



Petrol Rafinerisi

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

*Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın
Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi*

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. HAM PETROL İŞLEME.....	2
2.1. Ham Petrol Distilasyonu	4
2.2. Hafif Nafta İşleme	6
2.2.1. Unifiner Ünitesi.....	6
2.2.2. İzomerizasyon Ünitesi.....	6
2.3. Ağır Nafta İşleme	7
2.3.1. Unifiner Ünitesi.....	7
2.3.2. Reformer Ünitesi	8
2.3.3. Benzen Giderme Ünitesi.....	8
2.4. Nafta Merox Ünitesi	8
2.5. Kerosen ve Dizel İşleme.....	8
2.5.1. Kükürt Giderme Ünitesi	8
2.5.2. Kerosen Merox Ünitesi	9
2.6. Ağır Vakum Yağı İşleme	10
2.6.1. Termal Kraking Ünitesi	10
2.6.2. Hidrokraking Ünitesi.....	10
2.6.3. Akışkan Katalitik Kraking (FCC) Ünitesi.....	11
2.7. FCC Benzini İşleme.....	12
2.7.1. FCC Benzini Kükürt Giderme Ünitesi	12
2.8. LPG İşleme	13
2.8.1. Amin Ünitesi	13
2.8.2. LPG Merox Ünitesi	13
2.9. Vakum Distilasyonu Dip Ürünü İşleme-Visbreaker Ünitesi	14
2.10. Propan-Bütan Ayırma	15
2.11. Koklaştırma	15

2.13. Hidrojen Üretimi.....	17
2.12. Gaz Temizleme- Amin Rejenerasyonu.....	18
2.13. Kükürt Üretimi Ünitesi.....	18
2.14. Kirli Nafta İşleme	19
2.15. Baz Yağları Üretimi	19
2.16. Dolum ve Depolama Tesisleri	22
2.17. Fleyr	23
2.18. Yardımcı Tesisler (Buhar Elektrik Üretim/Kazan Besleme Suyu/Yakıt Sistemi).....	23
3. EMİSYON KAYNAKLARI	24
3.1. Enerji (buhar ve elektrik) üretim tesisleri.....	24
3.2. Fırın bacaları	24
3.3. Fleyrlar	24
3.4. Proses Emisyonları.....	25
3.5. Depolamadan ve Üretimden Kaynaklanan Kaçak Emisyonlar.....	25
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ.....	26
5. ÖLÇÜM VE İZLEME.....	27
6. KAYNAKLAR.....	28

1. GİRİŞ

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için hazırlanan ve T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen “Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi” kapsamında hazırlanan bu Sektörel Uygulama Kılavuzları dizisi, sanayi tesislerindeki emisyon kaynaklarının ve bu kaynaklardan atmosfere verilen emisyonların belirlenmesi, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile bu emisyonların önlenmesi/azaltılması amacıyla ilgili sanayi tesisi çalışanları ve Bakanlık çalışanlarına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kılavuzlarla;

- Bakanlık merkez ve taşra teşkilatları tarafından yürütülen tesis inceleme, kontrol ve denetim işlemlerinin kolaylaştırılması ve ülke çapında eş uygulamanın sağlanması,
- Sektördeki tesisler ile bunlara ölçüm hizmeti veren kurum ve kuruluşların ölçüm/izleme çalışmalarında uygulama birliğinin sağlanması,
- Tesislerin izin ve denetim süreçlerinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na yapacakları beyanlarda veri kalitesinin yükseltilmesi,
- Tesislere emisyon azaltma ve kontrol çalışmalarında yardımcı olunması hedeflenmektedir.

Ham petrolün işlendiği rafinerileri ele alan bu kılavuz kapsamında, öncelikle sektörde yaygın olarak kullanılan üretim süreçleri tanıtılmış, daha sonra bu süreçlerde emisyon oluşumuna neden olan kaynaklar belirlenmiş, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile emisyon azaltım teknikleri konusunda bilgiler verilmiştir.

2. HAM PETROL İŞLEME

Rafinasyon işleminin amacı doğal ham madde olan ham petrolü satılabilir ürünlere dönüştürmektir. Rafinerilerden elde edilen ürünler, arabalar, kamyonlar, uçaklar, gemiler ve diğer taşıtlar için yakıt, sanayi, ticari ve evsel kullanım için ısı ve enerji üretimi için yakıt, petrokimya ve kimya endüstrisi için hammadde, yağlama yağları, parafinler/mumlar ve bitüm gibi özel ürünler, yan ürün olarak enerji, ısı (buhar) ve güç (elektrik) olarak gruplandırılabilir.

Petrol ürünlerinin üretimi için, hammaddeler farklı damıtma tesislerinde işlenir. Ham petrolü, destekleyici birimler ve tesisler yardımıyla ürünlere dönüştüren bu işleme birimlerinin kombinasyonuna rafineri denir. Ürün türüne yönelik piyasa talebi, mevcut ham kalite ve yetkililer tarafından belirlenen şartlar, bir rafinerinin boyutunu, yapılandırmasını ve karmaşıklığını etkiler. Bu faktörler bölgeden bölgeye değiştiği için rafinerilerin tesis yapıları da farklılık göstermektedir.

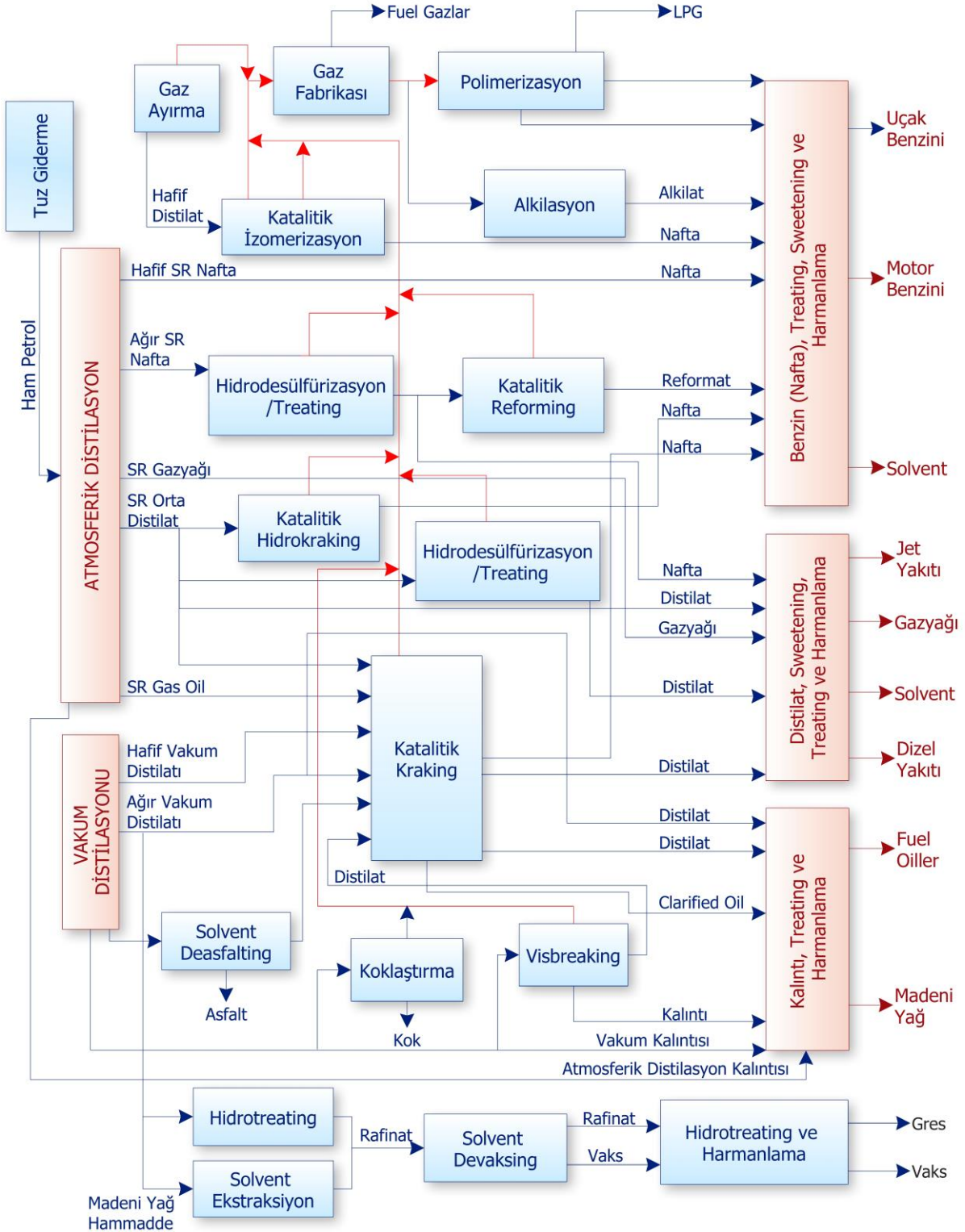
Rafinerilere ait temel üretim bölümleri, proses üniteleri ve yardımcı tesislerdir. Bunlara ek olarak bazı rafinerilerde yağlama yağları üretilen baz yağı kompleksi, petrokimya veya aromatik hammaddesi üretilen tesisler de mevcuttur.

Rafineri kompleksinin ana bölümleri, hampetrol ve vakum distilasyon ünitesi, LPG amin ünitesi, nafta hidrodesülfürizer, izomerizasyon ve reformer ünitesi, kerosen ve dizel hidrodesülfürizer ünitesi, kerosen merox ünitesi, propan-bütan ayırma ünitesi, kükürt geri kazanım ünitesi, katalitik kraking ünitesi, hidrokraker ünitesidir.

Yukarıda belirtilen proseslere ek olarak baz yağı üretiminin bulunduğu rafinerilerde propane deasfaltering ünitesi, furfural ekstraksiyon ünitesi, devaksing ünitesi ve ferrofining ünitesi de bulunabilmektedir.

Yardımcı tesislerde rafineri ünitelerinde gerekli olan buhar, soğutma suyu, proses ve enstrümanlar için enstrüman havası, elektrik, kazan besleme suyu üretimi yapılır. Ayrıca, rafineriye gelen ham madde, ara madde ya da son ürünlerin alındığı/depolandığı/satıldığı, deniz dolum, kara dolum, vagon dolum tesisleri ve depolama tankları da bulunmaktadır.

Ham petrolden petrol ürünleri üreten rafinerilerde bulunan üniteler ve son ürünler Şekil 1'de verilmiştir.

