

## Ridley Metodu

- Bir diğer sayısal risk değerlendirme metotlarından olan ve John Ridley'in kitabında yer verdiği bu modelde, riskin büyüklüğü, ortaya çıkma sıklığı ve şiddetinden yola çıkılarak risk sayısal olarak değerlendirilir ve risk skoru aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$\text{Risk} = \text{Frekans} \times (\text{MPK} + \text{OÇİ})$$

- **Frekans** : Baz alınan dönemde aynı riskle karşılaşma sıklığı
- **MPK** : Maksimum Potansiyel Kayıp
- **OÇİ** : Ortaya Çıkma İhtimali

- Bu değerlendirme metodunda riskler değerlendirildikten sonra risk değerlerine göre alınması gereken aksiyonlar bir tablo haline getirilmiştir. Riskin büyüklüğüne göre bu tablodaki aksiyonların yerine getirilmesi önerilir.
- Formülde yer alan değişkenler için birer liste hazırlanır.

# Maksimum Potansiyel Kayıp Değerleri

Çoklu ölüm	50
Tekli ölüm	45
Sürekli Sakatlık	40
Göz kaybı	35
Kol/Bacak kaybı	30
El/Ayak kaybı	25
Sağırlık	20
Kırık	15
Derin kesik	10
Hafif yaralanma	5
Çizik, sıyrık	1

# Ortaya Çıkma İhtimali Değerleri

<b>Her an</b>	<b>50</b>
Saatte bir	35
Günde bir	25
Haftada bir	15
Ayda bir	10
Yılda bir	5
5 yıl ve daha fazla sürede bir	1

## Ridley Metodu (Kontrol Önlemlerinin Yerine Getirilmesi Süreleri)

<b>Risk Skoru</b>	<b>Önlemin Aciliyeti</b>
<b>100' den çok</b>	<b>Derhal</b>
<b>80-100</b>	<b>Bugün</b>
<b>60-79</b>	<b>2 gün içerisinde</b>
<b>40-59</b>	<b>4 gün içerisinde</b>
<b>20-39</b>	<b>1 hafta içerisinde</b>
<b>10-19</b>	<b>1 ay içerisinde</b>
<b>0-9</b>	<b>3 ay içerisinde</b>

# Örnek

- Bir risk analizi döneminde 1 defa karşılaşılan, Maksimum Potansiyel Kayıp Değeri Göz Kaybı (35) olan, Ortaya Çıkma Olasılığı Ayda Bir (10) olan bir riskin değeri

$$\begin{aligned}\text{Risk Değeri} &= \text{Frekans} \times (\text{MPK} + \text{OÇİ}) \\ &= 1 \times (35 + 10) \\ &= 45\text{'dir}\end{aligned}$$

**Aksiyon:** 4 gün içerisinde önlem alınmalıdır.

# Risk Puanlama Metodu

- Risk Puanlama Metodu Tablosunda, etkilenen kişi sayısı (çalışan sayısı), zararın şiddeti ve zararın ortaya çıkma olasılığı parametreleri yer alır.
- Risk skoru ise, aşağıdaki formülle hesaplanır:

Risk = alışan sayısı x zararın şiddeti x zararın ortaya çıkma olasılığı



# Risk Puanlama Metodu Tablosu

Etkilenen çalışan sayısı	Katsayı
A- Kişi	1
B-C Kişi	2
D-E Kişi	3
F+ Kişi	4

Yaralanma Şiddeti	Katsayı
Küçük (İlk Yardım)	1
Küçük (Hastane)	2
3 gün istirahat	3
Büyük	4
Ölüm*	5

Ortaya Çıkma Olasılığı	Katsayı
Muhtemel Olmayan	1
Çok düşük olasılık	2
Olası	3
Mümkün	4
Mutlak*	5

\* Mutlaka öncelik verilmelidir.

# Risk Puanlama Metodu

Puan	Öncelik	Alınması Gereken Önlem
40-100	yüksek	Riskleri kontrol altına alacak tedbirler acilen yerine getirilmelidir. İş, önlemleri alıncaya kadar durudurulabilir.
18-36	orta	Riskleri kontrol altına alacak tedbirler acilen yerine getirilmelidir. Önlemlerin yerine getirilmesi için geçecek zaman içerisinde geçici tedbirlere ihtiyaç duyulabilecektir.
1-16	düşük	Düşük önceliğe rağmen, riskin derecesinin düşürülmesi gerekmektedir. Zaman gayret ve maliyetler risk ile orantılı bir şekilde harcanmalıdır.

Risklerin değerlendirilmiş olması alınacak tedbirlerin ne zaman ve kim tarafından yerine getirileceğine karar verilmesi için önemlidir. Risk değerlendirmesi sadece kağıt üzerinde kalmamalıdır. Değerlendirmeyi yapan kişi değerlendirme esnasında pek çok riskle yüz yüze gelebilir. Ya bunlar ortadan kaldırılmalı veya en az seviyeye en kısa zamanda indirilmelidir.

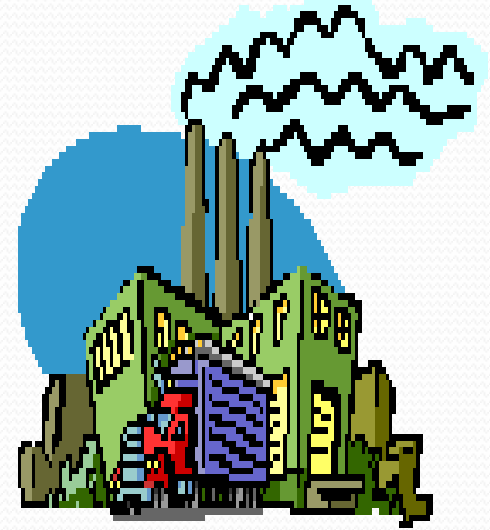
- Bu metot, etkilenecek kişi sayısını tespit etme noktasında bazı sorunlara yol açabilecektir. Ayrıca, alınacak tedbirlerin hangi süre içerisinde alınması gerektiği konusunda da netlik yoktur.



# **Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA- Failure Mode and Effects Analysis)**

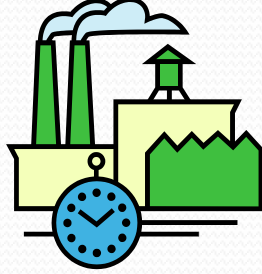
# Olası Hata Türleri ve Etki Analizi (FMEA- Failure Mode and Effects Analysis)

- En yaygın kullanılan metodlardan biridir.
- Herhangi bir sistemin tamamı veya bölümleri ele alınıp, bunlardaki kısımlar, aletler, kompenentlerde ortaya çıkabilecek arızalardan hem bölümlerin hem de bütün sistemin nasıl etkilenebileceği ve ortaya çıkabilecek sonuçlar analiz edilir.



