

Gaz Algılama Sistemleri Kapsama Alanının SIF SIL Derecesine Etkisi

Özkan KARATAŞ

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi

Prosense Teknoloji



1. GİRİŞ
2. KAVRAMLAR
3. GAS RİSK MODELİ
4. SENARYOLAR
5. SONUÇ

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

Son zamanlarda, gaz algılama ile ilgili Emniyet Donanımlı Fonksiyonların (SIF) hata ihtimalini tahmin etme ihtiyacı, uygun algılama teknolojisi seçimi ve dedektör konumlandırmasının önemini daha net bir hale getirmiştir.

SIF ?

PFD ?

SIL ?

Giriş

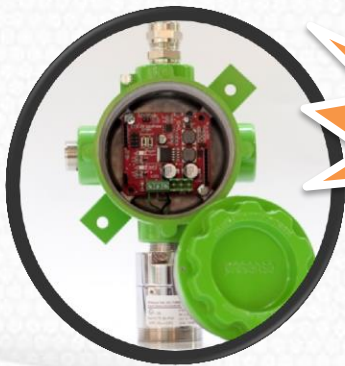
Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

Birçok uzman gaz algılama kaynaklı SIF'in Talep Durumunda Ortalama Arıza Yapma İhtimalini (PFDavg) hesaplamak için kullandığı yaklaşım gaz dedektörlerinin geçen gaz bulutunu bulma olasılığını %100 olarak kabul eder.



%100 ?

- kaçak noktasına yakın konumlandırılmaması
- rüzgâr
- alanın fiziksel yapısı
- ortamda mevcut fiziksel engeller

Giriş

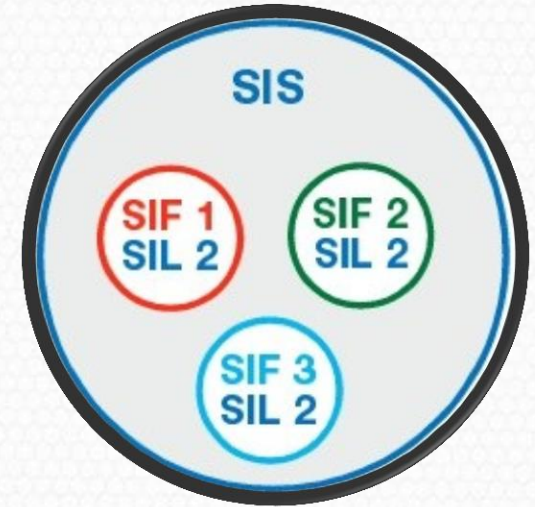
Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

- SIF, herhangi bir işlem sırasında oluşabilecek tehlikeli bir durumun algılanması ve bu durumunun engellenmesi fonksiyonudur.
- SIF fonksiyonu belirli bir işlemi kontrol eder. Her bir işlem için ayrı bir SIF fonksiyonu gereklidir. Bununla beraber
- SIF fonksiyonlarının tümü SIS (Safety Instrumented System) sistemini oluşturur. SIS, sistemin tümünü kontrol eden ve tehlikeli durumlarda sistemi güvenli bir duruma getiren kontrol sistemidir.



Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

SIL sertifikası SIF kapsamında uygulanır. SIL sertifikası SIF fonksiyonunun güvenilirlik aralığını belirtir. Güvenilirlik aralığı “Talep durumunda arıza yapma ihtimali” (Probability of Failure on Demand, PFD) ile ya da bunun tersi olan “Risk Azaltma Faktörü” (Risk Reduction Factor, RRD) ile ifade edilir.

SIL seviyesi yükseldikçe sistemin arıza yapma olasılığı azalır ve sistem performansı yükselir. Fakat SIL seviyesinin yükselmesiyle sistemin maliyeti ve bakım masrafları artar ayrıca sistem daha karmaşık bir yapıda olur.

