

2015

RİSK DEĞERLENDİRME BÜLTENİ

*"Hasar servisi ve underwriterlar için mühendislik branşı
risk ve hasar değerlendirmeleri"*

Sayı: 2015/3



KİMYA / PETROKİMYA TESİSLERİ VE RİSK UNSURLARI



Petrokimya Sanayi, petrol rafineri ürünleri ve doğal gazdan başlayarak plastik, lastik ve elyaf hammaddeleri ve diğer organik ara malları üreten bir sanayi dalıdır.

Birçok endüstriye hammadde sağlayan kimya ve petrokimya sektörünün üretim sürecinde kullanılan ve depolanan maddeler yanıcı, patlayıcı ve zehirli maddelerdir. Bu nedenle bu sektörde yangın, patlama ve kimyasal sızıntı şeklinde kazalar sıklıkla yaşanmakta ve bu kazaların sonuçları çevre, insan hayatı ve maddi kayıp açısından çok büyük boyutlara ulaşabilmektedir. Petrokimya ürünü üreten entegre petrokimya tesisleri, inşaat, tarım, otomotiv, elektrik, elektronik, ambalaj, tekstil, ilaç, boya, deterjan, kozmetik gibi birçok sanayi dalı için hammadde sağlamaktadır. Bu tür tesislerde meydana gelebilecek büyük bir kazanın, başta çalışanlar olmak üzere, yerleşik halk, çevre ve ekolojiye etkilerinin yanı sıra, sanayi üretimi ve ekonomi üzerinde büyük olumsuzluklar yaratması muhtemeldir.

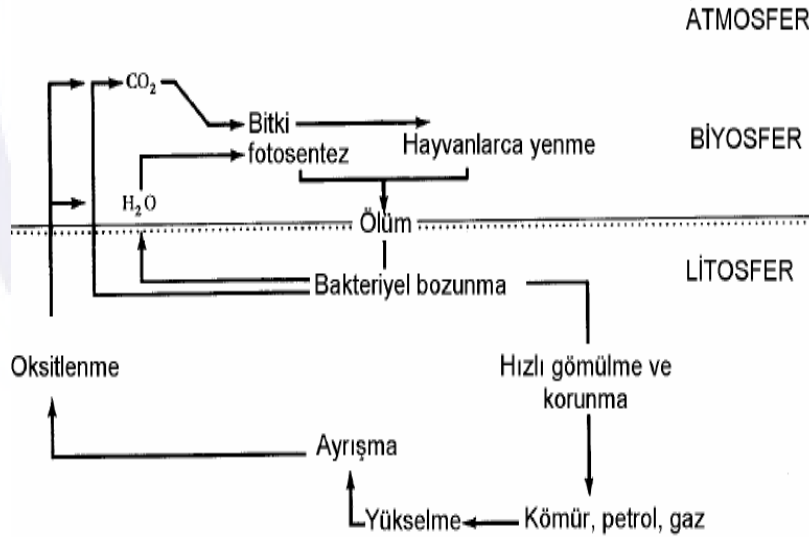
Bu bülten, petrokimya üretim tesislerinde ana hammadde olarak kullanılan petrolün özellikleri, Türkiye ve Dünya rezervleri, gelişmekte olan sektördeki rolü ile ilgili genel bilgileri içermekle birlikte, kimya ve petrokimya tesislerinde mevcut risklerin belirlenmesi, bu risklerin gerçekleşmesi durumunda derecesi, meydana gelme sıklığı, insana, çevreye, mala ve firma imajına vereceği zararın ölçülmesi amacıyla sektöre genel bir bakış açısıyla yapılan risk değerlendirmesi çalışması niteliğindedir.

PETROL NEDİR?

Petrol, kimya ve petrokimya sanayilerinde hammadde olarak kullanılır. Petrol ve türevleri ilaç, gübre, gıda maddeleri, plastik ve inşaat malzemeleri, boya ve giyim sanayilerinin yanı sıra elektrik üretiminde de kullanılmaktadır.



Petrol, hidrojen, karbon, kükürt, azot ve oksijen ihtiva eden organik bileŐiklerin bir karıŐımıdır. Denizlerdeki bitki ve hayvanların çürüdükten sonraki kalıntılarında oluşur. Bu kalıntılar deniz yatağında milyonlarca yıl boyunca çürüdükten sonra, geriye yalnızca yağlı maddeler kalır. Çamur ve büyük kaya katmanları altında kalan yağlı maddeler de petrol ve gaza dönüŐür.



Doğadaki karbon dngŐ

Petrol, içerisinde bulunduğu ortamda oluŐabildiėi gibi zaman içerisinde uzak yerlerden doğal yollarla taŐınmıŐ da olabilir. Petrolün oluŐumu ve bir kapanda (birikim bölgesinde) toplanması için en az 1.000.000 yıl gereklidir. Petrolün bulunduğu bölgede, eŐitli hidrokarbonların karışımı olan yanıcı gazlar da bulunur.

Petrolün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri:

Petrolün rengi yansıyan ışıktta yeŐilimsi, içinden geöen (kırılan) ışıktta ise açık sarı, kırmızı ve bazen de siyahtır. Özgöl ağırlık arttıkça renk de koyulaŐır. Hafif hidrokarbonlu petroller hoŐ kokulu, doymamıŐ hidrokarbon, kükürt ve nitrojen içeren petroller ise kötü kokuludur.



Petrol üzerine alev tutulduğunda petrol buharının ilk ateŐlenme anı petrolün parlama noktasıdır. Bu nokta petrolün bileŐimine göre deđiŐir. Parlama noktası öeŐitli ısı derecelerinde distile edilebilen ürün oranlarının belirlenmesinde kullanılır.

Petrolün kimyasal yapısı farklı uzunluklardaki hidrokarbon zincirlerinden oluşur. Hidrokarbonların karıŐımından meydana gelmekle birlikte, petrolün her zaman sabit bir kimyevi bileŐimi yoktur. Değişik kimyasal içeriğe sahip hidrokarbonların bir araya gelerek oluşturduğu, değişik kimyasal bileŐimde olan öok sayıda petrol tipi bulunmaktadır (parafin bazlı petrol, asfalt bazlı petrol gibi). Bu zincirler, petrolün arıtım sürecinde, damıtma sayesinde ayrıŐtırılarak benzin, jet yakıtı, kerosen gibi ürünler elde edilir.

Ham petrol birbirinden güçlükle ayrılabilen maddeler karıŐımıdır. Ham petrolden; petrol gazı, gazyağı, benzin, motorin, fuel-oil, yağlama yağları, mum ve asfaltik bitüm gibi öeŐitli ürünler elde edilir. Bu ürünler öoğunlukla yalnızca karbon ve hidrojenden meydana gelmiŐlerdir ve bu nedenle hidrokarbonlar olarak adlandırılırlar. Diğer mevcut elementler, miktarlarının azlığı sebebiyle ihmal edilebilirler. Bunlardan kükürt eser miktarda bulunmasına rağmen, ürün kalitesi üzerindeki etkisi sebebiyle önem arz eder.

Hidrokarbon yapısında olanlar, molekül içerisindeki karbon atomlarının sayısına ve diziliŐine bağlı olarak, normal sıcaklık ve basınö Őartlarında gaz, sıvı ve katı hallerde bulunurlar.

Ham petrol ve diğer petrol ürünleri içerisinde mevcut bulunan "hidrokarbon olmayan maddeler" miktar olarak az olmakla birlikte, bu elementlerden bazılarının ürün kalitesi üzerindeki etkileri oldukça önemlidir. Çoğu zaman bunların etkisi zararlı olup üründen ayrıştırılmaları veya etkisi daha az zararlı olan maddelere dönüŐtürülmeleri gerekir. Çok nadir olarak ise bunların varlığı faydalı olur ve oldukları gibi bırakılırlar.

Hidrokarbon olmayan maddeler grubu içerisinde yer alan en önemli elementler; kükürt, azot, oksijen, bazı ham petrol cinslerinde eser (ihmal edilebilir) miktarlarda ve metal bileŐikleri halinde bulunan vanadyum (Va), nikel (Ni), sodyum (Na) ve potasyum (K)'dur.

Petrol içeriğinde bulunan en önemli hidrokarbonlar Őunlardır:

- Parafin veya metan serisi (C_nH_{2n+2})
- Olefin (naften) serisi (C_nH_{2n})
- Aromat (C_nH_{2n-6}) serisi (aromatikler)
- Asetilen serisi (C_nH_{2n-2})
- Parafin serisi (C_nH_{2n+2})

Doğal gazlar hidrokarbon gazları ve nonhidrokarbon gazları olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca içerdikleri buhar miktarına göre yağ ve kuru gaz olmak üzere de sınıflanırlar. Doğada petrolle birlikte bulunan diğer organik bileşikler: Alkoller, organik asitler, yağlar, karbonhidratlar, proteinler ve diğer organik maddelerdir.



Petrol uzun jeolojik süreçlerde karmaşık fiziksel ve kimyasal işlemler sonucunda oluŐmuŐtur. Petrolün aranması, bulunması, işletmesi ve kullanıma hazırlanması için bu işlevlerin iyi bilinmesi gerekir. Bu da farklı uzmanlık alanlarını gerektirir.

Petrol Kullanımına GeçiŐ S¼reci:

D¼nya ¼zerinde doğalgaz ve yağ sızıntıları halinde ¼ıkan petrolden ilk defa faydalanan medeniyetlerin S¼merler, daha sonra Asurlular ve Babilliler olduğu bilinmektedir. 4-5 bin yıl ¼nce, Fırat Irmağı kıyısında bulunan Tuttut (Hit, Irak), zamanın baŐlıca asfalt ¼retim merkezlerindendi. Buradaki sızıntılardan toplanan ham petrol ve asfalt ¼ok değişik gayelerle kullanılıyordu. Eski Mısırlıların deri ve m¼shil ilacı olarak sıvı petrolden faydalandıkları sanılmaktadır. Persler (İranlılar) M.Ö 480'deki Atina kuŐatmasında uğları sıvı petrole batırılmış lifli oklar kullandıkları bilinmektedir. M¼sl¼manların İspanya'yı feth etmesinden sonra Avrupa'da petrol damıtılmış olarak aydınlatmada kullanılmaya baŐlandı.