# FMEA ÇEŞİTLERİ

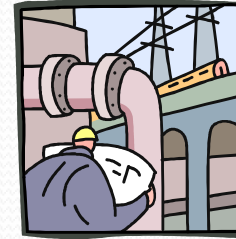
1) Sistem FMEA



2) Tasarım FMEA



3) Proses FMEA



4) Servis FMEA



## SİSTEM FMEA ŞİDDET ETKİ SINIFLAMASI

ETKİ	ŞİDDETİN ETKİSİ	DERECE
<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>	Ekipmanı 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>	İncinme, 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 OLASILIĞI	HATA KÜMÜLATİF SAYISI	DERECE
Çok Yüksek:Kaçınılmaz Hata	½' den fazla	10
	1/3	9
Yüksek:Tekrar Tekrar Hata	1/8	8
	1/20	7
Orta:Ara Sıra Olan Hata	1/80	6
	1/400	5
	1/2.000	4
Düşük:Nispeten Az Olan Hata	1/15.000	3
	1/150.000	2
Pek Az:Olası Olmayan Hata	1/1.500.000'den düşük	1



<b>TESBİT EDİLEBİLİRLİK</b>	<b>TESBİT EDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI</b>	<b>DERECE</b>
<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 düşük	7
<b>Düşük</b>	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok 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

# Risk Öncelik Değeri (RÖD)

- Risk Öncelik Değeri
- $R.Ö.D. = İ \times D \times T$
- 
- 1-1000 arasında bir değer alabilir.

# 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

# ÖRNEK FMEA

Sistem /Parça	Hata Türü	Hatanın Sonuçları	<u>i</u>	Hataların Nedenleri	<u>Ş</u>	Kontrol Önlemleri	<u>T</u>	<b>R Ö D</b>	Tavsiye Edilen İyileştirmeler/ Eylemler	Sorumlu & Tamamlama Tarihi	Hareket Tarihi	<u>Yeni (İ)</u>	<u>Yeni (Ş)</u>	<u>Yeni (T)</u>	<b>Yeni RPN</b>
Pompa	Enerji Kaynağı Arızası	Pompa çalışmıyor	9	jeneratör arızası	5	jeneratör alınması	2	90	Jeneratör mazot tankının doluluk takibinin yapılması için prosedür hazırlanması	Teknik Emniyet, 15.08.2017	27.08.2017	2	2	1	4

# ÖRNEK FMEA

Sistem /Parça	Hata Türü	Hatanın Sonuçları	i	Hataların Nedenleri	Ş	Kontrol Önlemleri	T	R Ö D	Tavsiye Edilen İyileştirmeler/ Eylemler	Tamamlama Tarihi	Hareket Tarihi	Yeni (İ)	Yeni (S)	Yeni (T)	Yeni RPN
Pompa	Sigorta Hatası	Devre Aşırı Yükleniyor	7	Kablo Arızası	6	Onarım Bölümünün gerekli gördüğü hatların derhal değiştirilmesi (Mühendislik Kontrolü)	8	336	Belirli aralıklarla elektrik tesisatının kontrolünün yapılması	Teknik Emniyet, 15.08.2017	27.08.2017	2	2	4	16



# **Hata Ağacı Analizi**

## **(FTA-Fault Tree Analysis)**

# Hata Ağacı Analizi

Fault Tree Analysis  
(FTA)

# Hata Ağacı Analizi (FTA)

- Bu metot, ilk defa H. Watson ve A. Mearntarafından, 1962 yılında BELL Laboratuvarlarında, Minuteman Intercontinental Balistik Füzeleri hedef takip ve kontrol sistemlerinde, sistem güvenlik değerlendirmesini gerçekleştirmek için tasarlanmıştır.
- Boeing Şirketinden D.Haas Minuteman Füze sisteminin kantitatif analizi için uyguladı.



# Hata Ağacı Analizi (FTA)

- Hata ağacı analizi (FTA) belki de en iyi bilinen güvenlik analizi yöntemidir.
- Fonksiyonel hatanın ciddi sonuçlara neden olabileceği karmaşık sistemler için büyük önemi vardır.
- Yöntem tecrübe gerektirdiğinden zordur ve genel olarak uzmanlar tarafından kullanılır.

# Hata Ağacı Analizi (FTA)

- Yöntem üzerine geniş literatür mevcuttur
- Örn; IEC,1990;  
Kumamoto ve Henley, 1996;  
Lees, 1996
- Hata ağacının tasarımına yardım etmek ve hesaplamalar yapmak için birkaç bilgisayar programı vardır.

# Hata Ağacı Analizi (FTA)

- Yöntemin yüksek risk sektörleri dışında genel iş güvenliği için uygun olup olmadığı sorgulanabilir. Fakat metodu direk olarak kullanmayacak olanlar için dahi genel Hata Ağacı Analizi bilgisi faydalıdır.
- Bununla beraber, Hata Ağacı Analizinin uygulanmasında önemli yer oluşturan olasılık hesaplarına sadece kısaca değinilecektir.

# Hata Ağacı Analizi (FTA)

- Hata ağacı metodolojisi, sistem hatalarını ve sistem ile sistem bileşenlerinin hatalarındaki özgül sakıncalı olaylar arasındaki bağlantıyı gösteren mantıksal diyagramlardır. Kısacası, tanımlanmış istenmeyen olaydan başlanarak bu durumun ve nedenlerinin mantıksal kombinasyonunun grafiksel ifadesidir.
- Metod, «tümdengelimli» mantığa dayanan bir tekniktir. Ya da «geriye doğru düşünme tekniği» olarak da adlandırılır.
- İstenmeyen sonuç olay, daha önceden tanımlanmış olay ile hataların nedensel ilişkileridir. Bu sonuç olay; patlama, kaza, teçhizatın arızalanması, yangın ve üretime ara verilmesi olabilir.
- FTA bir işletmede yapılan işler ile ilgili kritik hataların veya esas ana hataların, sebeplerinin ve potansiyel önlemlerin şematik mantık diyagramında gösterimidir.

