıntılı bilgi sağlamaz.

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)

### Metodolojinin Aşamaları

Ön tehlike analizi yapılırken, **geçmiş kazalar** ve eğer tutuluyorsa **tehlikeli durum ve kazaya ramak kalmalarda** dikkate alınarak **geçmiş deneyim analizi** yapılır.

Bu aşama çok önemlidir, çünkü **hangi metodolojilerin kullanılacağına karar verilmesi aşamasında büyük rol oynar.**

Geçmiş deneyim analizi işletmede daha çok **hangi hataların meydana geldiği konusunda analiste veri sağlar.**

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)

### Metodolojinin Aşamaları

Bir sonraki adım ise amaç analizidir, bu aşamada istenilen hedefler belirlenir.

Tehlike belirlenmesi aşamasında; **potansiyel tehlikeli elemanlar, tehlikeli durumlar, tehlikeli olaylar, emniyet sistem kayıpları** veri olarak kullanılır.

ILKMAK

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)

### Metodolojinin Aşamaları

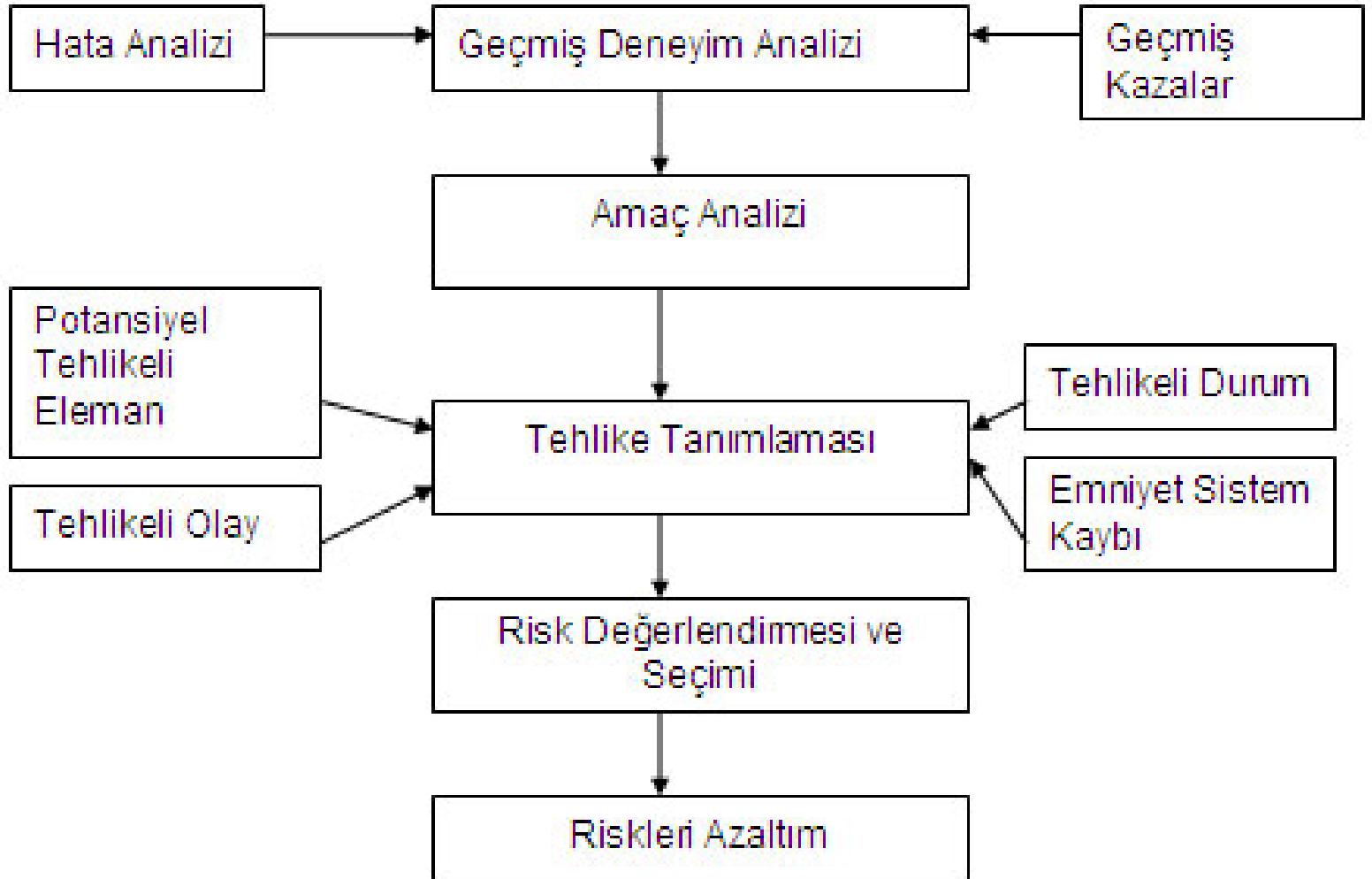
İşletmenin tehlikeli durum ve geçmiş kaza kayıtları tutulmamış veya yeni faaliyete geçmiş bir işletme olması durumunda aynı iş kolundaki işletmelerdeki kaza örnekleri veri olarak kullanılabilir, analistin tecrübesi bu aşamada büyük önem taşır.

Tehlikelerin belirmesinden sonraki adım ise hangi **risk değerlendirme metotlarının** seçileceğine karar verilmesidir.

ILKMAK

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ

### Ön Tehlike Analizi Metodolojisi Aşamaları (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)



## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)

- Belirlenen potansiyel tehlikelerin “**Ön Tehlike Analizi Risk Derecelendirme ve Seçim Diyagramı**” kullanılarak frekansı ve şiddetine göre risk skoru belirlenir.
- Burada dikkat edilmesi gereken bir husus şiddetin “**felakete yol açan**”, “**tehlikeli**”, “**marjinal**” ve “**önemsiz**” olarak değerlendirilmesidir.



ILKMAK

# Ön Tehlike Analizi Risk Derecelendirme Seçim Diyagramı

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)

FREKANS	ŞİDDET			
	(1) Katastrofik (Felakete Yol Açan)	(2) Tehlikeli	(3) Marjinal (Pek az)	(4) Önemsiz
(A) Sık sık Tekrarlanan	1A	2A	3A	4A
(B) Muhtemel	1B	2B	3B	4B
(C) Ara Sıra Olan	1C	2C	3C	4C
(D) Pek Az	1D	2D	3D	4D
(E) İhtimal Dışı (Olanaksız)	1E	2E	3E	4E

RISK KATEGORİSİ:

 YÜKSEK  CİDDİ  ORTA  DÜŞÜK



# Ön Tehlike Analizi Risk Değerlendirme Formu

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA)

Tarih :		BAŞLANGIÇ TEHLİKE ANALİZİ				Değerlendirme:	
Proses/Sistem :		RISK DEĞERLENDİRME FORMU				Düzenleyen:	
Alt Sistem :						Revizyon No:	
Çizim Rehberi:						Revizyon Tarihi:	
Takım:						Sayfa:	
Potansiyel Tehlike Eleman	Tehlikeli Olay Nedeni	Tehlikeli Durum	Korunma Kaybı	Kaza	Şiddet/Frekans	Düzeltilici Önlem	

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA )

Tanımlanan **tehlikeler, sıklık/sonuç diyagramının yardımı ile sıraya konur ve önlemler öncelik sırasına göre alınır.**

Ön tehlike analizi analistler tarafından erken tasarım aşamasında uygulanır, **ancak tek başına yeterli bir analiz metodu değildir, diğer metodolojilere başlangıç verisi olması aşamasında yararlıdır.**

**Gereklilik halinde yeni tehlikeleri bulmak ve düzeltmek için tasarım aşamalarında, uygulamalarında ve varsa testleri sırasında güncellenmelidir.**

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA )

Kazanın teşhis edilebilmesi için şu sorunun cevabı aranır?

“ Bu aktiviteyi yerine getirirken ne gibi potansiyel kazalar meydana gelebilir?

Katkıda bulunan olayları tanımlamak için bu soruya cevap ver;

"Bu faaliyeti yaparken, bu kazanın oluşmasına katkıda bulunan en önemli olay nedir?"

- İnsan hatası
- Teçhizatın devre dışı kalması yada hatası
- Donanım sistem hatası
- Yönetim ile ilgili zaafklar, vb.

## ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA )

Önleyici ve hafifletici korunmayı tanımlamak için şu soruya cevap ver;

"Bu faaliyeti yaparken, hangi mühendislik veya yönetim kontrolünün bu alanda kullanılması kazanın frekansını ve şiddetini azaltmada yardımcı olur?"

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

ILKMAK

# ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS-PHA ) özellikleri

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
Orta	Bir analist ile yapılabilir	Orta Düzey Deneyim	Kalitatif	Her Sektör	Tek başına yeterli değildir. Yapan kişinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.

İLKMAK

## OLURSA NE OLUR ( WHAT IF .... ? )

Diğer metotlara nazaran oldukça basit uygulanabilen diğer risk analizlerine veri sağlayan ve işletmenin mevcut durumu hakkında temel bilgi sağlayan bir yöntemdir.

■ Genel soru olan **“Olursa Ne Olur?”** ile başlar ve sorulara verilen cevaplara dayanır.

ILKMAK

## OLURSA NE OLUR ( WHAT IF .... ? )

- Duman birikir ise ne olur? Zehirlenebilir.
- Eğer yanlışlıkla düğmeye basarsa ne olur? Arkada çalışanın eli sıkışabilir.
- Eğer şırınga eline batarsa ne olur? Hastalık kapabilir
- Eğer panonun kapağı açıksa ne olur? Yetkisiz personel müdahale edebilir ve çarpılabilir.

## OLURSA NE OLUR ( WHAT IF .... ? )

- Risk değerlendirme ekibi m¼mk¼n olduğu kadar çok soru ¼retir.
- **Olursa ne olur ? alışması aslında bir “Beyin fırtınası” çalışmasıdır.**
- Karmaşık sistemlerde risklerin belirlenmesi açısından kullanışsızdırlar, detaylı bir analiz değildir.
- Hataların nasıl ciddi sonuçlara neden olabileceği hakkında genel bakış açısı sağlar,değerlendirme sonuçlarının oldukça hızlı şeklide alınması m¼mk¼nd¼r.
- Olasılık hesapları yapmak gerekli değildir.



BAŞLA

BİR ÜNİTE VEYA BÖLÜM SEÇ

SEÇİLEN ÜNİTE VEYA  
BÖLÜMLE İLGİLİ BİLGİ TOPLA

YAPILAN İŞLERİ VE TEÇHİZATI  
LİSTELE

OLURSA NE OLUR ?  
SORUSUNU YÖNELT

SORU İLE İLGİLİ ÖNLEYİCİ  
TEDBİR ÖNER

SORUMLUSUNU BELİRLE

“What if ? “	Sonuç	Tavsiye	Sorumlu Personel	Alınan Eylemin Zamanı
1- Hatta ki basınç artar ise ne olur?	Yüksek Basınç – Patlama	Emniyet ventili takılmalı	Planlama Mühendisi	12.03.2011
2-Emniyet ventili görev yapmaz ise ne olur?	Yüksek Basınç – Patlama	İkinci bir emniyet ventili takılması - Periyodik kontrol	Bakım Amiri	12.03.2011 6 Aylık periyotlar Başlangıç periyodu Eylül 2011

# OLURSA NE OLUR ( WHAT IF ... ? ) özellikleri

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
Çok Az	Bir analist ile yapılabilir	Orta Düzey Deneyim	Kalitatif	Basit prosedürlü işler	Tek başına yeterli değildir. Takım liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.

# İLKMAK

# ZÜRİH TEHLİKE ANALİZİ



Günümüz sanayisinde 24 saat üretim yapan fabrikalar bulunmaktadır.

Bu fabrikaların çoğunda 24 saat sürekli çalışan makineler bulunmakta ya da bir çok kimyasal maddenin kullanımı mevcut bulunmaktadır.

Özellikle makinelerin olası arızalarını önceden tahmin etmek, arızaya karşı hazırlıklı olmak ve derhal müdahale etmek, olası kazaları önlemek açısından büyük avantaj sağlamaktadır.

Zurich sigorta tarafından geliştirilen bir yöntemdir.

Bu yöntemin çıkış hikayesi; 1987 yılında Alman Sandoz fabrikasında yaşanan bir yangın, Ren nehrinde büyük bir çevresel felakete sebebiyet vermiş ve bu kirliliğin temizlenmesi için de büyük bir emek ve maliyet gerekmiştir.

# MAKİNE RİSK DEĞERLENDİRME - MRA (MACHINE RISK ASSESMENT)

Sanayi devriminden bu güne kadar sanayide kullanılan makinelerin çeşitleri ve sayıları çok hızlı bir şekilde artmış ve artmaktadır.

Başlangıçta makineler herhangi bir güvenlik önlemi alınmadan kullanılmaktaydı.

Sanayi devrimi ile birlikte makine çeşitleri ve sayılarının artması ve kazaların artması İş Sağlığı ve güvenliğinin önemini arttırmıştır.

## MAKİNE RİSK DEĞERLENDİRME (MACHINE RISK ASSESMENT)

İnsan-makine sistemleri, bir tek operatörün makine veya işlemle etkileştiği herhangi bir sayıda insan makine birimleri veya alt sistemlerinden medana gelebilir.

Bir çok alt sistemler birbirlerinden bağımsız olarak işlem yapar veya birbirleriyle etkileşimde bulunabilirler.

