



JOURNAL of SOCIAL and HUMANITIES SCIENCES RESEARCH (JSHSR)

Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi

Received/Makale Geliş 08.12.2021
Published /Yayınlanma 28.02.2022
Article Type/Makale Türü Research Article

Citation/Alıntı: Uçan, R. & Aydın, P. (2022). Rafinerilerde gerçekleşen kazaların kaza kök nedenlerinin araştırılması: BP Teksas rafinerisi örneği. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 9(80), 212-221.
<http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.2923>



Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN

<https://orcid.org/0000-0003-2389-8231>

Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE



Perihan AYDIN

<https://orcid.org/0000-0003-2836-2639>

Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul/Türkiye

RAFİNERİLERDE GERÇEKLEŞEN KAZALARIN KAZA KÖK NEDENLERİNİN ARAŞTIRILMASI: BP TEKSAS RAFİNERİSİ ÖRNEĞİ

INVESTIGATION OF THE ROOT CAUSES OF ACCIDENTS IN REFINERY: THE CASE OF BP TEXAS REFINERY

Issue/Sayı: 80

Volume/Cilt: 9

jshsr.org

ISSN: 2459-1149

ÖZET

Mart 2005'te yaşanan Texas City Rafineri kazası Proses Güvenliği Kültürü ve İş Sağlığı Güvenliği Risk Yönetimi alanlarında önemli öğrenme fırsatları yaratmıştır. Yapılan kaza araştırmaları ve bağımsız uzman görüşleri sistemli yaklaşım ve entegre yönetim sistemi bakışının bir kurum için büyük kaza önleme ve güvenlik kültürünün geliştirilmesinde önemli olduğunu somut olarak göstermiştir.

Bu çalışmada rafineride meydana gelen büyük endüstriyel kazanın görünür ve kök sebepleri incelenerek, yaşanan iş kazası sonuçları irdelenmiş ve işyeri için reaktif önerileri araştırılmıştır. Böylece, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının entegre yönetim sistemlerindeki önemi vurgulanmış, güvenlik liderliği ve güvenli davranışlara ulaşmak için temel prensipler ayrıca özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Büyük Endüstriyel Kazalar, Kök Sebepler, Rafineri Kazası, Texas City

ABSTRACT

Texas City Refinery accident in March 2005 created important learning opportunities in the areas of Process Safety Culture and Occupational Health and Safety Risk Management. Accident studies and independent expert opinions have concretely shown that a systematic approach and integrated management system view are important in developing a culture of major accident prevention and safety for an organization.

In this study, the visible and root causes of the major industrial accident that occurred in the refinery were examined, the results of the occupational accident were examined and reactive suggestions for the workplace were investigated. Thus, the importance of occupational health and safety practices in integrated management systems is emphasized, and the basic principles for achieving safety leadership and safe behaviors are also summarized.

Keywords: Major Industrial Accidents, Root Causes, Refinery Accident, Texas City

1. GİRİŞ

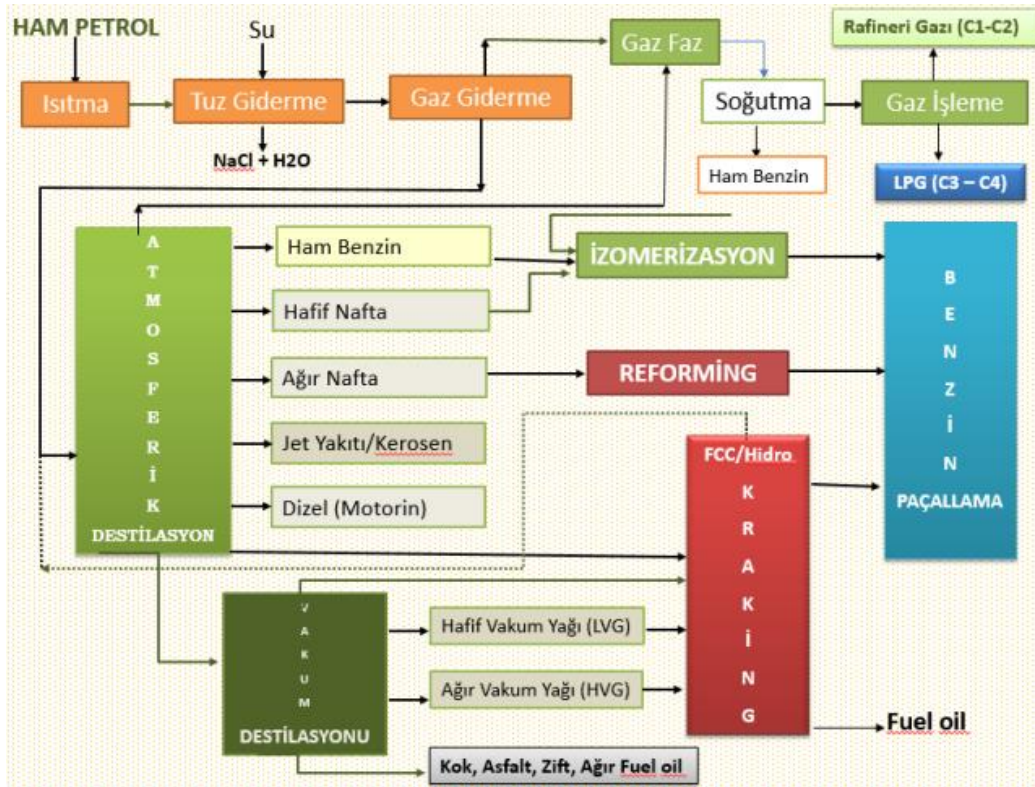
İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Yönetimi prensipleri planla – uygula – kontrol et – önlem al döngüsü içinde kurgulanmaktadır. Modern ve yeni yaklaşımlar Sağlık ve Güvenlik Yönetimi süreçleri ile Proses Güvenliği Yönetimi süreçlerinin ortaklaşa çalışmaya ihtiyaç duyduğu konularda entegre yönetim sistemi çalışmalarını zorunlu kılmaktadır (İş Güvenliği, 2021). Büyük Endüstriyel Kazalar (Three Mile Island, Flixborough, Texas City gibi) sonrası yapılan kaza araştırmaları ve öğrenilen derslerin iş kollarına aktarılması ile yönetim sistemlerinin performansı geliştirilmektedir.

