

Modern Kimya Sanayiinin Özelliklerinin İncelenmesi

Edip BÜYÜKKOCA ¹⁾

Kimya sanayii tarihi gelişmesini birbirinden farklı özelliklere sahip üç devir içinde tamamlayarak bugünkü seviyesine ulaşmıştır. Söz konusu devirler tarih sırasına göre sıralanacak olursa a) 1. Dünya savaşı öncesi b) 1. ve 2. Dünya savaşları arası c) 2. Dünya savaşı sonrası devirleridir.

Bu çalışmada her üç devirde değişikliğe uğramış bazı ortak özellikler esas alınarak bir inceleme yapılmıştır. Bu özellikler kimyasal üretimde birbirini tamamlayan disiplinler olarak ortaya çıkan Proses ve Sanayi Mühendisliği açısından pratik kriterlerle incelenmiştir.

1 — Kimya Sanayiinin Proses Mühendisliği Açısından Özellikleri

Kimya sanayiinin, aşağıda verilen dört madde esas alınarak, proses sanayii açısından özellikleri incelenecek ve bu özelliklerin, kimya sanayiinde önemli yer işgal eden bazı üniteler için yıllara göre değişimleri verilecektir.

Kimya sanayiinin, proses sanayii açısından özellikleri incelenirken esas alınan hususlar şunlardır:

- 1 — Cesamet ve kapasite
- 2 — Fabrikanın inşaa biçimi
- 3 — Yardımcı tesislerin yapısı
- 4 — Otomasyon

1) *Cesamet ve Kapasite* : Son çeyrek asırda sanayiİN bütün dalarında olduğu gibi, kimya sanayiinde de ünitelerin kapasiteleri, hızla artmıştır. Bu kapasite artmalarının sayısal değerlerini araştırarak olursak; 1960 önceleri tipik amonyak, nitrik asit ve etilen üniteleri sırayla

1) Öğ. Gör. Dr. Kimya Yük. Müh., Sakarya DMMA Kimya Kürsüsü

360 ton/gün, ve 100 - 200 milyon lb/yıl gibi kapasitelere sahiptirler. Bu tarihten sonraki yıllarda inşaa edilen amonyak, nitrik asit ve etilen üniteleri için kapasiteler sırayla 600 - 1600 ton/gün, 500 ton/gün ve 0,150 - 1 milyar lb/yıl değerlerine sahip olmuşlardır (1).

Şekil: 1 a, b, c ve d sırasıyla kimya sanayiinde kuruluşuna çok rastlanan etilen, amonyak, ham petrol flaş distilasyonu ve katalitik kriting üniteleri için yıllara göre kapasite değişimlerini göstermektedir. (2). Bu şekilleri tetkik edecek olursak: Şekil: 1, a 'dan etilen ünitesi için kapasite, 1940 - 60 yılları arası ılımlı bir eğimle artmış ve 1960 - 1965 yılları arası 300.000 ton/yıl değeriyle stabil hale gelmiştir. Fakat, bu noktadan günümüze kadar iki misli bir artış göstererek 550.000 - 600.000 ton/yıl değerine ulaşmıştır. Amonyak ünitesinin yıllara göre kapasite artışını veren Şekil: 1, b'yi inceleyecek olursak; bu sanayii dalında ziratte suni gübrelerin önem kazanmasıyla orantılı olarak kapasite artışı devam etmiş ve 1970 yıllarında 1940'lardaki değerinin 15 katına eşit olan bir kapasiteye ulaşmıştır.

Ham petrol flaş distilasyon ünitesinin kapasite artışının yıllara göre dağılımını veren Şekil: 1, e'yi inceleyecek olursak; burada değişimin diğer ünitelere nazaran biraz farklı olduğunu görüyoruz. Bu farklılık; üçüncü (petrokimya) devre için çok fazla bir kapasite artışı görülmesidir. Bunun nedeni; flaş distilasyon ünitesinin kapasite artışına etki eden esas etkenin dünya yakıt ihtiyacının artması olduğu gerçeğidir. Zira petro kimya kompleksleri birden fazla rafinerinin yan ürünlerini değerlendirebilmektedir.

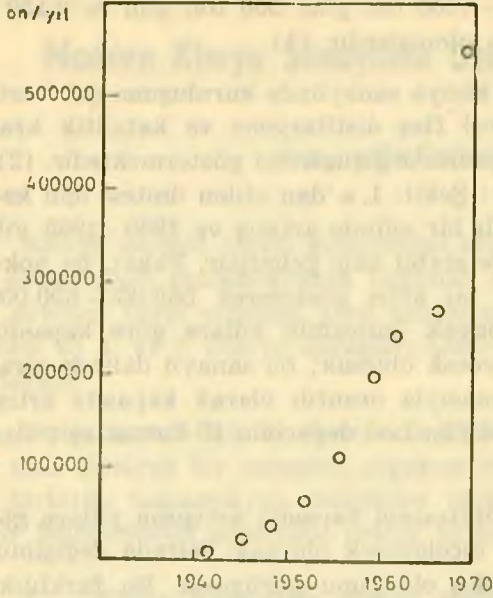
Katalitik kriting ünitesinin yıllara göre kapasite artışını gösteren (Şekil: 1, d)'yi inceleyecek olursak; kapasitenin daha dik bir eğimle arttığı görülür.