# **Hata Ağacı Analizi Bir Sebep Etki (Cause-Effect) Prosesidir.**

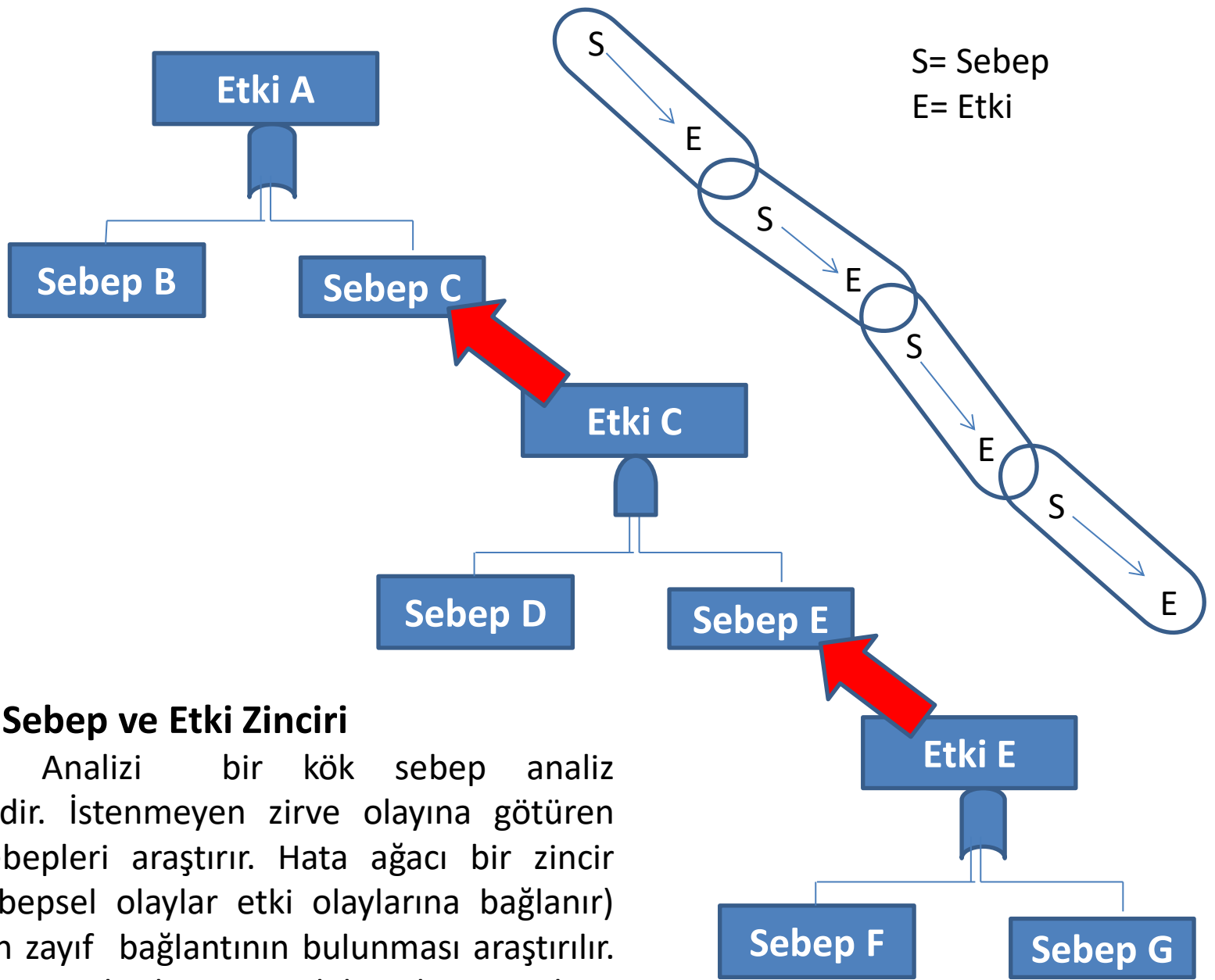
Hata Ağacı bir iteratif procestir ve zirve olaydan başlar ve aşağı doğru ağaç dalları boyunca uzanır. Her hata ağacı kapısında aynı soru ve mantık seti uygulanır. Zirve olay tanımlandıktan sonra , alt istenmeyen olaylar tanımlanır

# Hata Ağacı Analizinin bazı avantajları

- Karmaşık sistemlerde risklerin belirlenmesine yardım eder.
- Genel bakış açısını kaybetmeden aynı anda tek hata üzerine odaklanmayı mümkün kılar.
- Hataların nasıl ciddi sonuçlara neden olabileceği hakkında genel bakış açısı sağlar.
- Olasılık hesapları yapmak için bir fırsat sağlar.
- FTA zirve olaya neden olan tüm kök-sebep olayları inceler.
- FTA mantığa dayalı, hassas ve metodolojik bir yaklaşımdır.
- FTA karmaşık sistem bağlantılarını modeller.
- FTA çok kolay oluşturulan sebep-etki bağlantılarını görsel model ile sunar.
- Sistem ve alt sistemler boyunca hata yol izlerini takip eder.
- Hardware-software ve çevresel koşullar ve insan etkileşimlidir.
- Olasılıklı risk yönetimi sağlar.
- Tasarımın değişik seviyelerinde detaylarda etkili olarak uygulanabilir.
- Büyük oranda bilgisayarda çözümlenebilir.
- Ticari yazılımları vardır.
- İşletmeye karar verme için oldukça fazla bilgi sağlar.
- Sistemdeki güvenlik açısından kritik alanları belirler.
- Uzun yıllardır kullanılan başarılı bir tekniktir.

# Hata Ağacı Analizinin bazı dezavantajları

- Oldukça ayrıntılı ve genelde zaman alıcıdır.
- Uzmanlık ve eğitim gerektirir.
- Yüksek doğruluk imajı yaratabilir. Sonuçları gelişmiş görünebilir ve ihtimal hesapları yapıldığında, bunlar tek bir değer formunda ifade edilebilir. Fakat çoğu metottaki gibi, çok miktarda muhtemel hata kaynağı vardır.
- Bütün hataların bulunmasını garanti etmez.
- Genelde, değişik analizciler değişik çeşitlilikte ağaçlar üretebilir. Fakat ağacın değişik formları olsa da içeriği hala aynıdır.
- Gerçekleşmesi için genellikle ayrıntılı doküman materyali mevcut olmalıdır.