Proses Endüstrilerinin yaşamakta olduğu Majör Kazalar ve Risk Senaryolarının sistematik yöntemlerle incelenmesi her geçen gün yeni ve geliştirilmiş iyi uygulamalara vesile olmaktadır. Proses Güvenliği ile İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri için öne çıkan konulardan biri de yüksek seviye risklere yönelik özel risk kontrol önlemleri için yaşanan kazalardan çıkarılan / öğrenilen derslerin gelişim aracı olarak kullanılması hususudur (Canbolat ve Doğan, 2015). Bu nedenle literatürde öne çıkan büyük proses güvenliği kazalarından biri olan Texas City Rafinerisi patlaması incelenmiştir.

1.1. Rafineriler ve Bölümleri

Rafinasyon işleminin amacı doğal ham madde olan ham petrolü satılabilir ürünlere dönüştürmektir (Gürbüz, 2015). Petrol ürünlerinin üretimi için hammaddeler farklı damıtma tesislerinde işlenmektedir. Ham petrolü, destekleyici birimler ve tesisler yardımıyla ürünlere dönüştüren bu işleme birimlerinin kombinasyonuna rafineri denmektedir (Binici, 1971).

Şekil 1. Petrol Rafinasyon (Aritım) Teknolojisi (Ankara Üniversitesi Ders Notları, 2019).

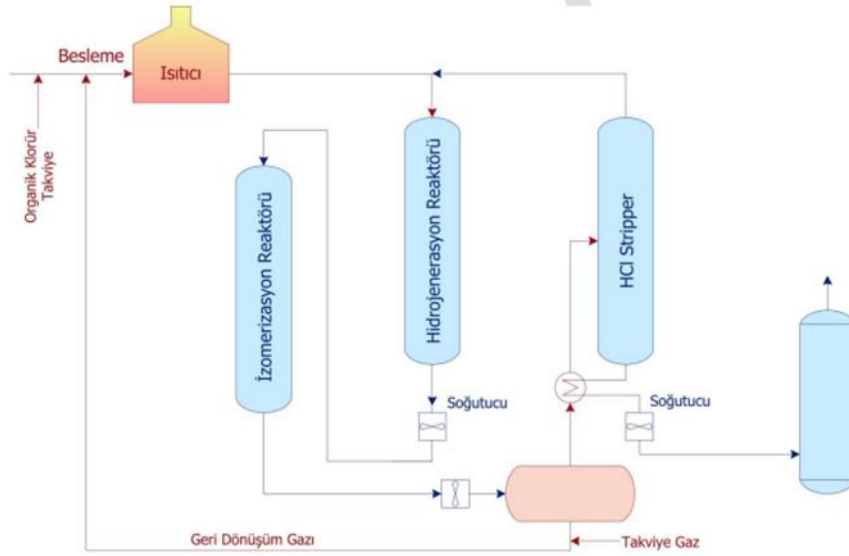


Şekil 1'e bakıldığında rafineri kompleksinin ana bölümleri; ham petrol ve vakum distilasyon ünitesi, LPG amin ünitesi, nafta hidrodesülfürizer, izomerizasyon ve reformer ünitesi, kerosen ve dizel hidrodesülfürizer ünitesi, erosen merox ünitesi, propan-bütan ayırma ünitesi, kükürt geri kazanım ünitesi, katalitik kraking ünitesi, hidrokraker ünitesinden oluşmaktadır (Karadağ ve Ülengin, 2008).

Şekil 1'e göre rafineri ünitesi çalışma prensibi: izomerizasyon ünitesinde hidrojen ortamında ve kataliz yardımıyla hidrokarbon zincirleri daha yüksek oktan değerine sahip izomerlerine dönüştürülerek, hafif naftanın oktanı artırılmaktadır (Karadağ ve Ülengin, 2008). Üniteye hafif nafta şarj edilmektedir. Böylece, şarj deizohexanizör kolonundan çekilen akım ve make-up gaz ile karıştırılarak kurutuculardan geçer ve kombine şarj eşanjörlerinde, reaktör proses akımı ile ısıtılır (Şekil 2). Kataliz destekleyici olarak klor enjekte edilmesi sağlanmaktadır (Karadağ ve Ülengin, 2008). Buhar ile birinci reaktör giriş sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra, oktan numarası daha yüksek bir ürün elde edilmesinde katalitik

izomerizasyon reaksiyonlarının meydana gelir ve seri olarak çalışan reaktörlere geçmektedir. Reaktörden çıkan proses akımı, stabilizasyon kolonuna girer (Karadağ ve Ülengin, 2008). Kolonun görevi, izomerat ürününden, kırılma reaksiyonları ile oluşmuş gaz, HCl ve çözülmüş hidrojenin ayrılmasını sağlamaktadır (Karadağ ve Ülengin, 2008). Stabilizörden gelen sıvı akım, deizoheksanizör kolonuna girmektedir (Karadağ ve Ülengin, 2008). Kolonun yan çekiş akımı, izomerize edilip daha yüksek oktan numaralı bileşiklere dönüşüm için reaktör öncesine geri döndürülür ve ağır hidrokarbonların reaktör şarjında birikimini önlemek için, dip ürün çekişi yapılması sağlanır. Tepe ürünü, benzin paçalına girmek üzere tanka gönderilmektedir (Karadağ ve Ülengin, 2008).