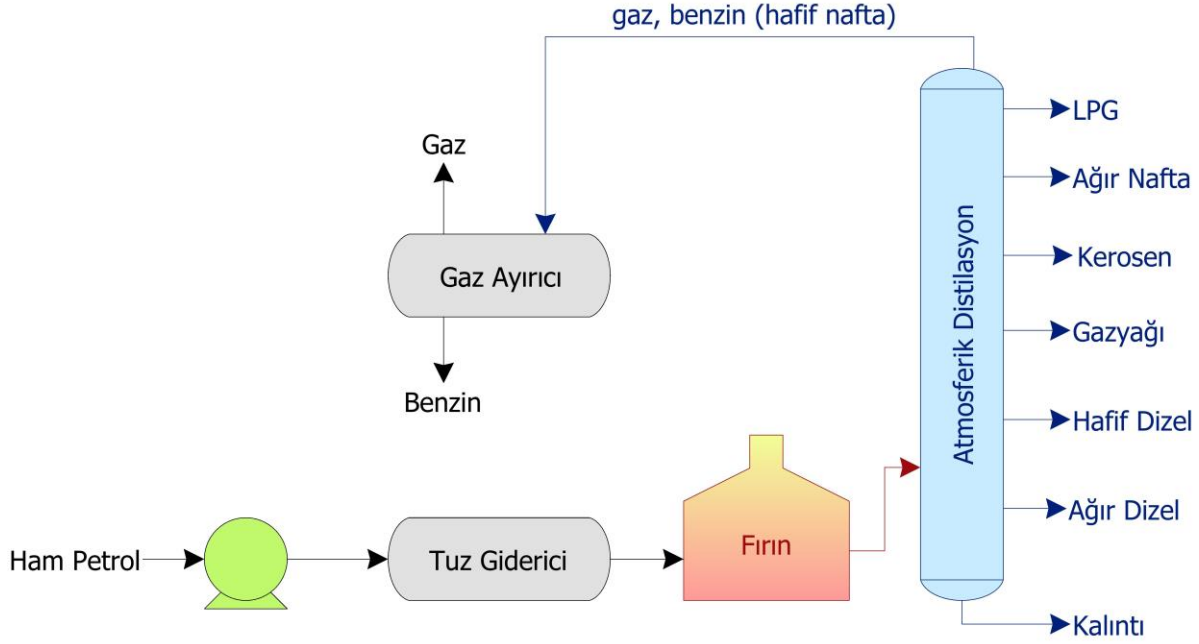


Şekil 1. Ham petrolden petrol ürünleri üretiminde kullanılan prosesler ve son ürünler

2.1. Ham Petrol Distilasyonu

Bu üniteye tuz giderme, ısıtma, soğutma ve distilasyon işlemleri gerçekleştirilmektedir. Distilasyon, saf olmayan bir sıvıyı veya sıvılar karışımını saflaştırmak veya ayırmak için uygulanan ve kaynama noktaları farklılığına dayanan bir prosesdir. Petrolün, yapısında bulunan tuzu, yüksek basınç altında 115-150 °C'ye ısıtılıp suda çözerek uzaklaştırdıktan sonra, fiziksel bir metod (distilasyon) ile kendisini oluşturan katmanlara (fraksiyon) ayırmak amacıyla kurulmuştur. Ham petrol ünitesinde distilasyon kolonları, fırınlar, dramlar, ısı değiştiriciler ve pompalar ana ekipmanları oluşturmaktadır.

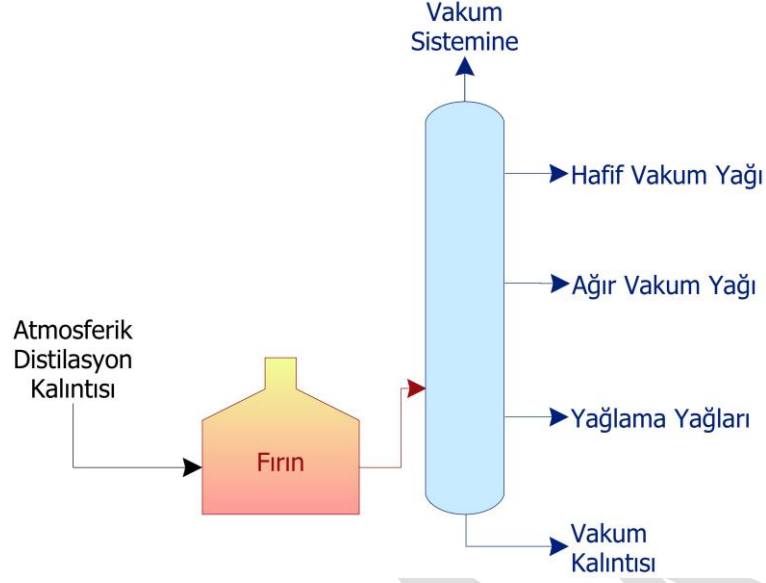
Ham petrol ünitesinde atmosferik distilasyon ve vakum distilasyonu işlemleri uygulanmaktadır. Atmosferik distilasyonda ham petrol öncelikle ısı değiştiricilerin yardımıyla ön ısıtma işlemlerine tabi tutulur. Ön ısıtmadan sonra ham petrol tuz gidericilere gönderilir. Tuzu giderilmiş ham petrol ön ısıtıcılarda tekrar ısıtılıp arkasından fırına gönderilir. Ham petrol fırında, atmosfer distilasyonuna girmeden önce istenen sıcaklığına getirilir ve atmosfer distilasyon kolonuna şarj edilir. Sıcaklık, kolonun içinde aşağıdan yukarıya doğru azaldığından kolon içinde yukarıdan aşağıya doğru sıvı, aşağıdan yukarıya doğru ise gaz akışı mevcuttur. Bu sayede kolon içinde sürekli bir karışım olduğundan yüksek saflıkta ürün elde edilmeye çalışılır. Kolon içinde elde edilmek istenen ürüne göre belirli sıcaklıklarda fraksiyonlama tepsileri mevcuttur. Kolonda yükselirken yoğunlaşan maddeler bu tepsiler vasıtasıyla kolondan ayrılır. Hafif ürünler kolonun üst kısmından ağır ürünler (tortu) ise kolonun alt kısmından toplanır. Atmosferik distilasyon ünitesi akım şeması Şekil 2'de verilmiştir. Kolondan çıkan ürünler tam saflıkta olmadığından uçucu bileşiklerin ayrılması için "Sıyırma (Stripping)" işlemi uygulanır. Ana kolondan çıkan ürün sıyırma kolonuna üstten girer ve üniteye sıcak buhar verilir. Buharla birlikte ürünün içindeki uçucu bileşikler ayrılır ve ana kolona geri döner. Sıyırma ünitesinin altından da saflaştırılmış ürün toplanır. Kolondan elde edilen ürünler hafiften ağıra sırasıyla yakıt gazı, LPG, hafif nafta, ağır nafta, kerosen, hafif dizel, ağır dizel ve atmosferik dip ürünleridir. Ürünler ısı değiştiricilerde ve hava soğutucularda soğutularak tanklarına ya da ilgili ünitelere işlenmek üzere gönderilir.



Şekil 2. Atmosferik distilasyon ünitesi akım şeması

Atmosferik distilasyonda elde edilen ürünler rafineri içinde doğrudan kullanılmakta, satışa sunulmakta ya da yeni ürünler elde etmek için başka ünitelere gönderilmektedir. Yakıt gazı sıvılaştırılmadığı için ünitelerde yakıt olarak kullanılır. LPG, kükürttten temizlendikten sonra satılır. Hafif nafta ve ağır nafta, reformer ünitesi beslemesi olarak kullanılır. Ayrıca, bu ürünler beraberce veya stabil nafta olarak petrokimya beslemesi olarak satılabilir. Kerosen, kerosen ünitesinde motorin ve jet yakıtı yapımında kullanılır. Hafif dizel ve ağır dizel paçallanarak doğrudan motorin olarak satılır. Atmosferik kalıntı ürünleri; varsa makine yağları (baz yağları) kompleksine beslenir veya fuel oil ile paçallanır.

Atmosferik distilasyon kolonunun dibinden elde edilen ürün, vakum kolonuna gönderilmeden önce ön ısıtıcılarda ısıtılıp, ardından vakum şarj fırınında istenilen şarj sıcaklığına getirilir. Atmosfer distilasyon kolonu dip ürünleri, vakum şartlarında ürünlerin kaynama noktalarının düşmesinden faydalanılarak vakum kolonunda damıtılır. Vakum distilasyonu ünitesinde Şekil 3'de görüldüğü gibi hafifden ağıra sırasıyla slop yağı, hafif vakum yağı, ağır vakum yağı ve vakum dip ürünü (talimata göre bitüm ya da fuel oil) elde edilir. Vakum kolonunun yan çekişleri hafif vakum yağı ve ağır vakum yağıdır. Hafif ve ağır vakum yağları hava soğutucularında soğutulduktan sonra tanklarına ya da ilgili ünitelere işlenmek üzere gönderilirler. Kolonun en dibinden elde edilen ürün fuel oil ya da bitümdür. Koklaştırma ya da visbreaker ünitesi bulunan tesislerde vakum dip ürünü işlenerek, ilave dönüşüm sağlanmaktadır.



Şekil 3. Vakum distilasyonu akım şeması

2.2. Hafif Nafta İşleme

2.2.1. Unifiner Ünitesi

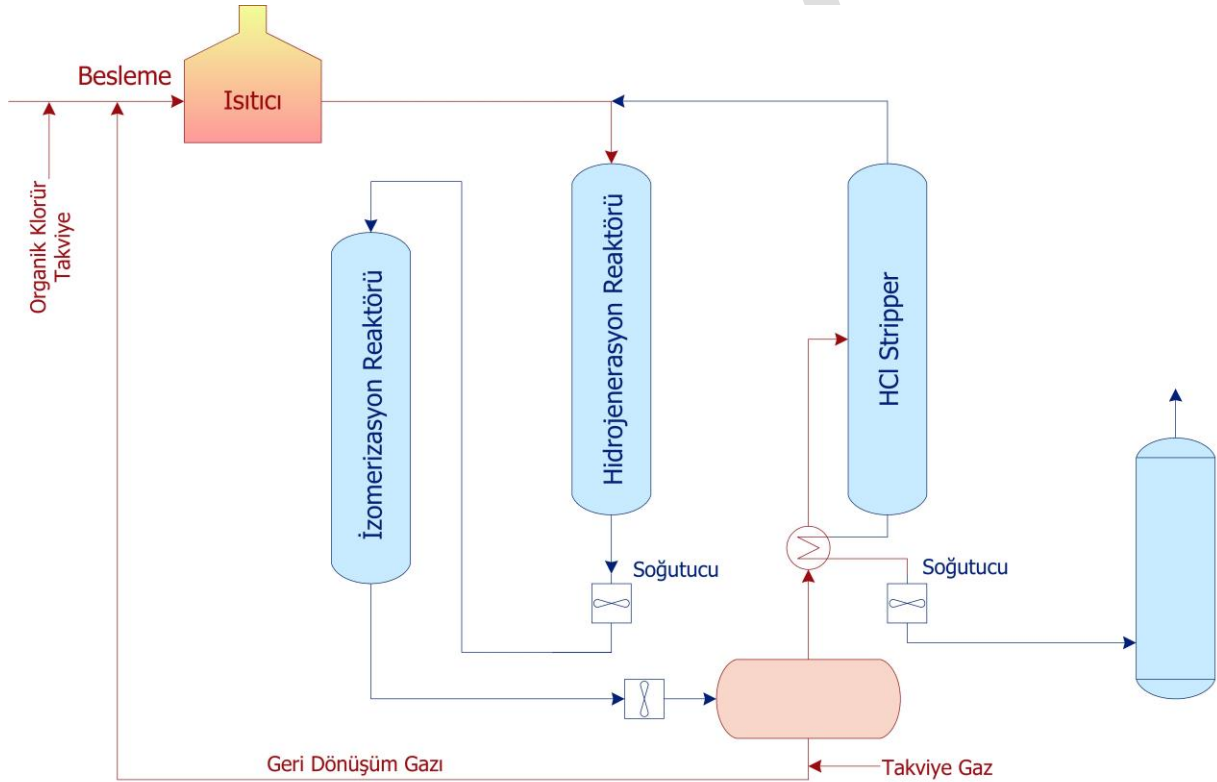
Kirli nafta ayırma ünitesi, hidrokraker ve visbreaker ünitesinden gelen hafif nafta içindeki safsızlıklar (kükürt, azot, oksijen, vb.) nafta unifiner ünitesinde hidrojen ortamında, yüksek sıcaklık ve basınç yardımıyla giderilmektedir. Hafif nafta şarjı, önce kombine şarj eşanjörlerinde, daha sonra şarj fırınında ısıtılır. Nafta bünyesindeki kükürt bileşikler, kataliz ortamında hidrojen ile reaksiyona girerek hidrojen sülfürü oluşturur. Reaktörden çıkan akım, kombine şarj eşanjörlerinde soğuduktan sonra separatöre girer. Reforming, hidrokraking veya CCR Platforming ünitelerinden gelen make-up gazı, reaktör çıkış akımına eklenir. Separatörden alınan sıvı ürün, ayırıcı kolonuna girmeden önce ısıtılır. Ayırıcı kolon tepe sisteminden çıkan gaz, amin temizleme ünitesinde işlenmek için gönderilir. Dip ürünü soğutulur daha sonra izomerizasyon ünitesine şarj olarak verilir.

