

RİSK MERKEZLİ DENETİM (Risk Based Inspection) NEDİR?

Ertuğrul YILMAZ*

Ankalite Kalite Kontrol Ltd. Şti.

Ankara, TÜRKİYE

0312 666 07 48

ertugrul@ankalite.com.tr

www.ankalite.com.tr

Özet

İşletmelerdeki denetim programı, işletme koşullarından kaynakların hasarlanmalarının tespiti edilerek değerlendirilmesi ve işletmenin mümkün olan en uzun süre güvenli bir biçimde çalışmasını sağlamak amacıyla oluşturulur.

Denetim programlamasının en etkisiz olduğu işletmelerde “**bozulduğunda tamir et**” anlayışı hakimdir. Denetim programının orta seviyede etkili olduğu işletmelerde ise ekipmanların bir kısmı yada tümü “**periyodik bakım**” kapsamında belirli muayene metodları kullanılarak muayene edilirler. Bu iki bakım anlayışı da günümüzde yetersiz kalmaktadır.

Dünyada da yeni bir kavram olan yeni nesil bakım, muayene ve denetim anlayışını temsil eden **Risk Merkezli Denetim**, “merkezine RISK faktörü yerleştirilerek muayene, bakım, onarım planlamalarının oluşabilecek bu risk faktörüne göre yapıldığı riske odaklı, daha esnek, daha güvenilir ve riski azaltıcı bir denetleme sistemi”dir. Bu çalışmada Risk Merkezli Denetim Nedir? sorusuna açıklık getirilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Risk, risk faktörü, risk matris, işletim ömrü, periyodik bakım, bakım maliyetleri, insan ve çevre sağlığı

RİSK MERKEZLİ DENETİM (Risk Based Inspection) NEDİR?

1. Risk Merkezli Denetimin (Risk Based Inspection) Tanımı

İngilizcedeki “Base” kelimesinin türkçede “temel, esas, merkez” v.b anlamları vardır. “Inspection” kelimesinin sözlük karşılığı “denetim, yoklama” olmasına rağmen “ test, muayene” anlamalarında da kullanılmaktadır. Bu çalışmada “**Risk Based Inspection (RBI)**” kavramının çevisi “**Risk Merkezli Denetim (RMD)**” olarak yapıp kullanılacaktır.

Risk Merkezli Denetimin tanımı kısaca, “merkezine RISK faktörü yerleştirilerek muayene, bakım, onarım planlamalarının oluşabilecek bu risk faktörüne göre yapıldığı riske odaklı, daha esnek, daha güvenilir ve riski azaltıcı bir denetleme sistemi”dir. .

2. Risk Merkezli Denetimin Tarihçesi ve RMD nin Geleneksel Yöntemler ile Karşılaştırılması

II. Dünya Savaşı sonrasında özellikle Avrupada savaş sırasında hasar görmüş ve geri kalmış teknolojiyi tekrar canlandırmak için bir çok yeni sanayi tesisi inşaa edilmiştir. Bu hızlı sanayileşme furyası içersinde inşaa edilen tesisler tasarım yılı 15 yıl olarak planlanmıştır. Daha sonra tasarım ömrünü tamamlayan ama hala çalışır durumda ve karlılığına devam eden tesislerin kapatılması veya sökülüp yenilerinin yapılması yerine işletimlerinin devam ettirilmesine karar verilmiştir.

Tasarım ömrünü tamamlayan tesislerin güvenli bir biçimde çalışmalarını temin etmek amacıyla bir çok ülke belirli bir zaman aralıklarında denetimi öngören “**periyodik bakım/muayene**” zorunluluğu getiren yasal düzenlemeler yapmış ve bu amaçla standartlar yayınlamışlardır. Ancak, bu düzenlemeler genelde belirli tipteki basınçlı kapları kapsadığı için büyük tesislerdeki bir çok ekipmanı kapsamamaktadır. Kapsadığı ekipmaların belili bir maksimum sürede, örneğin en çok 5 yılda bir, muayene edilmelerini zorunlu tuttuğu için, bu periyod içersinde tüm ekipmanların muayene edilme çabası işletmede aksamalara ve muayene organizasyonu zorluklarını beraberinde getirmiştir.

Bu yüzden periyodik bakım yöntemini uygulayan özellikle büyük sanayi kuruluşları belli bir süre sonra yüzlerce ve hatta binlerce muayene edilmemiş ekipmanları olduğunun ve bunları nasıl denetim altında tutacaklarını bilmediklerinin farkına varmışlardır. Buna ilave olarak periyodik muayene ile denetim altında tuttıkları bazı ekipmanlarda öngörülemeyen hasarlanmaların olduğu ve bu yöntemin her ekipman için aynı hassasiyette sonuç vermediği anlaşılır ve periyodik bakımın güvenilirliğini sorgulamaya başlamışlardır.