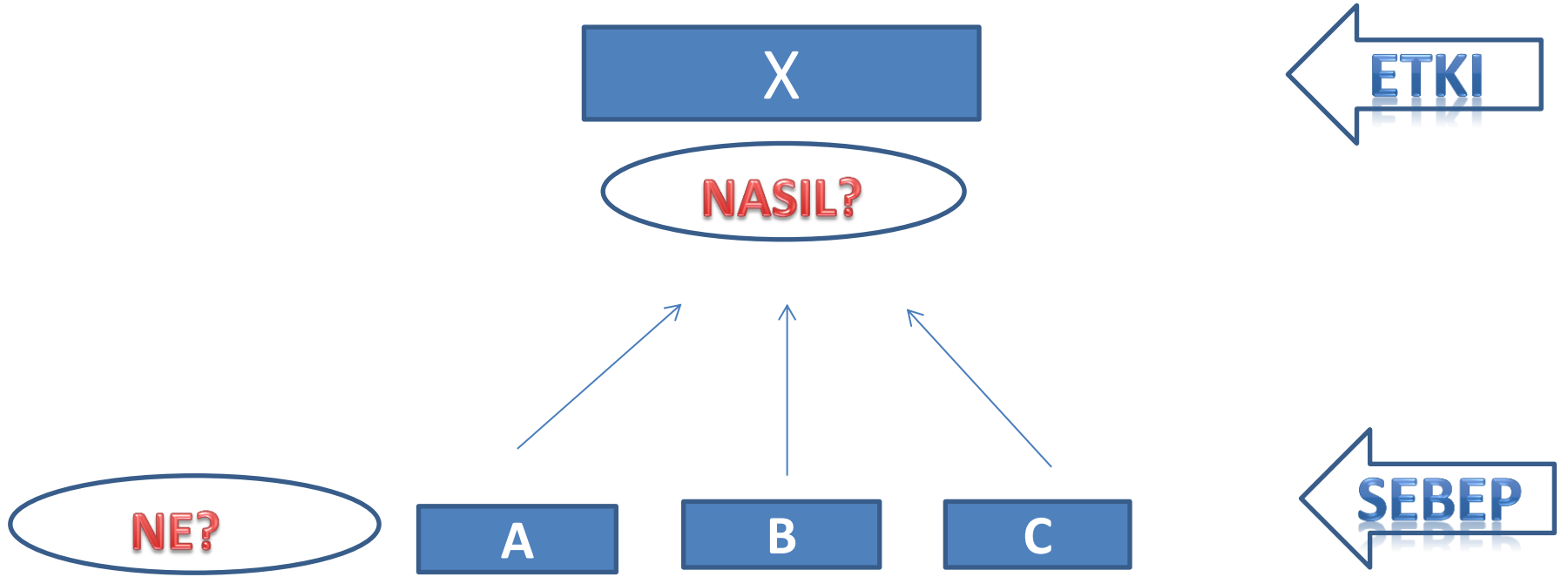


### Hata Ağacı Sebeup ve Etki Zinciri

Hata Ağacı Analizi bir kök sebeup analiz metodolojisidir. İstenmeyen zirve olayına götüren tüm kök sebeupleri araştırır. Hata ağacı bir zincir yapısına (sebeupsel olaylar etki olaylarına bağlanır) benzer ve en zayıf bağlantının bulunması araştırılır. Hata ağacı yapısında, bir seviyedeki sebeup, analiznin diğer seviyesinde etki olur. Böylece tüm sistem boyunca hata akışı sağlanır.



Hata Ağacı prosesi mantık kapıları içerir ve bu kapılara girdiler girer. Her bir kapı belirlenmesi zorunlu olan bir sebepten kaynaklanan bir etkidir. Her bir kapı için Ne? Ve Nasıl? Sorularına cevap bulunmalıdır. X olayı için sebep olaylar **ne**dir? Ve olaylar mantıksal olarak **nasil** kombine oluşturmuşlardır? Bu sorulara cevap girdi olayları ve kapı tipini oluşturmaktadır.



Hata Ağacında sebep ve etkinin belirlenmesi

# Hata Ağacı Analizi (FTA)

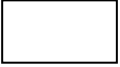

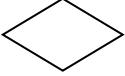


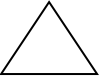
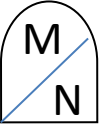

**FTA üç temel adımda uygulanır;**

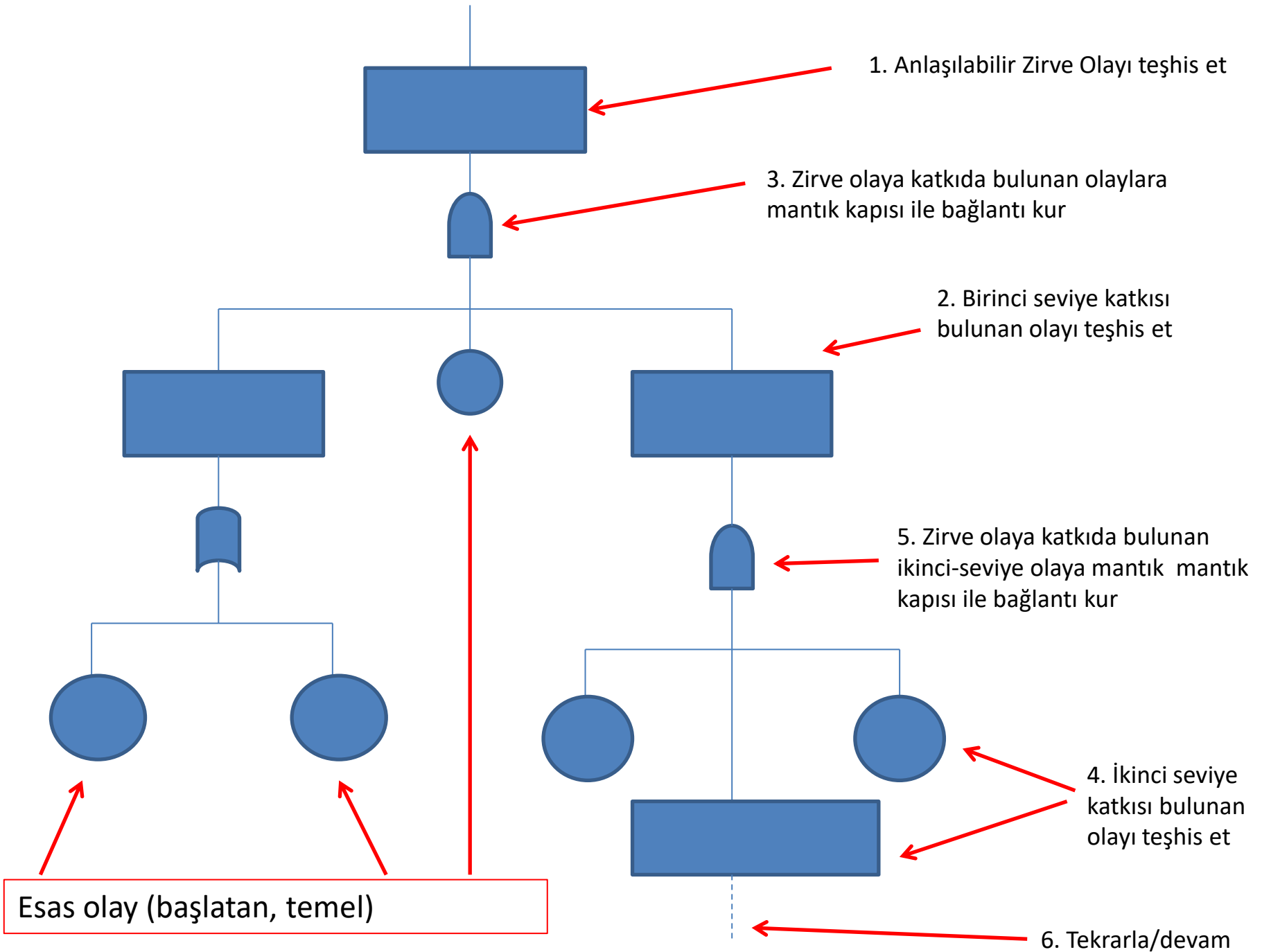
1. Sistem Analizi
2. Hata Ağacının Oluşturulması
3. Hata Ağacının Değerlendirilmesi

# Özet olarak; Hata Ağacı Analizi (FTA)

- Gerekli doküman ihtiyacı çok fazladır.
- Ekip çalışması gerektirir.
- Sonuçlar hem kalitatif hem de kantitatiftir.
- Her sektöre uygulanabilir.
- Uygulama başarı oranı ,yüksek tecrübe ve takım üyelerinin üst düzey performansını gerektirir.
- Risklerin belirlenmesinde çok etkili bir yöntemdir.