Şekil: 1 a, b, c, d den çıkarılan müşterek neticeler:

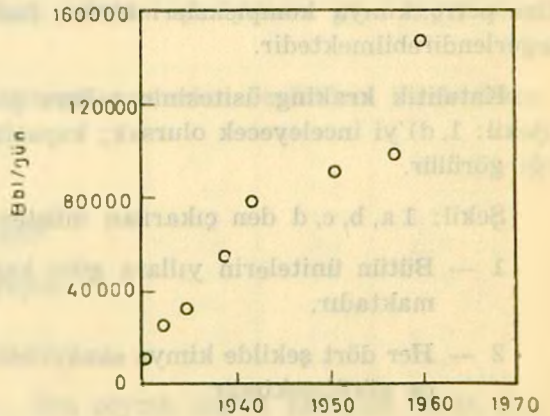
- 1 — Bütün ünitelerin yıllara göre kapasiteleri dik bir eğimle artmaktadır,
- 2 — Her dört şekilde kimya sanayiinin 3 ayrı devresinin etkisi açıkça görülmektedir.
- 3 — Kapasite artışının önümüzdeki yıllarda da hızla devam edebileceği görülmektedir.

(1) Ref. 8

(2) Ref. 4

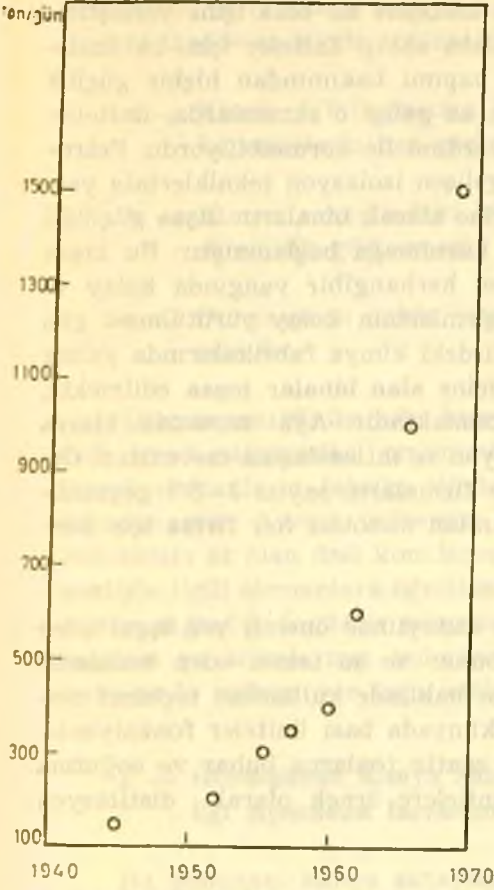


ŞEKİL 1 a ETİLEN ÜNİTESİNİN YILLARA GÖRE KAPASİTE ARTIŞI (1)



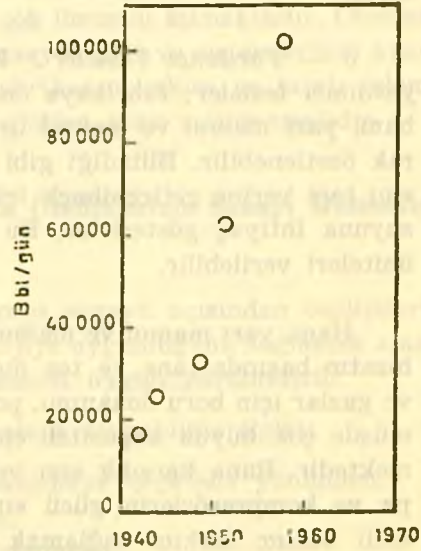
HAM PETROL FLAŞ DESTİLAŞYON ÜNİTESİNİN KAPASİTE ARTIŞININ YILLARA GÖRE DAĞILIMI

(ŞEKİL 1 c) (1)



AMONYAK ÜNİTESİNİN YILLARA GÖRE KAPASİTE ARTIŞI

(ŞEKİL 1 b) (1)



KATALİTİK KRAKİNG ÜNİTESİNİN YILLARA GÖRE KAPASİTE ARTIŞI

(ŞEKİL 1 d) (1)