2.2.2. İzomerizasyon Ünitesi

İzomerizasyon ünitesinde hidrojen ortamında ve kataliz yardımıyla hidrokarbon zincirleri daha yüksek oktan değerine sahip izomerlerine dönüştürülerek, hafif naftanın oktanı arttırılmaktadır.

Üniteye hafif nafta şarj edilir. Şarj, deizoheksanizör kolonundan çekilen akım ve make-up gaz ile karıştırılarak kurutuculardan geçirilir. Kombine şarj eşanjörlerinde, reaktör proses akımı ile ısıtılır. Kataliz destekleyici olarak klor enjekte edilir. Buhar ile birinci reaktör giriş sıcaklığına kadar ısıtılır. Daha sonra, oktan numarası daha yüksek bir ürün elde etmek için, katalitik

izomerizasyon reaksiyonlarının meydana geldiği ve seri olarak çalışan reaktörlere girer. Reaktörden çıkan proses akımı, stabilizasyon kolonuna girer. Kolonun görevi, izomerat ürününden, kırılma reaksiyonları ile oluşmuş gaz, HCl ve çözünmüş hidrojeni ayırmaktır. Stabilizörden gelen sıvı akım, deizoheksanizör kolonuna girer. Kolonun yan çekiş akımı, izomerize edilip daha yüksek oktan numaralı bileşiklere dönüşüm için reaktör öncesine geri döndürülür. Ağır hidrokarbonların reaktör şarjında birikimini önlemek için, dip ürün çekişi yapılır. Tepe ürünü, benzin paçalına girmek üzere tanka gönderilir. Üniteye ait akım şeması Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. İzomerizasyon ünitesi akım şeması

2.3. Ağır Nafta İşleme

2.3.1. Unifiner Ünitesi

Unifiner ünitesinin amacı; ağır nafta içinde bulunan oksijen, kükürt, azot gibi safsızlıkları yüksek sıcaklık ve basınçta, hidrojen zengin gaz ortamında, sabit yataklı bir reaktörde temizlemektir. Çünkü bu maddeler, reformer ünitesindeki kataliz işlemi için zararlıdır. Böylelikle reformer ünitesine temizlenmiş nafta şarj olarak verilir. Şarj, hidrojen zengin gaz karışımı ile birleşir ön ısıtıcılarda ısıdıktan sonra fırına girer. Fırından buhar fazında geçen karışım sabit yataklı reaktöre girer. Gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda safsızlıklar (S, N, O) yapı değiştirerek H₂S, NH₃, H₂O gibi maddelere dönüşürler. Stripper (sıyırıcı) kolonunda, reaktörde gerçekleşen

reaksiyonlar sonucu oluşan H_2S , NH_3 , H_2O ve hafif hidrokarbonlarla beraber kolonda sıyrılır. Kolon dip ürünü reformer ünitesine gönderilir.

2.3.2. Reformer Ünitesi

Reformer ünitesinin amacı unifiner ünitesinde temizlenmiş olan ağır naftayı, yüksek sıcaklık ve basınçta, hidrojen ortamında, kataliz vasıtasıyla aromitize ederek ve parçalayarak yüksek oktanlı benzinin ana akımını, jet yakıtı ve LPG elde etmektir. Proses gereği ayrıca rafinerinin bir çok ünitesinde ihtiyaç duyulan yüksek saflıkta hidrojen gazı üretilmektedir. Parçalama sonucunda oluşan ürünler fraksiyonlama kolonuna gönderilerek birbirinden ayrıştırılır.

2.3.3. Benzen Giderme Ünitesi

Benzen giderim ünitesinde, reformer ünitesinde üretilen yüksek oktanlı benzin içindeki benzen hidrojenasyona tabii tutularak sikloheksana dönüştürülüp üründeki benzen oranı düşürülür. Ünite, hidrojen tüketimini, ürünün oktan kaybını ve C5+ kaybını minimize etmek üzere tasarlanmıştır. Ünite, reformer ünitesi ürün dağıtıcı, klor tutucu yatak ve kolon yan çekişe bağlı harici bir hidrojenasyon reaktöründen oluşmaktadır.

2.4. Nafta Merox Ünitesi

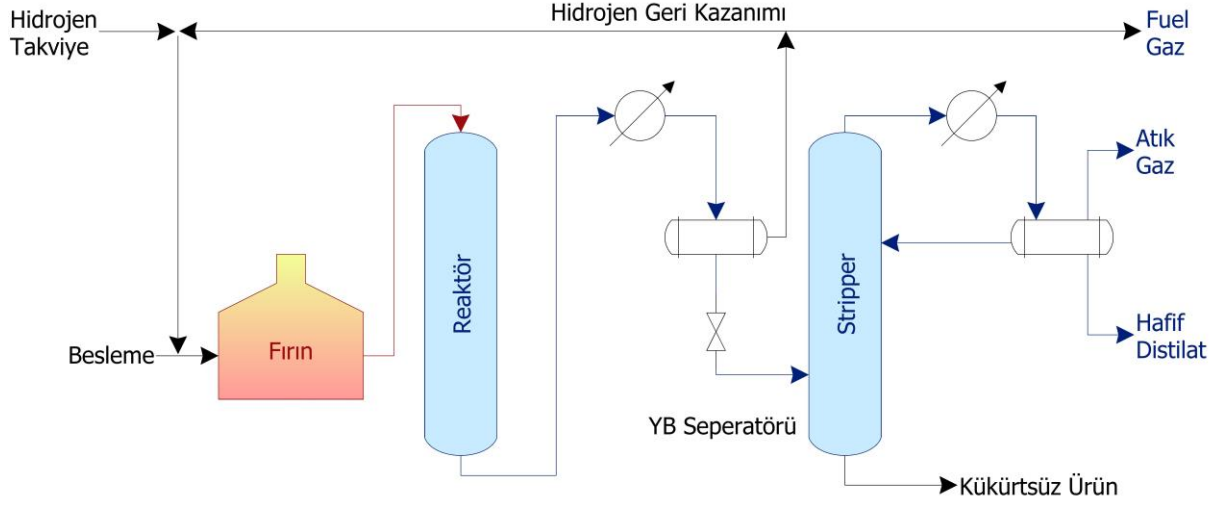
Nafta merox ünitesi; naftanın yapısında bulunan merkaptanları disüflürlere çevirerek, naftayı tatlılaştırmak gayesiyle kurulmuştur. Nafta merox ünitesinde reaktör, kompresör, pompa ve dramlar ana ekipmanları oluşturmaktadır. Merox prosesi demir grubu metallerin şelatlarından oluşan katalizörün, merkaptanların oksijenle disüflürlere oksitlenmelerini hızlandırma esasına dayanmaktadır. Ünite de oksijen kaynağı olarak hava kullanılmakta ve oksidasyon reaksiyonu sodyum hidroksit bulunan ortamda meydana gelmektedir. Nafta merox ünitesi hafif, ağır ve stabil naftaları işleyebilecek şekilde tasarlanmaktadır.

2.5. Kerosen ve Dizel İşleme

2.5.1. Kükürt Giderme Ünitesi

Kükürt giderme ünitelerinin amacı; kerosen (jet yakıtı) ve dizel içinde bulunan oksijen, kükürt, azot gibi maddelerin yüksek sıcaklık ve basınçta, hidrojen zengin gaz ortamında kataliz yardımıyla temizlenmesini sağlamaktır. Kerosen veya dizel, ön ısı değiştiricilerine ve oradan da reaktör şarj fırınına gönderilir. Sıcaklığı yükseltildikten sonra "recycle" kompresörden gelen ve reaktör çıkış akımı ısı değiştiricisinde ısıtılan hidrojen gazı ile birleşerek reaktöre girer. Dizel yakıtın kükürdü alınmış stabilize fraksiyonu elde edilir. Ayrıca, kükürdü alınmış dizel yakıt tepe ürünü olarak benzin, kükürt elde etme ünitesine yollanan hidrojen sülfür ve yakıt sistemine

gönderilen hidrokarbon gazları (C1-C4) işlem sonunda elde edilen ürünlerdir. Üniteye ait akım şeması ve elde edilem ürünler Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Kükürt giderme ünitesi akım şeması

2.5.2. Kerosen Merox Ünitesi

Tatlılaştırma olarak isimlendirilen bu proses, kerosen içindeki merkaptanları (R-SH formunda kükürlü bileşik) daha az zararlı disüfürlere dönüştürür. Pentanın kaynama noktası üzerindeki petrol fraksiyonlarında bulunan merkaptanların ekstraksiyonu tam olmadığından ürünün tatlılaştırılması gerekir. Tatlılaştırma işleminde hidrokarbon içindeki merkaptanlar düşük buhar basıncı disüfürlere dönüştürülür fakat üründen ayrıştırılmazlar. Tatlılaştırma sıvı-sıvı tatlılaştırma ve sabit kataliz yataklı tatlılaştırma olarak ikiye ayrılır. Yüksek kaynama noktalı şarjlar yüksek molekül ağırlıklı merkaptanlar içerirler ve bu merkaptanlar kostik çözeltilisinde kısmen çözündüklerinden, disüfürlere oksidasyonu kostik-hidrokarbon interfazında olur. Oksidasyon için gerekli geniş alan merox katalizinin aktif kömür üzerine emdirilmesiyle sağlanır.

Konvansiyonel sabit-yataklı tatlılaştırma reaktörü ile yapılan tatlılaştırma işleminde hidrokarbon şarjı hava ile karıştırıldıktan sonra kostik çözeltilisiyle doyurulmuş kataliz Merox akışkan yatağından aşağı doğru geçirilerek tatlılaştırılır. Kerosen şarjı reaktöre girmeden önce ön işlem kısmında su ve asidik bileşiklerden ayrıştırılır. Reaktörden çıkan ürün ise jet-yakıt ürün spesifikasyonlarını tutturmak için sırasıyla suyla yıkama dramı, tuz filtresi ve kil filtresinden geçirilerek tanka gönderilir.

2.6. Ağır Vakum Yağı İşleme

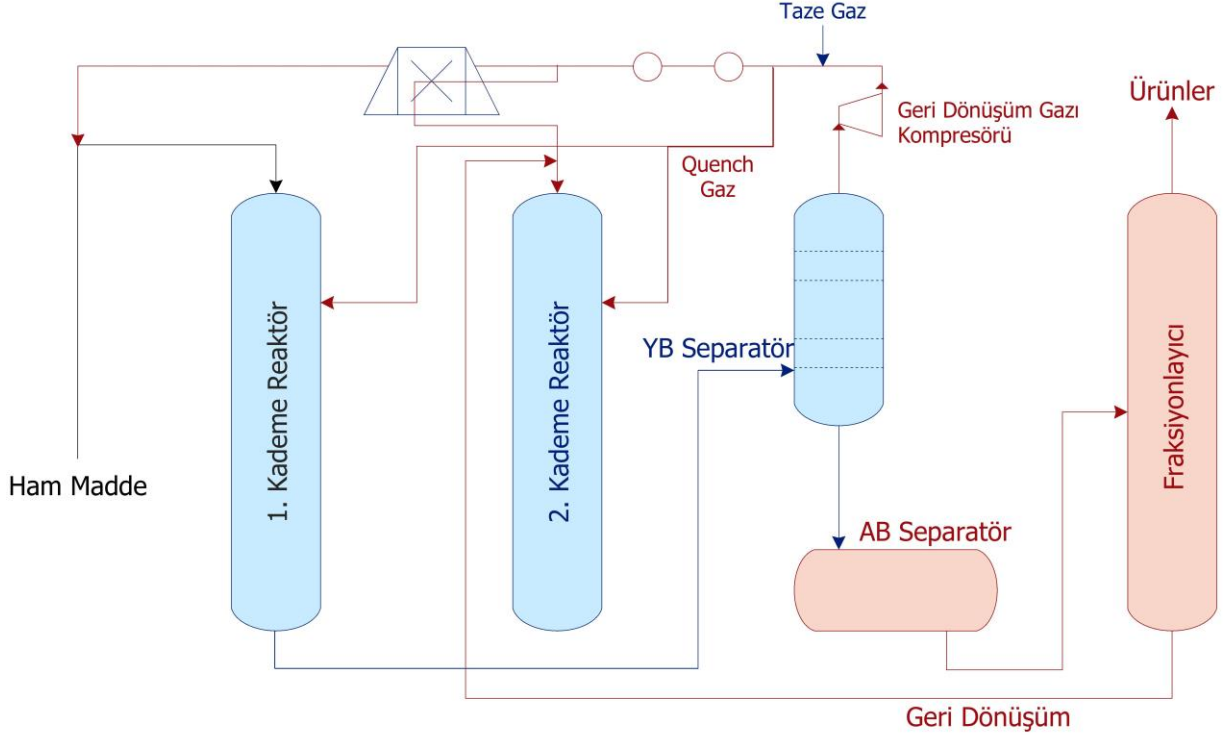
2.6.1. Termal Kraming Ünitesi

Termal kraming, ağır yağ moleküllerini, herhangi bir katalizör yardımı olmadan, yüksek sıcaklıklarda daha hafif fraksiyonlara parçalama işlemidir; genellikle benzin verimini artırmak için uygulanan ilk prosestir. Distile yakıtlar ve ağır yağlar büyük dramlarda basınç altında ısıtılarak, vuruntu özellikleri daha iyi olan küçük moleküllere dönüştürüldü. Termal kraming sıcaklık ve zamana bağlıdır. Hidrokarbonlar katalizörsüz ortamda yüksek sıcaklıklara (425-650 OC) ısıtılarak reaksiyonlar başlatılır.