# SEMBOLLER

Sembol	İşaret edilen	İşlev
	Durumsal olay	Mantık kapısı ile bağlı daha basit olayların, veya faktörlerin kombinasyonu ile ortaya çıkan olay, normal şekilde oluşabilecek olay
	Esas, başlatıcı olay	Daha temel olaylardan oluşan olay. Birincil durumdaki problem için kullanılır. Daha ileri bir gelişimi gerektirmeyen temel bir olay.
	Gelişmemiş olay	Sebebi tanımlanmamış ve belirsiz bir son olayı tanımlamaktadır. Tam gelişmemiş durum.
	VE kapısı	Sembol altındaki tüm girdi olayların (A ve B olayları) gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın (C) ortaya çıkmasıdır.
	VEYA kapısı	Sembol altındaki bir veya birden fazla olaydan en az birinin gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkmasıdır.
	Aktarma sembolü	Aktarma sembolü. Bağlantı ve birleştirme görevinde kullanılır.
	Kombinasyon Sembolü	N girdi olay içinden en az M tanesi gerçekleşirse baştaki olay gerçekleşir.
	İlerleme yok	Analizin bu bölümünde daha fazla ilerlemeye ihtiyaç olmadığını belirtir.



Hata Ağacı Analizinde grafik değerlendirmesi yapılır.

Zirve olay analizin baş konusudur ve en önemli etki, performans, sakatlık, tahribat veya kaybı ifade etmektedir.

Bu zirve olay; patlama, teçhizatın arızalanması, zehirli gaz çıkışı ve üretime ara verilmesi olabilir.

Zirve olayın tespiti;

- Geçmiş patlama kayıtları (sistemin kendine veya başkalarına ait)
- “Checklist”ler kullanılır

# ÖRNEK

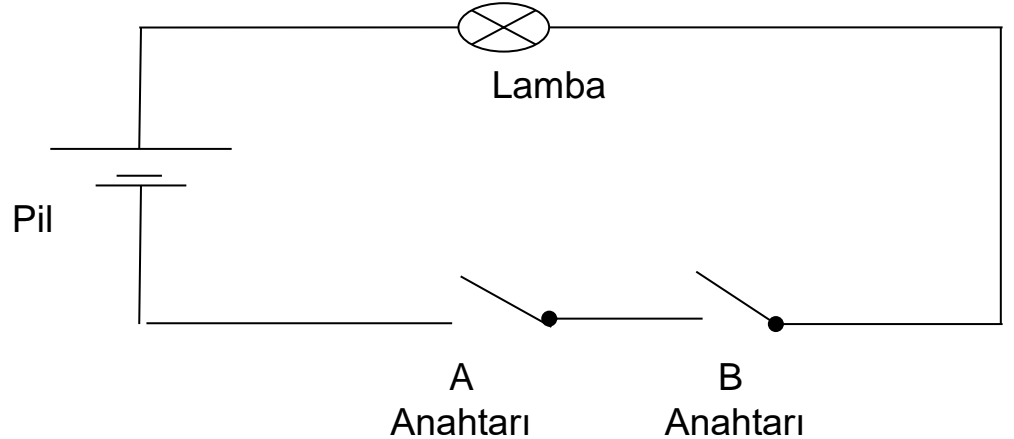
Bir lamba şekilde gösterildiği gibi devreye bağlanmıştır. Seri bağlı iki anahtar vardır. Lambanın yanması için ikisinin de kapalı olması gerekiyor. Lambanın ışık vermemesi durumu bir hata ağacı ile analiz edilmek istenmiştir.

-Burada tepe olay lambanın ışık vermemesidir. Buna sistemde var olan hatalar neden olmaktadır. İki önemli etkenle lamba yanmaz .

1. Lambanın hatalı olması
2. Lambaya gücün ulaşmaması

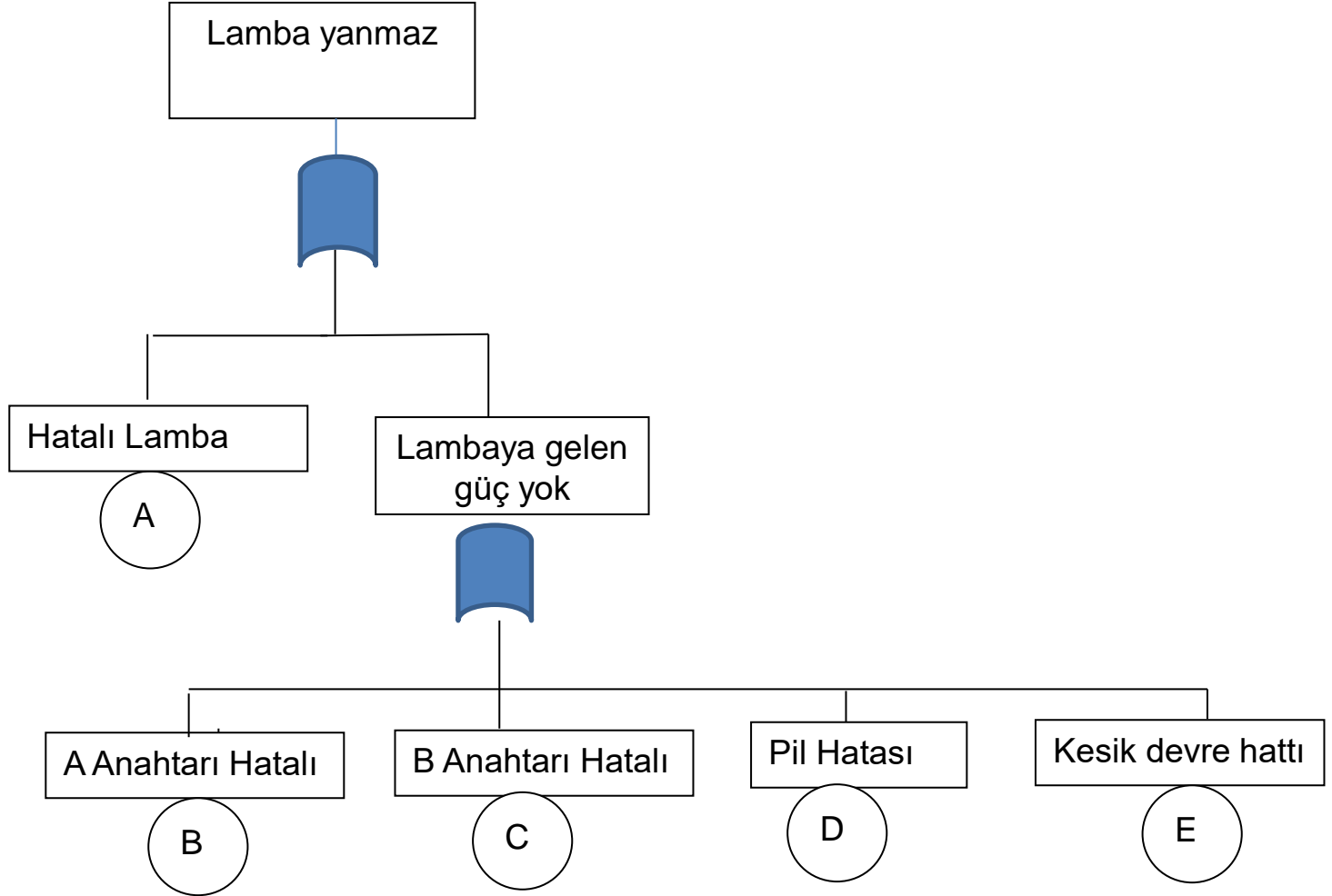
Güç beslemesi nedeniyle oluşacak olay dört temel olay içerir.