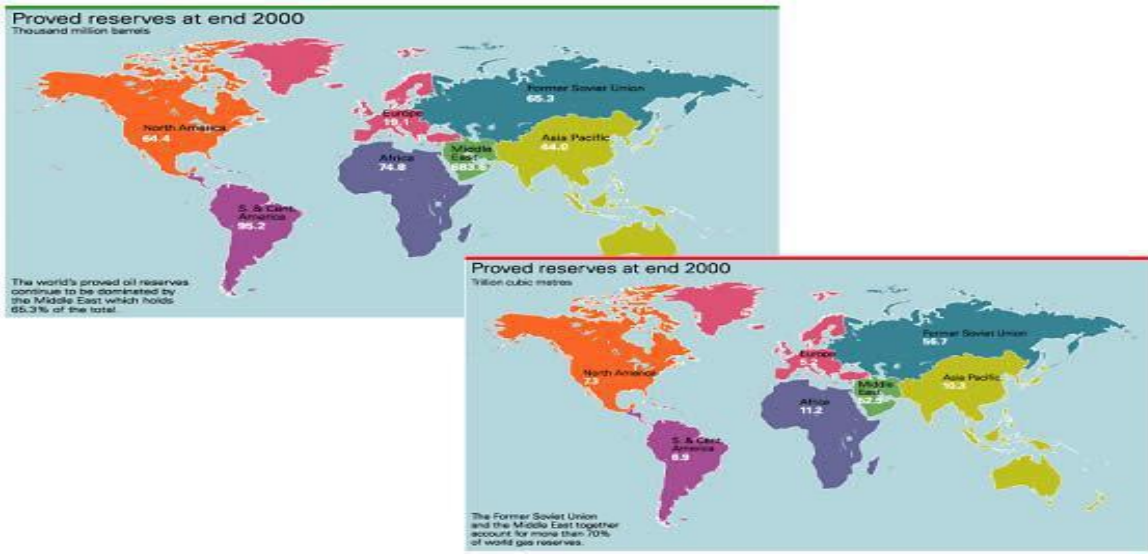
Sanayinin gelişmesiyle petrol enerji alanındaki yerini aldı. Bu durum, daha bol rezervli ve yeni petrol kaynaklarının bulunması y¼n¼nde ¼alıŐmalara yol ağtı. İlk petrol kuyusu 1859'da ABD'de ağıldı. Daha sonra pek ¼ok ¼lkede petrol sanayisi hızla geliŐmeye baŐladı. Yirminci y¼zyılın baŐlarında otomobilin yaygınlaŐmasıyla petrol kıymetli bir enerji kaynağı durumuna geldi.

1960'da OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) kuruldu. K¼rfez krizi ile birlikte d¼nya yeni petrol kaynakları aramaya y¼neldi. Eski Sovyetler Birliğinin dağılması ile Hazar ¼evresi petrol provenSLeri d¼nya piyasasına a¼ık hale geldi. Hazar ¼evresi petrol kaynakları bug¼n ¼zerinde en ¼ok araŐtırma yapılan yerlerin baŐında gelmektedir ve dev petrol Őirketleri burada faaliyet g¼stermektedir.

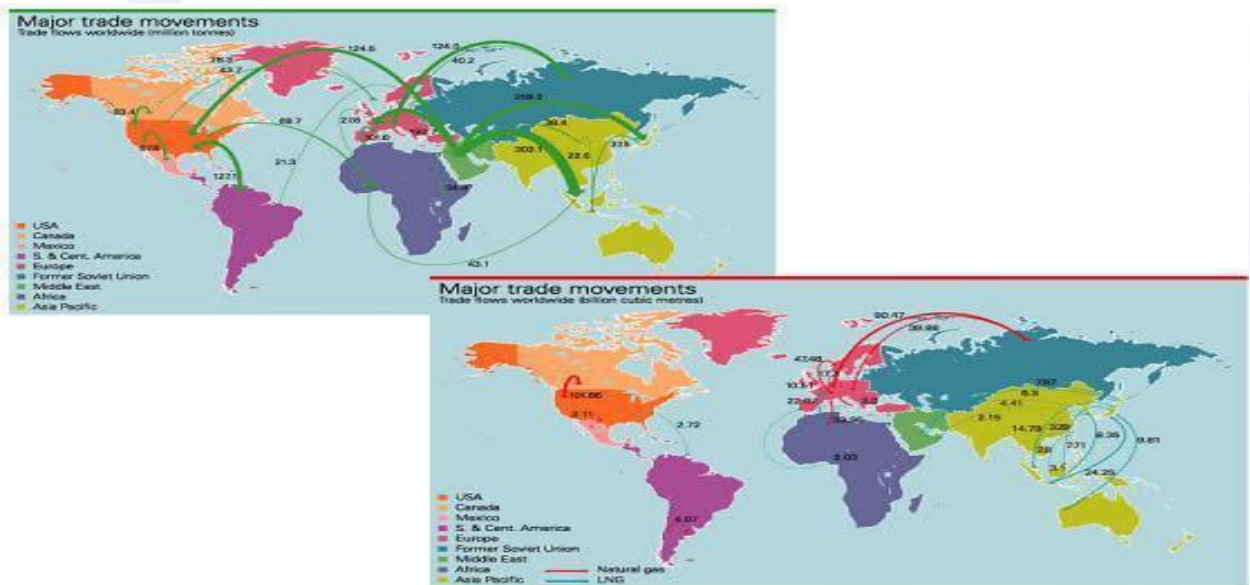
Petrol 20. y¼zyılda olduğu gibi 21. y¼zyılda da stratejik ¼nemini s¼rd¼recek, d¼nya politikasının belirlenmesinde ana etkenlerden biri olacaktır.

Dünyada Petrol Üretimi ve Rezerv Dağılımı:

Dünyadaki petrol rezervleri ve ülkelere göre petrol tüketim verileri incelendiğinde, petrolün ve doğal gazın üretildiği bölgelerden daha uzak bölgelerde tüketildiği anlaşılmaktadır. Bu durum, petrolün ve gazın uzun mesafeler taşınması gerektiği anlamına gelmektedir. Bunun sonucu olarak, Dünyadaki petrol ve gaz ticareti yolları Avrupa, ABD ve Uzak Doğu Asya ülkeleri çevresinde yoğunlaşmaktadır.

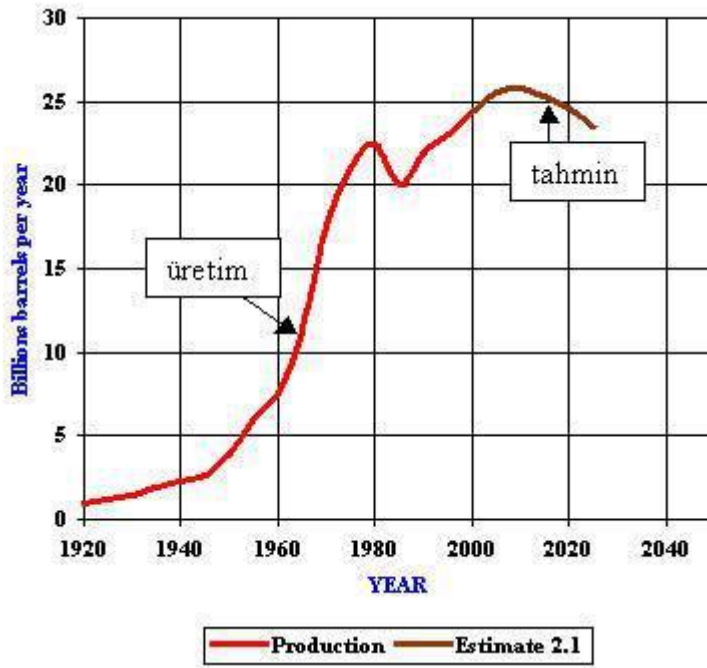


Kıtalara göre petrol ve doğal gaz rezervleri



Dünya petrol ve doğal gaz ticaret yolları

Dünyanın petrol rezervi olarak en zengin bölgesi 683.6 milyar varil (1 varil yaklaşık 0.7 tondur) ile Ortadoğu bölgesidir. Bunu 95.2 milyar varil ile Güney Amerika ve 74.8 milyar varil ile Afrika kıtası takip etmektedir. Petrol ihtiyacını karŐılıyan ülkeler: Suudi Arabistan 30%, Irak 12%, BAE 11%, Kuveyt 11%, İnan 11%, Venezuela 7%, FSU 7%, Meksika 7%, ABD 3%, Çin 3%.



Dünyanın hafif petrol rezervlerinin üretimi ve üretim tahmini

Yapılan tahminlere göre, yakın gelecekte dünyanın hafif petrol üretiminin en yüksek noktasına ulaşması sonrasında, hızla azalmaya başlayacağı öngörülmektedir. Bu tahmin ağır petrol rezervlerini ve petrollü kumları da içermektedir.

Dünya petrolünün tüketimi senede ortalama 25 milyar/sene varildir.

Dünya ham petrol rezervi yaklaşık 700 milyar varildir.

Türkiye’de Petrol Kullanımı ve Rezervler:

Türkiye’de petrolün varlığına ilk işaret eden kişi 18. yüzyılda Evliya Çelebi’dir. Petrole ilişkin ilk bulgular 19. yüzyılın sonuna doğru Trakya yarımadasında görülmüştür. Arama çalıŐmaları 19. yüzyılın ikinci yarısında, Trakya’da yerli ve yabancı Őirketler tarafından yapılmıŐtır. European Petroleum Company tarafında çalıŐtırılan ilk üretim kuyusu Trakya’da Horosan Deresi bölgesidir. Bununla birlikte, 1. Dünya Savaşı ile Osmanlı İmparatorluğunun çökmesi ve modern Türkiye Cumhuriyetinin doŐuŐu ile petrol ile ilgili faaliyetler geçici olarak durmuŐtur.

1923’de Cumhuriyet kurulduktan sonra, petrol arama ve araŐtırma çalıŐmaları planlanmıŐtır. Arama çalıŐmalarına 1935’de MTA’nın kurulması ile baŐlamıŐtır. MTA tarafından Güneydoğuda Raman bölgesinde pek çok kuyu açılmıŐtır. 1940’da, ilk üretim kuyusu Raman Petrol alanında sondajla alınmıŐtır. 1951’de, Garzan sahası aynı bölgede MTA’nın desteklediği aramalarla keŐfedilmiŐtir. 1954’de, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) ulusal bir petrol kurumu olarak 6327 sayılı yasayla kurulmuŐ, MTA petrol faaliyetlerini TPAO’ya devretmiŐtir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 1963’de enerji sektörü üzerine politikalar belirlemek ve enerji kaynakları üzerine arama, geliŐtirme, üretim konularında çalışma yapmak üzere kurulmuştur.

Türkiye’de petrol arama ve üretim faaliyetleri petrol yasası ile düzenlenmektedir. Bu yasaya göre Türkiye 18 petrol bölgesine ayrılmıŐtır. Arama yapmak isteyen Őirketler bu bölgelerde yasanın koyduğu koŐullarda arama ruhsatı alabilirler ve petrol arama ve üretim iŐini yapabilirler. Petrol Őirketlerinin ruhsat bölgesinde yaptıkları arama faaliyetlerinin sonunda petrol keŐiflerinin arttığı gözlenmektedir.



