

# TÜPRAŞ Risk Tabanlı Kontrol - RTK Uygulamaları

## TUPRAS Risk Based Inspection - RBI Implementations

Taner Seçkin Dabi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>İşletme Güvenirliği Müdürlüğü / Korozyon Başmühendisliği  
TÜPRAŞ İzmit Rafineri Müdürlüğü  
seckin.dabi@tupras.com.tr

### Özet

Sanayi tesislerinde bulunan ekipmanların bütünlüğü ve güvenirliliği, günümüzün rekabetçi ekonomik şartlarında, iş güvenliği ve işçi emniyetinden sonra önden gelen konulardan biridir. Statik ekipmanların güvenirliliği ve bütünlüğünün risk odaklı olarak yönetiminin sağlanması için Risk Tabanlı Kontrol - RTK, temel taşlardan biridir.

Hazırlanmış olan uluslararası ilk dokümanlardan olan API RP 580'de yapılan tanıma göre RTK, tesislerde bulunan statik ekipmanların bozunma / korozyon mekanizması nedeniyle bütünlüklerini kaybetmesine odaklanan bir risk değerlendirme ve yönetim sürecidir. Bu değerlendirme süreci sistematik olarak hem olasılığı, hem de muhtemel sonuçları göz önüne almaktadır. Çalıştığı ortam şartlarına göre her bir ekipman parçası, potansiyel gerçekleşebilecek tüm bozunma / korozyon mekanizmalarına göre değerlendirilmektedir.

RTK çalışmaları sonucunda, her bir varlık için öngörülen risklerin tanımları, öngörülen riskleri yönetmek üzere uygun kontrol / muayene yöntemlerinin ya da risk azaltma aksiyon planlarının ortaya çıkması beklenmektedir. Bu planlar içerisinde kullanılacak olan yöntemler ile ilgili detaylar, muayene kapsamı, zaman planı ve varsa ilgili tamir ya da yenileme seçenekleri de yer almalıdır.

Anahtar kelimeler: Risk, Güvenirlilik, Bütünlük, RTK, Risk Tabanlı Kontrol, Risk Tabanlı Muayene, Rafineri Teknik Kontrol, Korozyon Mekanizması, Hasar Mekanizması, Korozyon Döngüsü

### Abstract

Asset integrity and reliability of the industrial sites, are the foremost important subjects; in pursuit of employee and work safety; in today's global competitive economic environment. Risk Based Inspection - RBI is the fundamental method, to ensure static equipment integrity and reliability with a risk focused management system.

According to API RP 580 (one of the first prepared international documents) definition of RBI is "a risk assessment and management process that is focused on loss of containment of pressurized equipment in processing facilities, due to material deterioration". This assessment process considers both probability and consequence systematically. Every equipment shall be assessed for potential damage / corrosion mechanisms according to its operating conditions.

Expected overall output of RBI studies are potential risk definitions with appropriate inspection methods and/or risk

mitigation action plans. Actions plans should have details of applicable methods, scope of work, time scheduling and if required repair and / or renewal options.

Keywords: Risk, Reliability, Integrity, RBI, Risk Based Inspection, Refinery Inspection, Corrosion Mechanism, Failure Mechanism, Corrosion Loop

### 1. Giriş

Sanayi tesislerinde bulunan basınçlı kaplar, borulamalar ve basınç içeren depolama tankları gibi statik ekipmanların bütünlüğünün sağlanması hem sağlık ve emniyet, hem çevre, hem de ekonomik açılardan önemlidir. Ekipman bütünlüğünün kaybedilmesi, ekipman basınç zarfının korozyon ve bozunma mekanizmaları nedeniyle görevini yapamayacak duruma gelmesi ve içindeki akışkanın kontrolsüz olarak atmosfere çıkması olarak tanımlanabilir [1].

Risk Tabanlı Kontrol - RTK, ekipman bütünlüğünün sağlanması amacıyla gerçekleştirilen aktivitelerin (teknik kontrol, işletme değerleri yönetimi, vb.) düzenlenmesi amacıyla oluşturulan yeni nesil bir optimizasyon sürecidir.