Makine ile çalışanlarda ve makine yakınında bulunanlar için tehlike oluşturacak, yaralanmalarına hatta ölümlerine yol açabilecek herhangi bir mekanik tehlikeye karşı koruma önlemleri alınmalıdır.

# MAKİNE RİSK DEĞERLENDİRME (MACHINE RISK ASSESMENT)

98/37/EEC Sayılı AB nin makineler direktifinde bu direktif kapsamında makinelerin karşılamak zorunda oldukları temel gerekler tespit edilmektedir.

Bu direktife bakıldığında bazı standartlara atıfta bulunduğu görülmektedir.

Bu standartların en önemlilerinden birisi TS EN ISO 14121 ' dir.

Bu standarda göre makinenin yada prosesin riskli olarak belirlenen kısımları için mekanik yada elektriksel bazı tedbirler alınır.

# MAKİNE RİSK DEĞERLENDİRME (MACHINE RISK ASSESMENT)

CE işareti , “Conformite Europeenne” yani Fransızca “Avrupa’ya uygunluk” kelimelerinin baş harflerinden gelmektedir.

CE işareti ilgili ürünün direktiflerce belirtilen şartlara uygun olarak üretildiğini ve pazara sunulduğunu belirtir.

*Not ; CE işareti kalite işareti değildir.*

İLKMAK



# MAKİNE RİSK DEĞERLENDİRME (MACHINE RISK ASSESMENT)

Makine risk değerlendirmesi; makinenin yaşamının iki ana aşamasında yapılmalıdır.

Bunlardan biri tasarım diğeri ise üretim aşamasıdır.

Risk değerlendirmesinin yapılması gereken ilk nokta, tasarım prosesinin başlangıcı olmalıdır.

Ancak ürünün pazara sunulmasından sonra bile risk değerlendirmesinin tekrar gözden geçirilmesi gereklidir.

- **İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis – JSA)**
- **Kontrol Listeleri (Check List Analysis)**
- **Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies HAZOP)**
- **Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (Failure Mode And Effects Analysis FMEA)**

ILKMAK

## **İŞ GÜVENLİK ANALİZİ ( JOB SAFETY ANALYSIS-JSA)**

İş Güvenlik Analizi (JSA), kişi veya gruplar tarafından gerçekleştirilen iş görevleri üzerinde yoğunlaşır.

Bir işletme veya fabrikada işler ve görevler iyi tanımlanmışsa bu metodoloji uygundur.

Analiz, bir iş görevinden kaynaklanan tehlikelerin doğasını direkt olarak irdeler.

İş Güvenlik Analizi (JSA) olarak adlandırılan analiz dört aşamadan oluşur.

# İŞ GÜVENLİK ANALİZİ ( JOB SAFETY ANALYSIS-JSA)

JSA'nın ilk aşaması görev adımlarının veya altgörevlerin numaralandırılarak ayrıntılı olarak analiz edilmesi ve bu adımları bozacak durumların, yapının belirlenmesi temel anlayışını içerir.

Bu adım normal olarak işte çalışan ve denenen kişileri de içermelidir.

İLKMAK

# İŞ GÜVENLİK ANALİZİ ( JOB SAFETY ANALYSIS-JSA) özellikleri

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
<b>Çok Fazla</b>	<b>Takım Çalışması</b>	<b>Çok Fazla Deneyim</b>	<b>Kalitatif</b>	<b>Her Sektöre Uyar</b>	Kişilerin görev tanımları iyi yapılmış ise başarı sağlar.



İLKMAK

# KONTROL LİSTELERİ (CHECK LIST ANALYSIS - CLA)

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

Check listelerindeki özel sorularla, analizi yapılan tesisin eksiklikleri saptanır.

Bir önlemler katalogu 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)

# Kontrol Listeleri-Çeklist Metodu (Birincil Risk Analizi PRA )

Kaçış Yolları	Evet	Hayır	Açıklamalar
Tüm çalışanların yangından kaçabilmesi için uygun çıkışlar var mı? Cevap evet ise;			
*Bu kaçış yolları açık mı?			
*Bu yangın kaçışları(kapıları) yangın bölgesinden dışarıya çıkarıyor mu ?			
*Uygun bir şekilde işaretlenmiş mi?			
*Bu yollarda uygun aydınlatma var mı?			
Tahliye Talimatı var mı? Cevap evet ise;			
*Tüm çalışanlar biliyor mu?			
*Misafir ve özürllüleri de kapsıyor mu?			
*Kayıt altında mı?			

# Kontrol Listeleri-Çeklist Metodu ( Birincil Risk Analizi PRA ) özellikleri

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
<b>Orta</b>	<b>Takım Çalışması</b>	<b>Orta Düzey Deneyim</b>	<b>Kalitatif</b>	<b>Her Sektöre Uyar</b>	CheckList uzman kişilere hazırlanması halinde başarı artar.

İLKMAK



## TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP) :

HAZOP Tekniği ilk olarak İngiliz Kimya Şirketi "ICI – Imperial Chemical Industries ) tarafından 1964 "de "Kritik Sorgu tekniği" olarak tasarlanmıştır.

Ancak HAZOP metodolijisinin bugün kullanılan şekline gelmesinde 1974'de Flixborough'da meydana gelen endüstriyel kazanın araştırma ekibinde bulunan Trevor Kletz, kazadan sonra yaptığı araştırmaları derleyerek ilk HAZOP çalışmasını yayınlamıştır.

1977 `de ise, ICI ve Kimyasal Endüstriler Derneği (Chemical Industries Association ) tarafından "Tehlike ve Çalışabilirlik Rehber Kitabı" yayınlanmıştır.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

Kimya endüstrisi tarafından, bu sanayinin özel tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir.

**Multi disiplinler bir ekip tarafından,** kaza odaklarının saptanması, analizleri ve ortadan kaldırılmaları için uygulanır.

İLKMAK

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

**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 metod, **kimya endüstrisinde tehlikelerin tanımlanmasında yardımcı olması maksadıyla proses dizayn aşamasında ve proses işletme esnasında yaygın olarak kullanılır.**

Üst düzeyde bilgili ve deneyimli uzman grubunu gerektirir.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

**Anahtar Kelimeler** ; tehlikeli sapmaları normal değerlerle karşılaştırmak maksadıyla kullanılır.

Bu kelimeler grubu ; "Fazla", "Az", "Hiç" vb kelimeleri içerir.

**Bu anahtar kelimeler, basınç, sıcaklık, akış vb parametrelerin ( kılavuz kelimelerin ) durumlarını nitелеmek için kullanılır.**

Her bir durumda analist, sebepler, sonuçlar, belirleme metodları ve düzeltici hareketlerle tanımlama yapar.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP ne zaman kullanılır ?

- Prosesin Planlama aşamasında.
- Tasarım ve İnşa aşamasından önce .
- Sistem çalışmaya başlamadan önce.
- Mevcut işleyen bir prostedeki tüm sistem ve ekipmanlara uygulandıktan sonra en az 5 yılda bir.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP takımı kimlerden oluşmalıdır?

Analiz çok disiplinli bir takım tarafından gerçekleştirilmelidir ve bir takım lideri tarafından yönetilmelidir.

HAZOP TAKIMI aşağıda belirtilen çalışma grubundan oluşur.

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

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

### I-Adım: Hazırlık

HAZOP uygulanırken öncelikli bir **proses veya operasyonun bir adımı** seçilir ya da proses veya operasyonda çalışanların doldurduğu "**Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Formu**"nda belirtilen adım için değerlendirme yapılır.

Çalışmaya başlamadan önce prosesin akış şemasının çıkartılması faydalı olacaktır.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

### I-Adım: Hazırlık ( Devam )

Proses değişik parçalara bölünür,sürekli bir süreç durumunda tanklara, pompalara, valflere, bağlı borulara vb parçalara bölünür ve analiz daha sonra her birime ayrı ayrı uygulanır.

ILKMAK



# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

### II-Adım: Tehlikeli Sapmaların Belirlenmesi

HAZOP takımı, değerlendirmeye başlamadan önce yapılan çalışmanın amacını açıklar ve prosesin veya operasyonun bir sürecini seçer.

Öncelikle proses veya operasyon adımının bir değişkenini seçer ve "Kılavuz kelimeler"i belirler.

"Kılavuz kelimeler" kullanılarak anlamlı bir "Tehlikeli Sapma" belirlenir.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ

## Anahtar Kelimeler ve Kılavuz Kelimeler

### 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 Gerekinden 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

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

### III-Adım: Neden Araştırması

Tanımlanan sapma için neden araştırması ve paralel olarak sonuç araştırması yapılır.

Belirlenen tehlikeli sapma için HAZOP takımı tarafından muhtemel nedenlerin listesi hazırlanır. Bu aşamada takımın tecrübesi ve liderin önderliği önem kazanır.

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP)

## HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

### IV-Adım: Sonuç Araştırması

Tehlikeli sapmanın sonuçları dikkat ile gözden geçirilerek, sapmanın oluşmasını önleyici koruyucu önlemler alınır.

## HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

### V-Adım: Sonuçların İncelenmesi

Tehlikeli sapmaların sonuçlarının muhtemel ciddiyeti de değerlendirilmelidir.

**Kategori 1-Yıkıcı-Catastrophic:** Kaza veya ölüme neden olan bir hata

**Kategori 2-Kritik-Critical:** Üretimde kayıp veya büyük zaman kayıplarına neden olan şiddetli kazalara, önemli özelliklerde hasara veya önemli sistem hasarlarına neden olabilecek hatalar.

**Kategori 3-Marjinal-Marjinal:** Gecikmelere veya sistemde seviyenin düşmesine neden olabilecek küçük kazalar, daha küçük özelliklerde hasarlar veya küçük sistem hasarları yaratan kazalar.

**Kategori 4-Küçük-Minor:** Sistemde kazalar oluşturacak, sistem özelliklerinde hasra yol açacak ya da sisteme zarar verecek kadar büyük olmayan ancak planlanmamış tamir ya da bakımlara neden olan hatalar.

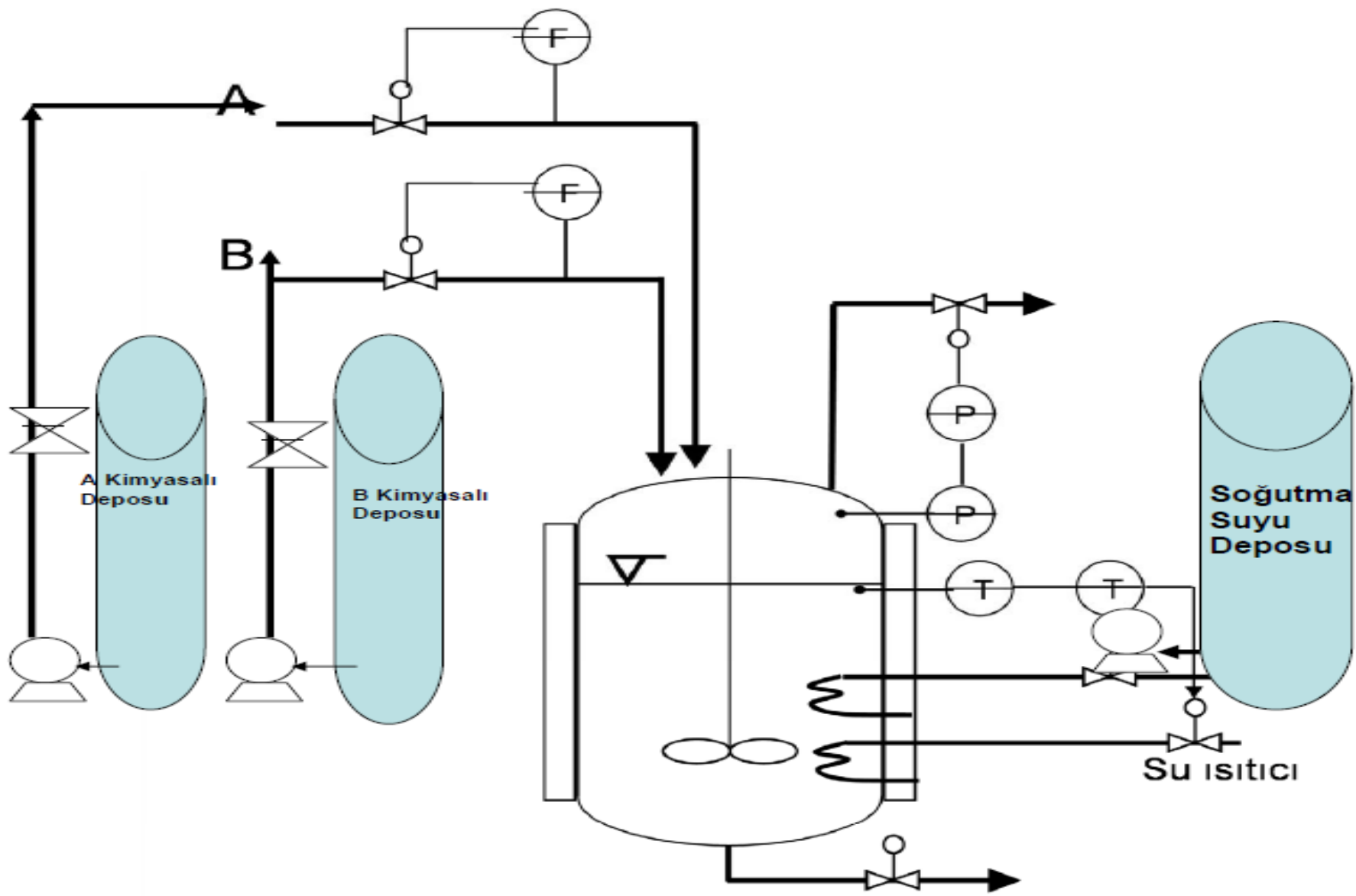
## HAZOP ÖRNEKİ:

A kimyasalı, B kimyasalı ile reaksiyona girerek C kimyasalını üretmektedir.