Şekil 2. İzomerizasyon Ünitesi, URL 1



1.2. TexasCity Rafinerisinde Gerçekleşen Kaza Öncesi Operasyonel Süreçlerin İncelenmesi

Ayrıştırma kulesi dikey bir kule şeklinde tasarlanmış (rafinat sıyırma kolonu) çapı 3,8 metre, yüksekliği elli iki metreden oluşmakta ve yetmiş adet damıtma tepsisi bulunmaktadır. Sistem içerisinde geçen hidrokarbonların (rafinat) hafif olanları ısının etkisi ile buharlaşmakta ve üst tepsilere doğru ilerlemektedir. Aynı zamanda sıvı halde kalan daha ağır hidrokarbonlar ise alttaki tepsilere akmakta ve otomatik kontrol vanası ile kuleye giriş hızı ayarlanarak dengeli bir dağılım sağlanmaktadır (CSB, 2007).

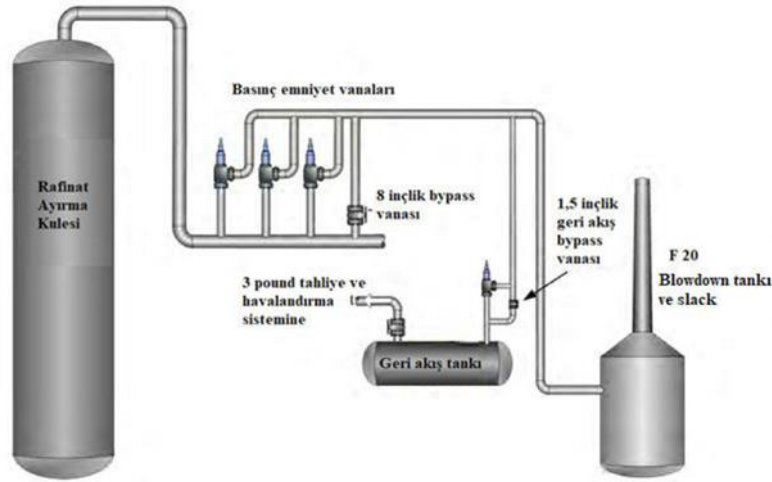
Ağır rafinat kullanılan bir ısı değiştiriciyle ve yakıt kullanılan reboiler fırınında bu beslenen sıvı ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır. Bir pompa yardımı ile ağır rafinatlar yandan alınıp depolamaya gönderilmekte ve bu yan akış otomatik durumdayken kuledeki seviyeyi sabit tutan bir seviye kontrol vanasıyla kontrol edilmektedir.

Ünite kontrol odasında operatörün kuledeki seviyeyi okuması için 52 metrelik kulenin 2,7 metrelik alt bölümünde sıvı seviyesini 1,5 metrelik bir bölgede ölçen seviye transmitteri (sinyal dönüştürücü) ve aynı zamanda sesli uyarı veren iki adet yüksek seviye alarmı bulunmaktadır. Depolama tankına gönderilmeden önce; ağır rafinat ürünlere katkı malzemeleri eklenmeden iki ayrı ısı değiştiriciden geçmekteyken hafif rafinat buharı ise yoğunlaştırılmadan önce kırk beş metrelik boru hattından geçirildikten sonra geri akış tankına depolanmakta ve daha sonrasında en üstteki tepsiden rafinat ayrıştırma kulesine tekrar pompalanmaktadır. Geri akış tankında alçak ve yüksek seviyeyi işaret eden alarmları ile 70 PSIG (483 kPa) seviye basınca ayarlı emniyet vanası bulunduğu tespit edilmiştir. Bu rafinat ürünleri ayrıştıran prosesin atık toplama hattına bağlı olan ve yoğunlaştırılmayan gazları boşaltabilmek için bypass hattı da yer almaktadır. Proseste biriken gazların kontrol vanası aracılığı ile salınımı devreye alma süreci boyunca devam etmektedir (Doğan, Akarsu Scarabello ve Akman, 2020).

Devreye alma işleminin yapıldığı 23 Mart 2005 yılından sonra bu kontrol vanasının bozulduğu ve olağanüstü bir basınç artışı için devreye girmek üzere sisteme üç adet basınç emniyet vanası eklenmiştir. Bu emniyet vanaları, sistemde oluşan basınç sebebi ile prosesin güvenliğini sağlamaya yaramaktadır (Enekçi, 2018). Bu üç vana sırasıyla 40, 41 ve 42 PSIG 'de devreye girecek şekilde dizayn edilmiş ve yüksek basınç nedeniyle basınç emniyet vanalarının devreye girmesi halinde hat içerisindeki yanıcı sıvı, atmosfere açılan bir bacası bulunan blowdown tankına transfer edildiği tespit edilmiştir. Atık kolektör prosesi (Şekil 3); diğer bölümlerdeki ile beraber sıvı ve/veya hidrokarbon buharını havalandırma

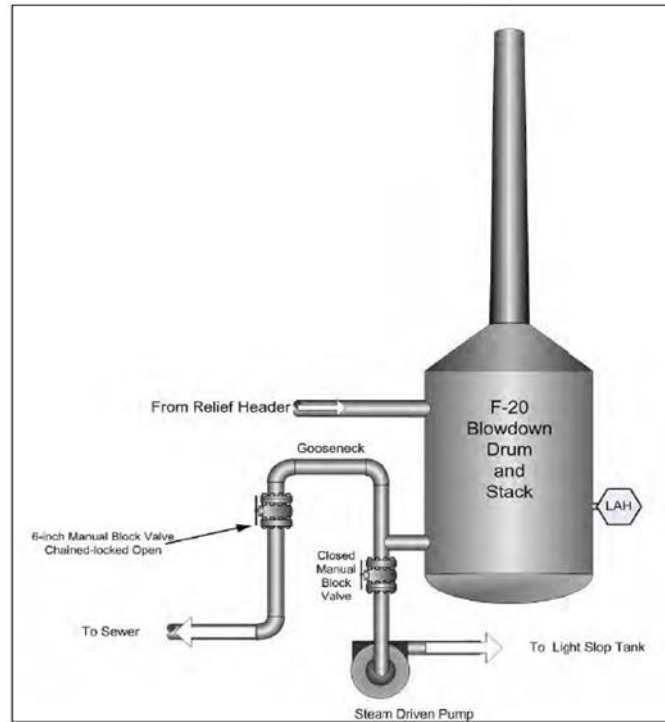
hattından ve ISOM Ünitesindeki ekipman vanalarından toplamakta ve blowdown tankına boşaltmaktadır (CSB, 2007)

Şekil 3. Atık Kolektör Sistemi, URL 2



Manuel idare edilen bir vana ile ayrıştırma kulesi kanalına veya kapalı olan yine manuel idare edilen başka bir blok vana aracılığı ile küçük blowdown tankına giren sıvı, buharla çalışan ve öncesinde bir pompası olan atık tankına iletilmektedir (Şekil 4). Bu küçük tankın altında oluşan sıvının (normal şartlarda suyun) yüksek seviyeye ulaşması durumunda alarm verecek şekilde ayarlanmış sistem ile bir deveboynu tarafından kontrol edilmektedir (Doğan vd., 2020).