RTK Çalışmalarının amacı,

- İşletme ünitelerindeki yüksek riskli alanların belirlenmesi,
- Her bir ekipman için olası risk unsurlarının değerlendirilmesi,
- Tanımlanan risklere göre ekipmanların önceliklendirilmesi,
- Önceliklendirmelere göre teknik kontrol ve muayene planlarının oluşturulması,
- Ekipman arıza risklerinin sistematik olarak yönetilmesidir.

RTK çalışmaları kanıtlanmış yöntemler ile oluşturulmuş olmasına rağmen ilgisiz ya da eksik bilgilerin, tasarım hatalarının, yanlış ekipman montajlarının, tasarım değerlerinin dışında çalışmaların, eksik uygulanan kontrol planlarının, yetkin olmayan personel kullanımının yerine geçemez.

API RP 580'e göre basınçlı kap ve basınç içeren kısımlar kavramına aşağıdakiler girmektedir: [2]

- Basınçlı Kaplar / Ekipmanlar,
- Hatlar ve boru elemanları,
- Depolama Tankları,
- Kazan ve Fırınlr,
- Isı Değiştiriciler,
- Basınç Emniyet Vanaları.

## 2. Genel Kavramlar

### 2.1. Güvenirlilik, Risk ve Yönetimi

Kelime anlamı olarak Güvenirlilik (Reliability), “Ekipmanların, sistemin ve insanların istediğimiz zaman istenen işlevi yapabilmesi yeteneği” olarak tanımlanmaktadır [3]. Bu tanım içerisinde gerekli yeteneği gösterememe Risk’inin bulunduğu açıktır.

Risk terimi en basit şekli ile “Önemli ve tehlikeli bir olayın gerçekleşme olasılığı ve etkileri” olarak tanımlanabilir.

Risk, kişilerin günlük hayatında her zaman yer almaktadır. Bilerek ya da bilmeyerek kişiler günlük hayatlarında Risk’e dayalı olarak karar vermektedir. Bu karar verme aşamasında değerlendirilen Risk, matematiksel formül ile özetlenebilir.

$$RİSK = OLASILIK \times SONUÇ \quad (1)$$

Risk Yönetimi, risklerin değerlendirilmesini, risk düşürmenin gerekliliğine karar verilmesi ve kabul edilebilir risklerin ortaya konmasını sağlayan bir süreçtir. Mutlak Risk’in hesaplanması çok fazla değişken içermesi sebebiyle imkansızdır.

Endüstride risk değerlendirmeleri insan, çevre, varlık ve itibara olan etkileri üzerinden gerçekleştirilir. TÜPRAŞ içerisinde gerçekleştirilen işlerin değerlendirilmesi, güvenilirlik çalışmalarında kullanılması, karşılaşılan olayların sınıflandırılması gibi işler için belirlenmiş olan Risk Değerlendirme Tablosu kullanılmaktadır (Şekil 1).

| SONUÇLAR |                                              |                     |                      |                      | ARTAN OLASILIK               |                              |                              |                              |                              |
|----------|----------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| BÜYÜK    | İNSAN                                        | VARLIK              | ÇEVRE                | İTİBAR               | A                            | B                            | C                            | D                            | E                            |
| 0        | Yardımları veya sağlığı etkisi yok           | Hasar yok           | Etkisi yok           | Etkisi yok           | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez |
| 1        | Yardımları veya sağlığı etkisi az            | Hasar az            | Etkisi az            | Etkisi az            | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez |
| 2        | Yardımları veya sağlığı etkisi orta          | Hasar orta          | Etkisi orta          | Etkisi orta          | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez |
| 3        | Yardımları veya sağlığı etkisi fazla         | Hasar fazla         | Etkisi fazla         | Etkisi fazla         | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez |
| 4        | Yardımları veya sağlığı etkisi çok fazla     | Hasar çok fazla     | Etkisi çok fazla     | Etkisi çok fazla     | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez |
| 5        | Yardımları veya sağlığı etkisi çok çok fazla | Hasar çok çok fazla | Etkisi çok çok fazla | Etkisi çok çok fazla | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez | Sarıya göre değerlendirilmez |

Şekil 1: Risk Değerlendirme Tablosu.