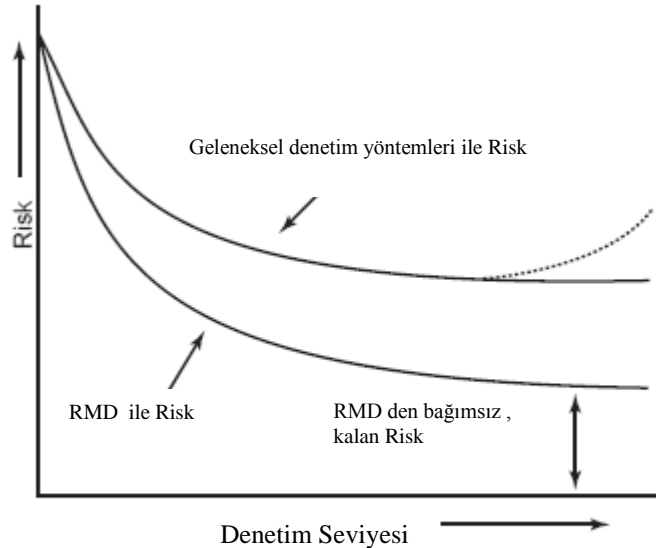
Ekipmanların belirli bir maksimum zaman aralıklarında muayene edilerek denetim altında tutulma yöntemi (periyodik bakım) yerine, ekipmanların önem ve taşıdığı risklere göre sınıflandırılarak daha esnek bir bakım planlaması yapma yöntemi 90’lı yılların başlarında tartışılmaya başlanmıştır. American Petroluem Institute kuruluşu 1993 yılında, **Dow Cemicals**,

Amoco, BP, Shell, Mobil, Chevron, Exxon, Texaco, Arco, Ashland, CITGO, Conoco, DNO Heater, DMS, Equista, Fina, Koch, Marathon, Petro Canada, Philips, Saudi Aramco, Sun ve UNUCAL gibi petrol, kimya, petro-kimya şirketlerinin mali ve teknik sponsoruğunda Risk Merkezli Denetim esaslarını belirleyecek araştırma projesine başlamıştır.

Risk Merkezli Denetim yöntemi Avrupada ilk defa Hollanda da denenmiştir. Amsterdamdaki “DOW Chemicals Company” şirketine ait “Terneuzen Etilen” fabrikasındaki yaklaşık 4500 ekipman, işletme için önemi ve hasarlama durumunda işletme için taşıdığı risk, yaratabileceği güvenlik ve çevre risklerine göre değerlendirilip sınıflandırılmıştır. Bakım periyotları ve detaylı muayene seviyeleri bu sınıflandırmaya göre belirlenerek, yüksek risk taşıyan ekipmanlara öncelik verilerek yeni bir risk merkezli denetim yönteminin temeli bu şekilde atılmıştır.

“Terneuzen Etilen” fabrikası 1995 yılında 30 yaşında iken işletim maliyetlerinin büyük bir kısmını bakım giderleri oluşturmakta iken risk merkezli denetim yönteminin uygulanmasından sonra bakım sonuçları güvenilirliğinde artma ve bakım maliyetlerinde önemli bir azalma olmuştur. Burada elde edilen başarı sonucunda bu yöntem dünya çapında yaygınlaşmaya başlamış ve elde edilen bilgiler ve tecrübeler 1997 yılında American Petroleum Institute tarafından **API 581-Risk Based Inspection- Base Resource Document** adıyla yayınlanmıştır.

Yukarıdaki kısa tarihçeden de anlaşılacağı gibi risk merkezli denetim Dünyada da yeni bir kavram olup yeni nesil bakım, muayene ve denetim anlayışını temsil etmektedir. Geleneksel denetim yöntemleri ile kıyaslandığında en büyük avantajı risk oranını düşürmesidir. Şekil 1 de görüleceği gibi, belirli bir denetim seviyesinde RMD yönteminde risk faktörü geleneksel yöntemden daha azdır ve denetim seviyesinin artması durumunda daha da azalma eğilimindedir.



Şekil :1 RMD ile Risk yönetimi

Geleneksel yöntemde ise denetim seviyesinin artması belli seviyeden sonra denetim iş yükünü çok fazla arttıracığından denetimin güvenilirliğini azaltmakta, dolayısıyla risk faktörünün artma riskini de beraberinde getirmektedir.