Şekil 4. Blowdown Tankı ve Deveboynu, URL 3



1.3. Teksas Rafinerisinde Alınan Proaktif Önlemler

BP Operasyon Yönetim Sistemi ve Grup Standartları (İş Kontrolü, Bütünlük Yönetimi, Acil Durum ve Kriz Yönetimi gibi) Texascity Rafinerisinde olay öncesi etkin bir şekilde kullanılmakta olduğu saptanmıştır (Texas City Refinery Explosion, 2021).

Petrol ve Enerji sektöründe öncü İSG-Ç ve Kalite Süreç Uygulamalarına, Risk Yönetimi Araçlarında, İnsan Kaynağına ve Profesyonel Kaynak Yönetimi çalışmalarına sahip olan BP Rafineri ve Pazarlama Segment Liderleri ve Amerika İş Ünitesi Yöneticileri gerekli desteği vermekteydi. Liderlik ve Risk

Yönetimi kılavuzları, Teknik Uygulamalar (Technical Practices) ve Tanımlanmış Grup Uygulamaları (Group Defined Practices) ilgili İSG-Ç ve Kalite standartlarının nasıl sahada uygulanacağını açıklamaktaydı. Texascity Rafinerisinde tehlike analizleri ve görev risk değerlendirmeleri (HITRA çalışmaları) Grup Standartlarına ve Prosedürlerine uygun yapılmaktaydı.

2. RAFİNERİDE GERÇEKLEŞEN KAZA VE PROSES GÜVENLİK KÜLTÜRÜ İNCELEMESİ

ISOM Ünitesi 14 Şubat 2005 tarihinde bakıma alınmış ve olayın yaşandığı 23 Mart gününe kadar bakım işlemleri 12 saatlik iki vardiya ile sürdürülmüştür. Operasyon personeli seviye transmitteri ve seviye gözlem camının düzgün çalışmadığını, onarılması gerektiğini raporlamıştır. Düzgün çalışmayan ekipmanların sistem devredeyken tamir edilemeyeceği iki blok vana ihtiyacı doğmuştur. Kazadan üç gün önce iş emri yeniden yapılmış, izolasyon vanaları bağlanmıştır ancak rafineri yönetimi tarafından devreye alma işleminin gecikeceğinden endişe edilmesi sebebi ile seviye transmitteri tamiri devreye alma sonrasına bırakılmıştır. Dolayısı ile iki ekipman bozukken devreye alma işlemi gerçekleşmiştir. Ayrıca kaza öncesi dönemlerde yapılan kontrollerde birkaç defa kontrol odasından takibi yapılan basınç kontrol vanasının çalışmadığı raporlanmış ve konu ile ilgili amire bildirilmesine rağmen gerekli iş emrinin açılmadığı tespit edilmiştir. Fakat amirin imza altına aldığı kontrol çizelgesinde vanaların tamamının kontrol edildiğinin çalışır halde olduğunun belirtildiği saptanmıştır. Elektrik teknisyeni tarafından BP prosedürlerindeki kritik devreye alma işleminden önce yapılması gereken birtakım testlerin çeşitli sebepler ile yarıda bırakıldığı, süpervizörün tüm kontroller eksiksiz yapılmış gibi devreye alma prosesini başlattığı saptanmıştır (CSB, 2007).

Devreye alma prosesinin başlatılmasından sonra BP yönetimi, devreye almanın 22 Mart 2005 gece vardiyasında başlamasına karar vermiştir. Sistemdeki rafinat kısmına ürün doldurulmaya başladıktan belli bir süre sonra ilgili vanaların kapatıldığı ve işlemin bir sonraki vardiyada tekrar başlatılmak üzere durdurulduğu saptanmış fakat böyle bir uygulamanın BP'nin devreye alma prosedürlerinde bulunmadığı tespit edilmiştir. 23 Mart 2005 sabaha karşı ayırma kulesinde bulunan iki adet yüksek seviye alarmlarından sadece biri çalmış kaza sonrasında yapılan incelemelerde ikinci alarmın çalışmaması personelin sistemdeki sorunları fark etmesine engel olduğu tespit edilmiştir. Alarm seviye switchinin tamir edilmesi gerektiğine dair gece vardiya amiri tarafından bir kayıt tutulmadığı sadece iş emri hazırlandığı saptanmıştır. Kule dolarken seviyenin biraz aşılmasının normal geldiği, alarmın çalmasına veya kapatılmasına dahi gerek duyulmadığı hatta olay anına kadar açık kaldığı tespit edilmiştir (Doğan vd., 2020).