(1) Ref. 4 Sayfa 21

2 — *Fabrikanın İnşaa Biçimi* : Karbokimya öncesi devrelerde inşa edilen kimya fabrikalarının bütün üniteleri bir bina içine yerleştirilebiliyordu. O zamanlar, küçük boyutlara sahip üniteler için, bu üniteleri dış etkilerden koruyan binaların yapımı bakımından hiçbir güçlük yoktu. Bilakis, izolasyon tekniklerinin az gelişi o zamanlarda, üniteler, iklimin kötü şartlarından bu binalar yardımı ile korunabiliyordu. Petrokimya devresinin başlamasıyla, hızla gelişen izolasyon tekniklerinin yardımı ve boyutları büyüyen üniteleri içine alacak binaların inşaa güçlüğü nedenleri ile kimya fabrikaları açığa kurulmağa başlanmıştır. Bu inşaa biçiminin; fabrikalarda meydana gelen herhangi bir yangında kolay ve tesirli kontrolün sağlanması, tevsii işlemlerinin kolay yürütülmesi gibi diğer faydaları da mevcuttur. Günümüzdeki kimya fabrikalarında yalnız idare binaları ile kontrol panellerini içine alan binalar inşaa edilmekte, diğer bütün tesisler açık sahaya kurulmaktadır. Aynı zamanda, kimya fabrikalarının inşasında standardizasyon ve ihtisaslaşma mevcuttur. Örneğin; dünyada etilen ünitesini kuran firmaların sayısı 3 - 5'i geçmediği gibi bu ünitelerin inşasında kullanılan metotlar her firma için benzerdir.

3 — *Yardımcı Tesisler* : Kimya sanayiinde önemli yer işgal eden yardımcı tesisler; fabrikaya enerji, buhar ve su temin eden tesislerle, ham, yarı mamul ve mamul ürünlerin naklinde kullanılan teçhizat olarak özetlenebilir. Bilindiği gibi petrokimyada bazı üniteler fonksiyonlarını tam yerine getirebilmek için bir saatte tonlarca buhar ve soğutma suyuna ihtiyaç gösterirler. Bu tip ünitelere örnek olarak distilasyon üniteleri verilebilir.

Ham, yarı mamul ve mamul maddelerin taşınmasında kullanılan teçhizatın başında tane ve toz malzeme için konveyörler, elevatörler, sıvı ve gazlar için boru donanımı, pompa ve kompresörler gelmektedir. Günümüzde çok büyük kapasiteli elevatör ve konveyörler kolayca imâl edilmektedir. Buna karşılık sıvı ve gazların taşınması için kullanılan pompa ve kompresörlerin gücü sınırlıdır. Bu nedenle, kompresörler kademeli basınç farkını sağlamak amacıyla bataryalar halinde çalıştırılır. Bugün, birkaç yüzbin ft³/dak. debiyle 5000 lb/m² geyç lik basınca kadar basabilen, güçleri 30.000 ile 100.000 beygir gücü arasında değişen özel kompresörler imâl edilebilmektedir.

4 — *Otomasyon* : Kimya sanayiinin, proses mühendisliği yönünden diğer etkili özelliği kimyasal üretimin her sahasında otomasyonun

artmasıdır. Bugün, çimento ve şeker sanayiinden petrokimya sanayiine kadar her türlü kimya sanayii dalında otomasyonu artıran nedenler aşağıdaki maddeler içinde toplanabilir:

- a — Kimya fabrikalarının büyük kapasitelere sahip olması ve bu kapasitelerin her geçen gün artması,
- b — Kimya sanayiindeki bütün üretimlerde, üretim faaliyetlerinin süreklilik göstermesi,
- c — Otomasyona imkân veren mühendislik çalışmalarının yoğunlaşmasıdır.

Otomasyon günümüzün kimya fabrikalarında çalışan teknik personeli ameli çalışmadan, programlama ve plânlama çalışmalarına doğru iterek elemanların fabrika içindeki eğitimlerinin önem kazanmasına sebep olmuştur. Ayrıca, üniversite ve yüksek okullarda, üzerinde durulma olanakları az olan özel konuların belirli zaman periodları içinde en yeni şekliyle ilgili elemanlara öğretilmesini çok lüzumlu kılmaktadır. Otomasyonun sağladığı faydalar yanında, otomasyon âlet ve sistemlerinin ayarlanması ve arızalarının giderilmesi, fabrikanın bakım ve tamir işlemleri içinde mühim yer işgal ettiği de gözden uzak tutulmamalıdır.

2 — Günümüzün Kimya Sanayiinin Özelliklerinin Sanayi Mühendisliği Açısından İncelenmesi

Bu konunun, kimya sanayiinin proses sanayii açısından özelliklerinin incelenmesinde takip edilen metodolojiye uygunluğunu sağlamak amacıyla, aşağıdaki esaslar dahilinde işlenmesi uygun görülmüştür.