RMD yönteminin asıl amacı denetim maliyetlerinin düşürülmesi olmamakla birlikte, etkisiz, gereksiz, uygun olmayan, düşük risk taşıyan ekipmanların denetim işleri elenebildiği için maliyet düşürücü yan etkisinde vardır. Maliyet anlamında en büyük katkısında riskleri azaltıp işletim ömrünü arttırmasıdır.

3. API 581 Uyarınca Risk Merkezli Denetim

İşletmelerdeki denetim programı, işletme koşullarından kaynakların hasarlanmalarının tespiti edilerek değerlendirilmesi ve işletmenin mümkün olan en uzun süre güvenli bir biçimde çalışmasını sağlamak amacıyla oluşturulur. İşletme büyüklüğüne ve ekipman sayısına bağlı olarak bu denetim programının hassasiyeti işletmeden işletmeye değişir. Bazı işletmeler sadece belirli ekipmanların denetim planlamasını yapar, bazıları ise tüm ekipmanları kapsamaya çalışır. Denetim programlamasının en etkisiz olduğu işletmelerde ise “**bozulduğunda tamir et**” anlayışı hakimdir.

Denetim programının orta seviyede etkili olduğu işletmelerde ekipmanların bir kısmı yada tümü “**periyodik bakım**” kapsamında belirli muayene metodları kullanılarak muayene edilirler. En yaygın olarak ultrasonik muayene metoduyla kalınlık ölçme, radyografik muayene metoduyla kaynak muayeneleri, penetrant ve manyetik parçacık metodları ile yüzey çatlakları saptama metodları uygulanır. Bu muayene metodları belirli bir işletim süresi sonrasında sistem hakkında ayrıntılı ve güvenilir sonuçlar vermede zorlanmaya başlarlar.

Örneğin: boru hatları periyodik muayeneleri genelde ultrasonik kalınlık ölçümleri ile yapılır. Özellikle yüksek sıcaklıklarda çalışan izalasyonlu boru hatları kritik ekipmanlar olduğu için ölçüm pencerelerinden noktasal olarak kalınlık ölçümleri alınır. Bu ölçümler sonucunda işletmenin, (yada o hattın işletmeye alındığı tarihten itibaren) ilk yıllarında oldukça güvenilir ve değerli bilgiler elde edilir. Periyodik ölçümlerle boru hattının korozyon hızı saptanabilir, hattın ömür analizleri ve bakım planlamaları yapılabilir. Ancak bu değerlendirmelerin yapılmadığı durumlarda bu ölçümlerin bir anlamı kalmaz. Özellikle ölçüm değerleri minimum et kalınlığına yaklaştığı yada ulaştığı durumlarda noktasal ultrasonik kalınlık ölçümleri işlevini yitirir. Bu süreçten sonra ölçüm alınmayan herhangi bir noktadan da delinmeler , kaçaklar gözlemlenebilir ve işletme “**bozulduğunda tamir et**” moduna geçmiş olur.

Bozulduğunda tamir et modundan çıkmak için işletmelerin yapması gereken ekipmanı daha kapsamlı muayene etmektir. Daha kapsamlı muayene sistemin durdurulmasını, soğutulmasını, varsa izolasyonun sökülmesi v.b zorlukları ve beraberinde de **bakım maliyet artışlarını** getirir. Sistemin durdurulmadan muayene etme seçeneği ise ileri teknikler kullanma zorunluluğundan dolayı **yüksek muayene maliyetleri** doğurur.

RMD sistem ve ekipmanların risk faktörlerine göre sınıflandırma yapılmasına olanak sağladığı için uygulanacak muayene programının seviyesinin belirlenmesini de sağlar. Yüksek risk taşıyan sistemlere odaklanılarak sadece bunların ileri teknikleri ile muayene edilmesini sağladığı için hem risk faktörünü hemde bakım-muayene maliyetlerini düşürür.