1. A anahtarının arızası
2. B anahtarının arızası
3. Pil arızası
4. Devre hattı arızası

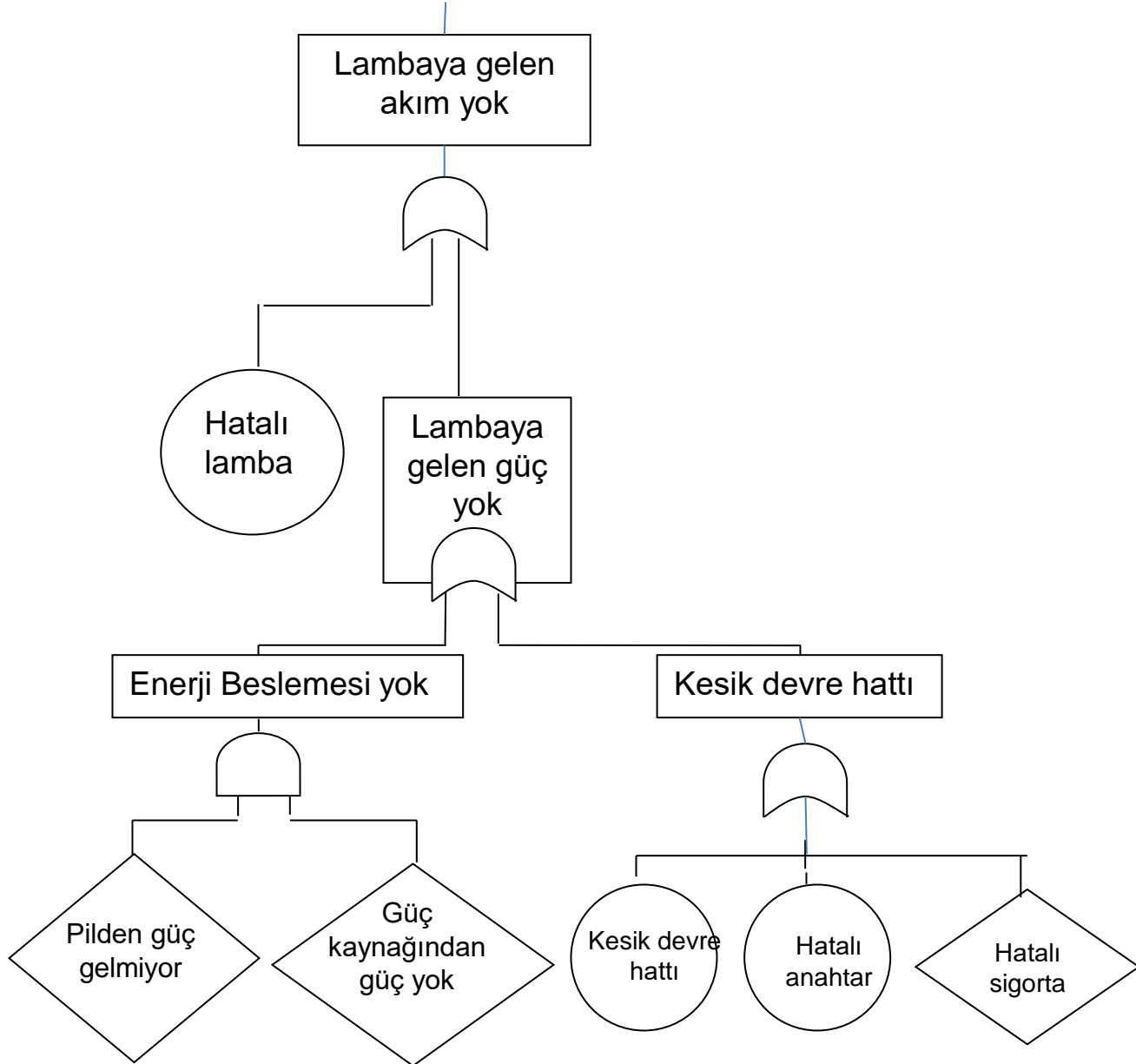


**Lamba devresi örneği**

## Lamba derveresi için Hata Ağacı



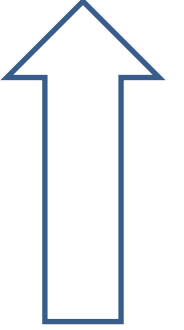




**NASIL?**



**VE SONRA?**



Çalınmış Araba



Açılmış kapı

Çalışan motor

Tuz-buz olmuş pencere

Maymuncukla açılmış kapı

Kısa devre