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



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



# KILAVUZ KELİME “AK



Anahtar Kelime	Kılavuz Kelime	Tehlikeli Sapma	Olası Nedenler	Sonuçlar	Gerekli Aksiyonlar
HİÇ	AKIŞ	AKIŞ YOK	A Kimyasalı depolama tankında yeterli hammadde yok	Reaktöre beslemenin kesilmesi	A kimyasalı tankına düşük seviye alarmı takılması
				Akış olmaması sebebiyle reaktör içerisinde D kimyasalı oluşumu	Depolama lanı operatörü ile iletişimin sağlanması

# ILKMAK



# KILAVUZ KELİME “AK



Anahtar Kelime	Kılavuz Kelime	Tehlikeli Sapma	Olası Nedenler	Sonuçlar	Gerekli Aksiyonlar
FAZLA	SICAKLIK	YÜKSEK SICAKLIK	Soğutma Suyu deposunda Suyun olmaması	Reaktör içerisinde sıcaklık ve Basınç artışı	Su deposuna alt seviye alarminin kurulması
					Düzenli seviye kontrolü

# ILKMAK

# TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ANALİZİ (Hazard and Operability Studies- HAZOP) özellikleri

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif/ Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
<b>Çok Fazla</b>	<b>Takım Çalışması</b>	<b>Çok Fazla Deneyim</b>	<b>Kalitatif</b>	<b>Kimya Endüstrisi</b>	Oldukça zordur. Yüksek tecrübe ve takım üyelerinin yüksek performansını gerektirir.

İLKMAK

# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi

(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)

(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi- YOSİ)

FMEA; işletmedeki veya organizasyondaki önemli hata durumlarını belirlemek ve bu hataların işletmenin, çalışanların ve çevrenin güvenliği üzerindeki önemini değerlendirmek için geliştirilmiş, sistematik bir araştırma tekniğidir.

1960'lı yıllarda **havacılık alanında ortaya** konan bu yöntem, uzay ile ilgili çalışmalarda yer almış, daha sonraları nükleer, kimyasal, otomobil endüstrileri vb endüstrilerde de kendini kabul ettirmeyi başarmıştır.

Günümüzde çok kullanılan yöntemlerden biridir.



# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi

(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)

(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi- YOSİ)

**FMEA; disiplinin geçmişi diğer risk değerlendirme metodolojilerine oranla daha eskilere dayanır.**

Olası hata türü ve etkileri analizi ,başlangıçta daha çok **askeri amaçlı uçakların imalatı çalışmalarında kullanılmaktaydı.**

Daha sonra 1960-1965 yılları arasında ise **NASA tarafından, APOLLO projesinde ilk defa uygulama alanı bulmuş ve yapılan uzay aracı çalışmalarında sistem ve ekipman hatalarının olasılıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır.**

1961 yılında ise ilk defa **NASA tarafından "Çok Gizli" olarak niteledikleri FMEA analizinin ilk tabloları yayınlanmıştır.**



# **Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi** **Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi**

(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)  
(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi- YOSİ)

1975 yılında **Japon NEC firması, FMEA disiplinin ilk endüstriyel uygulamasını başlatmıştır.**

1980 Yılında ise **FORD firması tarafından otomotiv sanayinde başlatılmış ve sistemde değişiklik yapılarak karmaşık olan askeri uygulama basitleştirilmiştir.**

Renault ve Citroen otomotiv şirketince Fransızca yazılımının baş Harflerinin kısaltılmışı olarak, kısaca **AMDEC (Analyse des Modes de Defaillances, de leurs Effets et de leur Criticite)** olarak isimlendirilmiş ve otomotiv endüstrisinde uygulama imkanı bulmuştur.

# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi

## Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi

(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)  
(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi- YOSİ)

1993 yılında otomotiv endüstrisi faaliyet grubu (AIAG) ve Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC) endüstri çapında “Hata Türü ve Etki Analizi” standardı oluşturmuştur.

# ILKMAK

## FMEA Çeşitleri

FMEA kullanım yerleri bakımından başlıca dört başlık altında ele alınabilir:

**1) Sistem FMEA**

**2) Tasarım FMEA**

**3) Süreç FMEA**

**4) Servis FMEA**

Kısaca açıklamak gerekirse;

**Sistem FMEA:** Tasarımın ön aşamalarında sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem eksiklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır.

**Sistem FMEA'nın faydaları:** Potansiyel problemlerin bulunabileceği alanlar daralır, fazlalıkların saptanmasına ve optimum sistem tasarım alternatiflerinin seçilmesinde yol gösterir.

**Tasarım FMEA:** Tasarım hatalarından doğabilecek hata türlerine yönelik analizlerdir.

Dizayn aşamasını da ilgilendiren bu analizler yeni ürünler ve süreçler planlandığı zaman, mevcut plan ve dizaynlar değiştirilebileceği zaman, yeni bir ürünün dizaynında kullanılmalıdır.

Henüz üretime başlanmadan, ürün fonksiyonları tanımlandıktan sonra oluşturulur.

**Faydaları:**

- Tasarım geliştirme faaliyetleriyle ilgili önceliklerin belirlenmesi,
- Üründe çıkabilecek hatalarının, ürün tasarım aşamasında iken belirlenmesi,
- Önemli ve kritik özelliklerin belirlenmesine yardım etmesi vb.gibi yararları vardır.

Tasarım FMEA'sının tamamlanmış olarak kabul edilebilmesi, ancak üretim için onay ve bir başlangıç tarihinin verilmesi ile olabilir.



**Süreç FMEA:** Üretim veya montaj sırasında herhangi bir hata oluşuyorsa, süreçlerin neden bu hatayı meydana getirdiğini incelemek için yapılır.

Bir anlamda üretim süreç analizi içindeki olası hataların süreçle ilintilerinin saptanması amacını taşır.

**Süreç FMEA kullanımının sağladığı yararlar ise:**

Üretim veya montaj süreçlerinin analizine yardımcı olması ve düzeltici faaliyetlerin önceliklerini belirlemesi, kritik veya önemli olan süreçler ve özelliklerinin saptanması, kontrol planı oluşturmada yardımcı olması ve bununla ilgili plan sunmasıdır.

Süreç FMEA'nın tamamlanmış olarak kabul edilebilmesi için bütün operasyonların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve kritik olan önemli özelliklerin oluşturulmasıyla mümkün olabilir.

**Servis FMEA:** Müşteriye servis ulaşmadan analiz edilmesidir. Bu analiz sayesinde; geliştirme faaliyetleri arasında önceliklendirmeler ve değişiklik için nedenler ve açıklamaların kaydedilmesi sağlanır.

ILKMAK

# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi

## Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi



(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)  
(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi- YOSİ)

FMEA çalışması bir **ekip çabasını gerektirir.**

FMEA ekibi genelde **çekirdek ekip ve destek ekip olmak üzere iki ayrı gruptan oluşur.**

Çekirdek ekip üyeleri çapraz işlevsel ekip çalışmasının her aşamasına katılırlar, karar vericidirler ve eylemlerin gerçekleştirilmesinden sorumludurlar.

Destek ekip üyeleri ise, özel görüş ve girdi sağlamak üzere, genelde gerektiği zaman katılırlar.

Ekip üye sayısı beş ile 10 arasında olmalıdır.



# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi

## Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi

(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)

(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi- YOSİ)

### Çekirdek Ekip ;

- A. İş Güvenlik Uzmanı
- B. İşyeri Hekimi
- C. Çevre Mühendisi ( Görevlisi)
- D. Bölüm sorumlusu Mühendis
- E. Üretim/ Süreç Mühendisi vb

### Destek Ekip ;

- A. Operatörler
- B. Servis Elemanları
- C. Tedarikçi / Yardımcı Sanayi Temsilcileri
- D. Analiz / Test Operasyon Sorumluları vb

# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi (Failure Mode and Effects Analysis- FMEA) (Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi-YOSİ)

## Hata Modu ve Etkileri Analizi Uygulaması;

- a. Potansiyel hataları tanımlar. (Mekanik Hatalar, Sistem Hataları, Yazılım Hataları, İnsan Hataları vb.)
- b. Her hatanın nedenlerini ve etkenlerini belirler.
- c. **Olasılık**, **şiddet** ve **saptanabilirliğe** bağlı olarak hataların önceliğini ortaya çıkarır.
- d. Sorunların izlenmesini ve düzeltici faaliyetlerin yapılmasını sağlar.

# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi (Failure Mode and Effects Analysis- FMEA) (Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi -YOSİ)

**Hata (Yetmezlik);** Bir sistemin veya sistemin bir elemanının, öngörülen işlevini veya işlevlerini, öngörülmüş olan biçimde yerine getirememesi durumudur.

Yetmezlik tanımının yerine tehlikenin tanımı kullanıldığında, iş güvenliğine de uygulanabilir.

İLKMAK

## Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi (Failure Mode and Effects Analysis- FMEA) (Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi -YOSİ)

3 aşamalı bir uygulamadır.

- 1- Yetmezlik (tehlike) olasılıkları belirlenir. Yani çana veya mala yönelik bir tehlikenin ortaya çıkma olasılığıdır. Nicelendirme açısından sıklık tanımı kullanılır. Çünkü ortaya sık çıkan bir şeyin olasılığı yüksektir.
- 2- Yetmezliğe gidişin (tehlikenin doğuşunun) önceden farkına varılması olasılığı değerlendirilir.
- 3- Yetmezlik (tehlike) önlemediğinde, doğabilecek sonuçların olasılıkları ve boyutları tartılır. (ölüm, yaralanma, ölümcül hastalığa yakalanma, sağlığını yitirme vb)

Bu üç olasılık uygulama kolaylığı açısından 1 ile 10 arasında puanlanır.

**Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi  
(Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)  
(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi -YOSİ)**

**Bu üç olasılık uygulama kolaylığı açısından  
1 ile 10 arasında puanlanır.**

**RÖS ( Risk Önem Sırası ) = olasılık x kestirebilme x  
boyut**

**Olasılık arttıkça** 10 rakamına yaklaşır  
**Kestirebilme zorlaştıkça** 10 rakamına yaklaşır  
**Boyut (sonuç) ağırlaştıkça** 10 rakamına yaklaşır

**En Yüksek RÖS 1.000 dir.**

İLKMAK



## Risk Öncelik Puanı

$$\text{RÖP} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \times \text{Keşfedilebilirlik}$$

**RÖP < 40 ise önlem almaya gerek yoktur.**

**40 < RÖP < 100 ise önlem alınmasında fayda vardır.**

**RÖP > 100 ise mutlaka önlem alınması gerekir.**

# FMEA

HATA OLASILIĞI	HKS HATA KÜMÜLATİF SAYISI	DERECE
<b>Çok Yüksek:Kaçınılmaz Hata</b>	<b>1 / 2' den fazla</b>	<b>10</b>
	<b>1/3</b>	<b>9</b>
<b>Yüksek:Tekrar Tekrar Hata</b>	<b>1/8</b>	<b>8</b>
	<b>1/20</b>	<b>7</b>
<b>Orta:Ara Sıra Olan Hata</b>	<b>1/80</b>	<b>6</b>
	<b>1/400</b>	<b>5</b>
	<b>1/2.000</b>	<b>4</b>
<b>Düşük:Nispeten Az Olan Hata</b>	<b>1/15.000</b>	<b>3</b>
	<b>1/150.000</b>	<b>2</b>
<b>Pek Az:Olası Olmayan Hata</b>	<b>1/1.500.000'den düşük</b>	<b>1</b>

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

**SİSTEM FMEA ŞİDDET ETKİ SINIFLAMASI**

<b>ETKİ</b>	<b>ŞİDDETİN ETKİSİ</b>	<b>DERECE</b>
<b>Uyarısız Gelen Tehlike</b>	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	<b>10</b>
<b>Uyarısız Gelen Tehlike</b>	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	<b>9</b>
<b>Çok Yüksek</b>	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3.derece yanık, akut ölüm vb. etkiye sahip hata	<b>8</b>
<b>Yüksek</b>	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3.derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	<b>7</b>
<b>Orta</b>	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	<b>6</b>
<b>Düşük</b>	Kırık, kalıcı küçük iş görmemezlik, 2.derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip hata	<b>5</b>
<b>Çok Düşük</b>	incinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	<b>4</b>
<b>Küçük</b>	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	<b>3</b>
<b>Çok Küçük</b>	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	<b>2</b>
<b>Yok</b>	Etki yok	<b>1</b>

# Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi (Failure Mode and Effects Analysis- FMEA)(Yetmezlik olasılıkları ve sonuçlarının irdelenmesi -YOSİ)

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
<b>Çok Fazla</b>	<b>Takım Çalışması</b>	<b>Çok Fazla Deneyim</b>	<b>Kantitatif</b>	<b>Elektrik / Otomotiv / Makina</b>	Analiz öncesinde FTA yapılması başarı oranını arttırır.