Vardiyanın bitmesine bir saat kala gece amirinin bazı alanları kontrol ettikten sonra tesisten bir saat kadar erken ayrıldığı, BP prosedürlerine göre yaptığı işlemleri kayıt altına almadığı ve sonraki vardiya grubunun durumdan habersiz olduğu saptanmıştır. Gece grubu kontrol odası personeli sabah iş devrinde gündüz kontrol odası personeline bilgi verilmiş ancak kuleyi dolduran kendisi olmadığı için verdiği bilginin kısıtlı olduğu anlaşılmıştır. Mesai bitimi vardiya devri sırasında personeller başlangıçla ilgili kritik bilgileri yetersiz bir şekilde iletmislerdir (CSB, 2007). Yani diğer vardiya grubu işi devraldığında kulenin bir kısmı dolu, seviye kontrol vanası ve tüm pompalar kapalı vaziyetteyken sistemi devraldıkları belirlenmiştir (Doğan vd., 2020). Gündüz grubundaki kontrol odası personelinin devraldığı kayıtlara baktığı fakat sadece kulenin doldurulduğunu düşündüğü belirlenmiştir. Gündüz iş başladıktan bir saat sonra işe gelen deneyimli ISOM süpervizörü A, geciktiği için gece grubundan bilgi alabileceği biriyle karşılaşmadığı belirlenmiştir. Gündüz grubu sabahki amirler toplantısında rafinat bölümünün devreye alınması görüşülmüş ve ISOM deneyimi olmayan süpervizör B'ye, tankların dolu olması sebebi ile devreye almanın devam etmeyeceği söylenmiştir. Yapılan toplantıda rafinat bölümünün başlamayacağı kararı verilmiş ancak rafinat bölümünü devreye almama talimatı, ISOM operasyon personeline iletilmemiştir. Konu ile ilgili bilgisi bulunmayan gündüz grubu süpervizörü A tarafından normal çalışma gibi rafinatın başlatılacağını diğer personele iletmıştır. Devreye alma işlemlerinin son süreci hakkında gece grubundan gündüz grubuna bilgi verilmemesi ile birlikte gündüz grubu süpervizörü A tarafından, BP prosedürlerinde yazmasına rağmen devreye alma prosedürleri dağıtılmamış veya incelenmemiştir. Prosedürlere göre sıvı hidrokarbon rafinat sistemine iletilmeden önce sistemin basıncının en aza indirilmesi gerekmektedir ve bu sayede prosedüre göre rafinat ekipmanından hava boşaltıldıktan sonra sistemde kalan azot çıkarılmalıdır. Vana açılıp azot boşaltımı yapılırken gündüz grubu kontrol odası personeli, depoya ağır rafinat ürünü gönderilmemesi talimatı verildiğini düşünmüş ve kule seviyesinin kontrol vanasını kapattığı, saha personelleri ise hafif ürünün depoya iletilmemesinin istendiğine inanmış ve hafif rafinat ürünün ağır rafinat ürün hattına akması için vana pozisyonlarını manuel olarak değiştirdikleri tespit edilmiştir (Doğan vd., 2020).

Başlatma prosedürüne veya ünite kayıt defterine hiçbir besleme veya ürün yönlendirme talimatı girilmemiştir. CSB tarafından, büyük olasılıkla hafif veya ağır rafinat tanklarının dolu olup olmadığına, ilave sıvı alıp almayacağına dair belirsizlik sebebiyle iletişim hatası olduğu belirlenmiştir (CSB, 2007)

Gündüz grubu kontrol odası personeli süreçlere devam ederken göstergelerin hatalı olduğunu fark etmemiş ve ağır rafinat ürünü üç dakika boyunca transfer olduktan sonra vanayı kapattıkları tespit edilmiştir. Devreye alma işlemi 23 Mart saat 9.51'de başlamış ilk seviye alarminin geçmesi personelin dikkatini çekmemiştir. Personelin alıştığı bu durum için prosedürlerde yazmasına rağmen vanayı kontrol eden personel seviyeyi biraz yukarıda tutabilmek amacıyla vanayı otomatik durumdan manuel moda almıştır. Gündüz grubu kontrol odası personeli BP prosedürlerinin dışına çıkmış olmasına rağmen transmitteri belli seviyede tuttuğu müddetçe sıkıntı olmayacağını düşündüğü belirlenmiştir. Aynı personel göstergelere göre sistemin normal seyrinde ilerlediğini ve yıllardır çalışmayan gözetleme camının durumunu bildiği için göstergede görünen %97-100 seviyesini gündüz saha operatörüne onaylatmadığı tespit edilmiştir. Rafinat Sabah saat 10 civarı kuleyi beslerken rafinat ürün akışı hatalı şekilde seviye kontrol vanasından transfer edilmiştir. Yaklaşık üç saat boyunca kuleye hidrokarbon gönderilmiştir ve yapılan incelemeler, alınan ifadelerle göre prosedürlere uyulmadığı halde bu durumun personele normal bir işlemmiş gibi öğretildiği edinilmiştir. Gündüz grubu supervizörü A saat 10.47'de ailevi sebepler ile acil bir durum olduğunu belirterek izin aldığı saptanmıştır. BP prosedürlerinde deneyimli bir teknik personeli yerine atama zorunluluğu bulunmaktadır oysaki oysa ki izin alan süpervizörün yerine geçici olarak bakan diğer süpervizör B nin üniteye az tecrübesi olduğu belirlenmiştir. Daha sonra belirli saatlerde sırası ile sıcak hidrokarbon kuleye gönderilerek fırınlar çalıştırılmış iki ek brülör de yakılmıştır. Ekip aşırı basınç artışının kulenin alt bölümünün aşırı ısınmasından dolayı olduğuna ve bunun daha önceden de benzer durumlar ile prosedür dışına çıkıldığında yaşanabildiğine inandıklarından dolayı irdelemediği tespit edilmiştir. Ekip tarafından basıncı düşürmek için ürün akışını küçük blowdown tankına yönlendirerek 8 inçlik zincirli vananın açıldığı saptanmıştır. Rafinat ayrıştırma kulesi reboiler hattının devreye alma işleminde aşırı ısınması ile gündüz vardiyası kontrol odası personeli ile baş operatör fırın ateşinin azaltılmasının uygun olacağı kararı vermiştir ve fırına gaz akışının düşürüldüğü saptanmıştır. Kontrol odası personeli tarafından transmitter kule seviyesinin göstergesinin doğru olduğu ve ısınma esnasında kuledeki sıvı seviyesindeki düşmenin normal olduğunu düşündüğü tahmin edilmektedir. Gündüz grubu vardiyası kontrol odası personeli basınç değerlerindeki bozulma sonrasında endişeye kapıldığı ve ayrıştırma kulesinden ağır rafinat çıkışının sağlanması için baş operatör ile görüştüğü fakat hiçbir ISOM personelinin kulenin aşırı olduğunu bilmediği tespit edilmiştir (Doğan vd., 2020).