- 1 — Fabrika cesamet ve kapasitesinin verimlilikle ilgisi:
 - a — Startup (ünitenin ilk çalışmaya geçmesi) yönünden,
 - b — Akım faktörü yönünden,
 - c — Direkt işçilik maliyeti yönünden,
- 2 — Fabrikanın inşaa biçiminin verimlilikle ilgisi,
- 3 — Yardımcı tesislerin verimliliğe etkisi,
- 4 — Otomasyonun verimliliğe etkisi,

1 — Fabrika Cesamet ve Kapasitesinin Verimlilikle İlgisi :

Startup ve akım faktörünün kapasite artışı ile verimliliğe nasıl etki ettiğini, bu terimlerin tariflerini, verimlilikle ilgilerini örnekler vererek incelenmesi, kolay anlaşılmayı sağlamak amacıyla uygun görülmüştür. Startup zamanı olarak iki zaman kavramı tarif edilmiştir. Birincisi, herhangi bir ünite için ilk beslemeden ilk ürünün alınmasına kadar geçen zaman, ikincisi, ilk ürünün alınmasından ünitenin tam kapasiteyle çalışma anına kadar geçen zamandır. Akım faktörü ise bir ünitenin bir takvim yılı içinde fiili çalışmada bulunduğu zamanın takvim yılına oranı olarak tarif edilmiştir. Bir ünitenin akım faktörü % 90 olduğunda, bu ünite bir yılda 11 ay devamlı çalışacak 1 ayda bakım için zaman harcanacak manası ortaya çıkmaktadır.

Şekil : 2 de Akım şeması verilen amonyak ünitesi için aşağıdaki startup adımları takip edilmektedir (1).

- 1 — Birinci reformer için besleme, reformer sıcaklığının ayarlanması (1 gün),
- 2 — Hava kompresörlerinin ilk çalışması yapılarak 2. reformer başlangıç akımın yapılması (1 gün),
mesi (4 gün),
- 3 — Yüksek sıcaklıkta değişken konvertlerinin harekete geçirilmesi
- 4 — Absorblayıcılara gaz akışının başlatılması CO gideren sistemin stabilize edilmesi (2 gün),
- 5 — Metanatorun harekete getirilmesi (3 gün),
- 6 — Soğutma sisteminin başlatılması (4 gün),
- 7 — Düşük sıcaklık değişken konverterin harekete geçirilmesi (6 gün),
- 8 — Düşük sıcaklık değişken konverterinde gaz akımının arttırılması (2 gün),
- 9 — Sentez gaz kompresörlerinin harekete geçirilmesi (3 gün),
- 10 — Sentez devir daiminde sızdırmazlık testi yapılması (3 gün),
- 11 — Amonyak sentez kartalizlerinin devreye sokulması (8 gün),

(1) Ref. 4 Sayfa 74

- 12 — Amonyak ürününün depoya gönderilmesi (0 gün),
 13 — Üretimin arttırılması (3 gün).
 Toplam (40 gün).

Örneklerde verilen startup zamanı amonyak üniteleri için ortalama bir zaman olarak düşündürülmelidir.

Tablo: 1 ve 2'de amonyak ünitesi için bazı startup günleri tesbit edilmiştir. Bu tablolara bakılırsa startup zamanı olarak 33 günden 253 güne kadar değişen zamanlara rastlanır. Kurulan birçok ünitelerden elde edilen tecrübelerle dayanılarak startup'a etki eden faktörler ve etki oranları aşağıdaki gibi saptanabilir (1):

| | |
|---------------------------------------|------|
| 1 — Startup operasyon şartları etkisi | % 15 |
| 2 — Kuruluş etkileri | % 14 |
| 3 — Teçhizat problemleri | % 56 |
| 4 — Operatör hatası | % 15 |