İLKMAK

- **Hata Ağacı Analizi**  
(Fault Tree Analysis - FTA)
- **Olay Ağacı Analizi**  
(Event Tree Analysis - ETA)
- **Neden Sonuç Analizi**  
(Cause-Consequence Analysis-CCA)
- **Güvenlik Fonksiyon Analizi**  
(Safety Function Analysis)

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

Dünyada ve ülkemizde binlerce kaza meydana gelmekte ve bu kazaların sonucunda bir çok insan yaralanmakta, uzuv kaybına uğramakta, kaybedilmekte, tesisler harap olmakta, çevre kirlenmesi yaşanmakta ve büyük maddi zararlar meydana gelmektedir.

Kazaların mekanizmaları incelendiğinde ise kazaların genellikle insanların, makinelerin, araç ve gereçlerin beklenen davranışlarındaki **hatalarından kaynaklanmakta** olduğu görülmektedir.

**Hata;** Kısaca bir birimin sahip olması gereken özelliklerinden bir sapma olarak tanımlanır.

**Bir sistem için hata ise;** İstenen işlevlerinin yerine getirememeye durumudur.

**Bu durumda genelleştirilmiş ifadeyle hata;** tanımlanan işlevlerini yerine getirme kabiliyetindeki kayıp olarak ifade edilebilir.

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

Bir kaza sonrasında araştırma yapıldığında ve olay nasıl meydana geldi diye sorulduğunda "Birden Bire oldu" cevabı ile karşılaşabiliriz.

Ancak hiç bir olay birden bire gerçekleşmez.

Aslında "Birden bire meydana geldi " dediğimiz her oluşumu hazırlayan **kök sebepler** vardır.

Kazalar genellikle karmaşık yapıya sahip olabilmektedir,ancak buna karşın büyük bir bölümü **bir ya da birden fazla "Kök Sebep "** ortadan kaldırıldığında önlenabilir.



## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

Yıllarca yapılan çalışmalar sonucunda aynı tipteki kazaların **yinelenmesi** ya da bunların **ortak nedenler** göstermesi, **özel kaza önleme tedbirlerinin** gerekli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Bu yöntemlerden en çok bilineni ve en yaygın olarak kullanılanı **"Hata Ağacı Analizi"** dir.

FTA'nın amacı, hataların mekanizmalarını, mekanik, fiziksel, kimyasal veya insan kaynaklı hata olaylarına sebep olabilecek nedenleri tanımlamaktır.

Bu nedenle bu yöntem bazı kaynaklarda **"Neden? Neden ? Ağacı"** veya **"Kök Ağacı"** olarak da verilmektedir.

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

**“Hata Ağacı Analizi”** ilk defa, 1961 yılında Bell laboratuvarlarından H.A Watson tarafından Minuteman füzelerinin güvenilirliğini değerlendirmek üzere ortaya konmuştur.

Daha sonraları Boeing firmasında çalışan Dave Haas tarafından adapte edilmiş ve halen bugün de sıklıkla kullanılan “analitik lojik” teknik haline gelmiştir.

İLKMAK

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

Faaliyete geçmiş yada geçmek üzere olan bir proste veya işletmede önemli olan prosesin/işletmenin, çalışan işçilerin ve ürünün güvenliğini sağlamaktır.

Hata ağacı gibi "**Kantitatif**" teknikler, **katastrofik** sonuçları olan olayların en başından itibaren tespit edilmesini, tanımlanmasını ve böylelikle haberci olaylardan en iyi şekilde yararlanılmasını sağlarlar.

İLKMAK

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

FTA çalışmaları düzenletici hareketleri veya problem azaltıcı hareketleri tanımlaması aşamasında ise “Olası Hata Türü ve Etkileri Analizine” ihtiyaç duyar, bu nedenle de bu iki analiz yöntemi genellikle birlikte kullanılır.

Hata Ağacı Bir tümden gelim yöntemidir.

İLKMAK

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA )

Sonuca ağırlık veren bir mantıksal yaklaşımdır.

**Grafik modeller kullanır.**

Bu yöntem ; Belirli bir sonucun ortaya çıkması için birlikte ortaya çıkmaları

gereken durumların **(VE)** veya her birinin tek başına aynı sonucu

yaratabileceği durumların **(VEYA)** irdelenmesine imkan verir.

İLKMAK

# HATA AĞACI ANALİZİ (FAULTTREE ANALYSIS- FTA)

## KULLANILAN MANTIK KAPI VE SEMBOLLERİ



(VE) (VEYA) KOMBİNASYON KAPISI ÖNCELİK VE KAPISI

**"VE Kapısı"** Sadece sembol altında ki tüm girdi olayların gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.




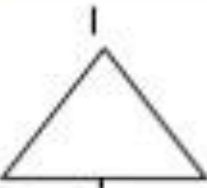

**"VEYA Kapısı"** Sembol altında ki bir veya birden fazla girdi olaydan en az herhangi birinin gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.

**"KOMBİNASYON Kapısı"** N girdi olay içinden en az M tanesi gerçekleşir ise başta ki olay gerçekleşir.

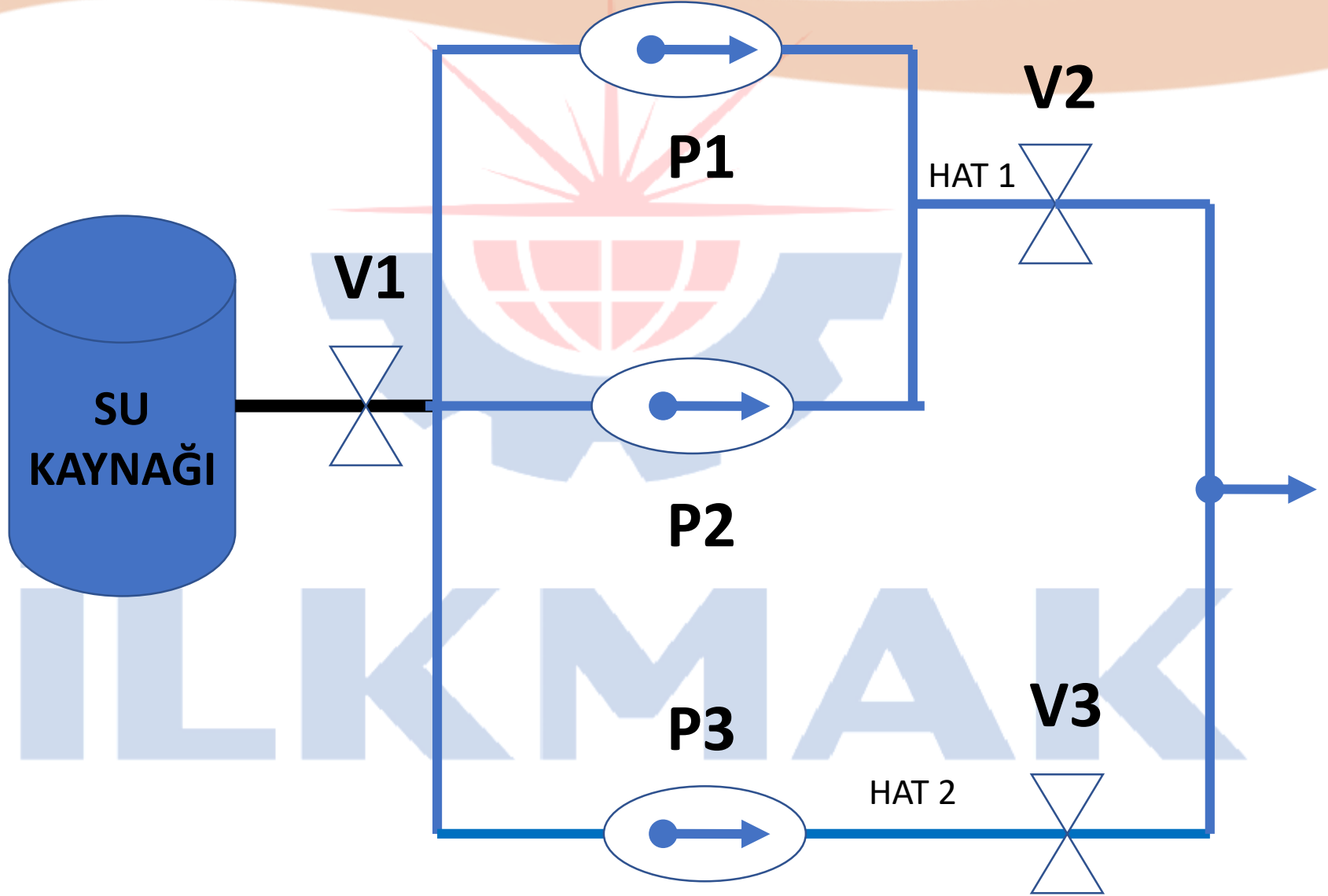
**"ÖNCELİK VE Kapısı"** Sembol altında ki bir veya birden fazla girdi olaydan soldan sağa düzeninde oluşursa yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.

İLKMAK



OLAYLAR	ANLAMI
 DİKDÖRTGEN	Mantık kapısı ile bağı 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 bağı yapılması zorunlu olay
 ÜÇGEN	Aktarma sembolü. Bağlantı ve birleştime görevinde kullanılır.
 VE KAPISI	Sadece sembol altındaki tüm girdi olayların gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.

**Örnek ;** Bir fabrikada ki yangın hidrantının sistemi aşağıda verildiği şekildedir, bu sistemin hata olasılığını, hata ağacı analizi kullanarak hesaplayalım.





1- “Zirve olayı” istenmeyen olayı en başa dikdörtgen sembol içine yaz



Bu Örnekte Debi azlığı istenmeyen olaydır.

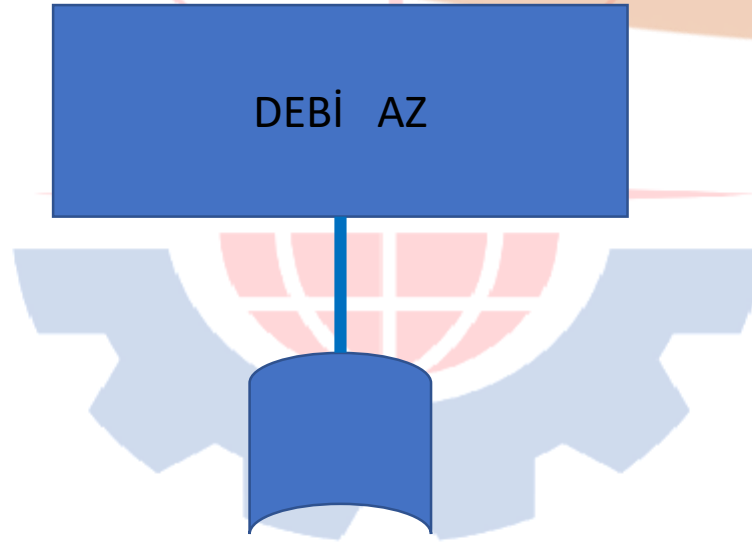
DEBİ AZ

İLKMAK



İLKMAK

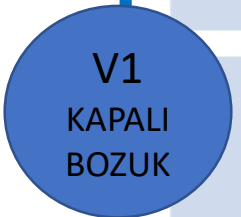
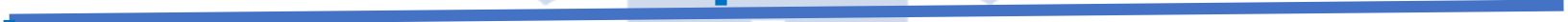
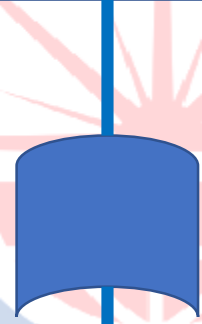
2- “**Veya Sembolü**” Sembolün aşıağısında ki bir veya birden fazla olayın en az herhangi birinin gerçekleşmesi halinde yukarıda ki istenmeyen olay ortaya çıkar.