Yurdumuzda petrol aramacılığı yapılan sũrede toplam 1050 arama kuyusu, 1808 üretim, enjeksiyon ve geliŐtirme kuyusu açılmıŐ ve irili ufaklı 23 doğal gaz sahası ile 102 petrol sahası keŐfedilmiŐtir.

KeŐfedilen sahaların derinlikleri en fazla 3500 metre mertebesindedir ve derinliği 3000 - 3500 m. olan saha sayısı 7'dir. KeŐfedilen en sığ sahalarda 1000 - 1500 m. arasındadır. Bu durum, petrol aramalarının çok derin hedeflerle yapılmadığını göstermektedir.

Bu sahalarda ũretilen petrol gravitelerine bakılacak olursa, ince ve kaliteli petrol olarak tanımlayabileceğimiz 30*40 API graviteli petrol sahalarımızın sayısı 69 olmasına karŐın, bu sahaların petrol rezervleri çok sınırlıdır. Yurdumuzda genellikle ağır petrol olarak tanımlanan ve API gravitesi 10-25 arasında olan sahalarımızın rezerv miktarları farklıdır.

Sahalar ekonomik ũmũrlerini tamamladıklarında, petrol yatağında hala % 80 oranına varan miktarlarda petrol kalmaktadır. Kalan bu petrolũ de temin etmek, ancak ikincil ve ũçũncũl üretim yũntemlerinin uygulanması ile mũmkũndũr. Yurdumuzdaki petrolerin ağır graviteli olması, uygulanacak yũntemlerin pahalı olmasına neden olmaktadır.

Tũrkiye'de ham petrol ũretiminde TPAO yıllar boyunca en fazla ũretilmiŐtir. Ancak son yıllarda azalan arama faaliyetleri ve buna bağlı olarak da yeni keŐiflerin yapılamamıŐ olması petrol ũretimimizde azalmaya sebep olmaktadır.

Gũnũmũzde, Tũrkiye'nin petrol bulunabilecek sahalarının ancak % 20 si aranmıŐtır. Karadeniz ve Ege Denizi'nin petrol potansiyelleri henũz tespit edilmemiŐtir. Halen petrol ũretiminin devam ettiği bũlgelerde derin yataklarda arama yapılmamıŐtır.

Petrol aramacılığı her zaman riski yũksek bir yatırımdır. Ancak petrolũn keŐfi durumunda maliyet giderlerinin 4-5 katı fiyatlarla alıcı bulunduğu dũŐũnũlũrse, iş gũcũ ve uygun proses planlaması ile çok karlı bir yatırım haline dũnũşebileceđi anlaşılmaktadır.

KİMYA & PETROKİMYA SANAYİ VE GELİŐİM SÜRECİ:

Kimya ve petrokimya sanayi, petrol rafineri ürünleri veya doğalgazdan başlayarak plastikler, yapay kauçuklar, yapay elyaf hammaddeleri, plastikleştiriciler, antifiriz, boya ve yapıştırıcı hammaddeleri, deterjan, tekstil yardımcı maddeleri gibi birçok kimyasal madde üreten sanayi dalıdır. Başka madde veya ürünleri üretmek amacıyla, çeşitli prosedür ve reaksiyonlar altında üretilen maddelere kimyasal madde denir. Petrokimya ise nihai ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılan, petrolden üretilen kimyasal maddeleri içerir.

Günlük hayatta kullandığımız kablolar, tıbbi malzemeler, ilaçlar, fotoğraf malzemeleri, her türlü gıda ambalajları, plastik su şişeleri ve kaplar, deterjanlar, çorap, kord bezi gibi tekstil ürünleri, boya, parfüm, krem, mutfak eşyaları, tarım ilaçları, füze yakıtı, hayvan yemi, fırça, balık ağı, yapıştırıcılar, buzdolabı, çamaşır makinası, vantilatör, duvar kaplamaları vb. gibi hemen hemen tüm maddelerin özünde kimya ve petrokimya mevcuttur. Bugün ticari olarak yaklaşık 14.000'e yakın farklı ürünün hammaddesini kimya ve petrokimya ürünleri oluşturmaktadır.



Petrokimya ürünlerinin hammaddesi petrol ve doğal gazdan elde edilir. Diğer yandan, çok pahalı ve daha uzun bir işlem gerektirmesine rağmen hidrokarbon içeren kömür, katranlı kum gibi maddelerden de petrokimyanın hammaddesi elde edilebilir. Petrol ve doğal gazın rafinerilerde işlenmesi sonucunda birçok ürünle birlikte ortaya çıkan nafta ve etan petrokimya endüstrisinin temel hammaddeleridir.

Birçok kimyasal madde ve kimyasal süreci içinde barındıran petrokimya endüstrisi karmaşık ve zor bir üretim yapısına sahiptir. Petrokimya endüstrisinde üretim sürecinde yer alan fabrikalar hammadde açısından birbirine bağımlıdır. Bir fabrikada üretilen ürün, ticari olarak piyasaya satılmasının yanı sıra aynı komplekste yer alan diğer fabrikalara hammadde olarak aktarılır. Böylece, zincirin halkaları şeklinde birbirini tamamlayan ve birbirine bağımlı olan fabrikalarda bir fabrikada üretilen ürün, ürünün özelliklerine göre diğer bir fabrikanın üretim yapabilmesi için hammadde kaynağını oluşturur. Diğer yandan, herhangi bir petrokimya ürünün üretimi için hammaddeden başlayıp nihai ürüne kadar uzanan üretim süreci için tek bir yöntem olmayıp, birçok alternatif bulunmaktadır.

Petrokimyanın doğuşu 1920 ile 1925 yılları arasına rastlar. Bu sanayi dalı, rafinerilerdeki artık cracking gazlarını değerlendirmek için yeni bir pazar arama yoluna gidilmesiyle kurulmuştur. Gaz halindeki bu olefinlerin alkollere, glikollere ve ketonlara dönüştürülmesi, alifatik kimyada yeni bir çığır açmıştır. Taşkömüründen ve taşkömür katranlarından türeyen organik bileşikler sanayiiden çok daha yeni olan petrokimya, çok çeşitli ve daha ucuz üretim sağladığı için, kısa sürede, Almanya hariç hemen hemen bütün dünyada bu sanayi dalını geride bırakmıştır. Kömür, organik sentezde ancak hidrojen bakımından fakir olan = CH gruplarını, petrol ürünleri ise = CH₂ yapısındaki kökleri verir. Birinci durumda, köke hidrojen katmak veya karbonu ayırmak gerekir; ikinci durumda ise hidrojenin bir kısmını gidermek yeterlidir.

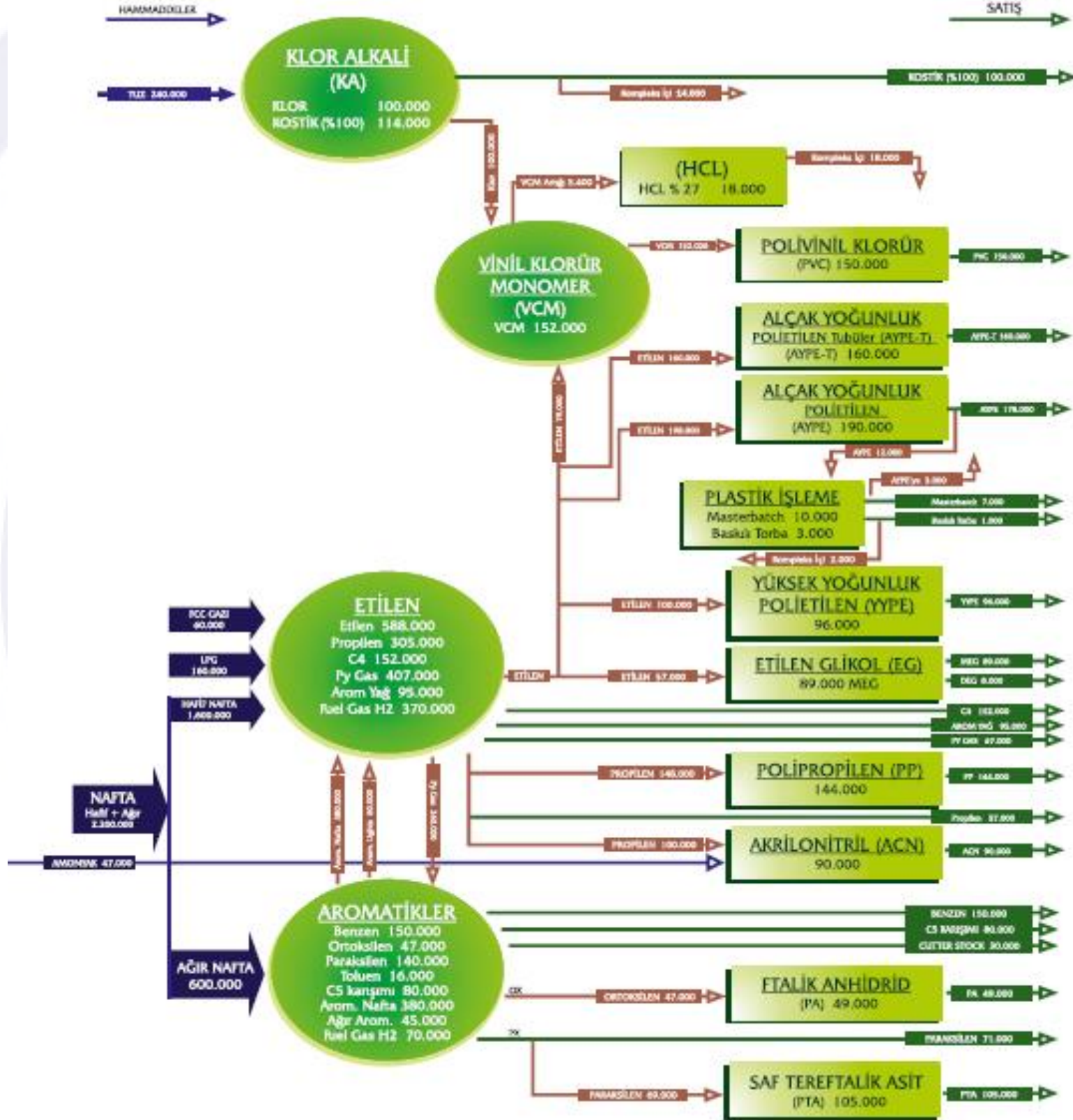
Petrokimyanın gerçek anlamda gelişmesi, İkinci Dünya Savaşı sırasında sentetik kauçuk ve patlayıcı madde ihtiyacının büyük ölçüde artmasıyla olmuştur. Bugün A.B.D.'de petrokimya, organik kimyanın yüzde 80'ini, ağırlık olarak da yüzde 25'ini temsil eder; bütün kimya sanayiinde ise iktisadî gelirin yarıdan çoğunu sağlar, ancak bu oran yıldan yıla artmaktadır. Üretimin sürekli artışı, pazarların çoğalmasına bağlıdır: kauçuk üretimi otomobil satışlarını yakından takip eder, amonyak tüketimi tarımın gelişmesiyle birlikte artar, plastik maddeler ise karoser parçaları, borular ve inşaat malzemesi gibi yeni uygulama alanları bulmuştur.