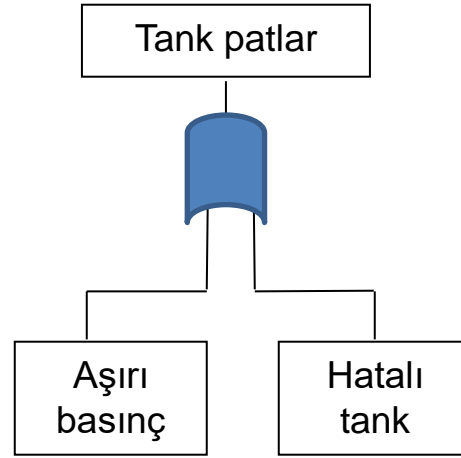
Tornavida ile ateşleme

Kurşun geçirmez cam

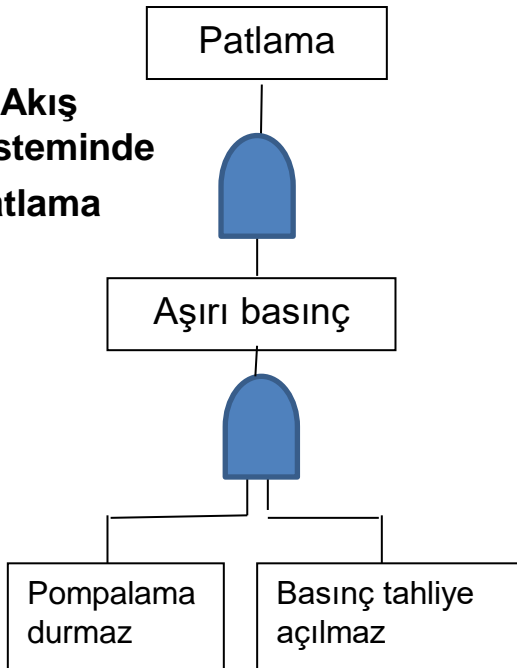
Şifreli Kilit

İmmobiliser

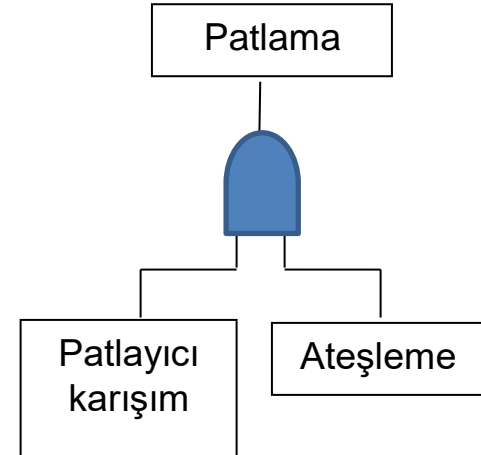
### 1. Basınçlı Tankın Patlaması



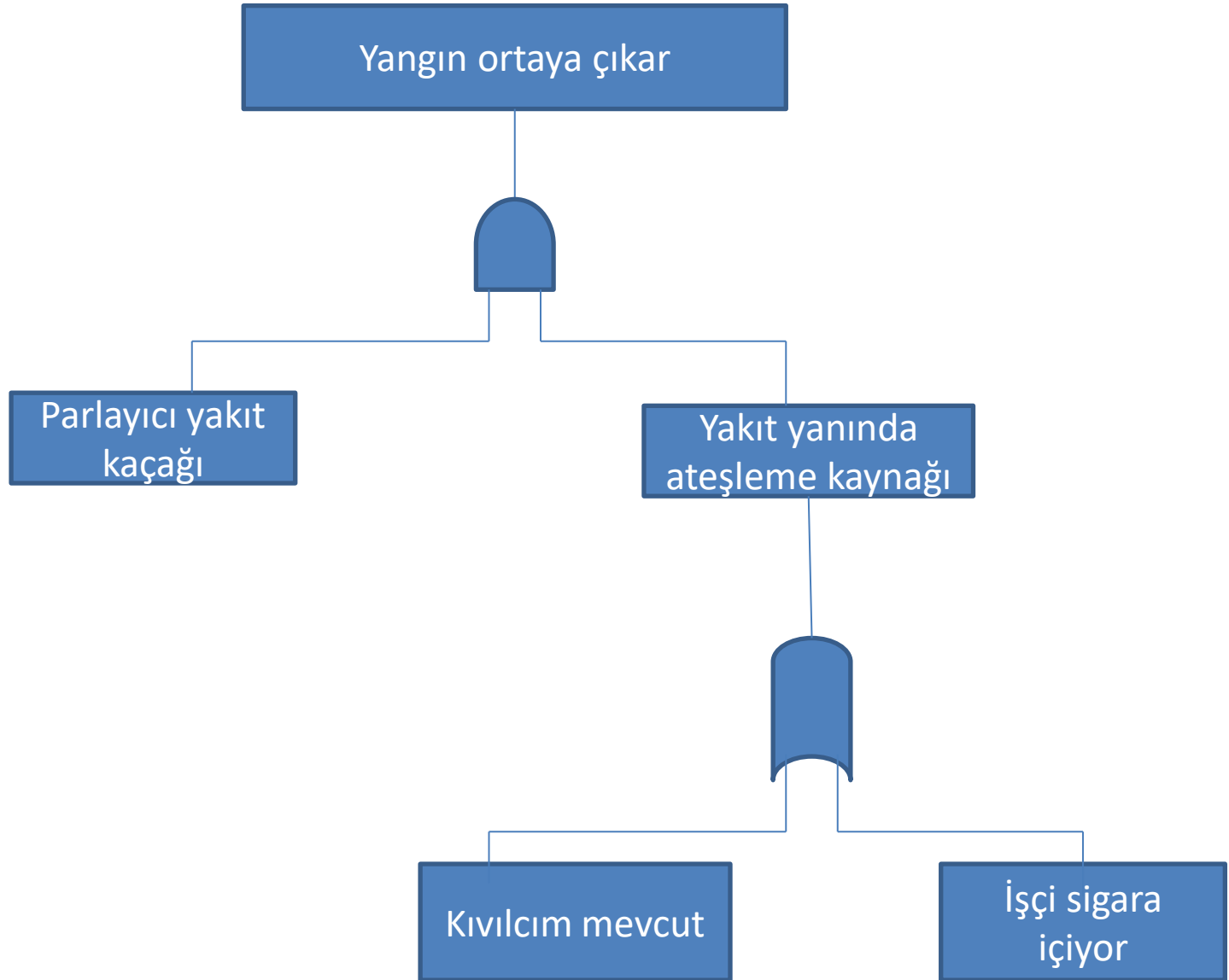
### 3. Akış sisteminde patlama



### 2. Patlayıcı karışımın patlaması



# Yangının Hata Ağacı

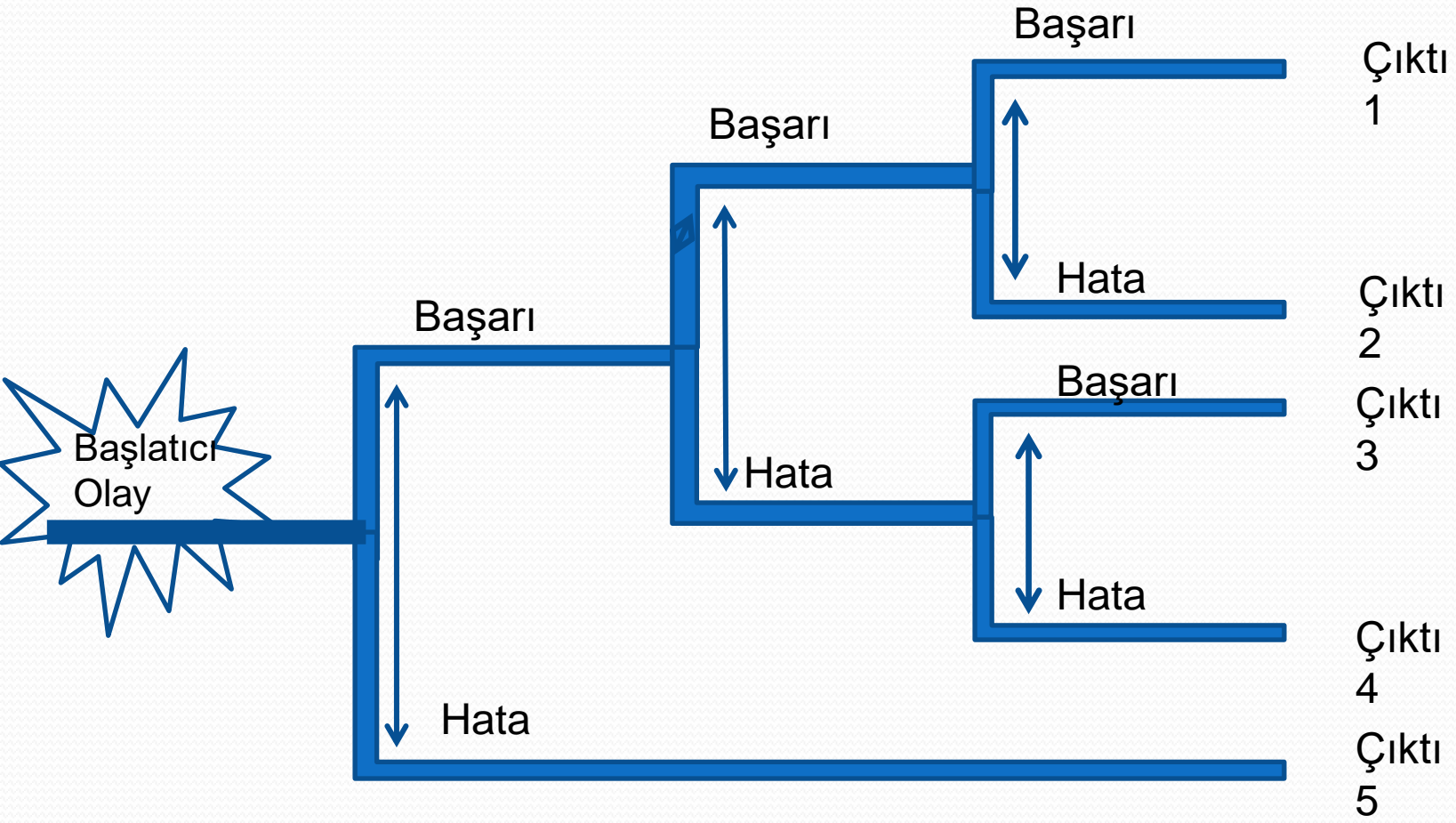