### 2.2. Kontrol Frekansı ve Kapsamı

Sanayi tesislerinde bulunan ekipmanların kontrolleri ve bakımları için birçok farklı strateji izlenebilir. Bu stratejilerin temelinde yapılacak olan kontrol ve bakım işlerinin ne sıklıkla ve ne kapsam ile yapılacağı vardır. Buna örnek olarak Arızaya Kadar Çalıştır (Run To Failure), ya da sık aralıklar ile tüm ekipmanların kontrol edilmesi verilebilir. Her iki örnek de, her duruma veya her ekipmana uymayacaktır. Bu sebeple yapılacak olan aktivitenin frekansının belirlenmesi işlemi zaman içerisinde ilerlemiştir. Bu frekansa karar verme işlemi ekipmanların belirli yaşına ulaşması, çalışma şartlarına göre sınıflandırılması ya da doğuracağı sonuçlara göre belirlenmesi gibi aşamalardan geçmiştir.

Gelişen teknolojik imkanlar, yapılan araştırmalar ve literatüre geçen olaylar, günümüzde karar mekanizmalarımızı değiştirmiş ve Risk Tabanlı hale gelmiştir.

### 2.3. Risk Tabanlı Kontrol

Risk Tabanlı Kontrol - RTK, ekipmanın belirli bir arıza sonucunu, bu arızanın oluşma olasılığı ile değerlendirip,

riskini yüksek olduğu ekipman ya da sistemlerin daha sık ve kapsamlı kontrol edilmesini ön plana çıkaran son jenerasyon karar verme yöntemidir.

Buna göre sıklıkla gerçekleşen fakat sonucu çok önemli olmayan arızalar ile çok ciddi sonuçları olan fakat olasılığı çok düşük olan arızaların riskleri düşüktür. Riski düşük olan ekipmanların kontrol ve bakım aktivitelerine harcanacak kaynakların, riskleri daha yüksek olan ekipmanlara yönlendirilmesi ile ciddi bir kaynak optimizasyonu sağlanmaktadır.

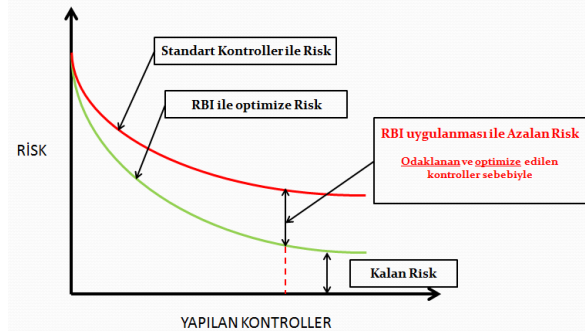
### 2.4. Hasar Mekanizmaları

Tesislerde bulunan ekipmanların içerdiği akışkanlar, imalat malzemesi, maruz kaldığı operasyon şartları sebebiyle farklı tiplerde hasarlar ortaya çıkabilir. Bu mekanizmaların tipi, yapılacak olan kontrol ve bakım aktivitelerini değiştirecektir.

## 3. RTK Yöntemleri

RTK çalışmalarının temel amacı ekipmanların potansiyel hasar mekanizmalarına göre kontrol aktivitelerinin ve frekanslarının planlanması, toplam kaynakların optimize edilerek, yüksek riskli ekipmanlarda kullanılacak kaynaklar ile risk seviyesini kabul edilebilir limitlere indirilmesidir.

Gerçekleştirilecek kontrollerin miktarı arttıkça, risk seviyesi de belirli oranda azalacaktır. Fakat belirli bir noktadan sonra ilave kontrollerin yapılması risk seviyesinin düşürülmesine katkı sağlamayacaktır. RTK ile kontrollerin daha fazla olması gereken ekipmanlar risklerine göre sınıflandırılmış olmaktadır.



Şekil 2: Risk Değerlendirme Tablosu.

RTK Yönteminin uygulanması için çeşitli yaklaşımlar mevcuttur.

- Nitel (Qualitative) yaklaşım,
- Nicel (Quantitative) yaklaşım,
- Yarı-Nicel (Semi-Quantitative) yaklaşım.

Yaklaşımlar arası avantajlar incelenmeli ve buna göre bir çalışma stratejisi belirlenmelidir.

### 3.1. Nitel (Qualitative) Yaklaşım

Olasılık ve sonuçların tanımlanması açıklayıcı bilgiler, mühendislik yaklaşımları ile endüstriyel tecrübelerin ortaya koyduğu gerçekler ışığında gerçekleştirilir. Bilginin derinliğinden ziyade, kalitesi ve güvenilir olması önemlidir. Bu yaklaşımın en önemli özelliği hızlı olmasıdır.