Petrol sanayisi 1950'den başlayarak, yakıtları, yanıcıları, özel olarak da alkenleri (olefinler), aromatikleri, amonyağı ve asetileni hem bitmiŐ ürün olarak hem de kimya sanayisini besleyecek bazlar olarak temel etkinliğine katmıŐtır.

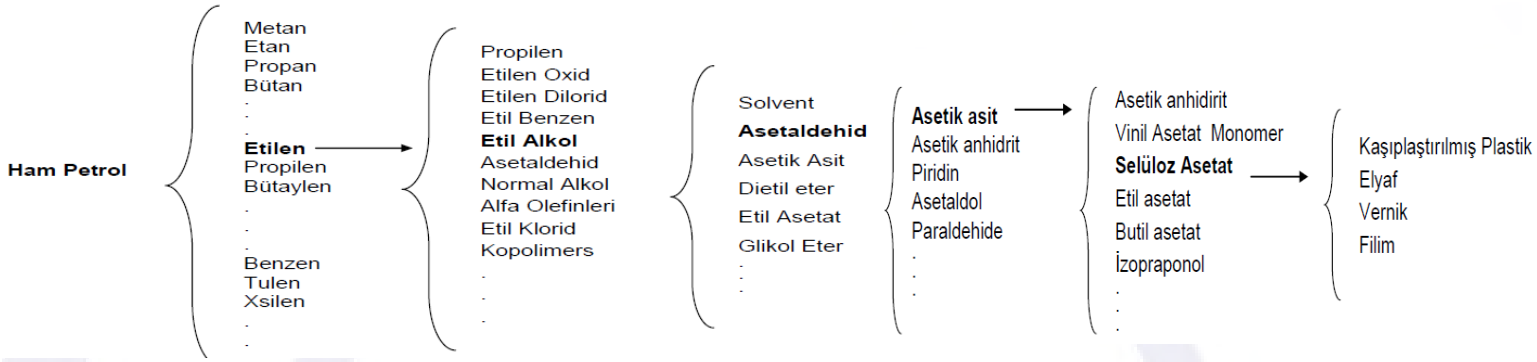
Petrokimya Tesislerinde Üretim Prosesleri:

Petrokimya üretim zincirinin ilk halkalarını petrol, doğal gaz ve katran oluşturur. Hammadde kaynağını oluŐturan bu ürünlerden belli baŐlı ana kimyasallar üretilir. Bunlar olefinler (etilen, propen ve butadien), aromatikler (benzen, tülen ve xilen) ve metanoldür. Daha sonra bu ana kimyasallar sayısı binlerle ifade edilebilecek bir dizi ara kimyasala dönüŐtürülür. Bu süreçte yapısında sadece karbon ve hidrojen olan hammaddeye, klorin, nitrojen veya oksijen gibi maddeler eklenir. Ara kimyasalların bir bölümü ticari olarak satılabilir, bir bölümü de ara mal olarak kullanılırlar.





Petrokimya endüstrisi tarafından üretilen nihai ürünler halk tarafından doğrudan tüketilen ürünler değildir. Bunlar tüketim malları üreten sanayi kolları tarafından hammadde veya ara mamul olarak kullanılırlar. Petrokimya endüstrisinde hammadde, ara mal ve nihai ürün yapısının ne kadar karmaşık bir yapıda olduğu, petrokimya zincirinin küçük bir bölümünü içeren aŐağıdaki özet Őemada görülebilir.



Ham petrolden petrokimya ürününün elde edilmesini gösteren üretim kalıplarına bir örnek

Üretim zincirinde asetaldehid ve asetik asit gibi bazı kimyasalların birden fazla aşamada ortaya çıktıkları görülmektedir. Bu durum petrokimya sektöründe bir kimyasal maddeyi elde etmek için birbirinden farklı üretim yollarının olduğunu göstermektedir. Bu kadar farklı bileŐen ve sonucun bulunduğu karmaşık üretim sürecinde hangi kimyasalın üretileceği konusunda, petrokimya kompleksinde kurulan fabrikaların yapısı, Őirket politikası, o kimyasalın üretiminde ortaya çıkacak diğer yan ürünler ve o bölgedeki yerel koŐullar belirleyici faktörler olarak ortaya çıkar.

Petrokimya üretim sürecinde gözden kaçırılmaması gereken önemli diğer bir husus, petrokimya kompleksinin durmaksızın üretim yapma zorunluluğudur. Komplekste bulunan birçok fabrikadan herhangi birinde meydana gelebilecek bir arıza, üretimin zincir yapısında olması ve bu fabrikanın diğer fabrikalara hammadde sağlaması nedeniyle, tüm kompleksin durmasına yol açabilir. Petrokimya komplekslerinde üretim akışının herhangi bir Şekilde kesintiye uğramasının maliyeti çok yüksektir. Bunun nedeni kompleksin yüksek sabit maliyetle çalışması, üretim ve satışların durması ve duran tesisin yeniden devreye alınması maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bir petrokimya tesisinde meydana gelen kazada, en büyük maliyet kalemi zarar gören tesisin yanı sıra üretimin kesintiye uğraması sonucunda oluşan iş kaybıdır.



Petrokimyanın Barındırdığı Tehlikeler ve Kazaya Açık Yapısı:

Petrokimya sektöründe ürünler genellikle zincirleme üretim süreçleri ve yüksek otomasyonun uygulandığı büyük ölçekli tesislerde üretilmekte ve petrokimyasal ürünlerin elde edilmesinde genel olarak sürekli akım teknolojileri kullanılmaktadır. Hammaddeler kapalı bir sistemde, değişik kimyasal reaksiyonlardan geçirilerek nihai ürünlere ve yan ürünlere dönüştürülmektedir.

Son yıllarda kimya, petrokimya ve petrole dayalı endüstrilerde büyük değişim ve gelişmeler yaşanmıştır. Örneğin üretim sürecinde kullanılan basınç ve sıcaklık seviyesi giderek yükselmiş, üretim ve fabrika alanları oldukça büyümüş, tek bir fabrika kapasitesi için 100 bin ton olarak telaffuz edilen ölçekler için bugün 1 milyon ton rakamı mütevazı olarak addedilmeye ve sektörde supersite olarak tabir edilen bir çok fabrikanın entegre bir zincir içerisinde faaliyet gösterdiği büyük üretim kompleksleri oluşturulmaya başlanmıştır. Fabrikalardaki hammadde ve ürün depolama tanklarının hacmi 50 000 m³'e kadar çıkmıştır.

Petrol, kimya ve petrokimya endüstrileri, dünya üzerinde, üretim sektörleri arasında en büyük paya sahip olmalarının yanı sıra, diğer birçok endüstriden çok daha tehlikelidirler. Çünkü bu sektörlerin hammaddeleri, ara ve nihai ürünleri yanıcı ve patlayıcı maddelerdir. Bu özelliği nedeniyle kimya ve petrokimya üretim süreçlerinde sık sık kazalar yaşanabilmekte ve bu kazalar çevre ve insan sağlığı açısından çok büyük boyutlara ulaşabilmektedir.

Petrokimya üretim sürecinde kazaya yol açabilecek olan tehlikeli madde türleri şöyle sıralanabilir:

- Gazlar (Kolay alevlenebilen, zehirli ve basınçlı)
- Sıvılar (Kolay alevlenebilen, zehirli, asitli, alkalin ve kriyojenik dondurucu)
- Katılar (Kolay alevlenen, buharlaşan)
- Paslandırıcı, aşındırıcı ve kimyasal tepkimeye açık maddeler.

Yüksek sıcaklık ve basınç altında devam eden üretim süreci sırasında meydana gelen yangın ve patlamalar bu sektörde en sık rastlanan kaza türleridir.