Aslında RMD yönteminin asıl amacı bakım-onarım-muayene maliyetlerini düşürmek değildir. Bu ikilcil bir fayda olarak ortaya çıkar. Genelde bakım-muayene maliyetleri hesaplanırken sadece değiştirilen parça maliyeti, tamir maliyeti, muayene maliyeti v.b giderler göz önüne alınır. Bir çok işletmede bu süre içerisindeki **üretim kaybından oluşan maliyet** hesaplanmaz ve aslında bu maliyet bakım-onarım-muayene maliyetlerinden çok daha fazladır. Maliyet anlamında RMD yönteminin en büyük faydası **üretim riskini** azaltmasıdır. Üretim riski bir kaç saatlik tamir süresince oluşan mali kayıplarla sınırlı kaldığı gibi, tüm fabrikanın üretimine uzun süre ara vermesine de sebep olabilir ve hatta tüm işletmenin ekonomik ömrünün tamamlanarak tamamen kapanmasına da sebep olabilir. RMD üretimin durma riskini azaltarak **işletim ömrünün arttırılmasını** da sağlar. Bir işletmenin **işletim ömrü** bir çok parametrelere bağlıdır ama kabaca **ekonomik ömrü** ile sınırlıdır.

RMD sadece maliyet ile ilgili risklerin azaltılması amacıyla geliştirilmemiştir. Tüm Dünyada **insan ve çevre sağlığı ile güvenliği** artarak önem kazanmaktadır. Bu konuda bir çok yeni düzenlemeler yapıp, kanunlar çıkartılmıştır. Düzenleme ve kanunların yaptırımları da her yıl daha sıkı denetlenerek artmaktadır. Bu yüzden RMD analizleri yapılırken koşulların çalışan personel, halk ve çevreye yaratacağı riskler de değerlendirilir ve RMD programı bu risklerin de azaltılması amacıyla geliştirilir.

4. RMD nin uygulama alanları

Risk Merkezli Denetim petrol ve gas sektörü için geliştirilmiş olup aşağıdaki endüstri tesislerinde (bunlarlada sınırlı olmamakla birlikte) uygulanabilir:

- a. Rafineriler
- b. Petrokimya ve kimya tesisleri
- c. Petrol-gaz üretim tesisleri
- d. Petrol-gaz işleme ve depolama tesisleri
- e. Boru hatları ve boru hattı istasyonları
- f. LNG tesisleri

Perol-gas sektörü tesisleri diğer tesislere oranla daha riskli, daha karmaşık sistemler ve ekipmanlar içerir. RMD yöntemi bu tesislerdeki tüm ekipmanların risk analizleri için geliştirilmemiştir. Araştırmalara göre, bu tür tesislerde **risk %80'ine ekipmanların %20'si sebep olmaktadır**. RMD yönteminin yaklaşımı merkeze risk faktörünü yerleştirip ekipmanları buna göre sınıflandırmak olduğu için, kapsamındaki ekipmanlar işletme için yüksek risk oluşturabilecek ve aşağıda listelenen ekipmanlar olarak belirlenmiştir.

- a. Boru hatları
- b. Basınçlı kaplar
- c. Reaktörler
- d. Isı Değiştiriciler(eşanjörler)
- e. Fırınlr
- f. Depolama Tankları
- g. Pompalar
- h. Kompresörler
- i. Basınç düşürücüler
- j. Kontrol vanaları

5. Risk Nedir?

Risk günlük hayatımızda devamlı karşı karşıya olduğumuz bir olgudur. Arabayla iş yerine gitmek, yoldan karşıya geçmek, ev almak, yatırım yapmak ve hatta evlenmek bile belirli riskler taşımaktadır ve herkes bilerek yada bilmeyek devamlı riske dayalı kararlar alır. Risksiz bir hayat mümkün olmadığı için en şüpheli, en sağlamcı insanlar bile günlük hayatta bir çok risk almaktadırlar.

Risk alırken, kötü sonuç verecek şeyin **olma olasılığını(sıklığını)** ve olumsuz **sonuçlarını** değerlendirip karar veririz ve ancak bizim kabul edebileceğimiz seviyedeki riski göze alırız. Örneğin araba kullanma, kaza yapma durumunda arabanın hasarlanması, yaralanma ve hatta ölümlerle sonuçlanabilecek riskler içermektedir. Bir çok insan bu risklere rağmen araba kullanır çünkü kendisine olma olasılığının az olduğunu hesap eder. Hesap ederkende araba kullanma yeteği, arabanın emniyet sistemleri, hız, trafik durumu ve benzeri parametreleri değerlendirir. Riski göze alma seviyesi insandan insana değişir. Bazı insanlar emniyet kemeri takmadan araba kullanma riskini bile göze alamazken, bazıları kabak lastiklerle karda kışta araba kullanma riskini göze alabilirler. Ama hiç bir mantıklı insanın farları çalışmayan bir araba ile, önünü göremeden gece yolculuğu yapma riskini göze almaması gerekir.