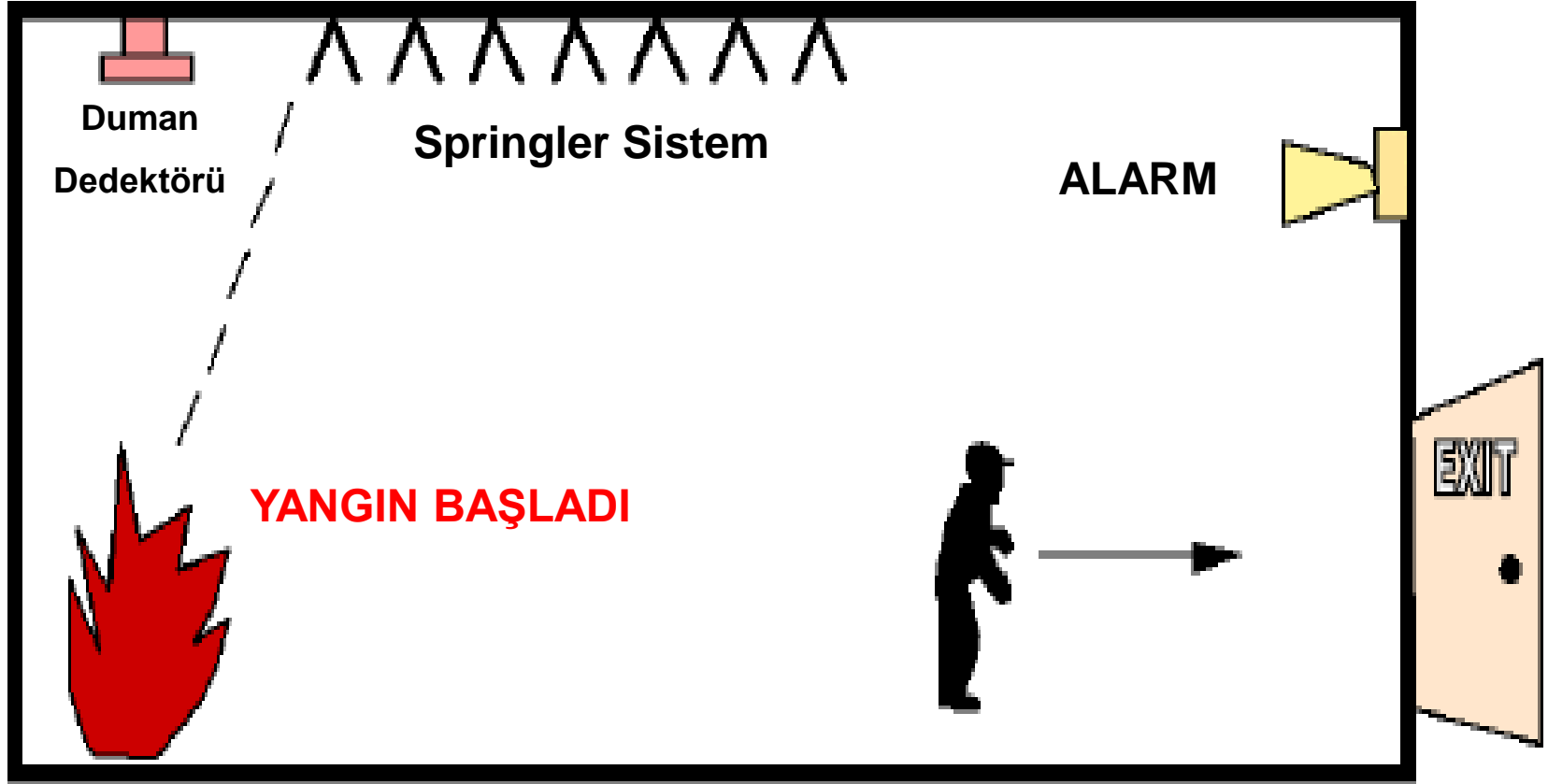
# **Olay Ağacı Analizi (ETA-Event Tree Analysis)**

# Olay Ağacı Kavramı

Başlatıcı olay	Esas Olaylar			Çıktılar
	Olay 1	Olay 2	Olay 3	



# ÖRNEK OLAY AĞACI ANALİZİ



ÖRNEK

# OLAY AĞACI ANALİZİ

YANGIN  
DEDEKTÖR  
Ü ALGILADI

YANGIN  
ALARMI  
ÇALIŞTI

SPRINGLER  
SİSTEM  
ÇALIŞTI