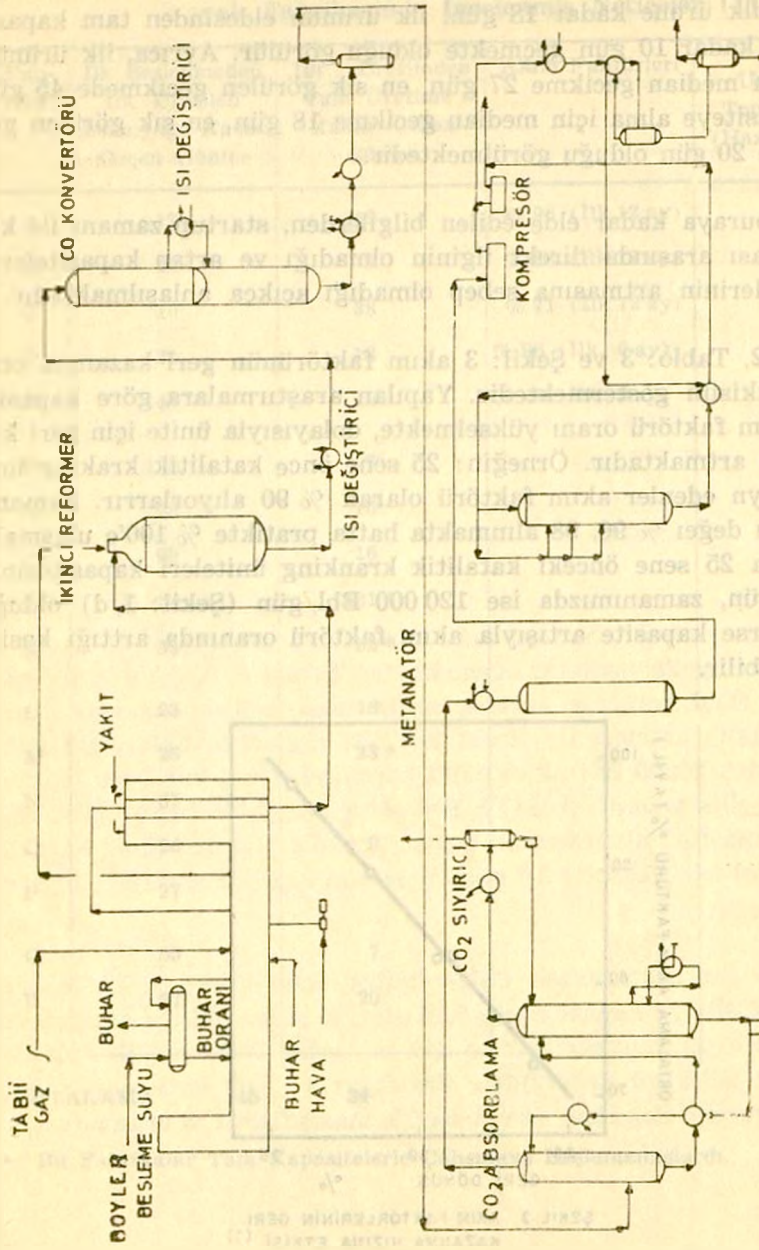
Buraya kadar verilen bilgilerin ışığı altında startupla ünite cesamet ve kapasitesinin artması arasındaki ilişki aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1 — Tablo: 1 de ilk 3 satırı incelenecek olursa; 600 ton/gün'lük kapasiteye ve aynı çalışma şekline sahip 3 amonyak ünitesi için startup günlerinin (ilk beslemeden ilk ürünün alındığı güne kadar geçen gün sayıları olarak) sırayla; 17, 19 ve 24 gün, ilk beslemeden % 100 kapasiteye ulaşmaya kadar geçen günler olarak sırayla 33, 58 ve 43 gün olduğu görülür. Bu bilgilerden kolayca anlaşıldığı gibi startup günlerinin kapasite ve cesametle direkt ilgisi yoktur.

2 — Tablo: 1'de ilk üç satırı takip eden 1000 ton/gün kapasiteye sahip ve tabii gaz esasına göre çalışan 3 amonyak ünitesi için startup zamanı (ilk beslemeden ilk ürünün alındığı güne kadar geçen gün sayıları olarak) sırayla 25, 26 ve 26, ilk beslemeden % 100 kapasiteye ulaşmaya kadar geçen zamanın ise 43, 42 ve 100 gün olduğu görülür. 600 ton/gün ve 1000 ton/gün kapasitelere sahip iki ayrı amonyak ünitesi için startup zamanları 43 gün olduğu ve 13 nolu 1000 ton/gün kapasiteye sahip amonyak ünitesi için startup zamanının 253 gün olduğu Tablo: 1'den görülmektedir.

Tablo: 1 (1) Büyük Kapasiteli Amonyak Üniteleri İçin Startup Performansı

| Ünite No | Kapasite t/gün | Çalışma Şekli | Startup Günleri | |
|----------|----------------|---------------|--|---|
| | | | İlk beslemeden ürünün alındığı güne kadar gün sayısı | İlk beslemeden % 100 Kapasiteye ulaşmaya kadar geçen günler |
| 1 | 600 | Tabii gaz | 17 gün | 33 gün |
| 2 | 600 | » | 19 » | 58 » |
| 3 | 600 | » | 24 » | 43 » |
| 4 | 1000 | » | 25 » | 43 » |
| 5 | 1000 | » | 26 » | 42 » |
| 6 | 1000 | » | 26 » | 100 » |
| 7 | 825 | Nafta | 26 » | 35 » |
| 8 | 1000 | » | 27 » | 47 » |
| 9 | 600 | Tabii gaz | 27 » | 43 » |
| 10 | 600 | » | 39 » | 44 » |
| 11 | 1000 | » | 43 » | 160 » |
| 12 | 600 | Rafineri gazı | 63 » | 68 » |
| 13 | 1000 | Tabii gaz | 66 » | 253 » |
| 14 | 1000 | » | 113 » | 133 » |
| 15 | 1000 | Nafta | 53 » | — |

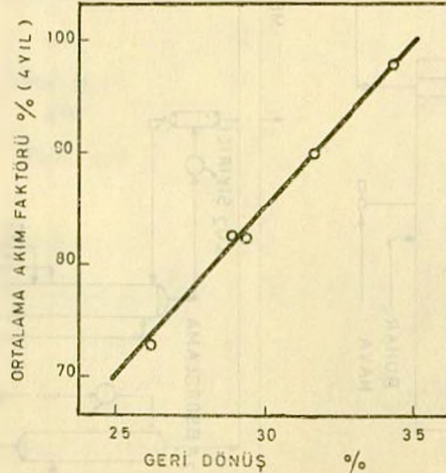


ŞEKİL 2
AMONYAK ÜRETİMİ İÇİN BÜYÜK KAPASİTELİ SENTEZ
GAZI TESİSİ AKIM SEMASI.