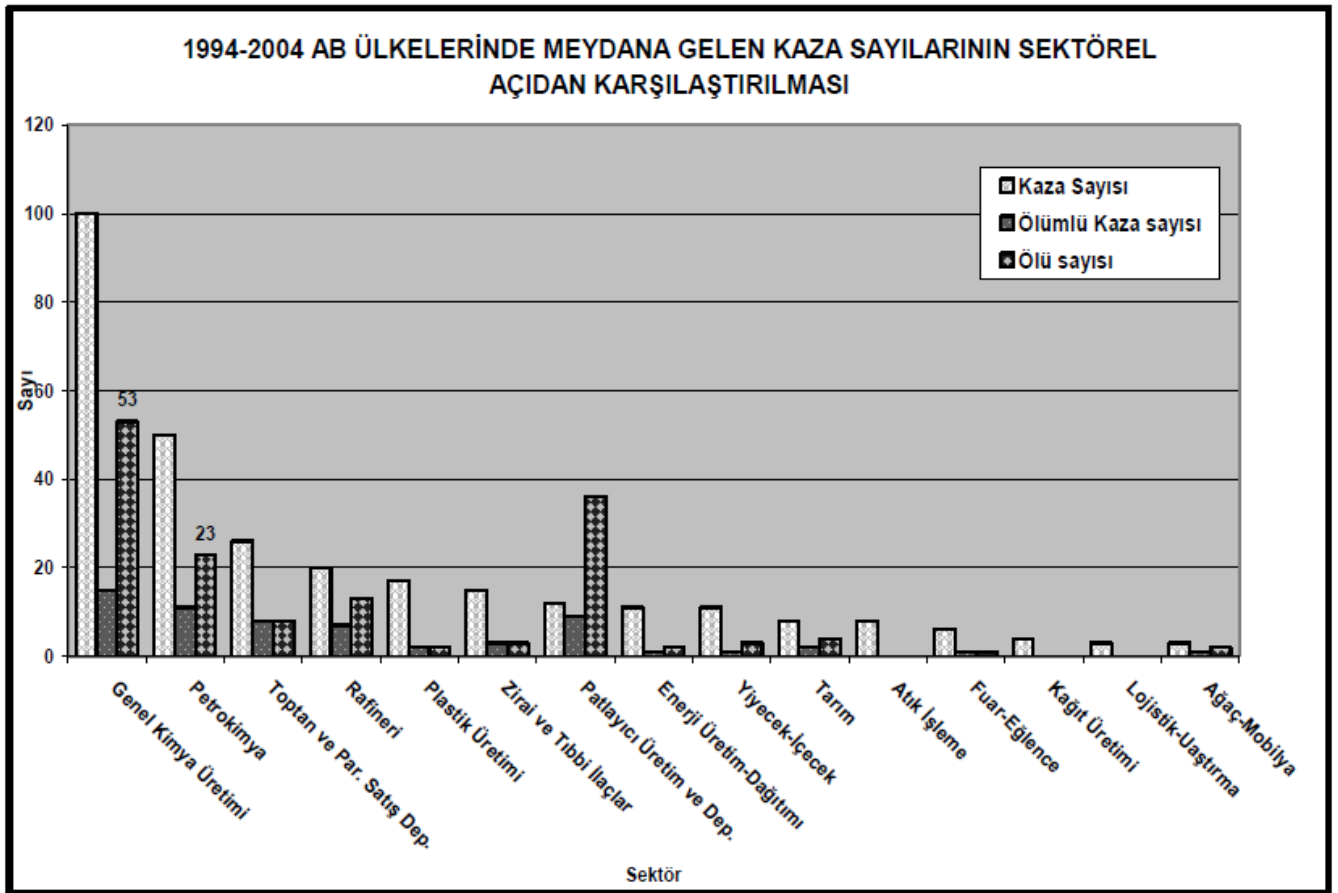
Yanma, herhangi bir maddenin oksijenle birlikte meydana getirdiği ve ısının ortaya çıktığı kimyasal bir reaksiyondur. Yangının meydana gelmesi için, alevlenebilir bir maddenin mevcudiyeti, oksijen ve ateş kaynağı gereklidir. Bir kimyasal maddenin yangına yol açma potansiyeli, o maddenin alevlenebilirlik özelliği dikkate alınarak değerlendirilir. Maddenin alevlenebilirlik özelliğini, parlama noktası, tutuşma limiti, tutuşma sıcaklığı belirler.

Patlama, enerjinin ani ve Őiddetli bir biçimde serbest kalmasıdır. Sürtünme, darbe, vibrasyon, ısı ve ışık etkisi altında stabil olmayan sıvı ve gaz maddelerinin fiziksel genişleme veya kimyasal reaksiyonu sonucu, ani olarak genişlemelerine ve sıcaklık artışına yol açar. Patlamada alev iletimi Öok dalgaları ile olur ve aynı zamanda gaz karışımı kimyasal bir reaksiyon ile yanar. Petrokimya sektöründe en çok gözlenen kaza türlerinden birisidir.

Yangın ve patlamalara ek olarak, kimya ve petrokimya ürünlerinin zehirleyici nitelikleri nedeniyle meydana gelen sızıntılar, nadir de olsa sektörde görülen, ancak diğerleri ile karşılaştırıldığında, doğal felaket benzeri ağır sonuçlar doğuran kaza türüdür. Kimyasal sızıntılar, insan ölüm ve yaralanmalarına ek olarak, diğer canlıların kaybına ve yaşam alanının kirlenmesine de neden olurlar.

Petrokimya Sektöründe Yaşanan Kazalar / Kaza Oranlarının Diğer Sektörlerle Karşılaştırılması:

Kullanılan hammadelerin patlama ve yangına açık yapıları, zehirli içerikleri, yüksek hacimli miktarlarda depolanmaları nedeniyle petrokimya sektöründe meydana gelen kazalar diğer sektörler ile karşılaştırıldığında daha ağır sonuçlar doğurmaktadır.



1994-2004 yılları arasında AB Ülkelerinde meydana gelen kaza sayılarının sektörel açıdan karşılaştırılması grafiği

Grafikte yer alan veriler, kimya ve petrokimya sektörünün içerisinde barındırdığı tehlikeleri ve bu sektörlerde çok sık ve ölümcül kazalar yaşandığının sayısal göstergesidir. 11 yıllık dönem içerisinde meydana gelen toplam 301 kazadan 100'ü kimya sektöründe, 50'si petrokimya sektöründe, toplam 153 ölüm vakasının 53'ü kimya, 23'ü petrokimya sektöründe meydana gelmiştir. Grafikten görüldüğü üzere kimya ve petrokimya sektörleri, incelenen 15 sektör içerisinde meydana gelen ölümlü kaza sayısında da 1. ve 2. sırada yer almaktadır.

AŐađıdaki izelgede, 1994-2004 yıllarını kapsayan 11 yıllık dönem içerisinde MARS Bilgi Bankasına bildirilen kaza türlerinin sektörlere göre dağılımları grlmektedir. Sızıntı, yangın ve patlama olarak 3 kategoride incelenen kazaların tümünde kimya ve petrokimya sektörleri ilk 2 sırayı almaktadır. Meydana gelen 175 adet sızıntının 93', 121 adet yangının 62'si ve 98 adet patlamanın 39'u kimya ve petrokimya sektöründe yaşanmıştır. İstatistikler kimya ve petrokimya sektörünün kazaya açık yapısını ve en çok kazanın meydana geldiği sektörler olduğunu ortaya koymaktadır.

1994-2004 AB ÜLKELERİNDE MEYDANA GELEN KAZA TÜRLERİNİN SEKTÖREL KARŞILAŞTIRILMASI

	Sızıntı	Yangın	Patlama
Genel Kimya retimi	66	36	25
Petrokimya	27	26	14
Toptan ve Perekende SatıŐ Depolama	19	11	10
Rafineri	7	8	11
Plastik retimi	9	6	2
Zirai ve Tıbbi İlaçlar	9	6	5
Patlayıcı retim ve Depolama	0	6	10
Enerji retim-Dağıtımı	8	5	4
Yiyecek-İçecek	8	2	3
Tarım	5	2	2
Atık İŞleme	3	4	3
Fuar-Eğlence	6	1	1
Kağıt retimi	3	2	2
Lojistik-UaŐtırma	1	2	1
Ağaç-Mobilya	0	1	3
Elektronik-Elektrik Mühendisliği	1	1	0
Seramik	1	1	1
İnşaat Mühendisliği	1	0	1
Tekstil-Giyim-Ayakkabı	1	1	0
TOPLAM	175	121	98

1994-2004 yılları arasında AB lkelerinde meydana gelen kaza türlerinin sektörel açıdan karşılaştırılması

Kimya ve petrokimya sektörlerinde meydana gelen kazaların sıklığının yanı sıra, kazaların maddi boyutunun yüksekliği de dikkat çeken diğer bir konudur. YurtdiŐindeki sigorta ve risk danıŐmanlıđı yapan kuruluşlar tarafından, 1970-1999 yıllarını kapsayan 30 yıllık dönem boyunca petrokimya sektöründe meydana gelen kazaların incelenmesi sonucunda, meydana gelen 108 kazada 2000 yılı rakamlarıyla 5.850.300.000 milyar USD zarar meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu rakam mal zararı, enkazın kaldırılması ve temizleme masrafları baz alınarak oluŐturulmuŐ olup, tesisin devre dıŐı kalması sonucu meydana gelen iş kaybı, ölüm ve yaralanmalarla ilgili oluşan maliyet ile yasal harcamalar dahil edilmemiŐtir.

Petrokimya-Kimya Tesislerinde Meydana Gelen Kaza Türleri ve Maliyet Ayrımı 1970-1999			
Kaza Türleri	Kaza sayısı	Ortalama Kayıp\$	%
Patlama	51	50 750 000	47%
Yangın	27	37 200 000	25%
Sızıntı	14	130 600 000	13%
Mekanik Arıza	9	37 200 000	8%
Diğer	7	13 400 000	7%

Petrokimya tesislerinde meydana gelen kaza türleri ve kaza başına ortalama maliyet tablosu (1970-1999)

Meydana gelen kazaların tür ve maliyetlere göre ayrımı üzerinde yapılan çalıŐmada, petrokimya tesislerinde en çok yaşanan kaza türünün toplam kazalar içerisinde % 47 oranı ile patlamalar olduğunu ortaya koymaktadır. Patlamayı % 25 ile yangın, % 13 ile sızıntı, % 8 ile mekanik arızalar takip etmektedir. Diğer yandan, kaza türlerinin yol açtığı maliyet incelendiği zaman, kaza sayısı toplamında patlama ve yangından sonra gelen sızıntının, kaza başına ortalama 130 milyon USD ile en çok kayba yol açan kaza türü olduğu dikkat çekmektedir. Patlama sonucu oluşan kazalarda ortalama kayıp rakamının 50,7 milyon USD, yangınlarda ise 37,2 milyon USD olduğu tespit edilmiştir.



Kimya ve Petrokimya Tesislerinde Meydana Gelebilecek Kazaların Önlenmesine Yönelik Örgütlenme ve Uygulamalar:

1974 yılında İngiltere'nin Flixborough kasabasında yaşanan, 28 kişinin öldüğü, 36 kişinin yaralandığı savaş boyutlarındaki patlama, kimya ve petrokimya sektöründe bir dönüm noktası olmuştur. Bu felaket, kazaların önlenmesine yönelik önem ve ilginin artması ve bu konudaki tedbirlerin alınması gerekliliği

konusunda önce İngiltere'de başlayan ve daha sonra dünya geneline yayılan bir hareketin başlangıç noktasıdır.

Flixborough'dan iki yıl sonra, İtalya'nın Seveso kentindeki bir kimya fabrikasından sızan zehirli gaz sonucunda meydana gelen felaket, kimya ve petrokimya sektöründe meydana gelebilecek kazaların içerdiği tehlike ve boyutları hakkında kamuoyunun bilinçlenmesine yol açmış ve bu tür kazaların önlenmesi için yoğun tedbirlerin gerekli olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Nitekim bu konuda Avrupa Birliği tarafından başlatılan çalışmalar sonrasında kazaların önlenmesine yönelik olarak çıkarılan düzenlemeler Seveso Direktifleri olarak adlandırılmıştır.

Seveso Direktiflerinden sonra kazaların önlenmesi ile ilgili çalışmalar yoğunlaştırılmış, yeni uygulamalar ve düzenlemeler ortaya koyulmuştur. Ancak, Flixborough ve Seveso kazalarıyla, kimya ve petrokimya sektöründe kazaların önlenmesi konusunda uyanış ve yapılan çalışmaların yeterli olmadığı, 1984 yılında yaşanan Mexico City ve Bhopal kazalarıyla görülmüştür. 19 Kasım 1984'te ABD'nin Mexico City şehrinde, sıvılaştırılmış petrol işleme fabrikasında meydana gelen patlama ve sonrasındaki yangın sonucunda 550 kişi ölmüş, 2.000 kişi yaralanmış, 10.000 kişi de evsiz kalmıştır.