2.6.2. Hidrokraking Ünitesi

Hidrokraking ünitesinin amacı; ağır vakum yağının hidrojen ortamında yüksek sıcaklık ve basınç yardımıyla daha hafif ürünlere (düşük molekül ağırlıklı) (fuel gaz, hafif-ağır nafta, kerosen, LPG ve motorin) dönüştürülerek beyaz ürün veriminin artırılmasıdır. Genel olarak hidrokraking ünitelerinde iki tip reaksiyon vardır. Bunlar temizleme (safılaştırma) reaksiyonu ve hidrojenle parçalama (hidrokraking) reaksiyonudur. Temizleme reaksiyonlarında şarjın içinde bulunan kirlilikler ayrılır, hidrojenle parçalama reaksiyonlarında ise daha değerli ve daha hafif ürünler elde edilir. Ağır vakum yağı ve hidrojen, ısı değiştiricilerde ısıtılıp şarj fırınına alınarak reaksiyonlar için gerekli olan sıcaklığa kadar ısıtılır. Burada, olefin doyurma, aromatik doyurma, kükürt giderme, oksijen giderme ve azot giderme reaksiyonları oluşur. Bunlar ekzotermik reaksiyonlardır. Reaktörden çıkan ürünler ilgili ısı değiştiricilerden ve distilasyon kolonlardan geçirilerek ürün tanklarına gönderilir.

Hidrokraking prosesi aslında temel olarak katalitik kraming prosesiyle aynı amaca hizmet eder; fakat farklı olarak beslemedeki kirleticileri gidermeye ya da azaltmaya da olanak sağlar. Katalitik kırma kullanılan besleme, distilasyondan çıkan gaz yağı iken, hidrokrakingde kırma proseslerinden ve koklaştırmadan çıkan gazlar besleme olarak kullanılır. Bu nedenlerle hidrokraking, katalitik kraming işleminin bir alternatifinden çok onun bir tamamlayıcısıdır. Hidrokraking ile hidrojenleme prosesi arasındaki fark ise beslemenin reaksiyon sıcaklığı altında durma süresi ve ürün yelpazesidir. Hidrokraking prosesi iki ana üniteden oluşur. Bunların birincisi hidrojenlemenin meydana geldiği sabit hidrojenleme katalizör yataklarıdır. Buradaki amaç H/C oranını arttırmak ve sülfür, azot ve metalleri gidermektir. Bu üniteyi takip eden ikinci ana ünite ise sabit hidrokraking katalizör yataklarında aromatik yapılar kırılır. Ünitelerin gösterildiği akım şeması Şekil 6'da verilmiştir. Her iki ünite içinde ön ısıtmadan geçmiş besleme, yüksek sıcaklıktaki hidrojenle karıştırılır ve reaktöre girer, oluşan ürünler fraksiyonlayıcıya gönderilir.

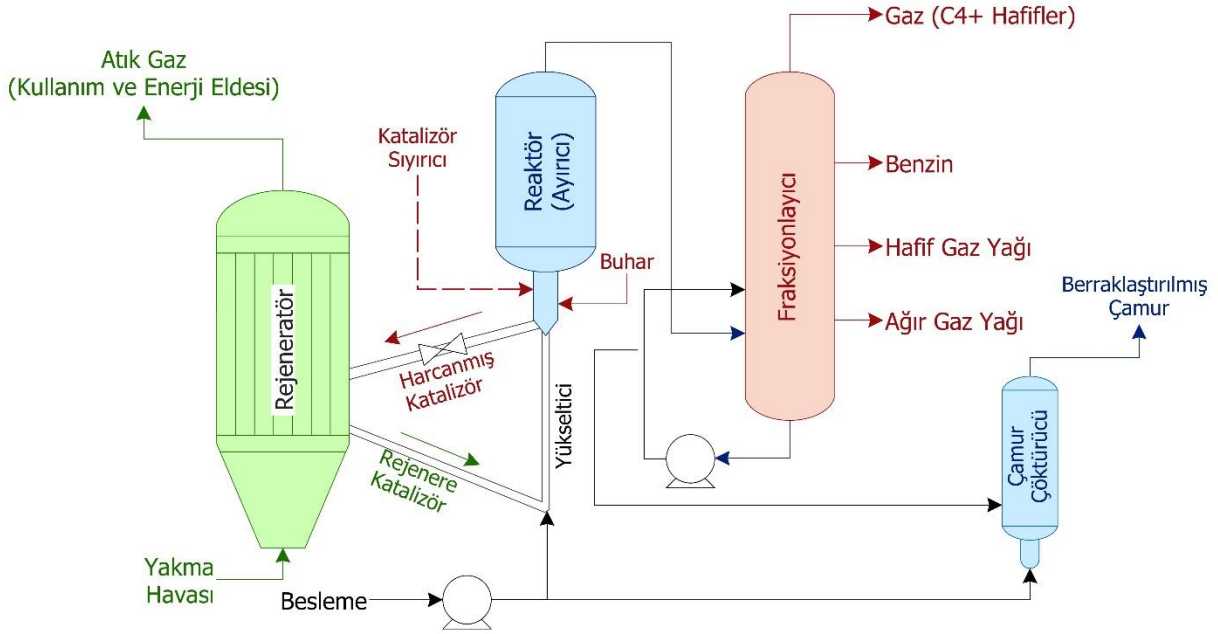


Şekil 6. İki kademeli hidrokraking ünitesi akım şeması

2.6.3. Akışkan Katalitik Krating (FCC) Ünitesi

FCC ünitesinin amacı ağır vakum gaz yağının, yüksek sıcaklıkta ve akışkan kataliz yardımıyla hafif hidrokarbonlara dönüştürülerek rafineri dönüşümünü ve beyaz ürün verimini artırmaktır. FCC modern rafinerilerdeki benzin üretim proseslerinin kalbidir. Proseste küçük küresel partiküller katalist olarak kullanılır ve bu partiküller buhar fazı içinde bir sıvı akışkan gibi hareket eder. Bu akışkan katalist, reaksiyon bölgesinden rejenarasyon bölgesine ve bu bölgeden de tekrar reaksiyon bölgesine devamlı olarak sirküle olur. Katalitik etkisinin yanı sıra, katalist, bir bölgeden öteki bölgeye ısı transferini sağlar. Sirkülasyondaki katalist üzerinde, reaksiyon bölgesinde kok birikir; katalist, kullanılmış katalist adını alarak rejeneratöre akar. Burada kok yakılır, yanma ısısı katalist sıcaklığını 593-690 °C aralığına çıkarır. Bu ısının çoğu şarja transfer edilir. Bu iki bölge (reaktör ve rejeneratör) iki ayrı basınçlı kap olarak yerleştirilir.

Proses içinde hiç hidrojen kullanılmadığı için hidrokraking sonucu elde edilen miktardan daha sınırlı miktarda kükürt giderimi gerçekleşir. Katalitik krating prosesi, hidrokarbonları dönüştürmek için kullanılan en yaygın yöntemdir ve sabit yataklı, hareketli yataklı ve akışkan yataklı işlemler olmak üzere 3 farklı çeşidi vardır. Mevcut rafinerilerde sabit yataklı reaktörler çok yaygın kullanılmamaktadır. Akışkan katalitik krating (AKK) prosesi diğerlerinden daha yüksek miktarda metal, sülfür ve asfalt işleyebildiği için dünya çapında en yaygın olarak kullanılan prosestir. Proses akım şeması Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Akışkan katalitik kraking ünitesi akım şeması

Fraksiyonlandırma kısmında; reaktör buharlarının fraksiyonlandırılmasıyla, tekrar kraking için geri verilen rejenere gaz yağı, ürün olarak da sınıflandırılmış yağ, ağır yağ, hafif yağ, stabil olmayan FCC benzini ve ıslak gaz elde edilir.

2.7. FCC Benzini İşleme

2.7.1. FCC Benzini Kükürt Giderme Ünitesi

Ünitenin amacı, direkt olarak FCC ünitesi debütanizer kolonundan gelen FCC benzininin mümkün olduğunca oktan sayısını düşürmeden kükürt içeriğini azaltmaktır. FCC benzini iki adımda işlenmektedir. İlk adım seçici hidrojenasyon ünitesinden oluşmaktadır. Ünitenin bu kısmında hidrojen akımı ile birleştirilerek ön ısıtmadan geçirilen FCC benzini, seçici hidrojenasyon reaktörüne gönderilir. Bu reaktörde sıvı fazda, hidrojen ortamında gerçekleşen reaksiyonlar ile diolefinler, takip eden ünitelerde kirlenme problemini ortadan kaldırmak amacıyla olefinlere; merkaptanların tamamı ile sülfid ve disülfidlerin bir kısmı ise bu bileşiklerin takip eden ayırma işleminde ağır nafta içinde kalmasını teminen daha ağır kükürt bileşiklerine dönüştürülür (Şekil 5). Hidrojenasyon kısmında ayrıca kısmi izomerizasyon reaksiyonları da gerçekleşerek, proses genelinde oluşacak oktan kayıpları minimumda tutulur. Reaktörden ayırıcıya gönderilen akım hafif ve ağır nafta olarak iki kısma ayrıştırılır. Naftayı hafif ve ağır nafta olarak ayırmanın amacı olefince zengin hafif naftayı ayırarak proses genelinde oktan kaybını minimize etmek ve sadece kükürtce zengin ağır naftayı desülfürizasyona tabi tutmaktır. Şarj

içinde bulunan kükürt bileşikleri ile hidrojenasyon işlemleri sonrası oluşan ağır kükürt bileşiklerinin büyük bir kısmını içeren ağır nafta ürünü, ayırıcı dibinden alınarak desülfürizasyon kısmına, ayırıcı üst akımı olarak alınan hafif nafta ise başka bir arıtma işlemi yapılmadan benzin paçalına gönderilir.

