

KİMYA

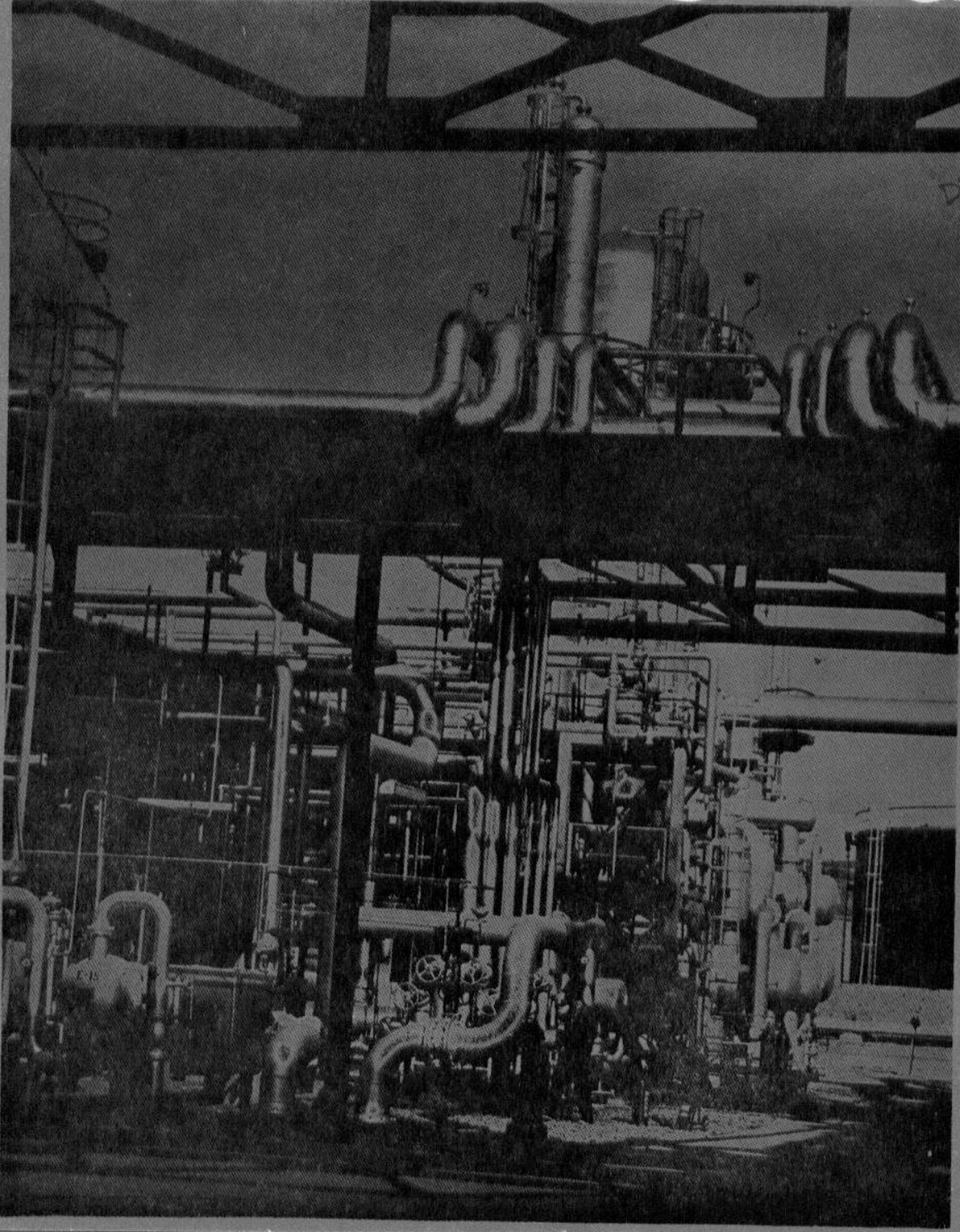
YIL : 11

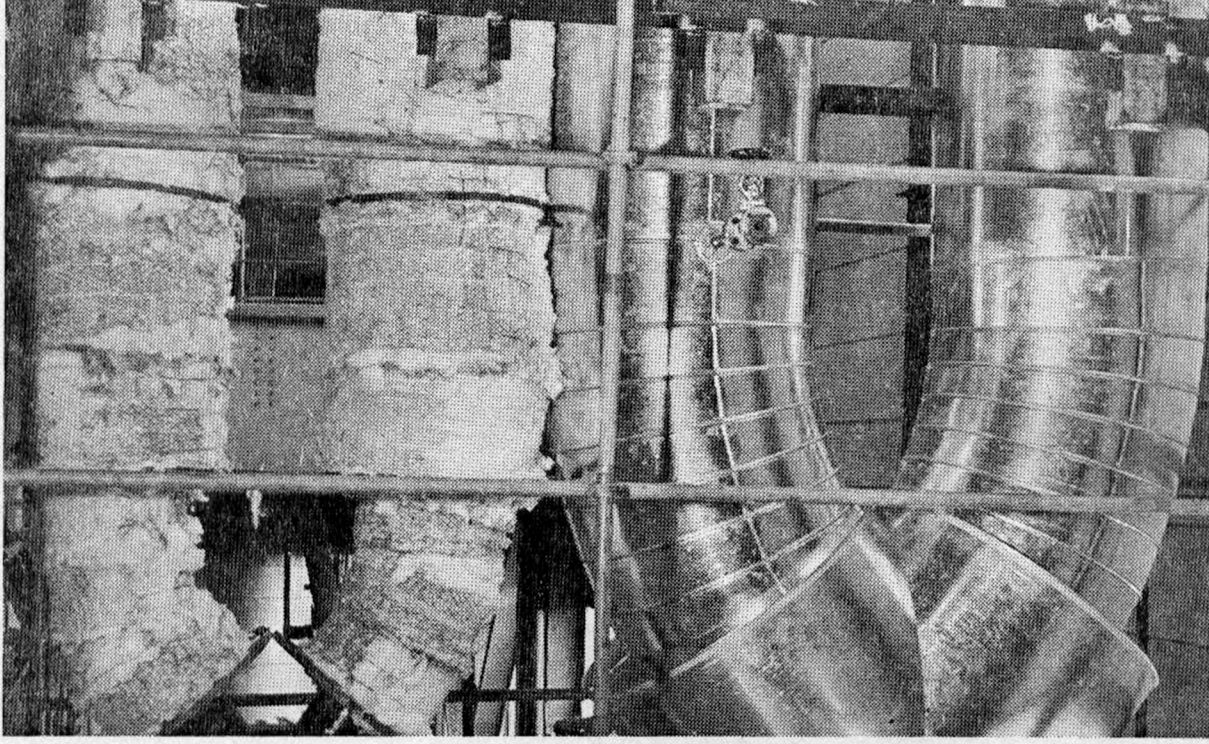
CİLT : 5

SAYI : 54

AĞUSTOS 1972

MÜHENDİSLİĞİ





TEKNİK İZOLASYONDA TEK İSİM

İZOCAM[®]-TEL

(SAINT - GÖBAIN **TEL** PROSEDESİNE GÖRE)

Sanayide kullanılan tank, kazan ve borular, genellikle, içine konulan akışkanın sıcaklığı ile ilgili olarak izole edilmelidirler.

Lüzumsuz ısı kaybını önlemek ve akışkanın sıcaklığını istenen şekilde muhafaza edebilmek için kullanılan izolasyon malzemesinin cins ve kalitesine dikkat etmek gerekir. Yanmayan, asitlerden müteessir olmayan, tank ve kazan cidarlarında paslanma ve korozyon yapmayan, lif kalınlığı 3.8 - 4.5 mikron ve ısı iletkenlik katsayısı 0° de $\lambda=0.029$ olan İZOCAM, kazan, tank, boru ve emsali tesisler için en ideal bir izolasyon malzemesidir.

Unutmamak gerekir ki, ısı izolasyonu için yapılan masraf, ısıtma enerjisinden yapılacak tasarrufla kısa zamanda kendini öder.