### 3.2. Nicel (Quantitative) Yaklaşım

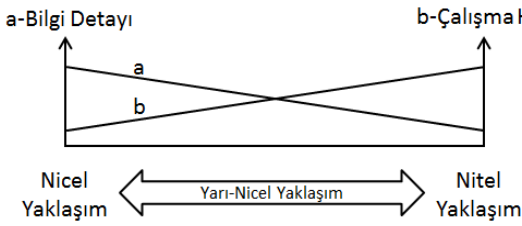
Fiziksel ve mantıksal modelleme teknikleri ile tehlikeli kaza kombinasyonlarının ve gerçekleşmiş olan kazanın nasıl sürecinin detaylı olarak incelendiği yaklaşımdır. Değerlendirmelerin yapılabilmesi için fazla sayıda parametrenin bilinmesi ve hesaplara katılması gerekmektedir. Bu yaklaşımda gerekli olan tüm detaylar incelikte göz önüne alınır ve sonuçlar rakamsal olarak ifade edilir.

### 3.3. Yarı-Nicel (Semi-Quantitative) Yaklaşım

Yarı-Nicel yaklaşımda, hem nitel hem de nicel yaklaşımlarda kullanılan bilgilerin bir kombinasyonu ile ortaya çıkmaktadır. Burada önemli olan nitel yaklaşımın hızı ile nicel yaklaşımın derinliğinin uygun şekilde birleştirilmesidir.

### 3.4. Yaklaşımların İlişkisi

Yaklaşımlar kendi aralarında rekabet etmek yerine, birbirini tamamlayan etkenler olarak düşünülmelidir. Hem nitel hem de nicel yaklaşımların göz önüne alınarak en uygun kombinasyon belirlenmelidir (Şekil 3). Herhangi bir yaklaşımın belirlenip, daha sonra yapılacak olan tüm çalışmalarda kullanılması gereksiz kaynak kullanımı olacaktır. Buna örnek olarak yapılacak çalışmalara başlangıç noktası seçiminde; yüksek riske sahip ekipman gruplarının öncelikli olarak RTK programının içine alınması nitel yaklaşım ile, belirlenmiş bir grup yüksek riskli ekipmanın risklerinin değerlendirilmesinde nicel yaklaşım belirlenmesi optimum kaynak kullanımını sağlayacaktır.



## 4. RTK Yönteminin Uygulanması

Risk değerlendirme ve yönetim süreçlerinden biri olan RTK, kapsamlı bir sistem ile mevcut riskleri kabul edilebilir ve yönetilebilir duruma getirme yöntemidir. Temel felsefesi API RP 580'de belirtilmiş olan RTK çalışmaları sırasında detay değerlendirmeler için API RP 581 de kullanılmaktadır [4].

RTK Uygulaması bir ekip gerektirmektedir. Sistem akışında yer almasına rağmen, ilk adım en uygun çalışma takımının kurulmasıdır.

RTK çalışmaları başlamadan takım ile beraber yönetim kademesi beklentiler, öncelikler, çalışma sınırları ve hedefler üzerinde görüşmeli ve ortak karar oluşturulmalıdır. Bu şekilde çerçevesi belirlenmiş olan çalışmalar hem daha verimli, hem de daha etkili olmaktadır.

RTK Uygulaması, bir kerelik yapılacak bir proje işinden daha çok; bilgi, tecrübe ve ihtiyaçlar doğrultusunda güncellenerek sürekliliğin sağlanması gereken bir süreç felsefesidir. Buna göre ideal sistem akışı aşağıdaki gibidir (Şekil 4)



### 4.1. Çalışma Takımı

Bu ekibin tecrübeli ve bilgili kişilerden oluşması çalışma sonuçlarının daha güvenilir ve ihtiyaçları karşılayacak şekilde olmasını sağlayacaktır. TÜPRAŞ içerisinde yapılan çalışmalarda takım üyeleri ve üstlendikleri roller aşağıdaki gibidir:

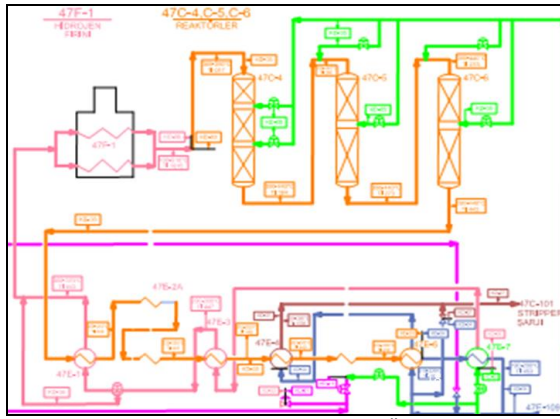
- Rehber: Sürecin doğru ilerlemesini sağlayan sorumludur.
- Korozyon Mühendisi: Hasar mekanizmaları konusunda uzman ve korozyon döngülerini belirler.
- İnspektör: Ünitenin kontrol geçmişini bilen, kontrol aktivitelerinden sorumludur.
- İşletme: Ünitenin işletilmesinden sorumludur.
- Proses: Proses parametrelerinden sorumludur.
- Bakım: Bakım aktivitelerinden sorumlu kişidir.
- Teknik Emniyet: İSG ve Proses Emniyeti'nden sorumlu uzman kişidir.

### 4.2. Kayıt ve Verilerin Toplanması

Yapılacak çalışma öncesinden toplanması gereken bir kısım bilgi vardır. Bu bilgiler arasında varlıkların listesi, her bir varlık için teknik veriler, işletme geçmişi, kontrol ve bakım verileri, yaşanmış olan olaylar, planlanan değişiklikler bulunmaktadır. Bu bilgiler RTK çalışmasının temelini oluşturmakla beraber, bilgilerin doğruluğu gerçekleştirilecek olan çalışma çıktılarına doğrudan etki ettiği unutulmamalıdır.

### 4.3. Korozyon Döngülerinin Oluşturulması

Ünitede bulunan ekipmanların işletme koşulları, imalat malzemeleri ve maruz kalabilecekleri hasar mekanizmaları göz önüne alınarak oluşturulacak olan benzer özellikli bölümlerdir (Şekil 5). Korozyon döngüleri için hasar mekanizması sonuçları, hasarın şiddeti ve işletme parametrelerinin değerleri belirleyici etmenlerdir.



#### 4.4. Değerlendirme Çalışmaları

- Risk Değerlendirmesi,
- Güvenirlilik Değerlendirmesi

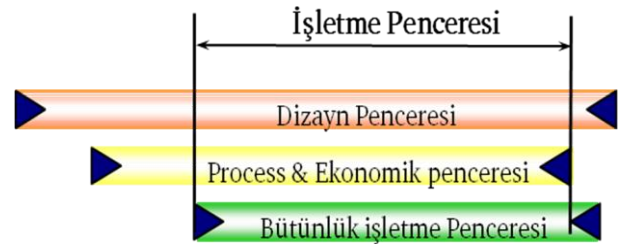
Risk Değerlendirmeleri sırasında tüm ekipmanlar için potansiyel hasar mekanizmalarının her biri için risk sınıfı RDT'ye göre belirlenir. Risk sınıfı belirlenmesi için herhangi bir kaçak olması durumu sağlık-emniyet, çevre, ekonomik ve itibar boyutları ile değerlendirilir. İşletme şartları, hasar mekanizması tipi, tecrübe ve teknik bilgiler ışığında da kaçak durumunun gerçekleşme olasılığı belirlenir.

Güvenirlilik Değerlendirmesi ile girdi olarak sağlanan verilerin doğruluğu ve hasar mekanizmasına göre yapılmış olan kontrol ve bakım aktivitelerinin etkinliği değerlendirilir.

Her iki değerlendirme ışığında hasar mekanizmasına göre tüm ekipmanların riskleri ortaya çıkar. Ekipmanların hasar mekanizmalarına göre ortaya çıkan riskleri yüksekten düşüğe doğru sıralanır. Risk sıralamadaki yüksek riskli ekipmanlara, yapılacak sonraki tüm adımlarda öncelik verilir.