Desülfürizasyon ünitesinde amaç, ayırıcıdan alınan ağır naftanın kükürt içeriğini, hedeflenen ürün kükürt düzeyine indirmektir. Bu kısım temel olarak iki seri reaktör ile stabilizör, iki adet amin absorber, geri kazanılmış gaz kompresörü ve ürün seperatöründen oluşur. İki yataklı ilk reaktörde, hidrodesülfürizasyon reaksiyonları ile sınırlı mertebede olefin doyurulma reaksiyonları olur. İkinci reaktörde hedeflenen kükürt düzeyine ulaşılacak desülfürizasyon reaksiyonları olurken, olefin doyurumu söz konusu olmaz. Bu reaktörde ayrıca, ilk reaktörde oluşması muhtemel merkaptanların giderilmesi de sağlanır. İkinci reaktörden çıkan akım, sıvı-gaz seperasyonu ve ürün stabilizasyonunun ardından, splitterden gelen hafif nafta ile birleştirilerek benzin paçalına gönderilir. Desülfürizasyon kısmında sirkülasyon gazı ve fuel gaz içindeki H_2S 'in uzaklaştırılması için iki adet amin absorber bulunmaktadır. Desülfürizasyon için gerekli hidrojen ihtiyacı, make-up H_2 ve geri kazanılmış gaz kompresörü ile sağlanır.

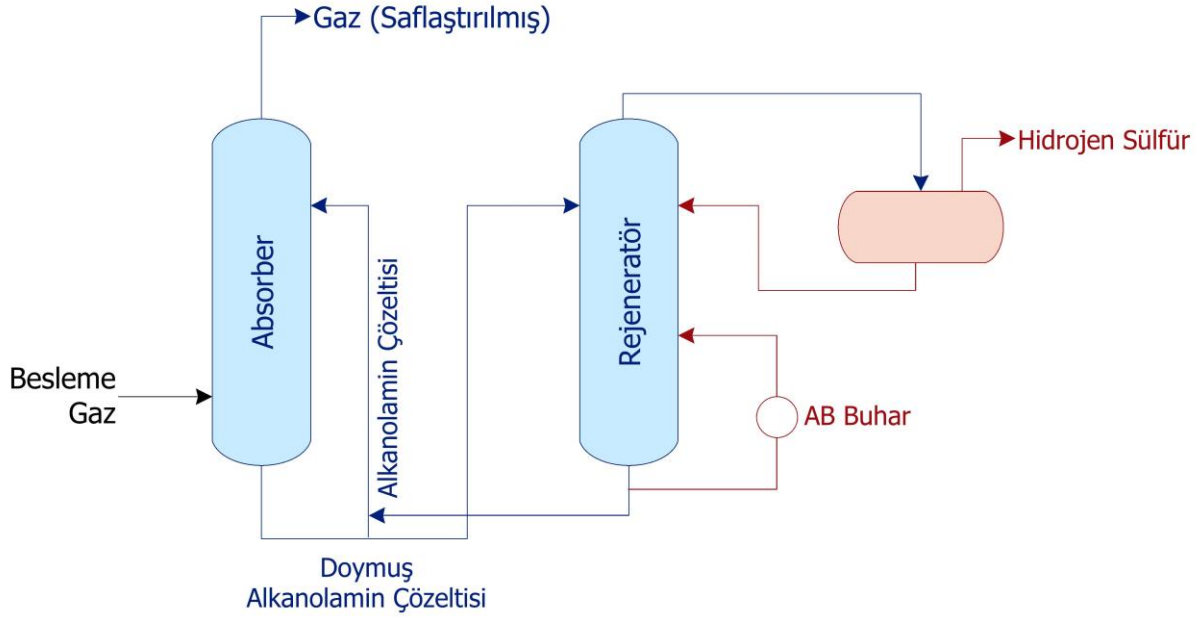
2.8. LPG İşleme

2.8.1. Amin Ünitesi

Ham petrol ünitelerinden gelen kirli LPG (içinde H_2S , merkaptan, CO_2 , COS vb. safsızlıklar bulunan), temizlenmek üzere amin ünitelerine gönderilir. Amin ünitesi akım şeması Şekil 8'de verilmiştir. Temizleme kolonunda LPG, kolondaki temiz amin çözeltisi (MEA, DEA, MDEA) ile temas ettirilir. Bu temas neticesinde LPG içindeki H_2S amin ile geçici bir tuz bileşiği oluşturarak amin fazına geçer. Kolon tepesinden çıkan ve H_2S 'lerinden temizlenmiş olan LPG, LPG ayırıcı dramına girer. Amin ile muamele edilerek H_2S 'den temizlenen LPG, içinde kalan H_2S ve merkaptanlarından temizlenmesi için LPG merox ünitesine girer.

2.8.2. LPG Merox Ünitesi

Merox sistemine gitmeden önce az da olsa içeriğindeki sülfür bileşiklerinden arındırılması için kostik ön yıkama kolonlarındaki kostik çözeltisi içinden geçirilmek suretiyle bir ön yıkamaya tabi tutulur. LPG içindeki mevcut olan merkaptanlarından temizlenmesi için meroxlu kostik ile ekstrakte edilir. Kolon içinde meroxlu kostik ile reaksiyona girerek merkaptanlar merkaptürlere dönüşür ve kostik içinde çözünerek kostik fazına geçerler. Kolon tepesinden çıkan LPG, temiz LPG depolama tanklarına gider.

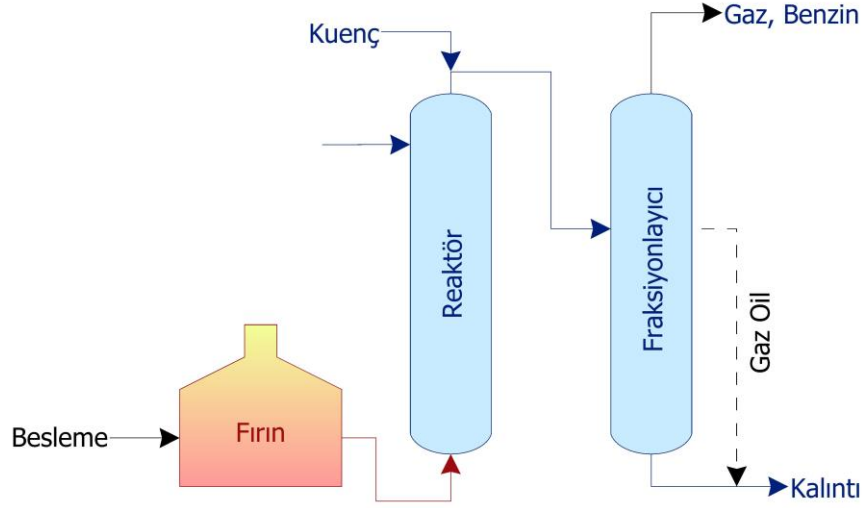


Şekil 8. Amin absorpsiyonla sülfür giderme ünitesi akım şeması

Ünite, LPG'nin hidrojen sülfür ve merkaptanlardan temizlendiği benzer iki ekipman grubu ile amin çözeltisi rejenerasyonu ve işletme çözeltileri hazırlanması için kullanılan ortak bir ekipman grubundan oluşmaktadır. LPG amin kükürt giderme ünitesinde kolonlar, ısı değiştiriciler, dramlar, fitreler ve pompalar ana ekipmanlar olarak bulunmaktadır. Üniteye giren LPG, ekstraktörlerde sırasıyla monoetanolamin (MEA) çözeltisi, alkali çözeltisi ve su uygulamasıyla içinde bulunan H_2S ve merkaptanlardan temizlenmektedir.

2.9. Vakum Distilasyonu Dip Ürünü İşleme-Visbreaker Ünitesi

Visbreaker; dip ürün viskozitesini, katalizörsüz ortamda, kısmen düşük sıcaklıkta ve uzun bekleme zamanında termal kraking yoluyla düşüren bir procestir ve akım şeması Şekil 9'da verilmiştir. Termal kraking düşük viskozitede dip ürün ile gaz yağı, benzin ve fuel gaz gibi hafif ürünleri üretir. Kraking, dip ürün fırında uygun sıcaklığa ($450-470\text{ }^{\circ}\text{C}$) ulaştığında başlar ve reaktör içinde belli bir zaman (15-30 dakika) kalır. Reaktörde akış yukarı doğrudur ve geri karışmayı azaltmak için yerleştirilmiş ara kademeler ve tepsilerden oluşur. Kraking süresince dip ürünün dönüşümü, fuel oilin stabilitesi, kullanılan şarj ve ürünlere bağlıdır.



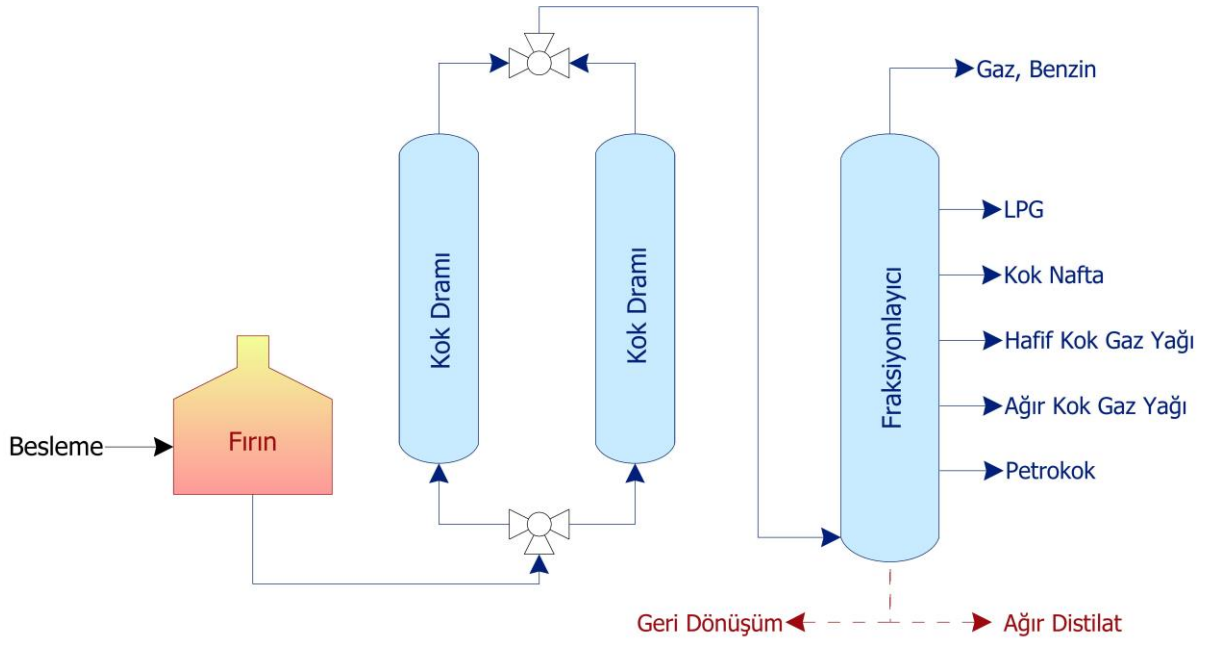
Şekil 9. Visbreaking ünitesi akım şeması

2.10. Propan-Bütan Ayırma

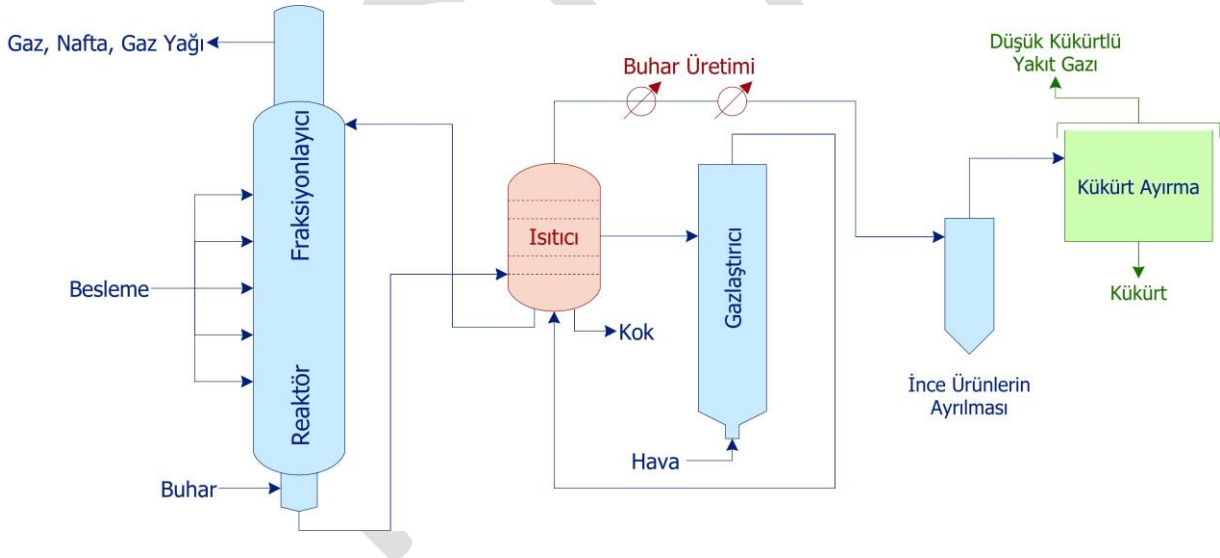
Bu ünite katalitik reforming ve petrol ünitelerinin sıvılaştırılmış tepe fraksiyonları (veya ayrı olarak bu fonksiyonlardan herhangi biri) işlenir. Ünite, distilasyon kolonu ile propan ve bütan üretimini gerçekleştirir.