SIL Seviyesi	Güvenilirlik	Talep Durumunda Arıza Yapma İhtimali	Risk Azaltma Faktörü
SIL 4	> %99.99	%0.01 ve %0.001 arası	10000 ve 100000 kat arasında
SIL 3	%99.9 ve %99.99 arası	%0.1 ve %0.01 arası	1000 ve 10000 kat arasında
SIL 2	%99 ve %99.9 arası	%1 ve %0.1 arası	100 ve 1000 kat arasında
SIL 1	90% ve %99 arası	%10 ve %1 arası	10 ve 100 kat arasında



Dedektör kapsama alanının gaz algılama ile ilgili SIF'nin SIL derecesine etkisini görmek için, GAS Risk Modeli adı verilen bir yaklaşım kullanılacaktır.

Senaryo	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
Gaz kaçağı 1.0	Evet 1.0	Evet 1.0	Evet 1.0	1,00EE-00	0	0,00
			Hayır 0.0	0,00EE-00	1	0,00
	Hayır 0.0	Hayır 0.0	Hayır 0.0	0,00EE-00	1	0,00
			Hayır 0.0	0,00EE-00	1	0,00
	C_{WA}				0,00	

- ✓ GAS gaz kaçağını kesinlikle tespit edecektir (kapsama alanı=1)
- ✓ GAS donanımı sürekli olarak çalışır durumdadır (GAS kullanılabilirliği=1)
- ✓ Gaz kaçağının getirdiği risk tamamen hafifletilebilir (Risk azaltma etkinliği=1)

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

İnceleme için 3 farklı kapsama alanı senaryosu yaratılmıştır, bunlar;

1. %100 kapsama alanı
2. %99 kapsama alanı
3. %95 kapsama alanı

Her senaryo için 5 hesaplama yapılmıştır;

1. GAS kurulmamıştır
2. SIL1 GAS kurulmuştur
3. SIL2 GAS kurulmuştur
4. SIL3 GAS kurulmuştur
5. Sonuç

Senaryo 1, Dedektör Kapsama Alanı %100

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 1; GAS kullanılmamıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,000	1,000		0,000	1,000	0,000
Algılama hatası	1,000	1,000			1,000	1,000	1,000

C_{WA} 1,000

F_u 1,00E+00

Azaltılamayan risk 1,00E+00

GAS Yok

GAS SIL	0
PFD_{GAS}	0
GAS mevcudiyeti	0
Kapsama alanı	0
Risk azaltma etkinliği	0



prosense

Senaryo 1, Dedektör Kapsama Alanı %100

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 2; SIL1 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	1,000	0,901	1,000	0,901	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	1,000	0,901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	1,000	0,099		0,099	1,000	0,099
Algılama hatası	1,000	0,000			1,000	1,000	0,000

C_{WA} 0,099

F_u 1,00E+00

SIL1 GAS ile R_R 9,90E-02

SIL1 GAS	
GAS SIL	1
PFD_{GAS}	0,099
GAS mevcudiyeti	0,901
Kapsama alanı	1
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Senaryo 1, Dedektör Kapsama Alanı %100

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 3; SIL2 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	1,000	0,9901	1,000	0,990	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	1,000	0,9901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	1,000	0,0099		0,010	1,000	0,010
Algılama hatası	1,000	0,000			0,000	1,000	0,000

C_{WA} 0,010

F_u 1,00E+00

SIL2 GAS ile R_R 9,90E-03

SIL2 GAS

GAS SIL	2
PFD_{GAS}	0,0099
GAS mevcudiyeti	0,9901
Kapsama alanı	1
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Senaryo 1, Dedektör Kapsama Alanı %100

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 4; SIL3 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	1,000	0,99901	1,000	0,999	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	1,000	0,99901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	1,000	0,00099		0,001	1,000	0,001
Algılama hatası	1,000	0,000			0,000	1,000	0,000

C_{WA} 0,001

F_u 1,00E+00

SIL3 GAS ile R_D 9,90E-04

SIL3 GAS	
GAS SIL	3
PFD_{GAS}	0,00099
GAS mevcudiyeti	0,99901
Kapsama alanı	1
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 5; Sonuç

	GAS Tipi			
	SIL3 GAS	SIL2 GAS	SIL1 GAS	GAS Yok
Düşürülen risk	9,90E-04	9,90E-03	9,90E-02	1,00E+00
Düşürülemeyen risk	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
Risk düşümü	1010	101	10	1

Hesaplamalar sonucunda mükemmel bir kapsama alanı sağlandığında (kapsama alanı=1) her bir GAS tarafından elde edilebilen risk azaltımının ilgili SIL derecesiyle yakından ilgili olduğu görülür.