Risk olgusu günümüzde bir iş kolu hatta bir sektör haline gelmiştir. Bu sektörün en bilinen kuruluşları **sigorta şirketleridir**. Sigorta, sonuçlarını(genelde mali) göze alamadığımız riskleri telafi etmek için kendimizi garanti alma yoludur. Telafi etmek istediğimiz risk ne kadar büyükse sigorta şirketine o kadar çok para öderiz. Son yıllarda şirketler sigorta primlerini azaltmak için risklerini azaltma yoluna gitmektedirler. Bunun en çarpıcı örneği özellikle Amerikada uygulanan kapalı yerlerdeki sigara içme yasağıdır. İnsan sağlığına verilen önemin yanında bu yasağın yaygınlaşmasındaki en önemli faktör şirketlerin sigorta maliyetlerini azaltma isteğidir. Sigara içilmeyen bir şirkette yangın çıkma olasılığı daha az olduğu için ödedikleri sigorta primleri de daha az olmaktadır.

Aslında **en büyük risk, ne kadar olduğu (az yada çok farketmez) hesaplanmadan göze alınan risktir. Riski azaltmanın ilk adımı riski hesap etmektir.**

Risk matematiksel olarak aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\text{Risk} = \text{Olasılık(sıklık)} \times (\text{kötü}) \text{ Sonuç}$$

Formulden de anlaşılacağı gibi risk olasılık ile sonucun çarpımına eşittir ve bir olayın gerçekleşme olasılığı ne kadar fazla ve oluşabilecek kötü sonuçlar ne kadar büyük olursa riskte o kadar büyük olur. Olasılık ve sonuçların gerçek rakamsal değerleri biliniyorsa **mutlak risk** değeride hesaplanabilir. Mutlak risk hesaplaması basit gibi görülsede, büyük işletmelerde olasılık ve sonuçların mutlak değerlerini, dolayısıyla riski etkileyen çok fazla faktör olduğundan bir çok durumda mutlak risk hesaplaması imkansız hale gelebilir.

Mutlak risk hesaplamasının mümkün olmadığı durumlarda RMD analizleri **göreceli risk** kavramı kullanılarak yapılır. Ekipmanlar, basınç, sıcaklık, taşıdığı kimyasal madde, oluşabilecek

hasarlanma mekanizmaları, uygulanan muayene yöntemlerinin uygunlu v.b parametrelere **göre** değerlendirilip risk analizleri yapılır. Örneğin **Etilen** üreten bir fabrikanın **gazoz** üreten bir fabrikaya **göre** riski çok daha fazladır. Aynı şekilde Etilen fabrikasındaki kostik soda boru hattının kazan besleme suyu boru hattına **göre** riski daha fazladır.

6. API 581 Uyarınca RMD Analiz Metodları

API 581-Risk Based Inspection dökümanında ekipmanların risk analizleri için 2 farklı yöntem tanımlanır. **Nicel (Quantitative)** analiz metodunda mutlak risk, **Nitel (qualitative)** risk analiz metodunda ise göreceli risk verileri kullanılır. Bu iki analiz metodunda aşağıda açıklanmıştır.

Yukarıda bahsedilen endüstri sektörlerindeki ekipmanların RMD analizleri nicel yada nitel yöntemlerinden biri ile yada ikisi birlikte kullanılarak yapılabilir. İki yöntemde sistematik bir biçimde risklerin analizlerinin yapılmasını, odaklanılması gereken risk bölgelerinin tespit edilerek daha ayrıntılı ve güvenilir denetim programlarının yapılmasına olanak verir. İki yöntem arasındaki en büyük fark ise uygulama amaçlarından kaynaklanak risk analizi hassasiyet seviyeleridir.

6.1. Nicel (Quantitative) RMD Analiz Yöntemi

Nicel(quantitative) analiz yönteminde , fabrika yada işletmedeki bütün ekipmanların (boru hatları, tanklar, drumlar, eşanşörler v.s) tek tek analizlerinin yapılır ve sonuçlar değerlendirilerek fabrika yada işletmenin risk denetim planlamasına ulaşılır. Mutlak risk verilerine göre değerlendirme yapıldığı için bu yöntemde daha fazla veriye ihtiyaç duyulur ve sonuçları Nitel yönteme göre daha hassastır. Nicel analiz yöntemi bir anlamda **tümevarım** yöntemidir.