İLKMAK

## 2- "Esas Olay

çizilir.Şekli Daire



İLKMAK

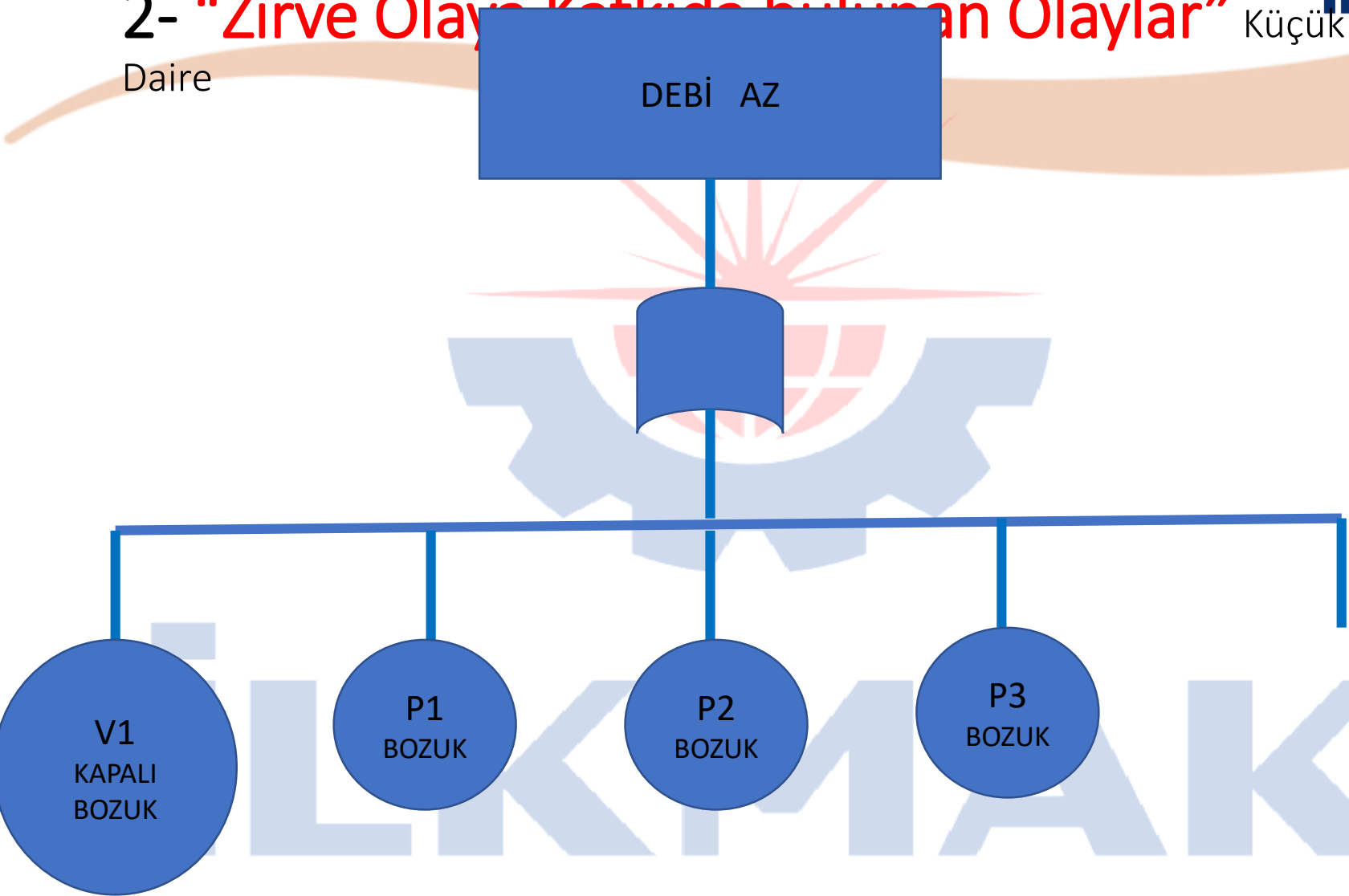


İLKMAK

Küçük

## 2- "Zirve Olaya Katılıda bulunan Olaylar"

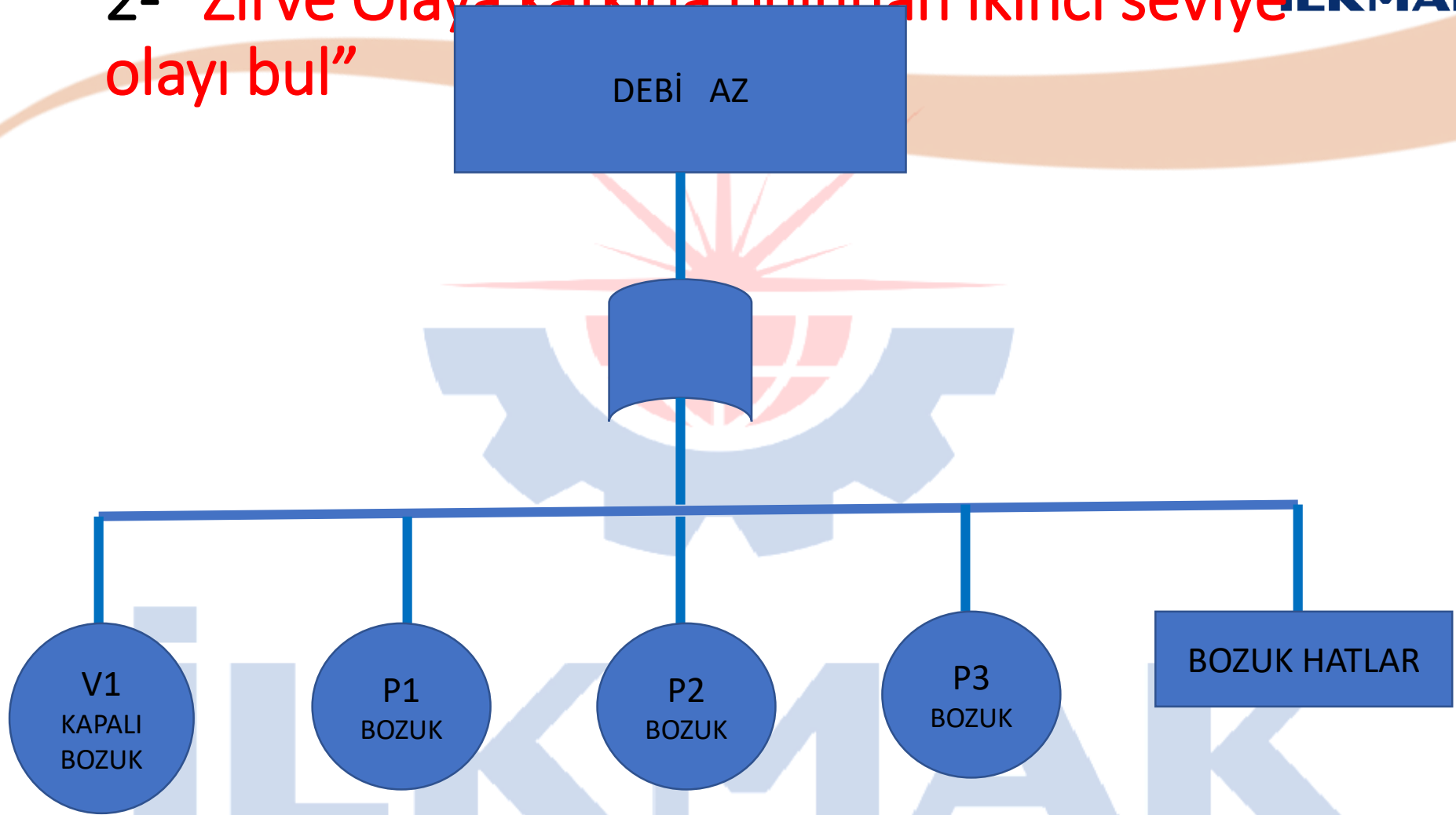
Daire





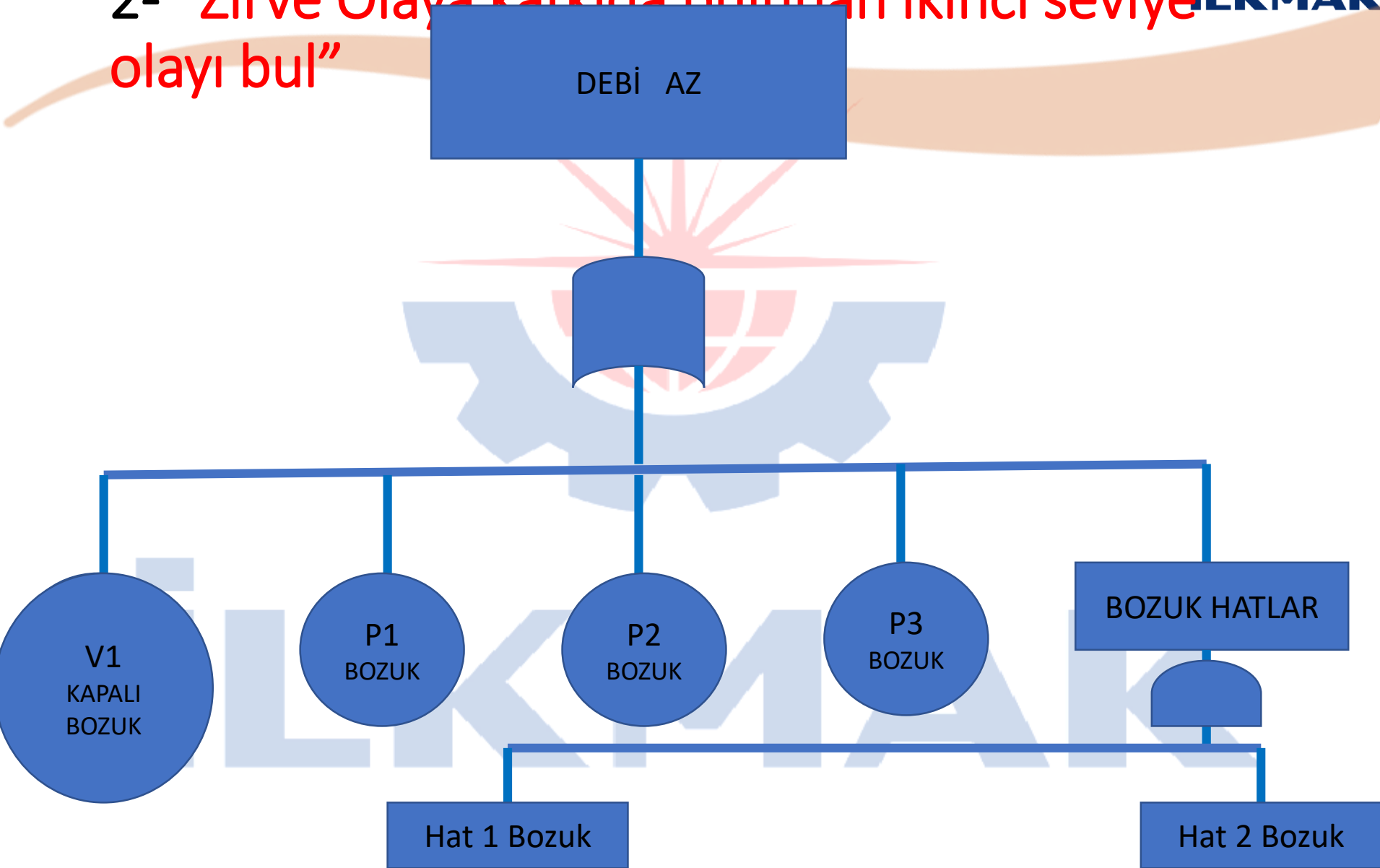
İLKMAK

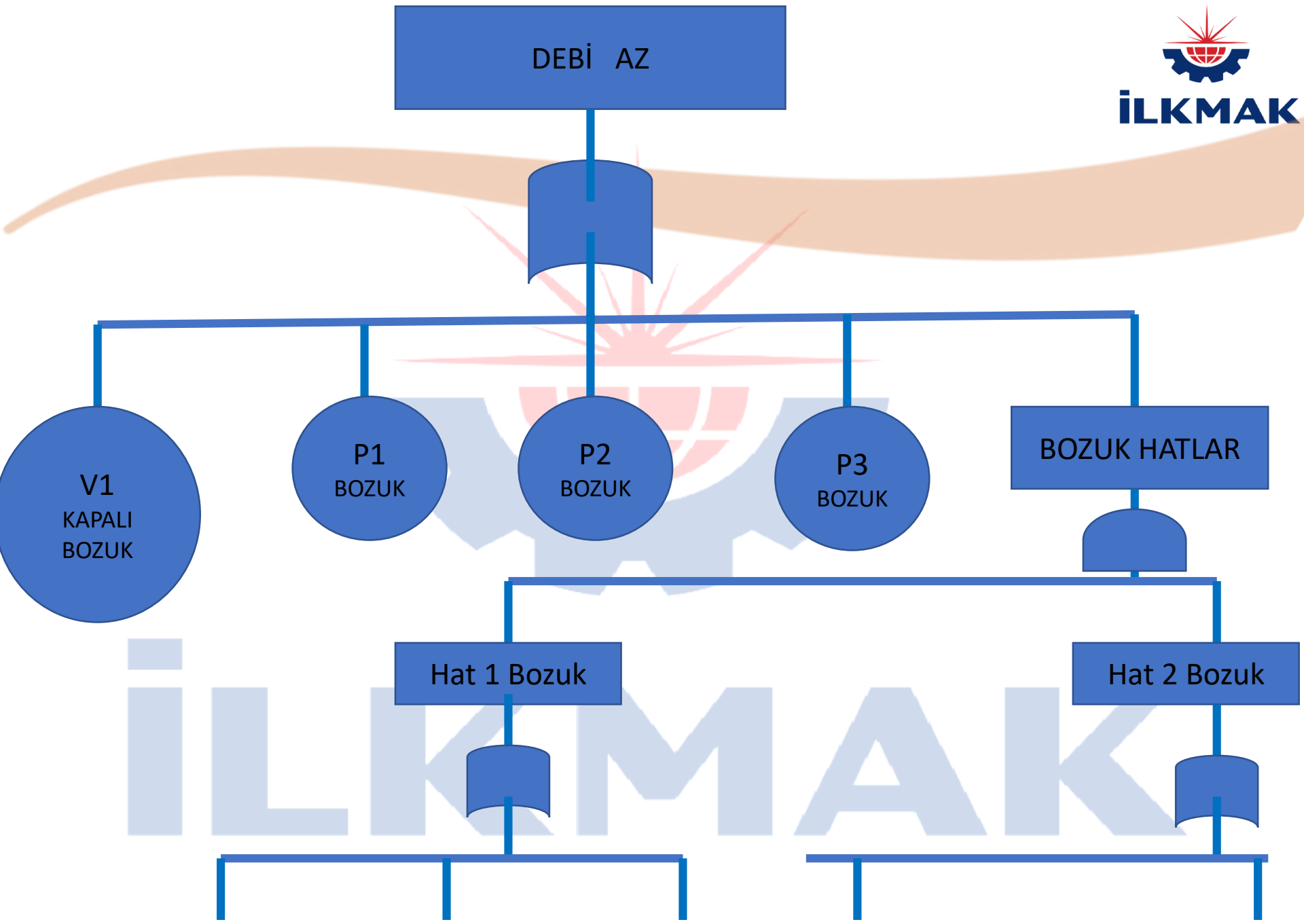
## 2- “Zirve Olaya katkıda bulunan ikinci seviye olayı bul”