Mexico City'den hemen iki hafta sonra, 3 Aralık 1984 tarihinde Hindistan'ın Bhopal kentinde bir kimya fabrikasından gaz sızıntısı sonrasında 2.500 kişi ölmüş, 25.000 kişi yaralanmıştır.

Bu dört büyük kazayı takiben kimya ve petrokimya sektöründe birçok kaza daha yaşanmıştır. Ancak, yaşanan bu dört kaza kimya ve petrokimya sektöründe bir dönüm noktası olmuştur.

Yaşanan büyük kazalar, halkın kimya endüstrisine olan güvenini sarsmakla kalmamış, aynı zamanda, kimya ve petrokimya endüstrisinde büyük kazaların nlenmesine karşı alınan tedbirlerin yeterli olup olmadığı konusunda kendini sorgulamasına yol açmıştır. Bu konudaki teknik gelişme ihtiyacı ve yönetici sistem uygulamalarının eksikliği, dünya genelinde konuyla ilgili eşitli gruplar nezdinde bazı girişimlerin başlatılmasına neden olmuştur. Bu çerçevede, başta Amerika olmak üzere, bireysel olarak ülkeler bazında ve Avrupa Birliği, Amerika kıtası gibi bölgeler bazında kazaların azaltılması ve önlenmesi için kurallar çıkararak, üyelerine gönüllü veya zorunlu yaptırımlar getiren ulusal ve uluslar arası organizasyonlar birbiri ardına kurulmaya başlamıştır.

Kimya ve petrokimya şirketleri öncelikle bölgesel olarak kendi aralarında oluşturdukları kuruluşlarla araştırmalar yapıp, deneyimlerini paylaşarak kazaların nn almaya çalışmışlar, zamanla bölgesel nitelikli gruplar uluslararası organizasyonlara dnmş ve kazaların nlenmesine yönelik uluslararası standartlar oluşturulmuştur.

Kazaların nlenmesi konusunda uluslararası uygulamalardan en belli başlılarından birisi, 1984 yılında Kanada'da kurulan ve 1988 yılında Amerikan Kimya Konseyi tarafından yürütme ve denetleme sorumluluğu üstlenilen l Sorumluluk - Responsible Care - Programıdır. Türkiye'de faaliyet gösteren bir petrokimya tesisi olan Petkim'in de ye olup uyguladığı l Sorumluluk, bugün uluslararası bir standart halini almıştır. ye şirketlerin sürekli olarak sağlık, güvenlik ve evre ile ilgili performanslarını ilerletmelerini, yapılan uygulama ve iyileştirmelerin kamuoyuna açıklanmasını içeren bir programdır. Türkiye'de l Sorumluluk Programı'nın uygulayıcısı Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği'dir.

l Sorumluluktan sonra uygulamaya konulan ve gerek kuralları gerekse uygulama ve denetimi açısından daha katı şartları olan İş Sağlığı ve Güvenliği standardı OHSAS 18001 bu alandaki bir diğer uygulamadır. 1999 yılında İngiliz Standartlar Enstitüsü tarafından uygulamaya konulan OHSAS 18001, sağlığa zarar verebilecek kaza ve diğer etkilerden korunmak ve daha iyi çalışma ortamı sağlamak amacıyla sistemli ve bilimsel bir şekilde tehlike ve risklerin belirlenmesi ve önlemlerin alınmasını amaçlamaktadır. OHSAS 18001 standardı, 2001 yılında TSE tarafından kabul edilerek TS 18001 olarak yayınlanmıştır.

Bir diğer uluslararası standart, ABD İŞ ve İŐçi Güvenliği tarafından 1989 yılı Ekim ayında Philips Petrokimya tesisinde meydana gelen kazanın etkisiyle 1992 yılında uygulamaya koyduğu PSM Standartıdır. Petrokimya, kimya ve petrol Őirketleri için getirilen PSM standardı ABD kökenli olmasına rağmen, ABD dıŐından birçok Őirket ve kuruluş gönüllü olarak bu standartı uygulamaktadır. Büyük hasarlı kazaların ve felaketele yol açabilecek sızıntıların olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, doğabilecek tehlikelerin kontrol altına alınması ve belirlenmesi için iş sürecinin doğurabileceği tehlikelerin analizinin yapılmasını amaçlar. Bu amaca ulaŐabilmek için kullanılan ve depolanan kimyasal maddelere sınırlamalar getirir.

ABD'de kurulan ve bugün ABD dıŐından birçok Őirket ve kuruluŐun yesi olduğu Ulusal Petrokimya ve Rafinericiler Birliği (NPRA), petrokimya alanındaki örgütlenmenin en önde gelenlerinden birisidir. NPRA, yesi bulunan Őirketlerin yaŐadıkları kaza ve kayıpları düzenli olarak kaydeder, kazaların nedenlerini araŐtırarak raporlar hazırlar ve bu raporlara dayanarak genel standart ve kurallar oluŐturup, üyelerinin bunlara uyumunu takip eder. eŐitli konularda konferans ve toplantılar düzenleyerek üyelerini bilgilendirir.

NPRA dıŐında, CEFIC, APPE, European Chemical Agency diğer uluslar arası nitelikli organizasyonlardır. Bu kuruluşlar kazaların önlenmesiyle ilgili faaliyetlerinin yanı sıra, ticari içerikli faaliyetlerde de bulunmaktadır.

Diğer yandan, yaşanan kazaların incelenerek, ders alınıp aynı tür kazaların oluŐmaması için sektör içerisinde kazaların kayıt iŐlemini yapan birçok bilgi bankası oluşturulmuştur. Bunlardan en başta geleni Seveso Direktifleri ile oluŐturulan AB genelindeki kazaların kaydını içeren MARS Bilgi Bankasıdır. NPRA Bilgi Bankası NPRA yesi Amerikan ve uluslararası kuruluŐların kaza kayıtlarını bulundurmaktadır. CONCAWE ise Avrupa ile sınırlı olup sadece petrol, kimya ve petrokimya tesisi kazalarını içerir. Bunlar dıŐında İngiltere'de MHIDAS, Holanda'da FACTS, Almanya'da ZEMA ve Fransa'da ARIA gibi Ükelere özgü bilgi bankaları mevcuttur.

Türkiye'de petrokimya ve kimya alanında kazaların nlenmesine yönelik olarak tam üyelik hedefi çerçevesinde yürütülen AB mevzuatının Türk mevzuatına aktarılması çalıŐmalarıyla oluŐturulmuŐ ikincil mevzuat yürürlüktedir. Bunlar 4857 sayılı İŞ Kanunu hükümlerine dayalı olarak, 26.12.2003 tarihinde yürürlüğe giren "Kimyasal Maddelerle alıŐmalarda Sağlık ve

Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, “Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik”, 16.06.2004 tarihinde yürürlüğe giren “Ağır ve Tehlikeli İşler Yönetmeliği” 26.12.2008 tarihinde yürürlüğe giren “Kimyasalların Envanteri ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik” ve “Tehlikeli Maddeler ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkındaki Yönetmelik”tir.

Çevre ve Orman Bakanlığı bünyesinde kimyasal maddelerin sınıflandırılması için bir bilgi bankası 2008 yılında oluşturulmuştur. Ancak Türkiye’de meydana gelen kazaların kaydedilmesiyle ilgili kimya ve petrokimya sektörüne özel bir bilgi bankası bulunmamaktadır. Türkiye’de ve özellikle dünyada, kimya ve petrokimya sektörünün ve bu sektörde meydana gelen kazaların çevre kirliliğine etkileri açısından birçok çalışma yapılmaktadır.

Yapılan araştırmalarda, geçmiş dönemlerde Türkiye genelinde, kimya ve petrokimya sektöründe kazaların önlenmesi amacıyla yapılan çalışma sayısının çok sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Günümüzde İş Güvenliği uygulamalarının zorunlu hale gelmesi ve bu konudaki denetimleri artması ile kaza istatistikleri daha düzenli tutulmakta, gerçekleşen riskler kayıt altına alınmakta ve alınması gereken önlemler üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Kimya ve Petrokimya Tesislerinde Risk Değerlendirmesi:



Kimyasal maddelerle çalışılırken güvenliğin sağlanması ve gerekli tedbirlerin alınabilmesi için üzerinde çalışılan kimyasal maddenin özelliklerinin, zararlarının ve tehlike boyutunun, nerede ve kim tarafından kullanılacağına bilinmesi en önemli faktörlerdir.

Kimyasal madde üzerinde çalışan ve kimyasal madde kullanan kuruluşlar ve kişiler, sorumlu oldukları konularla ilgili en yüksek standartları sağlamalı ve kazaları önlemek için bu konudaki mevzuat ve uygulamaları en ince ayrıntısına kadar öğrenmeli ve kendi süreçlerinde uygulamaya geçirmelidirler.

Kazaların önlenmesinde, güvenlik, sağlık ve çevre konusunda yüksek standartların sağlanması, yönetim kadrosunun bu konuya inancı ve uygulamalar hususunda öncülük etmesi önemli bir rol oynamaktadır ki, sonuçta tüm bu unsurlar bütün olarak başarılı bir uygulama örneğini doğurur.

Kimya sektörünün sahip olduğu tüm teknik imkanlara rağmen, tahmin kabiliyeti sınırlıdır. Sektördeki tesisler çoğunlukla etki - iyileŐtirme yöntemiyle iŐletilmekte, bu kadar yüksek teknolojinin kullanıldığı kimya fabrikalarında emniyet tedbirleriyle ilgili iyileŐtirme ve gelişmeler, kazalar meydana geldikten sonra kaza sonuçlarına tepki olarak yapılmakta, yaşanan her büyük kazanın bir ders olarak nitelendirilmesi ile bir daha bu tür bir kazanın yaŐanmaması için yeni prosedürler geliŐtirilmekte, hatta iş akışında deđiŐiklikler yapılmaktadır.

Kazaların önlenmesine ilişkin hareket planı, bir fabrikanın kuruluş aŐamasında nasıl dizayn edilmesi gerektiğinden, bakım ve onarım prosedürüne, tehlikeli maddelerin taŐınmasına, kontrolüne, stoklanmasına, kontrol sisteminin oluŐturulmasına, yönetim ve insan faktörünün önemine kadar kazaların oluŐumunda payı olabilecek tüm unsurları göz önünde bulundurularak hazırlanmalıdır.