3 — Tablo : 2 — İncelenirse; amonyak ünitesi için ideal olarak, ilk beslemeden ilk ürüne kadar 18 gün, ilk ürünün eldesinden tam kapasiteli üretime kadar 10 gün geçmekte olduğu görülür. Ayrıca, ilk ürünün alınması için median gecikme 27 gün, en sık görülen gecikmede 45 gün ve tüm kapasiteye alma için median gecikme 18 gün, en sık görülen gecikmenin ise 20 gün olduğu görülmektedir.

Butün buraya kadar elde edilen bilgilerden, startup zamanı ile kapasite artması arasında direkt ilginin olmadığı ve artan kapasitelerin startup günlerinin artmasına sebep olmadığı açıkça anlaşılmaktadır.

Tablo: 2, Tablo: 3 ve Şekil: 3 akım faktörünün geri kazanma oranına olan etkisini göstermektedir. Yapılan araştırmalara göre kapasite artışıyla akım faktörü oranı yükselmekte, dolayısıyla ünite için geri kazanma oranı artmaktadır. Örneğin: 25 sene önce katalitik kranking ünitelerini dizayn edenler akım faktörü olarak % 90 alıyorlardı. Zamanımızda ise bu değeri % 96, 98 alınmakta hatta pratikte % 100'e ulaşmaktadır. Ayrıca 25 sene önceki katalitik kranking üniteleri kapasitesinin 25000 Bbl/gün, zamanımızda ise 120 000 Bbl/gün (Şekil: 1, d) olduğu da düşünülürse kapasite artışıyla akım faktörü oranında arttığı kesinlikle söylenebilir.



ŞEKİL 3 AKIM FAKTÖRLERİNİN GERİ KAZANMA HIZINA ETKİSİ (1)

Tablo : 2 — Startup ve Akım Faktörlerinin Etkisinin 17 Amonyak Fabrikasında İncelenmiş Neticeler (1).

| Fabrika | İlk Beslenmeden İlk Üretilen Amonyaka Kadar Geçen Günler | İlk Üretimden Tam Üretime Kadar Geçen Günler | Akım Faktörleri | Üretimdeki Toplam Aylar (Haziran 1967) |
|---------|--|--|------------------|--|
| A | 17 | 16 | % 96 (İlk 12 ay) | 24 |
| B | 40 | 5 | % 88 (İlk 12 ay) | 18 |
| C | 19 | 38 | % 71 (İlk 12 ay) | 20 |
| D | 24 | 18 | % 96 (İlk 6 ay) | 9 |
| E | 44 | 45 | % 8 (İlk 9 ay) | 5 |
| F | 123 | 7 | | 8 |
| G | 26 | 16 | | 6 |
| | 99 | 16 | | 3 |
| J | 54 | 181 * | | |
| K | 53 | 92 * | | |
| L | 25 | 18 | | |
| M | 26 | 23 * | | |
| N | 67 | | | |
| O | 26 | 9 | | |
| P | 27 | | | |
| Q | 55 | 7 | | |
| R | 27 | 20 | | |

ORTALAMA 45 34

* Bu Fabrikalar Tam Kapasitelerle Çalışmaya Başlamamışlardır.

Tablo: 3 — Akım Faktörünün Kârlılığa Etkisi (1)

| İşletme Yılı | | | | Geri Kazanma Oranı % |
|----------------|-----|-----|-----|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Akım Faktörü % | | | | |
| 80 | 100 | 100 | 100 | 33,6 |
| 50 | 100 | 100 | 100 | 30,8 |
| 50 | 80 | 100 | 100 | 29,5 |
| 30 | 100 | 100 | 100 | 29,0 |
| 30 | 70 | 90 | 100 | 26,7 |

Her türlü sanayii dalında olduğu gibi kimya sanayiinde de kapasite arttıkça direkt işçilik maliyeti düşmektedir. Tablo: 4, 5, 6'yı tetkik ederek sırasıyla fluid katalitik kraking nafta esaslı etilen, amonyak üniteleri için kapasite artması ile direkt işçiliğin azalan maliyeti saptanabilir. Tablo: 4'den 20000 Bbl/akım günü kapasiteli fluid katalitik kraking ünitesi için işçilik masrafı 0,0247 \$/Bbl olduğu, aynı ünitenin 50000 Bbl/akım gücü kapasiteli olanı için bu değer, 0,0145 \$/Bbl dir. Fluid katalitik kraking ünitesi için kapasite 2,5 misli artarken işçilik masrafları 1/2 oranında azalmıştır.

Tablo: 5 den nafta esaslı etilen ünitesi için direkt işçilik masraflarının, 330 MMlb/yıl kapasite için 0,15 cent/lb etilen olduğu görülmektedir. 1000 MMlb/yıl kapasiteli ünite için bu değer 0,05 cent/lb etilendir. Kapasite 330 BBlb/yıl değerinden (bu değerın 3,03 katı olan) 1000 MMlb/yıl değerine ulaşırken direkt işçilik masrafları 1/3 oranında azalmaktadır.