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 1; GAS kullanılmamıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,000	1,000		0,000	1,000	0,000
Algılama hatası	1,000	1,000			1,000	1,000	1,000

C_{WA} 1,000

F_u 1,00E+00

Azaltılamayan risk 1,00E+00

GAS Yok

GAS SIL	0
PFD_{GAS}	0
GAS mevcudiyeti	0
Kapsama alanı	0
Risk azaltma etkinliği	0



prosense

Senaryo 2, Dedektör Kapsama Alanı %99

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 2; SIL1 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,990	0,901	1,000	0,892	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,990	0,901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,990	0,099		0,098	1,000	0,098
Algılama hatası	1,000	0,010			0,010	1,000	0,010

C_{WA} 0,108

F_u 1,00EE+00

SIL1 GAS ile R_D 1,08E-01

SIL1 GAS

GAS SIL	1
PFD_{GAS}	0,099
GAS mevcudiyeti	0,901
Kapsama alanı	0,99
Risk azaltma etkinliği	1

Senaryo 2, Dedektör Kapsama Alanı %99

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 3; SIL2 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,990	0,9901	1,000	0,980	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,990	0,9901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,990	0,0099		0,010	1,000	0,010
Algılama hatası	1,000	0,010			0,100	1,000	0,010

C_{WA} 0,020

F_u 1,00EE+00

SIL2 GAS ile R_p 1,98E-02

SIL2 GAS	
GAS SIL	2
PFD_{GAS}	0,0099
GAS mevcudiyeti	0,9901
Kapsama alanı	0,99
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Senaryo 2, Dedektör Kapsama Alanı %99

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 4; SIL3 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,990	0,99901	1,000	0,989	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,990	0,99901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,990	0,00099		0,001	1,000	0,001
Algılama hatası	1,000	0,010			0,010	1,000	0,010

C_{WA} 0,011

F_u 1,00EE+00

SIL3 GAS ile R_p 1,10E-02

SIL3 GAS

GAS SIL	3
PFD_{GAS}	0,00099
GAS mevcudiyeti	0,99901
Kapsama alanı	0,99
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 5; Sonuç

	GAS Tipi			
	SIL3 GAS	SIL2 GAS	SIL1 GAS	GAS Yok
Düşürülen risk	1,10E-02	1,98E-02	1,08E-01	1,00E+00
Düşürülemeyen risk	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
Risk düşümü	91	51	9	1

Hesaplamalar kapsama alanı %0,99 seviyesine düştüğünde her bir GAS için risk azaltımının oldukça etkilendiği görülür. Senaryo 2 için sonuç bölümünde, SIL3 GAS ile elde edilebilen risk azaltımının SIL1'e düştüğünü (risk azaltma<100), SIL2 GAS ile elde edilebilen risk azaltımının da SIL1'e (risk azaltma<100) ve SIL1 GAS tarafından elde edilebilen risk azaltımının da minimum SIL seviyesinin altına düştüğü görülür.

Senaryo 3, Dedektör Kapsama Alanı %95

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 1; GAS kullanılmamıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,000	1,000		0,000	1,000	0,000
Algılama hatası	1,000	1,000			1,000	1,000	1,000

C_{WA} 1,000

F_u 1,00E+00

Azaltılamayan risk 1,00E+00

GAS Yok

GAS SIL	0
PFD_{GAS}	0
GAS mevcudiyeti	0
Kapsama alanı	0
Risk azaltma etkinliği	0



prosense

Senaryo 3, Dedektör Kapsama Alanı %95

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 2; SIL1 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,950	0,901	1,000	0,856	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,950	0,901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,950	0,099		0,094	1,000	0,094
Algılama hatası	1,000	0,050			0,050	1,000	0,050