6.2. Nitel (Qualitative) RMD Analiz Yöntemi

Nitel(qualitative) analiz yöntemi, önemli bir işlemin bütününe (salamura üretim prosesi), fabrikanın bütününe(Klor Alkali fabrikası) yada işletmenin tamamına (Refineri) makro düzeyde uygulanmak istenildiği durumlarda kullanılır. Denetlenecek sistemin sadece niteliklerine göre, makro düzeyde analiz yapıldığı için ve göreceli risk verileri kullanıldığından daha az veriye ihtiyaç duyulur. Nitel analiz yöntemi bir anlamda **tümdengelim** yöntemidir.

Nitel analiz yönteminde göreceli risk verileri kullanıldığından, ekipmanların risk analizleri 6 adet **olasılık faktörü** ve 5 adet **hasarlanmanın** sebep olabileceği **sonuç faktörü** ile 4 adet **sağlık** açısından **sonuç faktörleri** değerlendirilerek yapılır. (Bak: Tablo 1).

Tablo 1 deki toplam 16 adet faktörün herbirinin puan değerlerinin hesaplanması, bu faktörlerin kendi içlerindeki ayrı **değerlendirme kriterlerine** ve koşullarına tabii tutulmasıyla yapılır. Tablo 2' de faktörlerin hesaplanmasında kullanılan kriter sayıları gösterilmiştir.

Tablo 1: API 581 uyarınca Nitel RMD Analiz Faktörleri

OLASIK FAKTÖRLERİ	Maks. Puan	SONUÇ FAKTÖRLERİ			
		Hasarlanma Faktörleri	Maks. Puan	Sağlık Faktörleri	Maks. Puan
1. Ekipman Faktörü	15	1. Kimyasal Faktör	25	1. Zehirlilik Faktörü	55
2. Hasarlanma Faktörü	20	2. Miktar Faktörü	50	2. Yayılma Faktörü	1
3. Denetim Faktörü	-15/0	3. Buharlaştırma ve dağılma Fak	8	3. Güvenlik önlemleri Fak	-31/1
4. Ekipman durumu faktörü	15	4. Tutuşma Faktörü	13	4. Nüfus Faktörü	20
5. Proses karakteristiği Faktörü	15	5. Basınç Faktörü	-15	TOPLAM SAĞLIK FAKTÖRÜ PUANI	77
6.Ekipman tasarım faktörü	10	6. Güvenlik önlemleri Faktörü.	-10/0		
TOPLAM OLASILIK FAKTÖRÜ PUANI	75	TOPLAM HASARLANMA SONUCU FAKTÖRÜ PUANI	96		

Tablo 2: Faktörlerinin Hesaplanmasında kullanılan kriter/koşul sayıları

OLASIK FAKTÖRLERİ	Kriter Sayısı	SONUÇ FAKTÖRLERİ			
		Hasarlanma Faktörleri	Kriter Sayısı	Sağlık Faktörleri	Kriter Sayısı
1. Ekipman Faktörü	3	1. Kimyasal Faktör	3	1. Zehirlilik Faktörü	8
2. Hasarlanma Faktörü	11	2. Miktar Faktörü	11	2. Yayılma Faktörü	6
3. Denetim Faktörü	9	3.Buharlaştırma ve dağılma Fak.	5	3. Güvenlik önlemleri Fak	8
4. Ekipman durumu faktörü	9	4. Tutuşma Faktörü	3	4. Nüfus Faktörü	5
5. Proses karakteristiği Faktörü	13	5. Basınç Faktörü	3	TOPLAM KRITER SAYISI	27
6.Ekipman tasarım faktörü	5	6. Güvenlik önlemleri Faktörü.	12		
TOPLAM KRITER SAYISI	50	TOPLAM KRITER SAYISI	36		

Tablo 3'te örnek olarak Hasarlanma Faktörünün 11 ayrı kritere göre hesaplanması gösterilmiştir.

Tablo 3: Hasarlanma Faktörü (HF) Hesaplanmasında Kullanılan Kriterlerler	Puanlama	Alınan
Karbon yada düşük alaşımlı çeliklerde korozyan çatlakları oluşumu mevcutsa HF1=5	5	
Gevrek kırılma olasılığı mevcut ise HF2= 4	4	
Mekanik yada termal yorulma tespit edilmiş ve hala aktif ise HF3=4	4	
Yüksek sıcaklıklarda Hidrojen atakları tespit edilmiş ise HF4=3	3	
Östenitik paslanmaz çeliklerde korozyan çatlakları oluşumu mevcutsa HF5= 3	3	
Bölgesel korozyon oluşumu mevcutsa HF6= 3	3	3
Genel korozyon oluşumu mevcutsa HF7= 2	2	2
Yüksek sıcaklıklarda çalışan sistemlerde sürünme mekanizmaları etkili ise HF8= 1	1	
Sigma fazı oluşumu, Karbürlenme veya Küreselleşme oluşumu mevcut ise HF9= 1	1	
Bunların dışında diğer hasarlanma mekanizmaları tanımlandı ise HF10= 1	1	1
Potansiyel hasarlanma mekanizmaları değerlendirilmemiş ve periyodik olarak revizyonları yapılmamış ise HF11= 10	10	10
Toplam Hasarlanma faktörü HF1 den HF 11'e kadar alınan puanların toplamıdır. Alınan puanların toplamı en fazla 20 olabilir.		16