Rafinat sıyırma ünitesindeki kuledeki sıvı seviyesinin 48 m (158 feet) olduğu bilinirken bilgisayarlı kontrol sistemi operatörlere kuledeki sıvı seviyesinin (7,9 feet veya 2,4 m) yüzde 78'de olduğunu göstermiş ve personeller durumu fark etmemiştir (CSB, 2007).

Aynı zamanda normal proses gereği, ağır rafine ürünler ilerlemiş sıvı giriş hızı ile çıkış hızı denkleşmiş, kuledeki yüksek sıcaklık nedeniyle kuleye iletilen sıvının sıcaklığı artarken giren sıvının yoğunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Seviye artışı devam ederken kuleye aşırı sıvı dolması sebebi ile ünitenin tepe hattından taşma meydana gelmiştir. Bu sıvının emniyet vanalarının bulunduğu hatta ilerlemesi buradaki basıncı bir anda 21 psig'dan 64 psig'a çıkarmıştır. Bu basınç vanalarının yaklaşık 6 dakika çalıştığı düşünülmektedir (Doğan vd., 2020).

Tepe hattındaki hidrostatik, üç basınç emniyet vanasının da açılmasına sebep olmuştur.

Akışı durdurmak için açılan üç emniyet vanası da bir süre açık kalmıştır ayrıca vanalardaki akış, geri akış, rafinat çıkışı sebepleri ile kulenin tepe hattındaki miktarın azaldığı tespit edilmiştir. Miktarın azalması ile basınçta düşme gözlenerek yanıcı sıvının vanalardan ilerleyerek kolektöre doğru akmasına ve vanaların kapanmasına neden olmuştur (Doğan vd., 2020).

Personeller sahadaki personellerin vanaları açtığını fark etmezken merkezdeki başka bir kontrol odası personeli akışa müdahale etmeye çalışmış başka biri ise BP'nin acil durumlar ile ilgili prosedürlerinde belirtildiği gibi civardaki trafiği uzaklaştırmaya çalışmıştır. Kontrol odasından durumu fark eden personel tarafından beslemenin kesildiği seviye kontrol vanasını tamamen açtığı fakat alt pompalarda karşılaşılan bir tıkanıklıktan dolayı ancak rafinat kulesinde besleme kesilememiştir. Rafinat ürünler alana yayıldığından dolayı kulenin basıncı düşmeye başlamış ve bu durum basınç emniyet vanalarının kapanmasına sebep olmuştur. Hidrokarbonlar küçük blowdown tankına transfer edilince oldukça fazla olan bu sıvılar tanka sığmamıştır. Ünitenin kanalizasyona açılan zincirli blok vanasından yanıcı sıvı

gönderilirken aynı zamanda küçük tanktan taşan sıvılar atmosfere açık havalandırma borusundan gaz halinde püskürmeye başladığı tespit edilmiştir (CSB, 2007).

Şekil 5. Rafineri de Yaşanan Kaza Sonrası URL 4



Deveboynundan geçip kanalizasyon hattına geçen yanıcı sıvı, aktığı hat üzerindeki alarm sistemlerini çalıştırmış ve edinilen bilgilere göre toplam dört defa yüksek seviyede uyarılar vermiştir. Birçok görgü tanığı, blowdown tankından sıvı püskürmesi olduğunu beyan etmiştir. Olay sonrası yapılan hesaplamalarda emniyet vanalarının kapanmasına kadar geçen 107 saniyelik sürede ortama 28.700 litre yanıcı sıvı salınımı olduğu hesaplanmıştır (Doğan vd., 2020; Telos Group, 2005).

3. KAZA KÖK SEBEPLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Baker Paneli araştırmasına göre BP'nin organizasyonda proses güvenliği liderliğini en üste taşıması ve proses güvenliği performansı ile beklentilerin belirlenmesi gerektiği 2006 yılında ortaya koyulmuştur. Raporda ayrıca düşük İSG olay istatistiklerine odaklanılarak Proses Güvenliği risklerinin yeteri kadar değerlendirilmediği bulgusundan bahsedilmiştir (Baker vd., 2007; OSHA, 2000; 2017; Tunca ve Utlu, 2016).

BP organizasyonunun kendi içinde yaptığı araştırma ve kök sebep analizi çalışmaları ile bağımsız araştırmaların (OSHA US, Chemical Safety Board ve Baker Paneli Raporu) ulaştığı ortak kök sebeplerin başlıkları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (OSHA, 2000; 2017).

- Liderlik Eksikliği
- Proses Güvenliği Farkındalığı Eksikliği
- İş Sağlığı ve Güvenliği- Operasyonel Önceliklere Karşı
- Sistemsel Nedenler
- Kişisel Nedenler
- Desteklenen Emniyet Kültürü Eksikliği
- Çalışma Ortamının Risklerinin Gözetilmemesi
- Verimli İletişim Olmaması (iş devir-teslimlerdeki sıkıntılar)
- Altışveren Kontrolü
- Yaşananlardan Ders Almama ve Alışkanlıklar
- Tesiste Önceden Sunulan Bulguları Dikkate Almama
- Organizasyonel Öğrenme Eksikliği
- Riskleri Belirleyememe ve Yönetememe
- Teknik Altyapıda Entegrasyon Sorunu (algı ve uyarı sistemleri)
- İSG nin Maliyet Hesabı Yapılması
- İşlerin Kontrol Sistemi ile ilgili takip eksikliği (kalibrasyon, gösterge)
- Yetersiz Prosedürler, Talimatlar
- Sistemsel Uyarıları Algılayamama
- Değişim Yönetimi Eksikliği

4. TARTIŞMA

Proses endüstrilerinde yaşanan büyük kazaların araştırılmasında İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Liderliği eksiklikleri, Kurumsal İSG Kültürü' nün olgun olmaması ve Entegre Yönetim Sistemi uygulamalarının yetersiz kalması en öne çıkan kök sebeplerdir (Doğan vd, 2020; Allars, 2007).