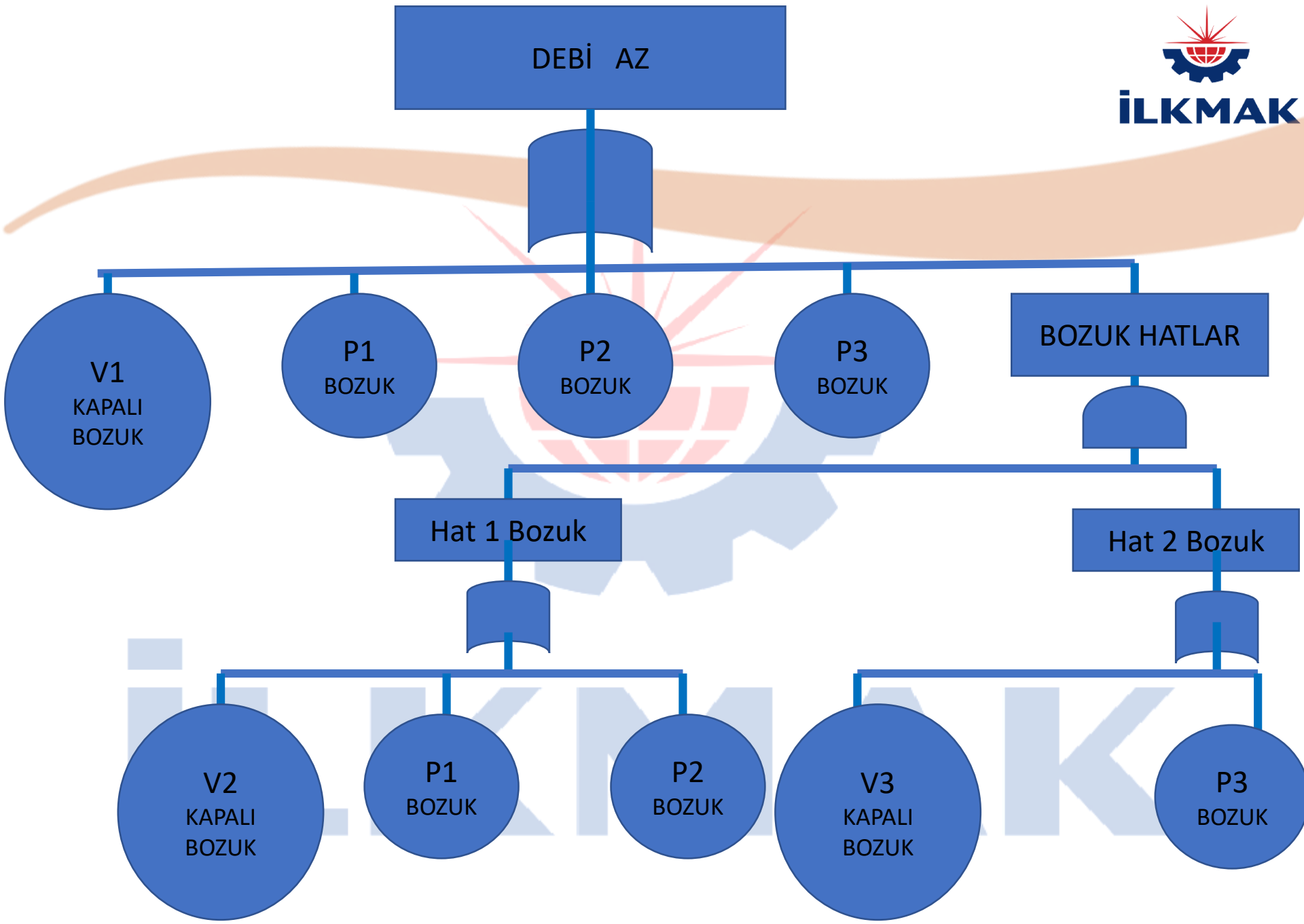




## 2- “Zirve Olaya katkıda bulunan ikinci seviye olayı bul”









## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS-FTA )

**Örnek Sonuç ;** İşçinin parmaklarının testerede kesilmesidir.

İrdeleme istenmeyen sonuca yol açan durumların ele alınması ile başlar.

Söz konusu sonuca götüren nedenler ; ?

ILKMAK

Testerede Parmakların Kesilmesi

VE

Parmaklar testereye temas ediyor

Koruyucu yok

Testere dönüyor

Parça Ufak

Parça Kırılıyor

Parça Sıkışıyor

Kullanım Hatası

Tezgahın Koruyucusu Yok

VE

Umursanmamış

Tezgahla Birlikte Verilmemiş

Koruyucu işe uygun değil

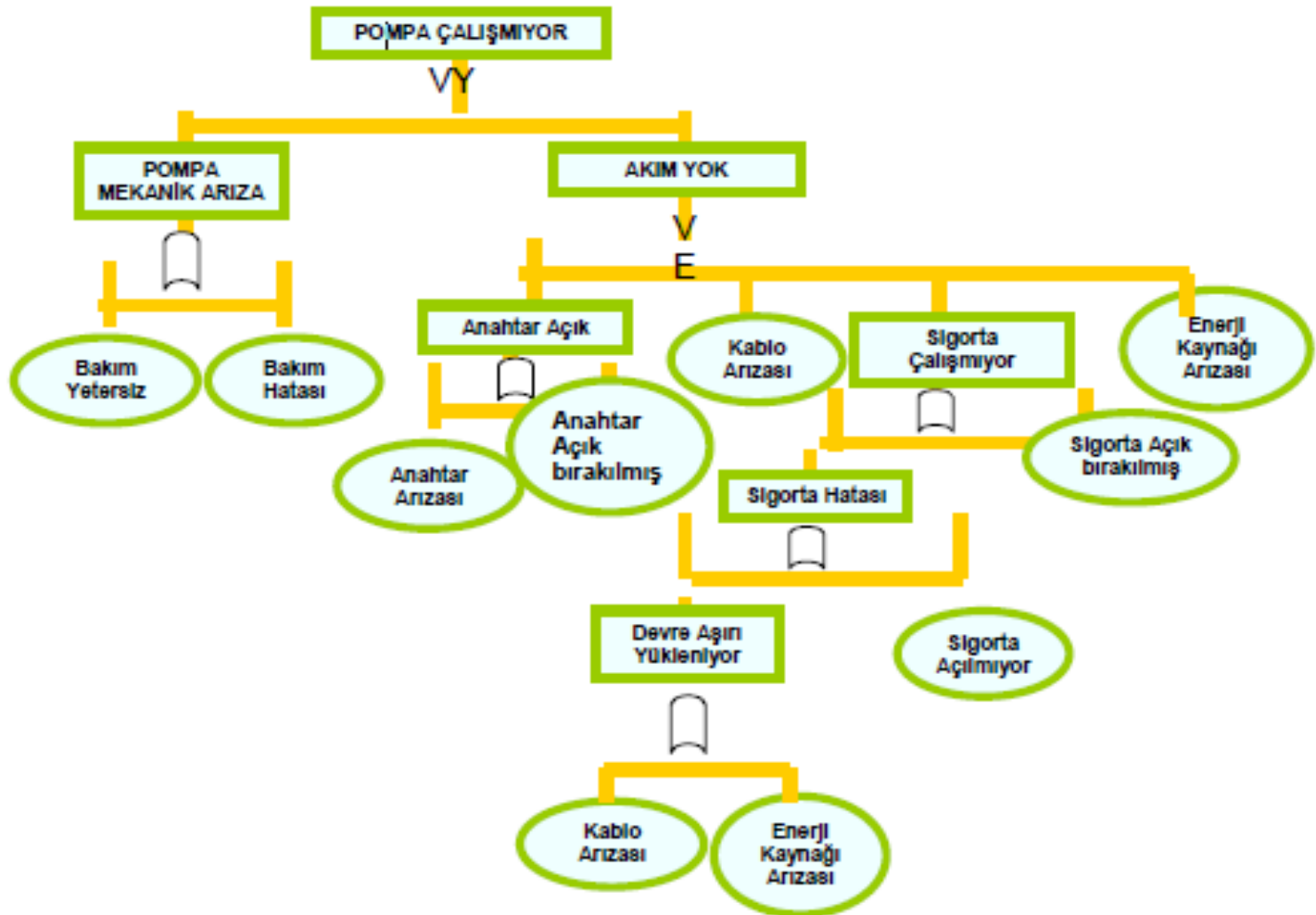
Çalışan Çıkartmış

Koruyucu Çıkartılmış

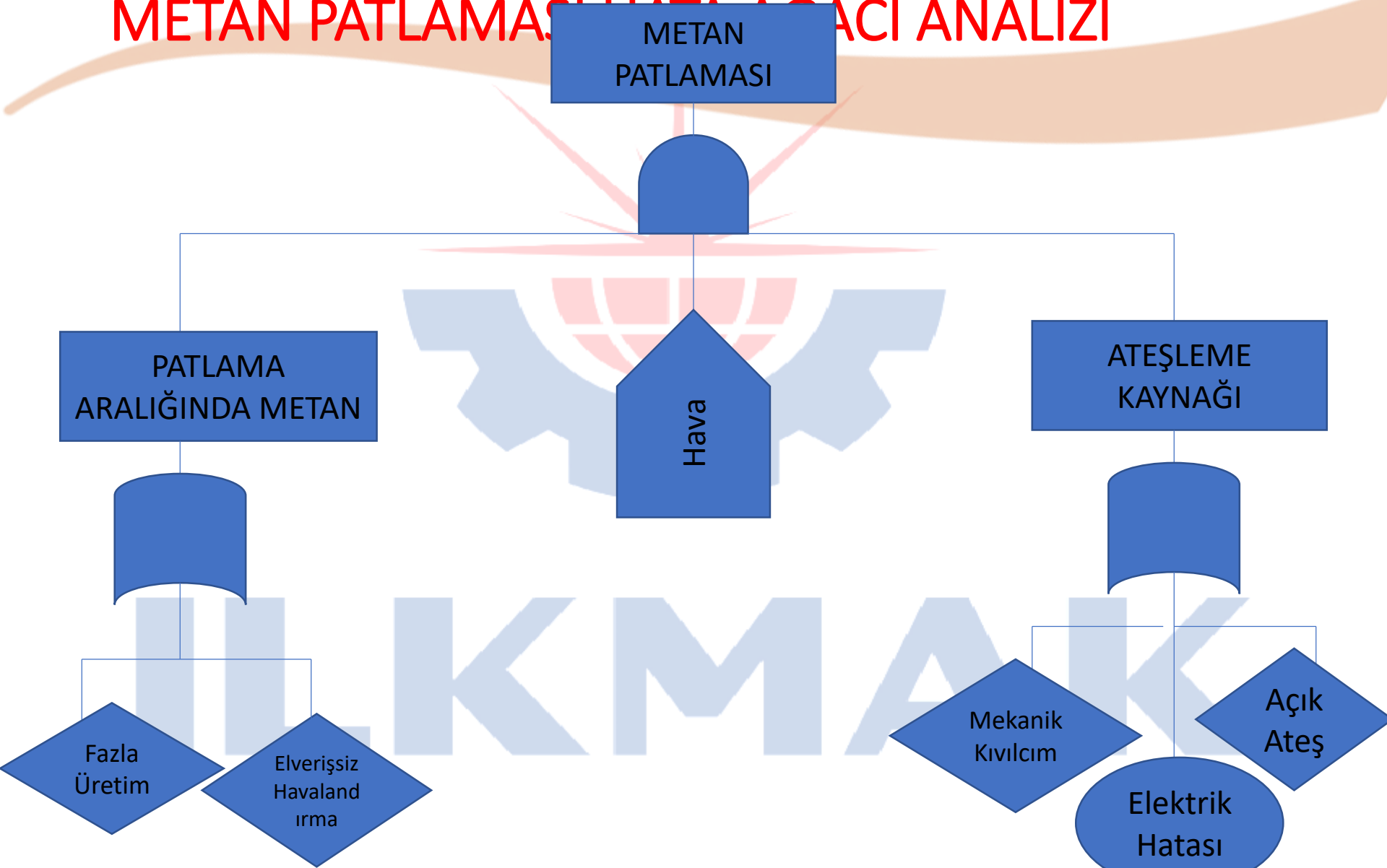
VE

İşveren Aldırmamış

İşveren Çıkartmış



# METAN PATLAMASI NEDENLERİ ANALİZİ





İLKMAK

## HATA AĞACI ANALİZİ (FAULT TREE ANALYSIS- FTA)

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
Çok Fazla	Takım Çalışması	Çok Fazla Deneyim	Kalitatif / Kantitatif	Her Sektöre uyar	Yüksek tecrübe ve takım üyelerinin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesinde çok etkili bir yöntemdir.

İLKMAK



# OLAY AĞACI ANALİZİ (Event Tree Analysis - ETA) İLKMAK

Olay Ağacı Analizi, başlangıçta seçilmiş olan olayın meydana gelmesinden sonra ortaya çıkabilecek sonuçların akışını diyagram ile gösteren bir yöntemdir.

Sonuç analizinde kullanılan yöntemdir.

Bu metodoloji tümevarımlı kantitatif bir yöntemdir.