ÖRNEK 1: Hasarlanma Faktörü Hesaplanması

Ortak boru transfer hattındaki 1001-SRN-24 nolu izometride 06.07.2004 tarihinde yapılan ultrasonik kalınlık ölçümleri ve gözle muayene raporu şöyledir.

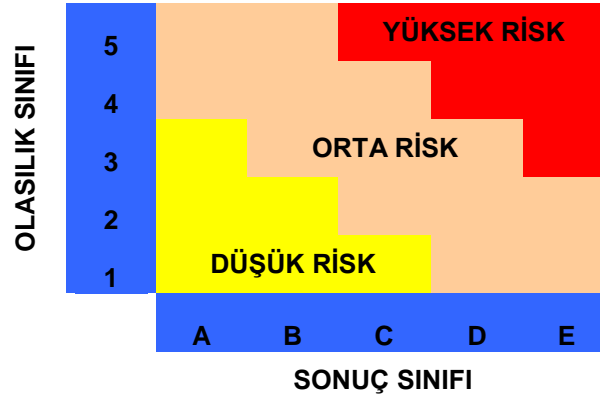
HAT 1-2 METRE ARALIKLARLA TARANDI. 18" LİK BÖLÜMÜN PROJE KALINLIK BİLGİLERİ OLMADIĞI İÇİN DEĞERLENDİRİLEMEDİ. 24" LİK BÖLÜMDE İSE 20 ADET BÖLGE MİN. KALINLIĞIN ALTINA DÜŞMÜŞ. 14. BÖLGE İSE MİN. KALINLIĞA YAKLAŞMIŞTIR. DÜŞÜK ÖLÇÜMLER GENELLİKLE ALT YÜZEYLERDE BULUNMUŞTUR. AYRICA 1 ADET DİRSEKTE EZİLME GÖRÜLMÜŞTÜR.

Bu bilgiler ışığında bu ekipmanın hasarlanma faktörü 16 dır. (Bakınız nTablo 3)

Yukarıdaki hesaplamada olduğu gibi olasılık ve sonuç değerleri tüm faktörler ve onları oluşturan kriterler göz önüne alınarak hesaplanır. Bu hesaplamalar sonucunda sistem yada ekipmanın risk değerleri **risk matrisi**'i üzerinde gösterilerek **risk sınıflaması** yapılır.

7. Risk Matrisleri

Risk Matrisleri düşey ekseninde olasılık sınıflarının(1-5) ve yatay ekseninde sonuç sınıflarının(A-E) gösterildiği 5x5 lik bir risk sınıflaması gösterim şeklidir. Riskler yüksek, orta ve düşük olmak üzere üç ayrı sınıflamada gösterilmiştir.



Şekil 2: Risk Matrisi

7.1. Risk Matrisleri Hazırlanması:

Risk matrisleri hazırlanırken her ekipman yada sistem için öncelikle 6 adet olasılık faktörü ayrı ayrı, toplam 75 adet kriter göz önüne alınarak faktör puanları hesaplanır. Sonrada 6 adet faktörü puanları toplanarak **toplam olasılık faktörü puanı** bulunur. Aynı şekilde sonuç faktörleri, hasarlanma ve sağlık faktörleri hesaplanır. Bu faktörlerin puanlarından yola çıkarak aşağıdaki tablolarda belirtilen olasılık ve sonuç sınıfları bulunarak matristeki konumu belirlenir.

7.1.1. Olasılık Sınıfının Belirlenmesi

Olasılık sınıfı, olasılık faktörleri toplam değerine göre aşağıdaki tabloya göre bulunur.

Toplam Olasılık Faktörleri Puanı	OLASILIK SINIFI
0-15	1
16-25	2
26-35	3
36-50	4
51-75	5

Tablo 4: Olasılık Sınıfı Tablosu

7.1.2.Sonuç Sınıfının Belirlenmesi

Sonuç sınıflaması hasarlanma ve/veya sağlık faktörlerinin toplam puanına göre aşağıdaki tablolara göre yapılır. Risk matrisi çizilirken hasarlanma yada sağlık faktörlerine göre yapılan sonuç sınıflamasının hangisi daha yüksekse bu sonuç sınıflaması kullanılabilir. Yada iki ayrı sonuç sınıflamasının risk sınıflamasına etkisi görmek için ayrı ayrı da hazırlanabilir.