İş sağlığı ve güvenliğinin yapılanması entegre bir yönetim sistemi olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır (Akalp ve Yamankaradeniz, 2013). Her işin içinde olan iş sağlığı ve güvenliği şartlarının yerine getirilmesinden, o iş ile ilgili meydana gelebilecek kazalardan ve kayıplardan işi yapan, yaptıran, kontrolünden sorumlu olan herkesin sorumluluğu bulunmaktadır.

TexasCity Rafineri Kazasını araştıran bağımsız Baker Paneli grubunun yayınladığı rapor ve BP'nin kendi içinde yaptığı araştırmalar proses endüstrileri tarafından dikkatle okunmuş, gerekli dersler çıkarılmış ve daha iyi Risk Yönetimi Performansı için planlar yapılmıştır. Kural belirleyici ve standart hazırlayan birçok uluslararası organizasyon da bu raporlardan yola çıkarak Proses Güvenliği Performans Ölçütleri (metrikleri), Güvenirlik Merkezli Bakım, Proses Tehlike Analizleri, Fonksiyonel Güvenlik, Tesislerin Emniyetli Tasarımı gibi konulardaki rehberleri, standartları ve yasal şartları güncellemiştir .

BP' nin kaza sonrası geliştirdiği /güncellediği OMS (Operasyonel Yönetim Sistemi) çatısı ile beraber yürütülecek olan "6 Nokta Planı" kapsamında BP aşağıdaki önemli bulgulara/kararlara ulaşmıştır (BP, 2011).

- Ürün buharının bulunma ihtimali olan bütün alanlarda, tutuşma etkili hiçbir ekipman olmamalıdır.
- Müteahhit yönetimi çok kritik bir konudur. Yalnızca yetkin müteahhitlere iş verilmeli, birden fazla müteahhit aynı ortamda çalışıyorsa aralarındaki iletişim ve entegrasyonu ana şirket sağlamalıdır.
- Vardiyalı çalışmalarda; vardiya değişimleri bir önceki vardiyada olup bitmiş her önemli konunun anlatılması ve kayıt altına alınması ile organize edilmelidir.
- Sistem ve tesislerin bakım-onarım planları yapılırken öncelik, bütçe, daha görünen vb. konularından bağımsız entegre bir tesis yönetimi göz önüne alınarak hareket edilmelidir.
- Önce İnsan ve Önce Güvenlikten ödün verilmemelidir.

5. SONUÇ

Emniyet Kültürü ve Emniyetli Liderliğinde Aksamalar; Bir organizasyonda entegre yönetim sisteminin performansının iyileştirilmesi için pozitif Emniyet Kültürünün Liderler tarafından desteklenmesi, sahada görünür Liderlik, öneri verme kampanyalarına destek, organizasyonel gelişim çalışmalarına sponsorluk ve kaynak sağlanması gereklidir (Karacan ve Erdoğan, 2011).

Operasyonel Risk Değerlendirmelerinde Eksikler ve Güncelleme Sorunları; Değişen operasyonel şartlar, duruş ve bakım süreçlerindeki yeni riskleri tanımlanması, kontrolü; taşeron yönetimi, eş zamanlı işlerin risk kontrolü, iş kontrolü süreçlerinin profesyonel ve yetkin kişilerce yönetilmesi zaruridir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB], 2015; Kimya Mühendisleri Odası, 2020; Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, 2013).

Vardiyalı Çalışmalarda İnsan Kaynağı Sorunları ve Emniyetçe Kritik Bilgilerin Aktarılmasında Hatalar; Operasyonel risklerin zamanında saptanması, tehlikelerin kaynağında bertaraf edilmesi için İnsan Faktörleri öne çıkan kritik bir öğrenme konusudur. Her bir vardiyada Yetkin ve Operasyonel Risklerin ve Değişen Çalışma Koşullarının (örneğin uzayan ve nedeni tam anlaşılmayan proses sorunlarının) tehlikelerini erken saptayacak, hemen yardım isteyecek deneyime sahip yeterli çalışanın görevlendirilmesi hayati öneme sahip bir süreçtir (Kuruoğlu ve Albayrak, 2011).

Planlı ve Kestirimci Bakım Bütçelerinde Yetersizlikler; Organizasyonlar (özellikle proses tesisleri) yasalara ve ilgili sektör standartlarına tam uyum sağlayacak bakım-kontrol ve muayene süreçlerine yönelik zaman, finansman, insan kaynağı ve güvenirlilik (reliability) yönetimi araçları sağlamalıdır (Serin ve Çuhadar, 2015).