# İLKMAK



## **OLAY AĞACI ANALİZİ (Event Tree Analysis - ETA)**

Olay Ağacı Analizi, Bir kazanın operatör hataları ve sistemdeki bozukluklar ile nereye kadar ilerleyebileceğini hesaplayabilmek için bir çok endüstri dalında kullanılır.

**Bu metod sürekli çalışan sistemlerde veya "standby" modunda olan sistemlerde kullanılabilir.**

**ILKMAK**



## OLAY AĞACI ANALİZİ (Event Tree Analysis - ETA) İLKMAK

Bir olay ağacı, çeşitli nedenler sonucu oluşan başlangıç olayı ve tepe olayı ve ondan hemen sonra gelen birbirinden bağımsız olayları oluşturan ardışık olaylar zincirinden oluşmaktadır.

Analiz başlangıç olayın, yani sistem hatasının nedeninin incelenmesi ile başlar ve alt sistemler veya bileşenlerin hatalı, veya hatasız olmasına göre oluşan hata zincirlerinin izlenmesiyle devam eder.

Olay ağacı sebepler zincirinin ortaya çıkarılmasında da kullanılır.

Bu analizde sebeplere göre olaylar analiz edilmektedir.







# OLAY AĞACI ANALİZİ (Event Tree Analysis - ETA)

İLKMAK

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
Çok Fazla	Takım Çalışması	Çok Fazla Deneyim	Kalitatif / Kantitatif	Her Sektöre uyar	Yüksek tecrübe ve Takım üyelerinin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesinde çok etkili bir yöntemdir.

İLKMAK

# SEBEP (NEDEN) – SONUÇ ANALİZİ (CAUSE – CONSEQUENCE ANALYSIS - CCA)

Neden Sonuç Analizi; sonuç ile ona etki edebilecek bütün “nedenler” arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir.

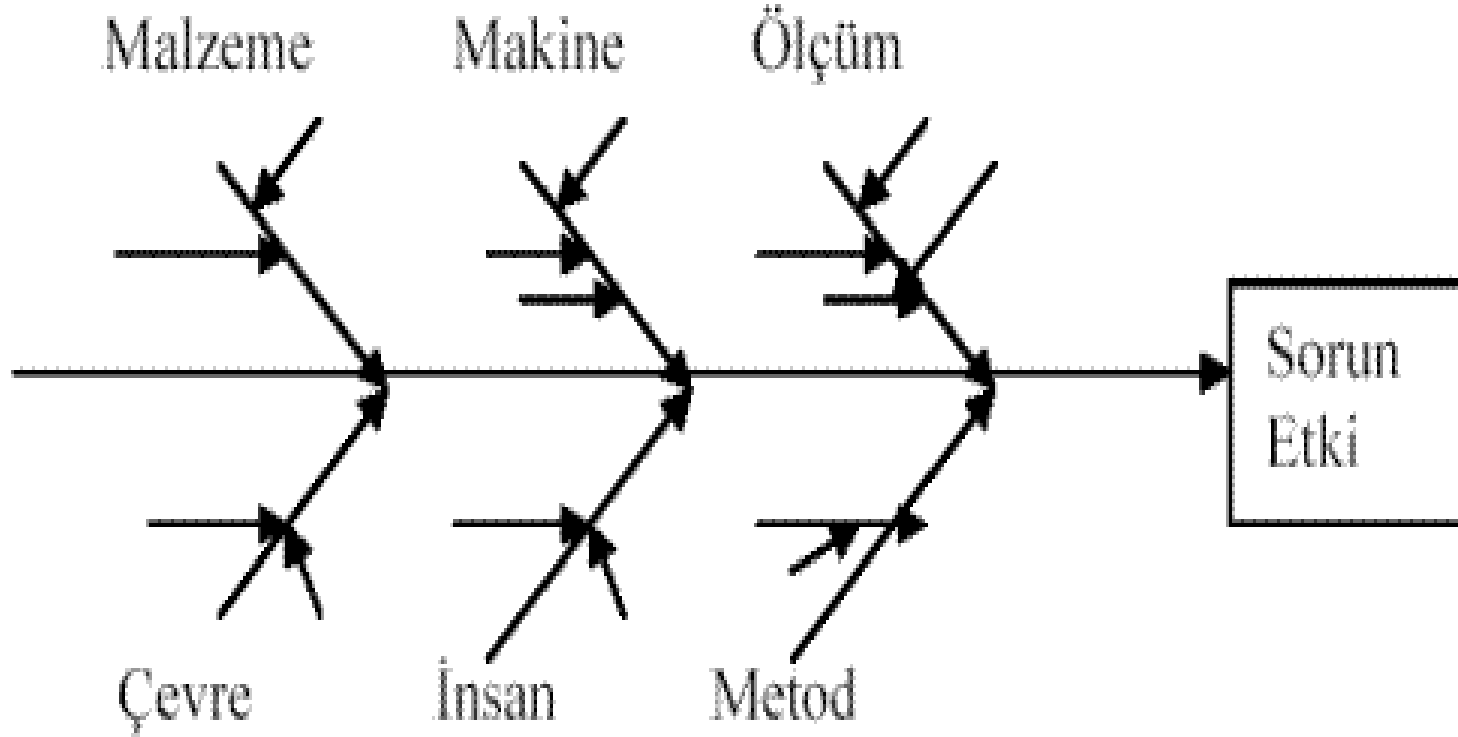
**Neden - Sonuç analizi, Hata Ağacı Analizi ile Olay Ağacı Analizinin bir harmanıdır.**

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 İRDELEMESİNİN GÖRSEL ARACI

## BALIK KILÇIĞI – ISHIGAWA DİYAGRAMI



Servislerin okula geç gelmesi, öğrencilerin birinci derse geç gelmelerine neden olmaktadır.

Okul yönetimi sorunu çözmek için **tüm taraflardan oluşan (veli, öğrenci, servis şoförleri, müdür yardımcısı)** bir ekip oluşturdu.

Bu sorunu çözmek için **balık kılıçığı diyagramını** kullandılar.

En önemli sayılan faktörleri **iskelete yerleştirdikten sonra ekip soruna en güçlü etkiyi yaratan**, (Bazı güzergahların uzun oluşu, Servis araçlarının eski oluşu, Durak sayısı ve bu duraklarda inen öğrenci sayısı gibi) **faktörleri daire içine aldı.**



**Ekip, bazı yönlerde servis otobüslerinin diğerlerine göre yaklaşık iki katı öğrenci bindirdiklerini ve bu güzergahların da en kısa yoldan ortalama %60 daha uzun sürdüklerini tespit etti.**

Ayrıca bu güzergahlarda daha eski otobüslerin kullanılmakta olduğu saptandı.

Ekip toplanan verileri kullanarak, okul yönetiminden birkaç yeni otobüs seferi talep etti.

Yeni seferler oluşturulduktan sonra, tüm servisler birinci dersin başlamasından önce okula varmaya başladı.

## SEBEP (NEDEN) – SONUÇ ANALİZİ (CAUSE – CONSEQUENCE ANALYSIS)

Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif/ Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
Çok Fazla	Takım Çalışması	Çok Fazla Deneyim	Kalitatif / Kantitatif	Her sektöre uyar.	Yüksek tecrübe ve Takım üyelerinin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesin de çok etkili bir yöntemdir.



# Güvenlik Fonksiyon Analizi (Safety Function Analysis)

İLKMAK

Sistem güvenlik analizi iki metodun kombinasyonudur:  
Fabrika ziyaretleri yapılması ve çeklist uygulanmasıdır.

Fabrika ziyaretleri ve gelişmiş kontrol listeleri ile deneyimi fazla olmayan analistler tarafından da uygulanabilen ve her prosese uyarlanabilen resmi bir yaklaşımdır.

Bölgeye özel çeklistler hazırlanmışsa, güvenlik uzmanının analiz yapması kolaylaştırılmıştır.

Unutulmamalıdır ki çeklistler işyerine/işletmeye özeldir ve tecrübesi, deneyimi fazla olan kişiler tarafından işletmenin ya da işyerinin tehlikeleri göz önüne alınarak hazırlanmalıdır.

# Güvenlik Fonksiyon Analizi (Safety Function Analysis)



Gerekli Döküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Tecrübesi	Kalitatif / Kantitatif	Sektör	Uygulama Başarı Oranı
Çok az	Bir analist ile yapılabilir	Orta Düzey Deneyim	Kalitatif	Her sektöre uyar	Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değil

İLKMAK

**Fine Kinney Metodu (Mathematical Risk Evaluation Method)**

**L tipi Matris**

**Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı  
(Management Oversight and Risk Tree – MORT )**

İLKMAK

# FINE KINNEY METODU

Kinney metodu olasılığa iki ayrı matematiksel bakış açısıyla bakar.

Kinney metodu QRA ( Quantatif Risk Assessment ) (nicel ) metodlarından biridir.

Olasılık hem bir olayın meydana gelme ihtimali, hemde tehlikeye maruziyet sıklığı açısından irdelenir.

Kinney Metodundan Risk Öncelik Sayısı formülü olasılığın iki boyutlu incelenmesi nedeniyle aşağıda ki şekli alır.

Risk Öncelik Sayısı

Bir olayın meydana gelme ihtimali x Tehlikeye Maruziyet Sıklığı x Şiddet

# FINE KINNEY METODU

Kinney metodunu kullanacak analistin özellikle **olasılık ile sıklık** arasında ki farkı iyi ayırt etmesi ve bilmesi gereklidir.

Çünkü burada ki en önemli konu **olasılığın frekans ile hesaplanması durumunda, frekansın olasılığa yakınsaması ve bunun sıklıkla karıştırılmasıdır.**

İLKMAK

## KINNEY METODU TABLOLARI

ZARARIN GERÇEKLEŞME İHTİMALİ	DEĞERİ	ARALIĞI
Zararın gerçekleşmesi beklenir, neredeyse kesin	10	$p > 10^{-1}$
Gerçekleşme ihtimali yüksek / oldukça mümkün	6	$10^{-1} \geq p > 10^{-2}$
Gerçekleşme ihtimali olası	3	$10^{-2} \geq p > 10^{-3}$
Gerçekleşme ihtimali mümkün, fakat oldukça düşük	1	$10^{-3} \geq p > 10^{-4}$
Zararın gerçekleşmesi beklenmez fakat yine de mümkün	1/2	$10^{-4} \geq p > 10^{-5}$
Zararın gerçekleşmesi beklenmez, imkansıza yakın	1/5	$10^{-5} \geq p > 10^{-6}$

# KINNEY METODU TABLOLARI

TEHLİKEYE MARUZ KALMA SIKLIĞI	DEĞERİ	ARALIĞI
Hemen hemen sürekli	10	$\geq 100/100$
Sık Sık	6	10-99/100
Ara Sıra	3	1.0-9.9/100
Sık Değil	1	0.1-0.99/100
Seyrek	1/2	0.1-0.99/100
Çok seyrek	1/5	$\leq 0.1/100$

## KINNEY METODU TABLOLARI

ŞİDDET insan	ŞİDDET DEĞERİ
birden fazla ölümlü kaza	100
öldürücü kaza	40
kalıcı hasar/yaralanma, iş kaybı /	15
önemli hasar/yaralanma, dış ilk yardım ihtiyacı	7
küçük hasar/yaralanma, dahili ilk yardım	3
ucuz atlatma	1



## KINNEY METODU / KABUL EDİLEBİLİRLİK

KABUL EDİLEBİLİRLİK KRİTERİ	DEĞERİ	AÇIKLAMA
KABUL EDİLEMEZ RİSK	$400 < RP$	Derhal Gerekli tedbirler alınmalıdır. Tesiste tehlikenin mevcut olduğu sistemin durdurulmalı ve kapatılmalıdır.
KRİTİK RİSK	$200 < RP < 400$	Çok kısa sürede tedbirler planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. Tesiste tehlikenin mevcut olduğu sistemin durdurulması ve kapatılması gerekmeyebilir.
CİDDİ RİSK	$70 < RP < 200$	Kısa sürede Tedbirler planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. Kapatma ve durdurma önerilmez.
OLASI RİSK	$20 < RP < 70$	Uzun vadede giderilebilir, ancak bu sürenin yönetim tarafından belirlenmesi uygundur.
DÜŞÜK RİSK	$RP < 20$	önem öncelikli değildir

## KINNEY METODU / ÖRNEK

Analiz ekibi tarafından pres atölyesi gezilmiş ve özellikle aşağıda ki hususlar tespit edilmiştir.

A) Hidrolik preslerde açık kalıpla çalışan işçilere maşa verilmiş olmasına rağmen ,açık kalıpta çalışma esnasında operasyon bölgesindeki parça ,operatör tarafından el ile alınabilmektedir.

Bu durumda hidrolik presin sisteminde bir arıza meydana gelmesi durumunda preste "**ikileme**" olarak tabir edilen bir durumun meydana gelmesi mümkün olabilecek ve çalışanın elinde veya parmaklarında uzuv kaybı meydana gelebilecektir.

## KINNEY METODU / ÖRNEK

Olasılık Hesabı ;

Kazayı meydana getirebilecek durum makinenin arıza yapması ile gelişmektedir.

Bulunacak olasılık ; mekanik bir arıza olma olasılığıdır.

Geçmiş arıza kayıtları incelemeleri, Arızanın ortaya çıkma sıklığı,

ILKMAK

## KINNEY METODU / ÖRNEK

Frekans Hesabı ;

Kinney metodunda bilindiği gibi sadece "Bir olayın meydana gelme olasılığı" değil "Tehlikeye Maruziyet Sıklığı"nı da belirlememiz gerekmektedir.