Tablo: 4 — Fluid Katalitik Krating Ünitelerinin Kapasiteye Karşı İşletme Masraflarının Mukayesesi (1)

| | | |
|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Kapasite (Bbl akım günü) | 20.000 | 50.000 |
| Yatırım Maliyeti \$/Bbl | 370 | 260 |
| Direkt İşletme Masrafları | | |
| a) Kataliz | 0,0495 | 0,0495 |
| b) Yardımcı İşletme | 0,0595 | 0,0595 |
| c) İşçilik | 0,0247 | 0,0145 |
| Alt Toplam | 0,1337 | 0,2135 |
| İndirekt İşletme Masrafları \$/Bbl | | |
| Bakım, Kıymetten düşme, Faiz, Vergi | | |
| Sigorta masrafları | 0,2580 | 0,1812 |
| TOPLAM | 0,3917 | 0,3047 |

Tablo: 5 — Nafta Esaslı Etilen Ünitelerinin Kapasiteye Karşı İşletme Masraflarının Mukayesesi (1)

| Kapasite (MMlb/yr) | 330 | 1000 |
|---|-------------|-------------|
| Yatırım (\$ MM) | 15,0 | 30,0 |
| Çalışma Kapitali (\$ MM) | 2,5 | 5,0 |
| Toplam Kapital (\$ MM) | 17,5 | 35,0 |
| Direkt İşletme Masrafları (cent/lb. Etilen) | | |
| a) Besleme stoğu | 3,26 | 3,26 |
| b) Yardımcı İşletmeler | 0,73 | 0,66 |
| c) Kataliz ve buna benzer kimyevi maddeler | 0,04 | 0,04 |
| d) İşçilik | 0,15 | 0,05 |
| Alt Toplam | 4,18 | 4,01 |
| İndirekt İşletme Masrafları (cent/lb. Etilen) | | |
| Bakım, Değerler düşme | | |
| Faiz, Vergi, Sigorta, Mas. | 0,43 | 0,29 |
| Alt Toplam | 4,61 | 4,30 |
| Müşterek Ürün Kredileri (cent/lb. Etilen) | 3,67 | 3,67 |
| TOPLAM | 0,94 | 0,63 |

Tablo: 6 — Amonyak Ünitelerinin Kapasiteye Karşı İşletme Masraflarının Değişimi (1)

| | | |
|---|--------------|--------------|
| Kapasite (ton/gün) | 333 | 1000 |
| Yatırım (\$ MM) | 7,5 | 14,0 |
| Çalışma Kapitali (\$ MM) | <u>1,1</u> | <u>2,1</u> |
| TOPLAM | 8,6 | 16,1 |
| Direkt İşletme | | |
| Masrafları (\$/ton) | | |
| a) Tabii gaz (25 cent/MMBtu) | 7,42 | 8,00 |
| b) Yardımcılar | 6,66 | 0,56 |
| c) Kataliz ve kızıyasal maddeler | 0,55 | 0,70 |
| d) İşçilik | <u>2,70</u> | <u>0,90</u> |
| Alt Toplam | 17,33 | 10,16 |
| İndirekt İşletme masrafları (\$/ton) | | |
| Bakım, Kıymetten düşme faiz, vergi, | | |
| Sigorta | <u>15,52</u> | <u>9,20</u> |
| TOPLAM | 32,85 | 19,36 |

Tablo: 6 'dan; Lmonyak ünitesi için direkt işçilik masraflarının, 333 ton/gün kapasite için 2,70 \$/ton; 1000 ton/gün kapasite için aynı değer 0,90 \$/ton olduğu görülmektedir. Kapasite 333 ton/gün değerinden (bu değer 3 katı olan) 1000 ton/gün değerine ulaşırken, direkt işçilik masrafları 2,70 \$/ton değerinden 0,90 \$/ton değerine düşerek 1/3 oranında azalma kaydetmektedir.

Tablo: 4, 5, 6 'dan saptanan ortak netice; kimya sanayiinde kapasiteler artarken, direkt işçilik maliyetleri orantılı olarak azalmaktadır.

2 — Fabrikanın İnşaa Biçiminin Verimlilikle İlgisi

Kimya fabrikalarının, açık sahaya inşaa edilmesi yatırım masraflarını ve indirekt işletme masraflarını düşererek topyek n maliyetin düşmesine sebep olmuştur. Karbo kimya devresi ve önceki devrelerde yatırım maliyetinin % 25 - 30 'unu binaların inşaat maliyeti teşkil etmekte idi. Zamanımız da bu oran topyekûn maliyet içinde çok küçük değere düşmüştür. Kimya fabrikalarının açık sahaya inşaaasının verimliliğe müsbet yönde etki ettiği açıkça görülmektedir.

3 — Yardımcı Tesislerin Verimliliğe Etkisi

Kimya sanayiinde inşaa edilen ünitelerin kapasitelerinin artması ile yardımcı tesisler bazı yeni formasyonlar kazanmıştır. Bu yeni formasyonların etkisi, Tablo: 4, 5, 6 'dan yardımcı işletme mâliyetleri inceleyerek saptanabilir.