#### 4.5. İşletme Bütünlük Parametreleri

Mevcut ve/veya beklenen işletme parametreleri potansiyel hasar mekanizmaları ile etkileşimlerinin ortaya konması için her bir işletme parametresinin alt ve/veya üst limitler belirlenir. Akabinde bu limitlerin hem dizayn parametreleri hem de hasar mekanizmasının oluşma limitleri ile karşılaştırması yapılarak, işletme bütünlük parametreleri belirlenmiş olur. Hasar mekanizmalarının oluşumlarını ve değerlendirmelerin doğruluğu için bütünlük parametreleri uygun frekanslarda izlenmelidir (Şekil 6).



#### 4.6. Kontrol Planlarının Oluşturulması

Yapılacak olan kontrol aktivitelerinin sonucunda ortaya çıkması muhtemel bakım ihtiyaçlarına göre de bakım aktiviteleri planlanır. Yapılacak aktivitelerin kapsamına ve sayısına göre zaman planları oluşturulur. Bu zaman planlarının ünite ihtiyaçları ile örtüşmesi için ilgili kişiler ile son haline getirilir. Hazırlanan kontrol planları mutlaka yetimle yönetim ile paylaşılmalı ve gerekli görüşler alınmalıdır.

Kontrol planlarının oluşturulması sırasında önemli konulardan bir tanesi kontrol aktivitelerinden için zaman planında ara dönemlere gelen aktivitelerdir. Zamanında yapılamayacak kontroller için yeni bir zaman belirlenmeli ve/veya yerine yapılabilecek diğer kontrol aktiviteleri tanımlanmalıdır.

#### 4.7. Kontrol Planlarının Uygulanması

Kontrol planlarına göre gerçekleştirilen kontrol ve bakım verileri sistematik olarak kayıt edilir. Bu kayıtlar RTK akışının canlı kalmasını sağlamak amacıyla, bir sonraki çalışma için veri girdisidir.

Kontrol ya da bakım planlarında oluşan sapmalar da mutlaka kayıt edilmelidir. Bu sapmalar bir sonraki karar verme sürecinin daha da iyi olmasını sağlayacaktır.

#### 4.8. Geri Bildirim ve Sistem Döngüsü

Kayıt edilen tespitler incelenirken içerisinde öngörülmemiş hasar mekanizmalarının bulunup bulunmadığı atlanmaması gereken en önemli adımlardan biridir. Öngörülmemiş hasar mekanizmalarının tespit edilmesi durumunda mutlaka bu konu ile ilgili detaylı bir araştırma çalışması yapılmalı ve RTK çalışmaları da paralel olarak revize edilmelidir. Bu sayede yöntemin güvenilirliği artırılmış olacaktır.

Gerçekleştirilemeyen kontrol aktiviteleri için de bir inceleme gereklidir. Gerçekleştirilememe sebepleri, gerçekleştirilemeyen aktivite yerine başka bir aktivite tamamlandıysa bunun uyumluluğu ve sonuçları ile ileri tarihlerdeki uygulanabilirliği mutlaka güncelleme çalışmalarına yansıtılmalıdır.

## 5. Sonuçlar

RTK yöntemi, ekipman güvenilirliği ve bütünlüğü için gerçekleştirilen kontrol aktivitelerini ve planlarını optimize eden yeni nesil bir süreçtir. TÜPRAŞ Rafinerilerindeki uygulamalar ile tüm proses ekipmanlarının potansiyel hasar mekanizmalarına göre sağlık-emniyet, çevre, varlık ve itibar boyutlarında sonuçları ve hasar mekanizmalarının meydana gelme olasılıkları değerlendirilerek, riskleri ortaya konulmaktadır. İşletme emniyetinden ödün vermeden hem ünite ve ekipman güvenliğinin istenen düzeye getirilmesi, hem de kontrol ve bakım aktiviteleri için gerekli kaynakların optimizasyonu sağlanmaktadır.

## 6. Kaynaklar

- [1] Dabi, T.S., Tufan, T., “Risk Tabanlı Teknik Kontrol”, *5.Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi*, 2011, Sayfa 27-30.
- [2] API RP 580, "*Recommended Practice 580 Risk-Based Inspection*", 2nd Edition, API Publishing Services, Washington, 2009.
- [3] Moubray, J. "*Reliability Centered Maintenance*", 2nd Edition Industrial Press Inc., New York, 1997.
- [4] API RP 581, "*Recommended Practice 581 Risk-Based Inspection Technology*", 2nd Edition, API Publishing Services, Washington, 2009.