Basit bir üretim sürecine sahip olan bir fabrikada görsel denetimle veya dikkatli bir gözlemlerle emniyet tedbirlerinde iyileŐtirme sağlanabilir. Ancak, bu yaklaşım teknolojik açıdan ileri üretim süreçleri için yetersizdir.

Bakım-onarım, yeni tesisin devreye alımı, stok tankları, sızıntılar, borulardaki hatalar, statik elektrik, yanlış malzeme kullanımı, insan hataları faktörlerin tümü, risk değerlendirmesi sırasında ayrı ayrı değerlendirmeye alınması gereken hususlardır.

Doğrudan ve dolaylı maliyetlerden oluşan endüstriyel kaza maliyetlerinde, doğrudan maliyet kolaylıkla belirlenebilmekte, ancak dolaylı maliyetin belirlenmesinde zorluklar yaŐanmaktadır. Kaza sonucunda azalan kapasite, üretimde yavaŐlama, kaza geçiren işçinin yerine yeni işçinin yerleŐtirilmesi ve eğitimi, orta düzey yöneticilerin kazanın soruŐturma ve araŐtırması için harcadıkları zaman, en üst yöneticinin harcadığı zaman gibi unsurlar dolaylı maliyet kalemlerini oluŐturmakta, bu unsurlara verilecek ağırlıklı oranlarla, dolaylı maliyet hesaplanabilir duruma gelmektedir.

Kimya ve petrokimya sektörlerinde kaza ve kayıpların önlenmesi için aŐağıdaki unsurları içeren, risk yönetimi bazlı sistematik bir yaklaşımın uygulanması önerilmektedir:

- Öncelikle yapılan işle ilgili tüm araç, gereç, faaliyetler, bilgiler, raporlar incelenerek kurum içerisinde risk oluşturabilecek unsurlar belirlenmelidir.
- Daha sonra risk oluşturduğu belirlenen her unsurun yaratabileceği risk ve tehlike derecesi değerlendirilmeli ve kritik olarak belirlenen bir kaç unsur “öncelikli” listesine alınmalıdır.
- Bir sonraki aşamada, öncelikli olarak belirlenen unsurlar için riski önleme ve yönetmeye ilişkin plan yapılmalıdır. Plan riskin yok edilmesini, risk unsuru taşıyan iş akışının veya iş yerinin değiştirilmesini, yeniden düzenlenmesini veya sigorta, leasing, taşeron kiralama gibi yöntemlerle riskin transferini içerebilir.
- Plan, gerekli eğitimler verilerek, yönlendirmeler yapılarak veya gerekli araç gereçler temin edilerek uygulamaya geçirilmelidir. Uygulanmaya başlanan plan sürekli gözetim ve denetim altında tutulmalı, iş ortamına uymayan kısımlar yeniden değerlendirilerek, düzenlenmelidir.

Birden çok üretim birimini içinde barındıran petrokimya komplekslerinde veya rafinerilerde, kazaların önlenmesine yönelik risk değerlendirmesi 3 aşamada yapılabilir:

- Risk Taraması olarak adlandırılan birinci aşama, sayısal bazlı risk değerlendirme çalışmasının önemli ölçüde zaman ve insan kaynağı gerektirdiği ve büyük bir sanayi tesisinin her ünitesinde bu tür bir çalışmayı gerçekleŐtirmenin güç olduğu durumlarda, sadece tesisin en tehlikeli olduğu düşünölen bölümlerine odaklanan, sahada inceleme yapılmaksızın eldeki mevcut verilerle gerçekleştirilen bir çalışmadır.
- İkinci aşama değerlendirme ise, sahada yapılacak incelemelerle mevcut risk değerlendirme tekniklerinin birlikte uygulandığı, Yarı Sayısal Risk İnceleme olarak belirtilmiŐtir. Bu tür incelemelerde iş akışındaki tehlikeler, iş akışı güvenliği sistemleri, yangın güvenliği, acil müdahale cihaz ve programları, vb. gibi unsurlar araştırılarak büyük risklerin tespit edilmesi ve en büyük riskin azaltılmasına yönelik tedbirler alınarak kaynakların buraya yöneltilmesi gerekmektedir.

- Üçüncü aşama ise, yaralanma, ölüm, mal kaybı gibi istenmeyen durumlara yol açabilecek tehlikelerin ayrıntılı bir şekilde değerlendirmesini içeren Sayısal Risk Değerlendirmesidir.

Risk değerlendirme genellikle bir fabrika veya reaktör gibi tek bir üretim birimde gerçekleştirilir. Riskin belirlenmesi, risk derecelendirmesi, sıklık analizi, tehlikenin boyutu ve maliyetinin belirlenmesine yönelik tehlike analizi gibi unsurları detaylı olarak incelenir. Belirlenen riskler sonuçlarına göre kategorilere ayrılır ve bir matris üzerinde gösterilir. Matris üzerinde ayrıca ne sıklıkla yaşanabileceğini gösteren bir sütun da yer alabilir. Risk açısından öncelikler belirlendikten sonra riskin doğuracağı tehlikenin yaşanması durumunda zararın maddi boyutunu gösteren bir değerlendirme de ayrıca yapılır.

Küçük kimyasal tesislerde yapılacak bir tehlike analizinde aşağıda belirtilen hususlar yer almalıdır:

1. Tehlikeli kimyasalların belirlenmesi
2. Tehlike yaratan özelliklerin belirlenmesi
3. Sağlık ve çevre üzerindeki etkilerin belirlenmesi
4. Tehlikeli olay ya da durumların belirlenmesi
5. Proses, depolama ve taşıma alanlarındaki potansiyel tehlikelerin belirlenmesi



Riskin Azaltılması / Alınabilecek Önlemler:

- Tesisteki binaların dizaynının ve kullanılan yapı elemanlarının üretim prosesine ve kullanılan kimyasal maddelerin özelliklerine uygun olması gerekmektedir. Çevre binalar ile olan mesafeler ve bina içerisinde tehlike arz eden birimlerin yangın duvarları ile ayrılmış olması önemli hususlardır.
- Depolamanın üretimden ayrı bir alanda ve doğru şekilde yapılması gerekmektedir.

- DCS (Distributed Control System – Bilgisayarlı Kontrol Sistemi), fabrika üretim sürecini bilgisayar vasıtası ile kontrol eder, herhangi bir arıza veya üretim akışında anormallik durumunda, operatörü otomatik olarak uyarır. Pahalı bir sistem olmasına rağmen, kazaların önlenmesi ve kaza anında hasarın en aza indirilmesinde etkin bir role sahiptir.
- Fabrika içerisindeki sistemlerin kaza anında güvenli bir şekilde kapatılmasını sağlamak amacıyla, DCS sistemleri ile birlikte kesintisiz güç kaynağı ve jeneratör sistemleri kullanılmalıdır.
- Bu tür işletmelerde, fabrikaların işletilmesi ve üretim akışı fabrika içerisinde yer alan kontrol odasından idare edilir. Herhangi bir kaza anında, kontrol odasındaki personelin zarar görmemesi ve kazaya müdahale edilebilmesi için kontrol odalarının patlamaya ve basınca dayanıklı malzemeden inşa edilmesi gereklidir.
- Kimya ve petrokimya tesislerinde, statik enerjinin deşarjını sağlayan ESD (Elektro Statik Deşarj) sistemleri bulunmalıdır.
- Sızıntı kaynağı olarak görülen noktalara gaz sızıntı ve yangın dedektörleri yerleştirilmelidir.

Dedektörler elektronik kontrol sistemlerini destekleyici araçlar olup, erken uyarı sağlarlar. Dedektörlerden gelen sinyaller, dedektörün ilgili olduğu fabrikanın kontrol odasına iletilmekte ve yangın-gaz panelinden izlenmektedir.

Gaz sızıntı ve yangın dedektörlerinin sayıları ve yerleştirildikleri noktalar, bir kaza anında hasar boyutunun minimum ölçüde kalması için çok büyük önem taşımaktadır.

- Tesis içerisinde ihtiyaca uygun özelliklerde hidrant hattı kurulması, üretim proseslerinde kullanılan madde tipine uygun yangın söndürücülerin bulundurulması, genel uyarı ve siren sistemleri ile yangın alarm ve ihbar butonlarının kurulması ve yangın sistemlerinin aktif tutulması için düzenli kontrollerin yapılması gereklidir.

- Tesis içerisinde çalışan personele düzenli eğitimler verilmelidir.
- Tehlike arz eden iŐlerin yapılması özel izne tabi olmalı, bu işlemler deneyimli personeller tarafından gerçekleŐtirilmelidir.
- Kaynak ve kesme çalıŐmaları sırasında, yangın hidrantı olmayan ve yangın çıkma riski olan yerlerde yangın emniyeti alınması sağlanmalıdır.

Kimya / Petrokimya Tesisleri İçin Dikkate Alınması Gereken Hasar Maliyetleri:

Bir tesiste hasar maliyetlerine ilişkin bir öngörü oluŐturulabilmesi için öncelikle önceki dönemlerde meydana gelen hasar frekansının değerlendirmeye alınması gerekir. Bu aşamada aŐađıdaki hususların göz önünde bulundurulması fayda sağlayacaktır:



1) Kaza Sayısı ve Kayıp İŞ Günleri:

Kayıp iş günü, geçici veya sürekli iş göremezlik ve maluliyetle sonuçlanan kazalar sonrasında, olay gününden istirahat sona erip çalıŐılmaya baŐlanılan güne kadar geçen çalıŐılmayan iş günü sayısının toplamıdır.

2) Kazaların Meydana Gelme Sıklığı ve Ağırlığı Açısından Değerlendirilmesi:

a) Kaza sıklık oranı:

Kaza sıklık oranı, takvim yılı içerisindeki ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmaların toplam sayısının, aynı yıl içerisinde referans grupta yer alan iŐçilerin çalışma saatlerinin toplamına bölünmesiyle elde edilen değerin 1.000.000 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır. alıŐan sayısı ve çalışma saati fazla olan büyük Őirketlerde, kk Őirketlere oranla daha fazla sayıda kaza meydana gelir. Bu nedenle toplam çalışma saatini dikkate almaksızın sadece kaza sayısı ile bir karşılaştırma yapmak yanıltıcı olabilmektedir.