2.11. Koklaştırma

Koklaştırma, ağır dip ürünlerinin (vakum dip, FCC dip vb.) yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılarak, koklaştırma dramlarında uygun sıcaklık ve basınç şartlarında termal olarak kırıldığı (kalking) bir prosesdir. Düşük değerli artık ham maddelerin miktarlarını azaltmak ve bu atıklardan kok, gaz ve diğer ürünleri üretmek için kullanılan bir yöntemdir. “Gecikmeli Koklaştırma (Şekil 10)” ve “Akışkan Koklaştırma (Şekil 11)” olmak üzere iki tipi mevcuttur. En eski ve en çok kullanılan koklaştırma işlemi gecikmeli koklaştırma olup, uzun bekleme sürelerine ihtiyaç duyulan, ısıtılmış ağır fraksiyonların kok kazanında kesikli olarak dönüştürüldüğü bir sistemdir. Anot ya da grafit karbon ham maddesi olarak kullanılan yeşil kokların üretiminde tercih edilen koklaştırma yöntemidir. Bir diğer yöntem olan akışkan koklaştırma ise sürekli sistemdir ve tortular akışkanlaştırılarak sisteme beslenir. Her iki koklaştırma yöntemi de baca gazında yüksek kirletici konsantrasyonuna neden olduğundan “Esnek Koklaştırma” yöntemi geliştirilmiştir. Esnek koklaştırma akışkan sistemler ile gazlaştırma işlemini birleştiren ve gaz emisyonlarını azaltan bir sistemdir. Gerçekleşen reaksiyonlar endotermik olup, endotermik reaksiyonlar için gereken ısı, şarj fırınları vasıtasıyla sağlanmaktadır. Ünite yakıt gazı, LPG, kok nafta, hafif kok gaz yağı, ağır kok gaz yağı ve petrokok üretilmektedir.



Şekil 10. Gecikmeli koklaştırma işlemi akım şeması

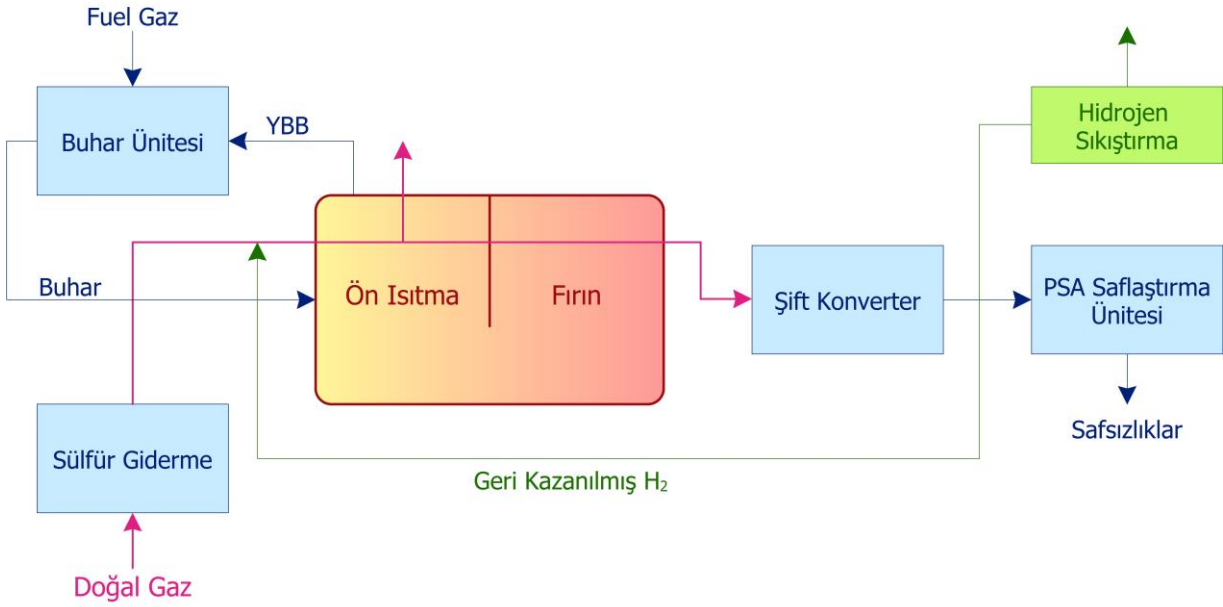


Şekil 11. Akışkan koklaştırma işlemi akım şeması

Üretilen gaz ürünü yakıt gazı sistemine; LPG ürünü LPG tanklarına; kok nafta ürünü kükürt ve diğer safsızlıklarının giderilmesi amacıyla nafta desülfürizasyon ünitesine; hafif kok gaz yağı ürünü dizel kükürt giderme ünitesine; ağır kok gaz yağı desülfürizasyon ünitesine ve petrokok ürünü ise kok depolama sahasına alınmaktadır.

2.13. Hidrojen Üretimi

Hidrojen ünitesi, hidrokraking, izomerizasyon, unfiner ünitelerinde kullanılmak üzere hacimce %99,9 saflıkta hidrojen üretmektedir. Hidrojen üretiminde kullanılan en yaygın yöntem buhar reforming prosesidir. Prosesin temeli buhar halindeki hidrokarbonların (doğal gaz, LPG, hafif nafta, geri kazanılmış hidrojen veya reformer gazı) bir katalizör varlığında (örneğin nikel bazlı) 750-1000 °C'de reaksiyona sokularak hidrojen ve karbon oksitlerin elde edilmesidir. Hidrojen üretimi akım şeması Şekil 12'de verilmiştir. Reaksiyon endotermik olduğundan dışarıdan ısı verilmesi gerekir.



Şekil 12. Buhar reforming (hidrojen üretimi) ünitesi akım şeması

Isıtılarak buharlaştırılan şarj, içindeki bütün organik kükürtün H_2S 'e dönüştürüldüğü katalitik hidrojenasyon reaktöründen geçer. Oluşan H_2S , katalist yatağı (örneğin çinko oksit) içeren kükürt gidericide adsorb edilir. Halojenlerinden ve kükürdünden arınmış gaz reformer fırınına girer ve proses buharı ile fırında birleşir. Hidrokarbon buhar karışımı, nikel kataliz ile karşılaştırılır ve fırında parçalanarak CO , CO_2 , CH_4 ve H_2 'e dönüşür. Proses gazları içinde bulunan CO , daha sonra shift converter reaktöründe buharla reaksiyona girerek H_2 ve CO_2 'e dönüşür. Reaksiyon dışarıya ısı verir. H_2 ve CO_2 gaz karışımı önce bir dizi ısı değiştiriciden ve dramlardan sonra adsorbanlardan geçirilerek (CO_2 uzaklaştırma) %99,9 saflıkta hidrojen üretilmiş olur. Yan ürün olan gaz, reformer fırınında yakıt olarak kullanılır.

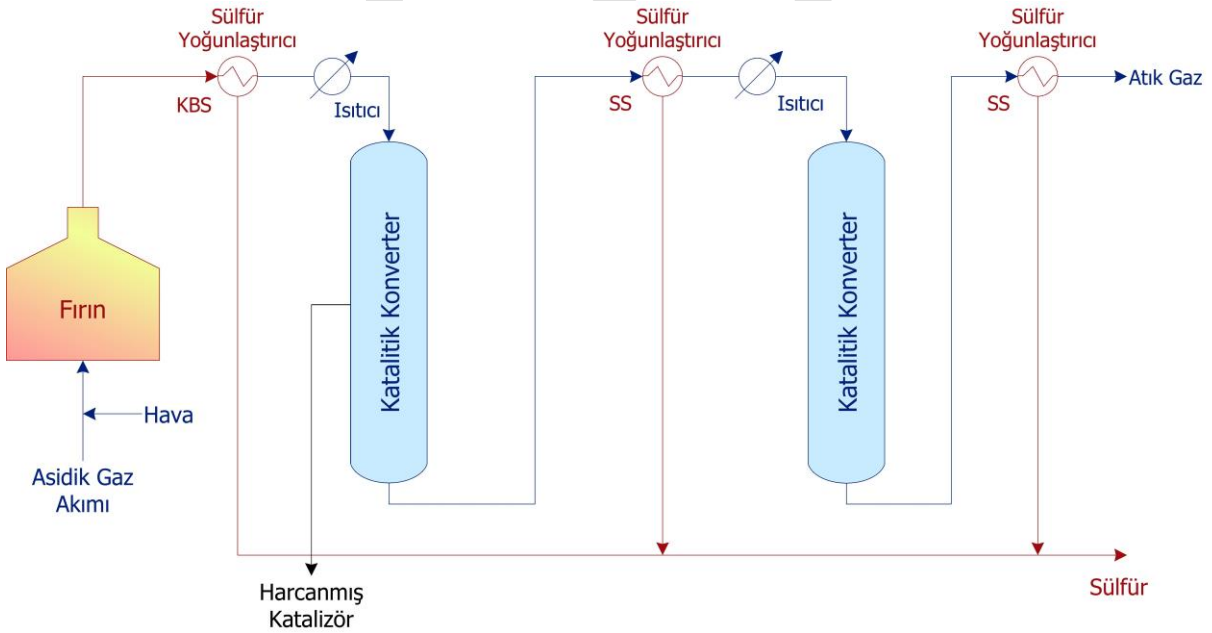
2.12. Gaz Temizleme- Amin Rejenerasyonu

Ünite, gaz temizleme ve amin rejenerasyon bölümlerinden oluşmaktadır. Gaz temizleme bölümünde, şarj olarak gelen kirli gaz içindeki H_2S amin çözeltilisi ile giderilir ve yakıt gazı olarak kullanılacak kalitede temiz gaz üretilir. Üretilen yakıt gazı, rafineri ünitelerinde gereken ısının sağlanması veya buhar üretimi amacıyla fırın ve kazanlarda yakılmaktadır.

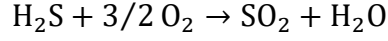
Gaz temizleme bölümünden gelen kirli gaz içindeki H_2S 'i tutan, hidrokraking ve visbreaker ünitesinden gelen kirli amin çözeltilisi rejenerasyon kolonuna verilir. Kolonda temizlenen amin tekrar sisteme sirküle edilirken, H_2S 'ce zengin gaz (asit gaz) kükürt geri üretim ünitesine gönderilir.