Ekip tarafından atölyede bu amaçla gözlem yapılmalı ve operasyon bölgesinden ne kadar parça alındığı ve (değişik gruplar vardiya vb ) bu parça alma işleminin kaç tanesinin maşasız olarak yapıldığı tespit edilmelidir.

ILKMAK

## RİSK DEĞERLENDİRME KARAR MATRİSİ

En sık kullanılan yaklaşımlardan birisidir.

Matris diyagramları iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılan bir değerlendirme aracıdır.

ILKMAK

## L TİPİ MATRİS

5 x 5 Matris diyagramı (L Tipi Matris) özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır.

Bu metod 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.

Bu tür işletmelerde özellikle aciliyet gerektiren ve bir an evvel önlem alınması gerekli olan tehlikelerin tespitinin yapılabilmesi için kullanılmalıdır.

## L TİPİ MATRİS

Bu metod ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi takdirinde sonucunun derecelendirilmesi ve ölçümü yapılır.

Risk skoru ihtimal ve zarar derecesinin çarpımından elde edilerek tablodaki yerine yazılır.

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

ILKMAK



# BİR OLAYIN GERÇEKLEŞME OLASILIĞI

R: Risk

O: Olasılık

D: Zarar verme derecesi (Şiddet)

$$R = O \times \text{Ş}$$

*Olasılık*

*Ortaya çıkma olasılığı / frekans için  
derecelendirme basamakları*

ÇOK KÜÇÜK

KÜÇÜK

ORTA

YÜKSEK

ÇOK YÜKSEK

Hemen Hemen Hiç

Çok Az Yılda Bir Kez Sadece Anormal Durumlarda

Az / Yılda Bir Kaç Kez

Sıklıkla Ayda Bir

Çok Sıklıkla (Haftada Bir / Her Gün ) Normal

Çalışma Şartlarında



# BİR OLAYIN GERÇEKLEŞTİĞİ TAKDİRDE SONUCU (ZARAR VERME DERECESESİ)



## SONUÇ

## DERECELENDİRME

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

R= O X Ş

## RİSK DÜZEYİ VEYA RİSK SKORU

		SONUÇ				
OLASILIK		ÇOK CİDDİ	CİDDİ	ORTA	HAFİF	ÇOK HAFİF
		5	4	3	2	1
ÇOK YÜKSEK	5	YÜKSEK 25	YÜKSEK 20	YÜKSEK 15	ORTA 10	DÜŞÜK 5
YÜKSEK	4	YÜKSEK 20	YÜKSEK 16	ORTA 12	ORTA 8	DÜŞÜK 4
ORTA	3	YÜKSEK 15	ORTA 12	ORTA 9	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 3
KÜÇÜK	2	ORTA 10	ORTA 8	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 2
ÇOK KÜÇÜK	1	DÜŞÜK 5	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 3	DÜŞÜK 2	DÜŞÜK 1



**KABUL EDİLEMEZ RİSK**



**DİKKATE DEĞER RİSK**



**KABUL EDİLEBİLİR RİSK**

	5	4	3	2	1
5	Red	Red	Red	Yellow	Green
4	Red	Red	Yellow	Yellow	Green
3	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
2	Yellow	Yellow	Green	Green	Green
1	Green	Green	Green	Green	Green

<b>SONUÇ</b>	<b>EYLEM</b>
<b>25</b>	<b>KABUL EDİLEMEZ RİSK</b> Belirlenen Risk Kabul edilebilir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa durdurulmalıdır .Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyor ise faaliyet engellenmelidir.
<b>15-16-20</b>	<b>ÖNEMLİ RİSK</b> Belirlenen Risk azaltılıncaya kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet var ise derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgili ise acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
<b>8-9-10-12</b>	<b>ORTA DÜZEYDEKİ RİSKLER</b> Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır.Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.



**KABUL EDİLEMEZ RİSK**



**DİKKATE DEĞER RİSK**



**KABUL EDİLEBİLİR RİSK**

	5	4	3	2	1
5	Red	Red	Red	Yellow	Green
4	Red	Red	Yellow	Yellow	Green
3	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
2	Yellow	Yellow	Green	Green	Green
1	Green	Green	Green	Green	Green

<b>SONUÇ</b>	<b>EYLEM</b>
<b>2-3-4-5-6</b>	<b>KABUL EDİLEBİLİR RİSK</b> Belirlenen Riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine gerek olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
<b>1</b>	<b>ÖNEMSİZ RİSKLER</b>

## L TİPİ MATRİS

<b>Gerekli Döküman İhtiyacı</b>	<b>Takım Çalışması</b>	<b>Takım Liderinin Tecrübesi</b>	<b>Kalitatif/ Kantitatif</b>	<b>Sektör</b>	<b>Uygulama Başarı Oranı</b>
Çok Az	Bir analist ile yapılabilir	Orta Düzey Deneyim	Kalitatif/ Kantitatif	Basit prosedürlü İşler	Analistin tecrübesine göre değişir. Takım olarak yapılırsa takımın liderinin tecrübesine göre değişir

## X TİPİ MATRİS

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.

## X TİPİ MATRİS

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 imkanı var ise iki maliyet karşılaştırılarak kıyaslanır.**

ILKMAK

# X TİPİ MATRİS

Öncelikle bir işletme içerisinde bir bölüm/parça veya bir olay seçilir,

- seçilen konu ile ilgili olarak **5 yıllık geçmiş kaza araştırması** yapılır,
- arşivler incelenir,
- geçmiş kazaları ortaya getiren nedenler belirlenmeye çalışılır,
- ve tekrarlama şansları araştırılır.



# X TİPİ MATRİS

Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali

OLASILIK	DERECELENDİRME
ÇOK YÜKSEK	Basit ekipman hatası veya valf hatası, hortumdan sızıntı veya hergünkü 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

# X TİPİ MATRİS

Seçilen Bölümde ya da Yapılan Görev Üzerindeki Kontroller

SONUÇ	KONTROL DERECEŚİ
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

# Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti

SONUÇ	DERECELENDİRME
<b>ÇOK HAFİF</b>	<p><b>Personel</b> : Hafif sıyrıklar, 3 günden az iş günü kayıplı kazalar.</p> <p><b>Toplum</b> : Direkt etki yok.</p> <p><b>Çevre</b> : Tamamen kontrol altında tutulabilecek çevresel etki</p> <p><b>Ekipman</b> : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1 – 1,000 \$ arası</p>
<b>HAFİF</b>	<p><b>Personel</b> : İlk yardım gerektiren yaralanmalar.</p> <p><b>Toplum</b> : Koku veya gürültü yayılması sonucu rahatsızlık verilmesi, direkt etki yok.</p> <p><b>Çevre</b> : Kontrol altına alınabilecek lokal çevresel etki</p> <p><b>Ekipman</b> : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1,000 –10,000 \$ arası</p>
<b>ORTA</b>	<p><b>Personel</b> : Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar ve meslek hastalıkları</p> <p><b>Toplum</b> : Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar</p> <p><b>Çevre</b> : Kontrol altına alınamayan küçük düzeyli çevresel etki</p> <p><b>Ekipman</b> : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 10,000 –100,000 \$ arası</p>
<b>CİDDİ</b>	<p><b>Personel</b> : Hayatı tehdit edici yaralanma, akut zehirlenmeli meslek hastalığı veya kaza yada meslek hastalığı sonucu bir kişinin ölümü</p> <p><b>Toplum</b> : Hayatı tehdit edici yaralanma veya kaza sonucu bir kişinin ölümü</p> <p><b>Çevre</b> : Kontrol altına alınamayan orta düzeyli çevresel etki</p> <p><b>Ekipman</b> : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 100,000 –1,000,000 \$ arası</p>
<b>ÇOK CİDDİ</b>	<p><b>Personel</b> : Birçok çalışanın hayatını tehdit edici şekilde yaralanması, meslek hastalığına yakalanması veya kaza yada meslek hastalığı sonucunda ölmesi</p> <p><b>Toplum</b> : Hayatı tehdit edici şekilde yaralanma, meslek hastalığına yakalanma veya kaza yada meslek hastalığı sonucu birden çok ölüm</p> <p><b>Çevre</b> : Kontrol altına alınamayan büyük çaplı çevresel etki</p> <p><b>Ekipman</b> : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1,000,000\$ ve üzeri</p>

# X TİPİ MATRİS

Önceki Kazaların Sonucu

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

# X TİPİ MATRİS

## X Tipi Matris Risk Değerlendirme Matrisi Değişkenleri



Risk matrisi üzerinden belirlenen değerler aşağıdaki formüle yazılarak risk derecelendirme skoru elde edilir.

$$RDS = A + B + C + D$$

1AK

# X TİPİ MATRİS

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

## X Tipi Risk Derecelendirme Matrisi

Ö	OLASILIK					ONCEKİ BENZER KAZALAR	PERSONEL SAYISI				
	5	10	15	20	25		5	10	15	20	25
UK	4	8	12	16	20	ŞİDDET	4	8	12	16	20
İGK	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HY	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
KRK	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ÇOK CİDDİ	5	10	15	20	25	ŞİDDET	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 ÖNCEKİ KAZALAR  
 C= ÖNCEKİ KAZA X PERSONEL SAYISI  
 D= PERSONEL SAYISI X ŞİDDET

 Etki Yok  
 Yüksek Derece Etki  
 Orta Derece Etki  
 Kabul Edilemez Bölge  
 Etki Yok





# YÖNETİM BAKIŞI VE RİSK AĞACI (MANAGEMENT OVERSIGHT AND RISK TREE – MORT)



İLKMAK

Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı Metodolijisi ya da kısaca MORT, oldukça klasik ancak endüstride büyük bir kullanım alanına sahip bir yöntemdir.

Yöntem aslında hata ağacı analizi baz alınarak geliştirilmiştir ve yine Hata Ağacı analizindeki sembollerin bir çoğu kullanılmaktadır.

Ancak MORT analizini Hata ağacı analizinden ayıran en önemli özellik; MORT analizinde yaklaşık 1500 madde olmasıdır.

Bu nedenle MORT analizini uygulayacak uzman veya teknik elemanların MORT analizini anlatan kılavuzu çok iyi anlamaları gerekmektedir.



# YÖNETİM BAKIŞI VE RİSK AĞACI (MANAGEMENT OVERSIGHT AND RISK TREE – MORT)



İLKMAK

**MORT analizine göre her kazaya ramak kalma olayından sonra Tehlikeli durum ve Tehlikeli Davranış saptanmalı ,değerlendirilmeli ve sonuçları kayıtlara geçirilmelidir.**

MORT analizine göre hangi sektörde olursa olsun ,kazaların temel sebepleri incelendiğinde sanılanın aksine kazaların kader olmadığı ve aslında **çok büyük bir yüzdesinin önlenabilir olduğu çok nettir.**

İLKMAK

# RİSK DEĞERLENDİRME FORMUNDA OLMASI GEREKEN ORTAK BİLGİLER

Risk değerlendirme formlarında yer alması gerekli ortak bilgiler aşağıdadır;

- 1) Ana faaliyet/Proses/Sistem Adı :** Analizi yapılacak olan proses/sistemin referans numarası varsa yazılır, yoksa kısa bir tanımı yapılır. (Orneğin; kaynakhane, galvanizhane, montaj bölümü, boyahane vb.)
- 2) Alt Sistem/faaliyet :** Eğer proses veya sistemin bir alt sistemi için analiz yapılıyor ise bu alt sistemin kısa bir tanımı yapılır. (Orneğin; havalandırma tesisatı, fırın, kazan dairesi vb.)
- 3) Takım/Ekip Üyeleri :** Takımı oluşturan bütün kişilerin isimleri ve bölümleri
- 4) Takım/ekip Lideri :** Sorumlu olan İş Güvenliği Uzmanının adı
- 5) Tarih :** Risk Değerlendirmesi'nin yapıldığı tarih
- 6) Revizyon Tarihi :** Risk Değerlendirmesi'nin son revizyon tarihi
- 7) Risk Değerlendirmesi Numarası :** Takip etmek amacıyla kullanılabilen bir Risk Değerlendirmesi numarası

# Risk Analiz Metodları Karşılaştırması

Kriterler	Check Listeleri	FMEA	HACCP	HAZOP	Event Tree	Fault Tree
Tim Çalışması	Tim	Tim	Tim	Tim	Ferdi	Ferdi
Gerekli Doküman	Çok az	Çok fazla	Çok fazla	Çok fazla	Çok fazla	Çok fazla
Gerekli Zaman	Çok az (Bir günden az)	Orta (Hafta)	Orta (Hafta)	Orta (Hafta)	Fazla (Haftalar)	Fazla (Haftalar)
Tim Liderinin Deneyimi	Minimal deneyim	Orta derece deneyim	Orta derece deneyim	Orta derece deneyim	Çok fazla deneyim	Çok fazla deneyim
Kalitatif/ Kantitatif	Kalitatif	Kantitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif/ Kantitatif	Kalitatif/ Kantitatif
İnduktif/ Deduktif	İnduktif	İnduktif	İnduktif	İnduktif	İnduktif	Deduktif
Kapsamı	Çok kapsamlı olabilir	Fiziksel tehlike	Fiziksel tehlike	Fiziksel tehlike	Çok kapsamlı olabilir	Çok kapsamlı olabilir
Özel Bir Branşa Yönelik	Her branşa uyar	Elektrik / Makine	Yiyecek/ tarım	Kimya/ilâç/ petrokimya	Her branşa uyar	Her branşa uyar



TEŞEKKÜRLER

İLKMAK