Toplam SONUÇ Hasarlanma Faktörleri Puanı	SONUÇ SINIFI
0-19	A
20-34	B
35-49	C
50-79	D
>79	E

Tablo 5: Hasarlanma Sonuç Sınıfı Tablosu

Toplam Olasılık Sağlık Faktörleri Puanı	SONUÇ SINIFI
<10	A
10-19	B
20-29	C
30-39	D
>40	E

Tablo 6: Sağlık Sonuç Sınıfı Tablosu

7.2. Risk Matrislerinin kullanılması

RMD yöntemi ile ekipmanlar risk faktörlerine göre sınıflandırılarak daha esnek **denetim periyotları** belirlenebilir.. Böylece daha riskli ekipmanlara odaklanarak onların daha sık, daha risksiz ekipmanlarında daha seyrek periyotlarla muayene edilerek daha esnek ama daha etkili bir denetim programı yapılabilir.. Risk matrisleri ekipmanların hangi risk sınıflarında olduklarını görmek amacıyla kullanıldığı gibi, ekipmanların muayene-bakım sürelerinin gösterilmesi maksadıyla da kullanılabilir. Aşağıdaki risk matrisinde, yüksek risk sınıfında bulunan ekipmanların 1 ila 2 yıl, orta risk sınıfına giren ekipmanların 3 ila 9 yıl ve düşük risk sınıfına giren ekipmanların 9 ila 12 yıl arasında değişen periyotlarla denetimlerini öngören planlama örneği gösterilmiştir. (Bakınız Şekil 3)

OLASILIK SINIFI	5	6	4	2	1	1
	4	9	6	3	1	1
	3	9	8	5	3	2
	2	10	10	9	6	5
	1	12	12	11	9	9
		A	B	C	D	E
		SONUÇ SINIFI				

Şekil 3: Risk sınıflamasına göre denetim planlaması matrisi.

Risk matrisleri aynı zamanda ekipman yada sistemelerin **kesintisiz çalışma ömürlerinin** gösterilmesi amacıyla da kullanılabilir. Şekil 4 te görüleceği gibi yüksek risk sınıfına giren ekipmanların 0-5 yıl, orta risk sınıfına giren ekipmanların 5-10 yıl ve düşük risk sınıfına giren ekipmanların 10-15 yıl kesintisiz çalışma ömürleri öngörülmektedir. Denetim planlaması kesintisiz çalışma süreleri baz alınarak ta yapılabilir.

OLASILIK SINIFI	5	0 - 5 YIL				
	4	5 - 10 YIL				
	3	5 - 10 YIL				
	2	10 - 15 YIL				
	1	10 - 15 YIL				
		1	2	3	4	5
		SONUÇ SINIFI				

Şekil 4: Risk sınıflamasına göre kesintisiz çalışma ömürleri matrisi.

8. SONUÇ

Sonuç olarak Risk Merkezli Denetim:

- **“bozulduğunda tamir et”** ve **“periyodik bakım”** anlayışına alternatif bir bakım anlayışıdır,
- Denetim periyotlarının ekipman özelinde yapılmasına olanak verir,
- İşletme için kritik ekipmanlara gerekli özenin gösterilmesine olanak sağlar,
- İşletme için daha az öneme sahip ekipmanlara gereğinden fazla özen gösterilmesini önleyerek zaman ve mali kazanç sağlar,
- Daha esnek ve daha etkili denetleme yapılmasına olanak sağlar,
- Bakım, onarım maliyetlerini azaltır,
- İşletmenin ileriye görmesini sağlar,
- İleriye dönük yatırım planlamasına yardımcı olur,
- İşletme risklerini azaltır,
- İşletmenin ekonomik ömrünü arttırır,
- İnsan ve çevre sağlığı güvenliğini arttırır.

Daha ayrıntılı bilgi için:

Ankalite Kalite Kontrol Teknolojileri

Ertuğrul YILMAZ

API 653 Tank Inspector- Nr: 40392

Steel Tank Institute Inspector- Nr: 34112

API570 Piping Inspector-Nr:47457

ertugrul@ankalite.com.tr

Tel:+90 312 666 07 48

Fax : + 90 312 666 30 80

Mobile:+90 533 633 54 45