2.13. Kükürt Üretimi Ünitesi

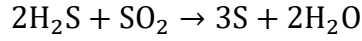
Kükürt geri kazanım ünitesinde H_2S 'ce zengin gaz (amin ünitesinden çıkan asit gazı ve kirli su ayırma ünitesinden gelen kirli gaz) işlenerek katı ya da sıvı halde elementel kükürt üretilmektedir. Kükürtün üretilmesi; asit gaz içinde bulunan H_2S 'ün bir kısmının, açığa çıkan yanma gazlarındaki H_2S/SO_2 oranına bağlı olarak, kontrollü yakılması ile gerçekleştirilir. Bu proses, "Klaus" prosesi olarak bilinir. Proses işlem basamakları Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Kükürt üretim ünitesi akım şeması



Reaksiyon sonucu oluşan SO₂, H₂S ile sıcaklığın yardımıyla reaksiyona girerek kükürt üretilmiş olur. Bu kükürt daha sonra yoğunlaştırılarak gaz akımından ayrıştırılır.

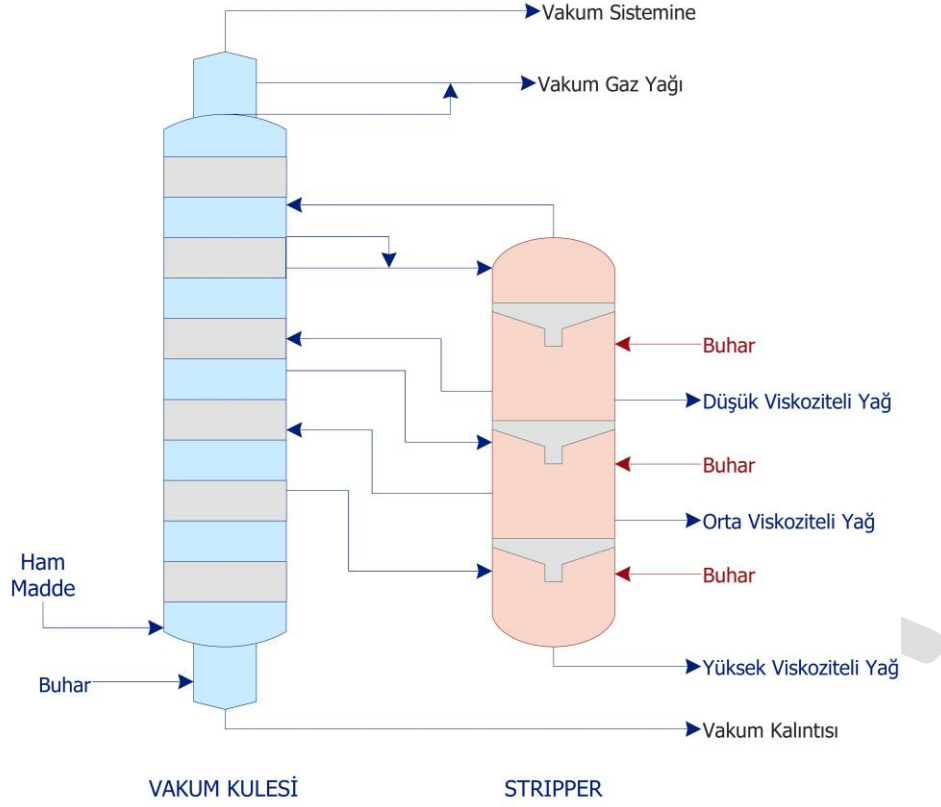


2.14. Kirli Nafta İşleme

Ünitede kirli nafta işlenerek hafif ve ağır nafta olarak ayrılmaktadır. Kirli nafta şarjı, ön ısıtma sonrası ayırma kolonuna girer. Bu kolonda, kirli nafta, hafif ve ağır nafta olarak ayrılır. Tepe toplama dramında biriken kirli su ise su temizleme ve ayırma ünitesine gönderilir.

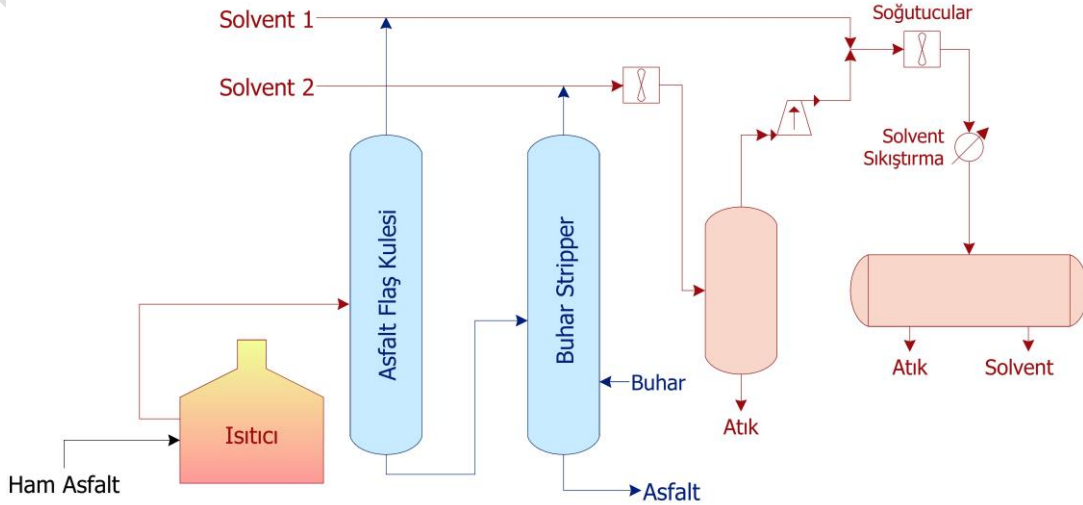
2.15. Baz Yağları Üretimi

Baz yağları üretiminde atmosferik distilasyon ürünlerinin işlenmesi için Şekil 14'te gösterilen vakum distilasyon ünitesi kullanılır. Hammadde bir ısı değiştiricide ısıtılır (ön-ısıtma), vakum kolonu fırınına beslenir ve istenilen kalitede distilatlar ve kalıntı elde edilecek şekilde kontrol altında ısıtılır. Distilatların viskoziteleri ve alevlenme noktaları hassas olarak denetlenir. Vakum kolonunun tepe kısmından gaz ürünler, dip kısmından sıvı ürünler elde edilir. Ünite genel olarak şarj tankı, şarj pompası, vakum fırını, vakum destilasyon kolonu ve vakum elemanlarından oluşur.



Şekil 14. Baz yağları üretimi vakum distilasyonu ünitesi akım şeması

Vakum dip ürünleri Şekil 15'te akım şeması verilen propan deasfaltering ünitesinde işlenir. Asfalt yapısındaki hidrokarbonlar vakum dip ürününden ayrılarak yüksek kaliteli yağlama yağları elde edilir. Bu proses, belirli sıcaklık şartlarında mavi propanın yağlama yağı fraksiyonunda kalmasına ve diğer asfalt yapısındaki fraksiyonun çöküp ayrılması esasına dayanır.

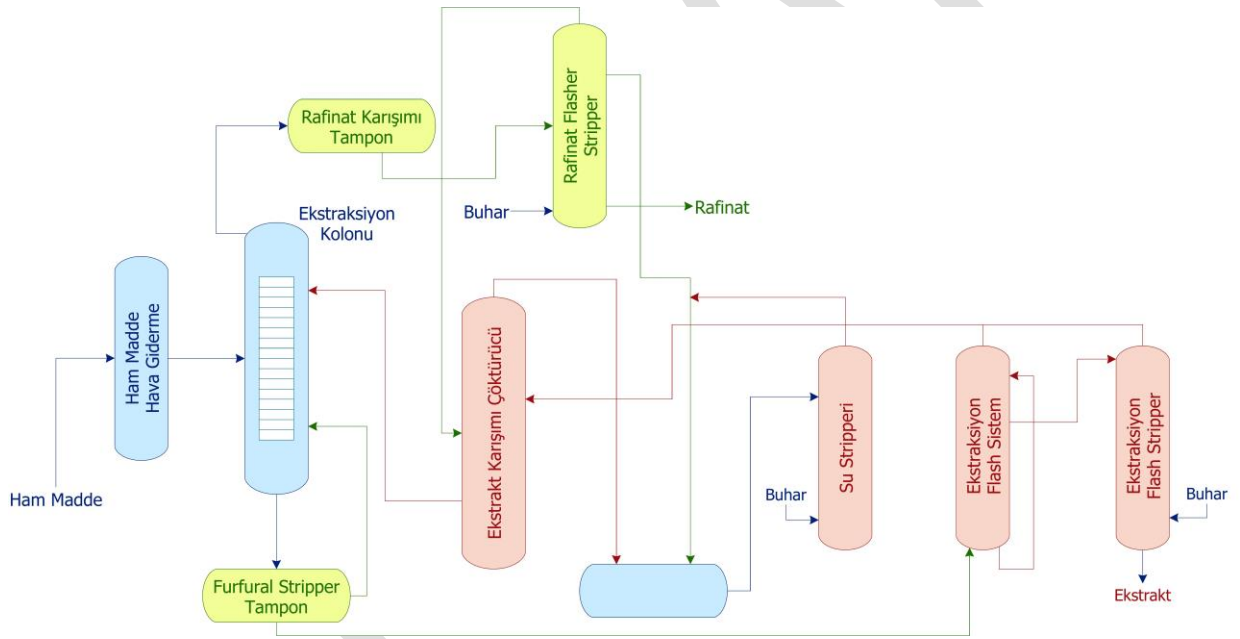


Şekil 15. Propan deasfaltering ünitesi akım şeması

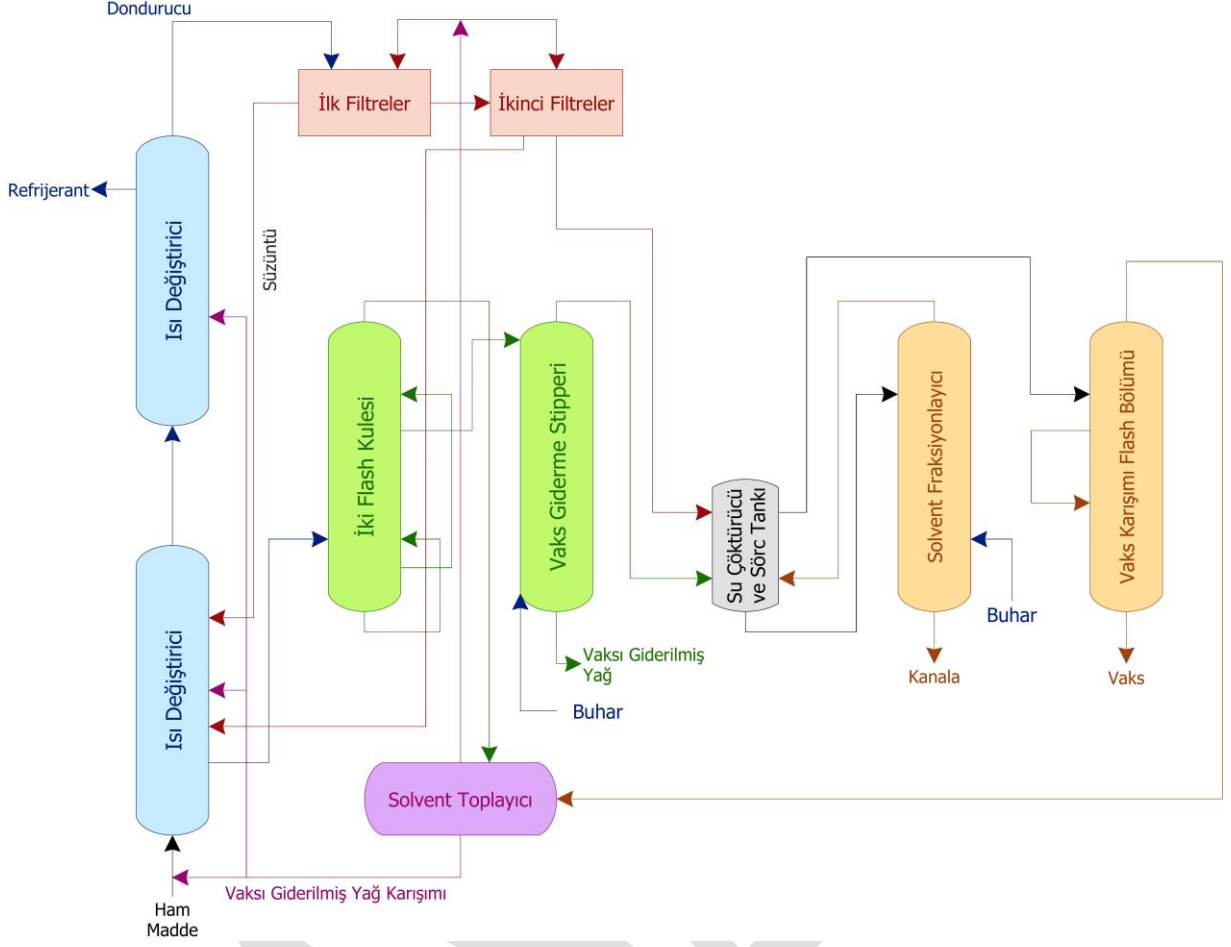
Vakum ünitesinden gelen distilasyon ürünleri ile asfaltı alınmış yağlar furfural solventi ile ekstrakte edilir. Akım şeması Şekil 16'da verilmiştir. Vakum ünitesinden gelen yağlama yağı ara kademe depolama tanklarından üniteye şarj edilir. Üniteye arıtılan ve arzu edilmeyen komponentlerinden ayrılan rafinat ve ekstrakt, makine yağları tank sahasındaki ara kademe tanklarına alınır. Buradan rafinat devaksing ünitesine şarj edilir. Ekstrakt ise fuel oil paçalında kullanılır.