C_{WA} 0,144

F_u 1,00EE+00

SIL1 GAS ile R_R 1,44E-01

SIL1 GAS	
GAS SIL	1
PFD_{GAS}	0,099
GAS mevcudiyeti	0,901
Kapsama alanı	0,95
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Senaryo 3, Dedektör Kapsama Alanı %95

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 3; SIL2 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,950	0,9901	1,000	0,941	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,950	0,9901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,950	0,0099		0,009	1,000	0,009
Algılama hatası	1,000	0,050			0,050	1,000	0,050

C_{WA} 0,059

F_u 1,00EE+00

SIL2 GAS ile R_R 5,94E-02

SIL2 GAS

GAS SIL	2
PFD_{GAS}	0,0099
GAS mevcudiyeti	0,9901
Kapsama alanı	0,95
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Senaryo 3, Dedektör Kapsama Alanı %95

Prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 4; SIL3 GAS kullanılmıştır.

Senaryo	Tehlikeli olay	Algılama yapılabilen alan	GAS mevcudiyeti	Risk azaltma etkinliği	Olasılık	Sonuç	Katkı
GAS başarılı	1,000	0,950	0,99901	1,000	0,949	0,000	0,000
Risk azaltım hatası	1,000	0,950	0,99901	0,000	0,000	1,000	0,000
GAS hatası	1,000	0,950	0,00099		0,001	1,000	0,001
Algılama hatası	1,000	0,050			0,050	1,000	0,050

C_{WA} 0,051

F_u 1,00EE+00

SIL3 GAS ile R_R 5,09E-02

SIL3 GAS

GAS SIL	3
PFD_{GAS}	0,00099
GAS mevcudiyeti	0,99901
Kapsama alanı	0,95
Risk azaltma etkinliği	1



prosense

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

Hesaplama 5; Sonuç.

	GAS Tipi			
	SIL3 GAS	SIL2 GAS	SIL1 GAS	GAS Yok
Düşürülen risk	5,09E-02	5,94E-02	1,44E-01	1,00E+00
Düşürülemeyen risk	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
Risk düşümü	20	17	7	1

Hesaplamalar, algılama kapsamı %95'e düşürüldüğünde SIL3 veya SIL2 dereceli GAS tarafından sağlanabilecek risk azaltımının SIL1 seviyesine (risk azaltma <100) düştüğü ve SIL3 ve SIL2 arasındaki risk azaltımları arasındaki farkında oldukça önemsiz olduğunu göstermektedir.

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

HSE UK Offshore Güvenlik Bölümü tarafından yayımlanan bir saha çalışması raporu, Ekim 1992 ve Mart 2000 tarihleri arasında gerçekleşen 1801 vakada, offshore tesislerde hidrokarbon gaz kaçağlarının yalnızca %60'ının gaz algılama amacıyla yerleştirilen cihazlar tarafından tespit edilebildiğini bildirmiştir.

Raporda algılama yapılamayan %40 vakanın nedenleri belirtilmemiştir, bu yüzden bu hataların zayıf kapsama alanı veya başka etkenlerden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Bununla birlikte, sunulan istatistiksel kanıt, %95-99'dan daha düşük oranda algılama kapsamı olasılığının offshore ve kıta uygulamaları için muhtemel bir senaryo olduğunu önermek için yeterlidir.

Giriş

Kavramlar

GAS Risk
Modeli

Senaryolar

Sonuç

SEÇ bulgularından anlaşılabilceği üzere saha uygulamalarında Gaz Algılama Sistemleri için %99'dan fazla kapsama alanı yaratılması çok mümkün değildir.

Bu bakımdan kullanımını zorunlu kılan yasal veya özel başka koşullar bulunmuyorsa saha uygulamalarında etkin risk azaltımı en iyi ihtimalle SIL1'den büyük olmadığı için maliyetleri çok yüksek olan SIL3 veya SIL2 dereceli Gaz Algılama Sistemi çözümleri uygulamak düşünüldüğü kadar efektif sonuçlar yaratmayabilir.

TEŞEKKÜRLER