Kaza sıklık oranı, baz alınan yıl içerisinde ne kadar sıklıkla kaza olduğunu gösterir ve diğer yıllarla karşılaştırma yapmaya imkân verir. Ayrıca aynı sektörde faaliyet gösteren Őirketlerin güvenlikle ilgili performanslarını karşılaştırmak için çok sık kullanılan bir yöntemdir. Kaza sıklık oranı aŐağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Kaza Sıklık Oranı} = \text{Kaza Adedi} \times 1.000.000 / \text{Toplam Fiili Çalışma (saat)}$$

b) Kaza ağırlık oranı:

Kazalar sonucunda çalışanların kazaya bağılı olarak iŐbaŐı yapamamaları nedeniyle iş günü kaybı meydana gelmektedir. Kayıp iş günlerine ait istatistiklerin daha iyi değerlendirilmesi ve yıllar itibariyle birbirleriyle karşılaştırabilmelerinin olanaklı hale getirebilmesi için, kaza sıklık oranına benzer olarak, kaza ağırlık oranı kullanılmıŐtır. Kaza ağırlık oranı, takvim yılı içerisinde ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmalardan dolayı toplam kayıp gün sayısının, aynı yıl içerisinde referans grupta yer alan iŐçilerin çalışma saatlerinin toplamına bölünmesiyle elde edilen değerin 1.000 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır. Bir firmada, kaza sayısının az olması, meydana gelen kazaların maliyetinin düşük olduğunu göstermez. Kazalarda meydana gelen ağır yaralanma ve ölüm vakaları sonucunda iş gücü kaybının değerlendirilmesi kaza ağırlık oranı ile yapılır. Kaza ağırlık oranı aŐağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Kaza Ağırlık Oranı} = \text{Kayıp İŞ Günü} \times 1.000 / \text{Toplam Fiili Çalışma (saat)}$$

c) İŞ kazası risk oranı:

Bir iŐletmede iş kazası riski, bir önceki yılda iŐletme için hesaplanan iş kazası hızına eŐittir. İŞ kazası hızı takvim yılı içerisindeki ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmaların toplam sayısının, aynı yıl içerisinde referans grupta yer alan çalışan toplam sayısına bölünmesiyle bulunur.

$$\text{İŞ Kazası Hızı} = \text{İŞ Kazası Sayısı} / \text{Toplam Çalışan Sayısı}$$

Kazaların Maliyeti:

Kimya ve petrokimya Őirketlerine özgü, kitlesel ölüm ve yaralanmalara sebep olan hasarlar, daha çok patlama, gaz sızıntısı ve iş kazaları şeklindedir. Bu sektörde meydana gelen kazalar yıllar itibariyle incelendiği zaman, tesisin ilk çalışmaya başladığı yıllarda yapılan tehlikeli nitelikte iş sayısı oldukça az olmasına rağmen kaza sayısının yüksek olduğu, sonraki yıllarda ise tehlikeli iş sayısı artmasına rağmen hem oransal, hem de sayısal olarak kaza sayısında düşüş gözlemlenmektedir. Bu durum, tesisin çalışmaya başladığı yıllarda çalışanların deneyim eksikliğinden ve genellikle ilk yıllarda kazaların önlenmesine yönelik bilinçlenmenin oluşmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer yandan, verilen eğitimler kaza sayısının azaltılmasında önemli bir etkidir.

Meydana gelen kazaların, tesisler içerisinde mevcut birimlere dağılımı üzerine yapılan inceleme sonucunda en çok kaza yaşanan birimlerin bakım birimleri olan Mekanik Bakım ve Elektrik - Enstrüman Bakım birimleri olduğu tespit edilmiştir. Bu durum insan faktörünün kazalardaki önemini göstermektedir.

Bugüne kadar gerek ölkemizde gerekse diğer ölkelerde yapılan çalışmalarda iş kazalarından doğan maliyetlerin iki ana grupta toplandığı görölmektedir. Bunlardan birisi direkt (dolaysız) maliyet diğer indirekt (dolaylı) maliyet olarak ifade edilmektedir. Bazı incelemelerde, direkt maliyet deyimi yerine görünür, bilinen (hesaplanabilen) maliyet veya sigortalanmış maliyet terimi, indirekt maliyet deyimi yerine bilinemeyen, görünmez (gizli-hidden costs), hesaplanması güç maliyet veya sigortalanmamış (the noninsurable) maliyet terimi kullanılmaktadır.

Direkt maliyet terimi; kısaca kolay hesaplanabilen belli para miktarlarını gösteren kaza maliyetlerini (ödenen tazminatları, tedavi giderleri, iş günü kaybı ücretleri, hasar gören tesis veya malzemenin yenileme bedeli v.b) anlatmaktadır.

İndirekt maliyetler ise belli para miktarlarını ifade etmez. Daha çok işin yapımı esnasında meydana gelen kaza nedeniyle maliyetlerinin artmasına neden olan dolaylı unsurlar anlamına gelmektedir. Bu yüzden, direkt maliyetler kesin sonuca yakın bir doğrulukla belirlenebilmesine karşın, indirekt maliyetlerin hesaplanması zordur. Bu çerçevede iş kazaları sonucunda oluşan maliyeti 2 gruba ayırmak mümkündür.

1) Görünür Maliyet:

- ❖ Kaza anında yapılan ilk yardım masrafları
- ❖ İş günü kayıpları
- ❖ Kazalıya ödenen geçici ve sürekli iş göremezlik ödenekleri
- ❖ Gerekli dinlenme süreleri için ödenen ücretin üçte ikisi

2) Görünmeyen Maliyet:

- ❖ Kaza nedeniyle kesintiye uğrayan üretim kaybının maliyeti
- ❖ Birlikte çalışanların kazadan dolayı korku veya psikolojik nedenlerle üretimde verim kaybı
- ❖ Kazalının yerine alınan işçinin işe uyumunda oluşan verim kaybı
- ❖ Malzeme, ekipman veya tesisin kaza nedeniyle hasara uğraması sonucu üretimin kesintiye uğraması
- ❖ Kaza nedeniyle üretimde oluşan kalite bozukluğunun maliyeti
- ❖ Kazada yaralanan işçinin iyileşip iş başı yaptıktan sonra veriminin düşmesinden dolayı oluşan maliyet
- ❖ Meydana gelen iş kazasının zorunlu kıldığı “fazla mesainin” maliyeti
- ❖ Kazanın gerektirdiği düzenlemeleri yapan yöneticilerin harcadığı zamanın ücretlerine yansıyan maliyeti.

Yapılan incelemeler sonucunda kazaların görünmeyen maliyetlerinin, görünen maliyetin 4 - 6 katı olduğu belirtilmektedir.

Hasar Maliyetleri;

1) **Üretim ve sermaye kayıpları:**

Kayıp üretim ve işi durdurması maliyeti, hasarlı ekipmanın tamir maliyeti, hasarlı ekipmanı değiştirme maliyeti, geçici ekipman kiralama maliyeti, binaların tamir maliyeti, önemli bir kazayı takiben sigorta kurumları incelemesi sonucu artan sigorta primleri maliyeti, üretimin ve depolama yerlerinin geçici olarak başka alanlara kaydırılması, pazar payında düşme, taşımacılık maliyeti.

2) Personel Maliyetleri:

Hasta ve istirahatli personel 3demeleri, geçici veya devamlı personel değiştirme maliyeti, kısa vadeli taşeron kiralama maliyeti, 3retken olmayan personelin tesis duruŐlarından dolayı kayıp zaman maliyeti, personelin başka 3retim alanlarına transfer maliyeti, ilave eğitim gereklilikleri ile ilgili maliyetler.

3) M3dahale-Sağlık-AraŐtırma Maliyeti:

Kaza sırasında ve takip eden g3nlerde, ambulans hizmetleri, hastane masrafları, sağlık destek maliyeti ve uzun d3nem sağlık izleme maliyeti, kaza keŐif ve tespit maliyeti, diğer acil servisler destek maliyeti, kamuoyunu bilgilendirme maliyeti, yasal soruŐtırma ve adli maliyetler, mahkeme için hazırlık maliyeti, sağlık emniyet evre araŐtırma maliyeti, saha muayene ve denetim maliyeti, uzman araŐtırma maliyeti, kamuoyu araŐtırma maliyeti, kimyasal bir sızma veya dağılmayı m3teakip toksikolojik araŐtırma maliyeti, kaza sonrası evre temizlik maliyeti, yerel halkın kaza sonrası tahliye, destek ve geçici iskan maliyeti.

4) G3zden Geçirme Maliyeti:

Kaza oluŐum sebepleri ile ilgili kaza prosed3rlerinin g3zden geçirilmesi, tedarikçi-taşeron faaliyetleri dahil acil durum prosed3rlerinin g3zden geçirilmesi maliyeti.

5) Yasal Maliyetler:

Tazminatlar, cezalar, mahkeme maliyeti.

6) KomŐu Firmalara Verilen Zarar Maliyeti:

Kaza sebebi ile komŐu firmalara verilen zararın maliyeti; geçici yol kapanması, komŐu tesisin kapatılma gereği ve/veya komŐu tesis personelinin tahliyesi ile ilgili maliyetler.

Sonuç olarak;

Olası kazalar ve sonuçları bakımından büyük ölçüde risk teŐkil eden Petrokimya tesislerinin sigortalanması aŐamasında, özellikle sahip olunması gereken standartların ve buna bağlı güvenlik önlemlerinin tesisteki uygulama Őeklinin değerlendirilmesi, hasar maliyetlerinin göz önünde bulundurulması ve sigortalanma talebinin bu çerçevede ele alınması gerekmektedir.

Yangın ve infilak için riskin muafiyet ve koasürans yolu ile devredilebilir boyutu, diğer sektörlere oranla doğal olarak daha yüksek olacaktır.

EKOL EKSPERTİZ MÜHENDİSLİK GRUBU

AyŐe Nazlier Efetrk Ekspertiz - Mühendislik / Yangın / Kredi Finans

Ayça Őener Ekspertiz - Mühendislik / Kimya Yüksek Mühendisi / İŞ Güvenliği Uzmanı

Hüseyin Kaycı Ekspertiz - Mühendislik / Tarım Makinaları Mühendisi

Zhre Tamer Risk ve Hasar Yönetmeni - Hasar Uzmanı

Ali Ömer Yıldır Risk ve Hasar Yönetmeni - Uzman / Otomotiv ğretmeni

Erdim Dalkılıç Risk ve Hasar Yönetmeni - Uzman / Makine Mühendisi

Berk BaŐar Risk ve Hasar Yönetmeni - Uzman / Endüstri Mühendisi

Efe Eroğlu Risk ve Hasar Yönetmeni - Uzman / Makine Mühendisi

Sinan Deniz Risk ve Hasar Yönetmeni - Hasar Uzmanı

Bu bülten, konuyla ilgili eŐitli kaynaklardan derlenen bilgiler ile hasar ve risk alanındaki tecrübelerimiz çerçevesinde hazırlanmıŐ olup, kendi görüŐlerimizi içermektedir.