Furfural içinde bulunan vaks devaksing ünitesinde metil etil keton (MEK)/toluen solvent karışımı ile giderilir. Ünite dondurma ve filtrasyon, vaks alınmış yağ geri kazanımı, su geri kazanımı işlemlerinden oluşmaktadır (Şekil 17).

Baz yağları üretiminin son kademesi olan ferrofining ünitesinde vaksı giderilmiş yağların katalitik etki ile renkleri açılır ve oksidasyon stabiliteyi artırılır. Gaz komprasörü, gaz seperatörü, vakumlu ayırıcı ve kurutma kolonundan oluşan bir ünite (Şekil 17). Ürünler, baz yağı olarak kullanılırken, slop ve gazlar yakıt sistemine gönderilmektedir.



Şekil 16. Furfural ekstraksiyon ünitesi akım şeması



Şekil 17. Devaksing ve vaks deoiling prosesi

2.16. Dolum ve Depolama Tesisleri

Dolum ve depolama tesisleri ham madde temini ve depolanması ile ürünlerin depolanması ve satışı açısından rafinerilerin en önemli üniteleridir. Yurtiçi veya yurt dışından gelen gemiler iskelelere yanaşır ve dolum kolu vasıtası ile ham petrol gemiden alınarak ham petrol depolama tanklarına basılır. Boru hattı ile temin edilen ham petrol de ham petrol depolama tanklarına alınır.

Rafineride üretilen ürünler ilgili depolama tanklarında depolandıktan sonra boru hattıyla deniz dolum ünitesine gönderilir ve burada gemilere dolum yapılır. Aynı şekilde kara yoluyla taşınacak ürünler için de ayrı dolum ünitesi bulunur.

Üniteler içinde ara ürün depolama tankları da bulunur. Belirli sürelerde bekletilen ara ürünler nihai ürün tanklarına gönderilirken çeşitli noktalarda kimyasal katkı enjeksiyonları yapılabilir.

2.17. Fleyr

Rafineri proses üniteleri devreye girerken, devreden çıkarken veya acil durumlarda rafineri fleyr sistemine ihtiyaç vardır. Sistemde biriken gazların emniyetli bir şekilde sistemden uzaklaştırılabilmesi için bu gazlar fleyr sistemine gönderilir. Fleyr sistemi uygun şekilde desteklenmiş yüksek bir boru ve ucunda sürekli yanan bir alevden oluşur. Ünitelerden gelen gazlar fleyr sistemine verildikleri zaman borunun ucundaki alevle birlikte yanmaya başlar ve atmosfere güvenli bir şekilde atılmış olur.

2.18. Yardımcı Tesisler (Buhar Elektrik Üretim/Kazan Besleme Suyu/Yakıt Sistemi)

Rafinerilerin enerji ve buhar ihtiyacı, turbo jeneratör, kazan ve/veya gaz türbininden ve proseslerden gelen atık ısıdan karşılanmaktadır.

Buhar, proseste ve elektrik üretimi için alternatörlerde kullanılmaktadır. Rafineride farklı amaçlar için kullanılan buharın bir kısmı yoğuşturularak geri kazanılmaktadır.

Rafinerilerdeki yakma sistemlerinin tasarımına bağlı olarak fuel oil, yakıt gazı (rafineri proses ünitelerinden çıkan tüm gazlar) ve dışarıdan satın alınan doğalgaz yakıt olarak kullanılmaktadır.

3. EMİSYON KAYNAKLARI

Rafinerilerdeki temel emisyon kaynakları, enerji üretim tesisleri ile üretimde kullanılan fırınlar, ham madde ve distilasyon ürünlerinin işlendiği ünitelerdir. Katalitik kraking ve kükürt geri kazanım (Claus) üniteleri proses kaynaklı emisyonlara, fırın ve ısıtma amaçlı kullanılan üniteler ise yanma kaynaklı emisyonlara neden olmaktadır.

Ünitelerde proses esnasında üretilen yakılabilir nitelikteki gaz bileşikleri (rafineri gazı), merkezi sistem ile toplanarak fırınlarda ve diğer yakma sistemlerinde kullanılmaktadır. Ürün veya yakıt olarak değerlendirilemeyen gaz bileşikleri, fleyr ve insineratörlerde yakılmaktadır. Bir rafinerinin emisyon kaynakları aşağıda gruplandırılmıştır:

3.1. Enerji (buhar ve elektrik) üretim tesisleri

Buhar ve elektrik üretim santrali bacalarında kullanılan yakıt türüne bağlı olarak oluşacak emisyonlar karbonmonoksit (CO), kükürtdioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x) ve toz emisyonlarıdır. Rafinerilerde genellikle kendi üretimleri olan sıvı yakıtlar ile rafineri gazı kullanılmaktadır. Bazı ünitelerin dip ürünleri de bu sıvı yakıta paçallanmaktadır. Rafineri gazı ve sıvı ürünleri paçallandığı yakıtların kullanılması halinde yukarıda belirtilen emisyonlara ilave olarak uçucu organik bileşikler de oluşacaktır.

3.2. Fırın bacaları

Rafinerilere ait tüm ünitelerde bulunan yakıcı ve fırın gazları proses gazları ile karışmadan baca vasıtasıyla atmosfere verilmektedir. Bu bacalarda emisyonlar, kullanılan yakıt türüne bağlı olarak değişir. Sıvı ve gaz yakıt kullanılan ünitelerde oluşacak emisyonlar CO, SO₂, NO_x ve toz emisyonlarıdır.

Fırın bacalarına herhangi bir proses bacasının bağlanması durumunda proses özelliğine göre farklı organik kirleticiler de bulunabilir.

3.3. Fleyrlar

Rafineri proseslerinde enerji kesilmesi, ünitelerde basınç ve sıcaklık sorunları gibi acil durumlarda sistemde bulunan yanıcı ve patlayıcı gazların uzaklaştırılması amacıyla fleyrlar kullanılır. Farklı yakma tiplerine sahip fleyrlarda esas olarak karbondioksit (CO₂) ve su buharı ile birlikte eksik yanma ürünleri oluşabilir.

3.4. Proses Emisyonları

Yukarıda açıklanan emisyon kaynaklarına ilave olarak değişik ünitelerde proses emisyonlarının atmosfere verildiği bacalar bulunmaktadır. Bu emisyon kaynakları ve emisyonlar ünite bazında aşağıda verilmiştir.

- Katalitik kraking ünitesinden toz, NO_x, CO, SO₂ ve organik bileşikler,
- Claus ünitesinden SO₂ ve hidrojen sülfür (H₂S) emisyonları,
- İnsineratörlerde yakılan atık türlerine göre yanma gazlarına ilave olarak klorür (Cl⁻), florür (F⁻), ağır metal, polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH), dioksin/furan (PCDD/PCDF) ve organik bileşik emisyonları.

3.5. Depolamadan ve Üretimden Kaynaklanan Kaçak Emisyonlar

Petrol ürünlerinin dolumu, nakliyesi ve pazarlanması her biri buharlaşma kaybı oluşturabilecek farklı işlemler içermektedir. Ham petrol rafineri tesislerine tankerler, mavnalar, demiryolları, karayolu ve boru hattı ile iletilmektedir. Depolama tankları ve üniteler arasındaki bağlantı ekipmanlarından (vana, flanş vb.) organik madde emisyonları oluşmaktadır. Rafine petrol ürünleri de aynı yollarla akaryakıt terminallerine ve petrokimya tesislerine iletilmektedir. Depolanan ürünlerin çeşitli işlemlerle taşınması sırasında dolum kayıpları, baca dışı kaynaklı organik bileşik emisyonları oluşmaktadır.

4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

Rafinerilerde emisyonlar ağırlıklı olarak yanma kaynaklı olması nedeniyle emisyon azaltımında da yakma sistemlerinin verimliliğinin artırılmasına ilişkin düzenlemeler yapılmalıdır. Bu amaçla kullanılacak yakıtlara uygun yüksek verimli yakıcılar tercih edilmelidir. SO₂ emisyonlarının azaltılması için daha çok gaz yakıtların kullanımı veya düşük kükürtlü sıvı yakıtların kullanımı tercih edilmelidir. NO_x emisyonlarının azaltımı için low NO_x burner kullanılmalıdır.

Emisyon seviyelerine bağlı olarak baca çıkışlarında; ıslak tutucular, torba filtreler, selektif katalitik indirgeme, elektrostatik filtreler, SO₂ tutucu kataliz ve CO promoterlar kullanılabilir.

Baca dışı emisyon kaynakları olan dolum, depolama ve transfer işlemlerinden oluşan emisyon kaçaklarının azaltılması için içten veya dıştan yüzer tavanlı tanklar kullanılabilir, tankların dış yüzey boyalarının ısı yansıtma seviyeleri artırılabilir, tahliye ve blöf işlemlerinden ortaya çıkan gaz ve buharları fleyrlara gönderilebilir, dolum işlemlerinde ortaya çıkan uçucu organik bileşik emisyonları için buhar geri kazanım üniteleri kurulabilir.

5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Emisyonların izleneceği noktalar ve ölçülecek kirleticiler aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Petrol rafinerilerinde emisyon kaynakları ve buralarda izlenecek kirleticiler

Emisyon kaynağı (Ölçüm noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli İzleme ¹
Buhar üretim santral bacaları	Yakıt ve ısı gücüne göre belirlenir. UOB ² veya TOK ²		
Ünite fırın bacaları	Yakıt ve ısı gücüne göre belirlenir. UOB ² veya TOK ²		
Katalitik kraking ünitesi bacası	Toz, NO _x , CO, SO ₂ , TOK	İzin + Periyodik	
Klaus ünitesi bacası	H ₂ S, SO ₂ , COS, CS ₂	İzin + Periyodik	
Ünite insinerasyon sistemi bacaları	Toz, NO _x , SO ₂ , H ₂ S	İzin + Periyodik	

¹ Ek-4’deki hükümlere de bakılmalıdır.

² Yakıt olarak üretim gazı (fuel gaz) kullanılması halinde

6. KAYNAKLAR

- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009.
- TA LUFT, 2002. "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit", Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft.
- Beşergil, B., 2009. Rafineri Prosesleri, Gazi Kitabevi, ISBN: 9754837940.
- IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) Reference Document on Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU, 2015.

TASLAK