İş Kontrolü Süreçlerinin Yetersiz Uygulanması; Tehlike Analizleri ve Görev Risk Değerlendirmeleri (HITRA) ile Taşeron Risk Yönetimi aktiviteleri konusunda uzman ekipler tarafında yapılmalı ve güncellenmelidir (Şerifoğlu ve Sungur, 2007). Ayrıca tehlikeli bölgelere yakın yerlerdeki barınma, toplanma ve dinlenme tesislerinin güvenli mesafede kalması için endüstri standartlarına ve mesleki birliklerin kılavuzlarına eksiksiz uyum sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akalp, G.&Yamankaradeniz, N. (2013). İşletmelerde Güvenlik Kültürünün Oluşumunda Yönetimin Rolü ve Önemi. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 3, 96-106.
- Allars, K. (2007). BP Texas City Incident Baker Review. 02. 05. 2021 tarihinde Health and Safety Executive: www.hse.gov.uk/leadership/bakerreport.pdf adresinden alındı.
- Ankara Üniversitesi Ders Notları, (2019). Erişim Adresi: [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/92393/mod_resource/content/3/Petrol%20Rafinasyon%20Tehnolojisi-2019.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/92393/mod_resource/content/3/Petrol%20 Rafinasyon%20Tehnolojisi-2019.pdf), Erişim Tarihi: 25.08.2021.
- Baker, J. & Bowman, F. & Erwin, G. & Gorton, S. & Hendershot, D. & Leveson, N. & Wilson, D. (2007, 01). The B.P. U.S. Refineries Independent Safety Review Panel. 22-194. BP. 15 03, 2021 tarihinde <http://sunnyday.mit.edu/Baker-panel-report.pdf> adresinden alındı
- Binici, İ. (1971). Türkiye" nin Petrol Politikası Nedir? *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 171-172.
- BP, (2011). Operasyonel Yönetim Sistemi Çalıştayı. Texas City: (Yayımlanmamış İç Yazışma).
- British Standard. (2016, 06 30). BS EN 61882:2016 Hazard and operability studies (HAZOP studies). Application guide, s:1-66. British Standards Institute.
- Canbolat, H. & Doğan, B. (2015). *Petrol Rafinerilerinde Proses Güvenliği Vakum Kolonunda Yarı Kantitatif Hazop Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: T.C. Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 04. 27. 2021 tarihinde <http://acikerisim.ybu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1676/406871.pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden alındı
- Chemical Safety Board [CSB] (2000). Browne: Take action to put safety first, s:39. U.S. Chemical Safety Board. 04 07, 2021 tarihinde <https://www.csb.gov/assets/1/20/browne.pdf?13947> adresinden alındı
- Chemical Safety Board [CSB] (2007, 03 20). Investigation Report Refinery Explosion and Fire. Final Report: Final Investigation Report (Report No. 2005-04-I-TX). Texas City: U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. 01 22, 2021 tarihinde <https://www.csb.gov/bp-america-refinery-explosion/> adresinden alındı
- Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, (2013, 04 30). Resmi Gazete (28633), Ek 2. 03 15, 2021 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18335&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> adresinden alındı.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB] (2015). Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunmalarına İlişkin Uygulama Rehberi. c:02. Ankara:
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi. 04 10, 2021 tarihinde <https://www.isgkutuphanesi.com/tr/details/proses-guvenligi-kazalardan-cikarilan-dersler-8334.html> adresinden alındı
- Doğan, B. & Akarsu Scarabello, H. & Akman, A. (2020). Proses Güvenliği Kazalardan Çıkarılan Dersler. c:1, ISBN: 9789754553048, s:2-66. Ankara.
- Enekeçi, S. (2018). *Petrol ve Doğalgaz Enerji Hat Vanalarının Üretim ve Çalışma Karakteristiğinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Gürbüz, O. A. (2015). *Endüstriyel Atık Yağların Geri Dönüşüm Yöntemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi.
- İş Güvenliği. (2021). wikipedia. Erişim Adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0%C5%9F_g%C3%BCvenli%C4%9Fi, Erişim Tarihi: 17.03.2021.
- Karacan, E. & Erdoğan, Ö. N. (2011). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğine İnsan Kaynakları Yönetimi Fonksiyonları Açısından Çözümsel Bir Yaklaşım. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. c:21(1), s:102-116.
- Karadağ, Ö. & Ülengin, F. (2008, 07 09). *Tüpraş'ta Otomatik Benzin Paçalı Sistemi Modellemesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Kimya Mühendisleri Odası (2020). Proses Güvenlik Yönetim Sistemi. Erişim Adresi: https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/7759aeb5c067504_ek.pdf?tipi=2&turu=H&sube=1, Erişim Tarihi: 01.04.2021.
- Kuruoğlu, M. & Albayrak, Y. (2011). Yorgunluk-İş Performansına Etkileri ve Önlemler. <http://murat.kuruoglu.com.tr/MURKUR/documan/pdf/YORGUNLUK%20-%20%20%C4%B0%C5%9E%20PERFORMANSINA%20ETK%20%20%C4%B0LER%20ve%20%C3%96NLEMLER.pdf> adresinden alındı.
- Occupational Safety and Health Administration [OSHA] (2000). Process Safety Management. OSHA 3132, s:1-59. U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. 04 04, 2021 tarihinde <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3132.pdf> adresinden alındı
- Occupational Safety and Health Administration [OSHA] (2017). Process Safety Management for Petroleum Refineries. Lessons Learned from the Petroleum Refinery Process Safety Management National Emphasis Program, OSHA 3918-08, s:1-40. U.S.
- Serin, G. & Çuhadar, T. (2015). İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetim Sistemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 5(2), 44-59.
- Şerifoğlu, U. K. & Sungur, E. (2007). İşletmelerde Sağlık ve Güvenlik Kültürünün Oluşturulması; Tepe Yönetimin Rolü ve Kurum İçi İletişim Olanaklarının Kullanımı. *Yönetim Dergisi*, c:18(58), s:41-50. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü.
- Telos Group. (2005). BP Texas City Site Report of Findings, c:1. Texas: Brent Coon and Associates. 01 22, 2021 tarihinde <http://www.texascityexplosion.com/ev-rel-01---early-warnings.html> adresinden alındı.
- Texas City Refinery Explosion. (2021). wikipedia. 03 15, 2021 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Texas_City_Refinery_explosion#cite_note-22 adresinden alındı.
- Tunca, F. & Utlu, Z. (2016). İş Güvenliğinde Kök, Neden- Sonuç İlişkisi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 8(31), 1-14.
- URL 1 www.webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler/raf-ner--tes-sler-_r-20200110113315.pdf, Erişim Tarihi: 07.10.2021
- URL 2 www.isgkutuphanesi.com/tr/details/proses-guvenligi-kazalardan-cikarilan-dersler-8334.html, Erişim Tarihi: 04.10.2021
- URL 3 www.csb.gov/bp-america-refinery-explosion/ , Erişim Tarihi: 01.22.2021
- URL 4 <https://ekonomi.haber7.com/ekonomi/haber/449411-bp-rafinerisine-rekor-guvenlik-cezasi,2009>