Tablo: 4 'de 20000 Bbl/akım gün ve 50000 Bbl/akım gün kapasiteli Fluid katalitik kriting üniteleri için yardımcı işletme masrafları aynıdır. Ve 0,0595 \$/Bbl dir.

Tablo: 5 'den 330 MMlb/yıl ve 1000 MMlb/yıl kapasitelere sahip nafta esaslı Etilen üniteleri için yardımcı işletmeler maliyeti, sırasıyla, 0,73 cent /lb etilen ve 0,66 cent/lb etilen değerlerine sahip olduğu görülür.

Tablo: 6 'dan 333 ton/gün ve 1000 ton/gün kapasitelere sahip Amonyak üniteleri için yardımcı işletmeler maliyeti sırasıyla 6,66 \$/ton ve 0,56 \$/ton olduğu görülmektedir.

Tablo: 4, 5, ve 6 'dan yardımcı işletme maliyetleri için saptanan bilgilerden aşağıdaki neticeler çıkartılabilir.

1 — Kapasite artması ile yardımcı işletmeler maliyeti hiç bir zaman artmamakta (kapasite farklarının fazla olmadığı hallerde) bilâkis zalmakta veya aynı kalmaktadır.

2 — Tblo: 6'dan amonyak ünitesi için kapasite 333 ton/gün den 1000 ton/gün değerine artarken yardımcı işletmeler maliyeti 6,66 \$/ton dan 0,56 \$/ton değerine düşmüştür. Amonyak ünitesi için yardımcı işletmeler maliyetinde azalma oranı yaklaşık olarak 1/12 dir. Buradaki büyük fark, kullanılan kompresörlerin farklı özelliklerinden ortaya çıkmaktadır. Bu neticeden anlaşılacağı gibi yardımcı işletmelerde kullanılan teçhizatın modern yapıda olup olmaması verimliliğe önemli oranda etki etmektedir.

4 — Otomasyonun Verimliliğe Etkisi

Günümüzün kimya sanayiinde, her geçen gün biraz daha fazla otomasyona gidilmektedir. Kimya sanayiinde otomasyonun verimliliğe etkisi, aşağıdaki maddeler içinde toplanabilir:

1 — Otomasyon yardımı ile fabrikadaki operasyonların yürütülme görevi insandan makineye geçmiştir. Böylece otomasyon, işçilerin bizatihi kendilerinden geçen (yorgunluk, dikkatsizlik v.s.) operasyon hatalarını önleyerek direkt işçilik mâliyetini düşürmüştür.

2 — Otomasyon, kimyasal üretimdeki ünit proses ve operasyon ünitelerinin kontrolunun kolayca yapılmasını sağlayarak kalite kontrol mâliyetini düşürmüştür.

3 — Otomasyon, büyük kapasitelerdeki kimya fabrikalarının kurulmasını zorunlu hale getirerek, kimyasal üretimdeki verimliliği arttırmıştır.

Kimya sanayiinin proses sanayii ve kimya mühendisliği ekonomisi ile sanayi mühendisliği açısından değişen en etkili özelliğinin kapasite ve otomasyonun artışı olduğu yukarıda verilmiş olan bilgilerden açıkça ortaya çıkmaktadır.

R E F E R A N S L A R

- 1 — Arles, R. S., and Copnlsky, W. «Marketing of Chemical Products», Chemonomic, New York, N. Y. 1948.
- 2 — Arles R. S., and Newton R. D. : «Chemical Engineering Cost Estimation», Mc. Graw - Hill, New York, N. Y. 1955.
- 3 — Arles R. S., Nemhauser G. Wilde D. : Optimization of Multstage Cyclic and Branching Systems by Serial Provednres» AI ch EJ. Vol. 10, No. 6, p. 913-19 Nov., 1961.
- 4 — Axelrod L, Duze K. E., and Wiclham H. P., Kellogg M. W. Co., New York N. Y. : «The Large Plant Concepts» Chem. Engr. Progr. Vol. 64, No. 7, p. 17-25, 1968.
- 5 — Burguburn Henri : «Technique de l'Ingenieur» Vol. 21 rne cassette Paris VI.
- 6 — Büyükkoca Edip : «Modern Kimya Mühendisliği Eğitiminde Kimya Mühendisliği Ekonomisinin Önemi» Türk Kimya Mühendisliği III. Teknik Kongresine sunulan Tebliğ, 1970.
- 7 — Büyükkoca Edip : «Kimya Sanayiinde Planlama Prosesinin İncelenmesi ve Lineer Programlamaların Etkinliğini Arttıran İki Algoritma», Doktora Tezi İ.T.Ü. Makina Fakültesi, 1974.
- 8 — Finneran A, Sweney N. S., and Hutchinson T. G. (The Company M. W. Kellog Co. New York) : «Start up Pperformace of Large Ammonia Plants» Chem. Eng. Prag. Vol. 64, No. 8, p. 72, 1968.