TEKNİK BİLGİ İÇİN TEKNİK MÜŞAVİRLİK BÜROLARIMIZ ÜCRETSİZ EMRİNİZDEDİR.

İSTANBUL	ANKARA	İZMİR	BURSA	ADANA	TRABZON
49 84 51 - 2	10 62 18	34 85 9	12 47 0	28 23	23 98

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ MECMUASI

ENDÜSTRİYEL — EKONOMİK — TEKNİK
T.M.M.O.B. KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI YAYIN ORGANI

TURKISH CHEMICAL ENGINEERING REVIEW
INDUSTRIAL, ECONOMICAL AND TECHNICAL TOPICS

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ MECMUASI

T.M.M.O.B.

KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI adına
İmtiyaz Sahibi ve Sorumlu Müdür

Hicri YALÇINSOY



Kımya Mühendisliği Mecmuası
Yayın Kurulu

Prof. Dr. Tarık G. SOMER
Y. Prof. Fahrettin CAN
Sungutay ŞERAFETTİNOĞLU
Nuri ÜZDEN



İdare Merkezi :
Ziya Gökalp Cad. No. 22/9
Yenişehir - Ankara
Tel. : 12 79 28



Dizilip Basıldığı Yer :
T. Odalar Birliği Matbaası



Kişiler :
Kıışecilik K.



Abone Bedeli :

Sayısı 7,50 TL.
Yıllık (6 sayı hesable) 45,— TL.



İlan Tarifesi

Dış kapak tam sahife (Renkli)	1000
Dış kapak yarım sahife (Renkli)	600
İç kapak ve sahifeler tam sahife tek renk	700
İç kapak ve sahifeler yarım sahife tek renk	400



- ★ Yayınlanan bütün yazılara telif ve tercüme bedeli ödenir.
- ★ İki ayda bir çıkar.
- ★ Yazılardaki düşünce, kanaatler ve bunlardan doğacak sorumluluk yazarlarına aittir.
- ★ Dergimizdeki yazılar izinsiz ve kaynak gösterilmeden aktarılamaz.
- ★ KİMYA MÜHENDİSLİĞİ MECMUAMIZ'da çıkan ilânlardan yazı işleri ve sorumlu müdür mesul değildir.

İÇİNDEKİLER

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ÖĞRETİMİ İÇİN BİR PROGRAM	3 - 11
Dr. Erdoğan ALPER	
SİNAİ YATIRIMLARIN KÂR HADDİNDE SİMÜLASYON METODU İL İHTİMAL ANALİZİ	13 - 16
Yusuf BASALEL	
PİGMENT DISPERSİYONU	19 - 22
Selçuk PAKSOY	
HAVA KİRLENMESİ SORUNLARI VE HAVA KİRLENMESİ MÜHENDİSLİĞİ	25 - 29
Aysen MÜEZZİNOĞLU	
PETROKİMYA SANAYİMİZ	33 - 40
KİMYASAL MADDE FİYATLARI	43 - 44

YIL : 11

CİLT : 5

SAYI : 54

AĞUSTOS 1972

KİMYEVİ MADDELERDE HİZMETİNİZDEYİZ

- ASİTLER
- SINÂÎ TUZLAR
- „ BAZLAR
- „ GAZLAR
- DETERJAN HAM MADDELERİ
- MİNERAL TOZLARI
- SOLVENTLER

Teknik Ticaret

“KİMYEVİ MADDELER”

Merkez Büro : Unkapanı, Gümüşpala Caddesi No. 2 İSTANBUL
Telefon : 22 43 35 (4 hat). Telgraf : NURTEKNİK - İSTANBUL

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ÖĞRETİMİ İÇİN BİR PROGRAM

Dr. Erdoğan ALPER
Kimya Yüksek Mühendisi,
K.T.Ü. - Trabzon

Özet :

Burada Anglo - Amerikan anlamındaki kimya mühendisliği öğretimi için gerekli olan derslerin tertibi ve kapsamı belirtilmiş ve özellikle Kimya Mühendisleri Kurumu (Londra) tarafından hazırlanmış detaylı bir program verilmiştir.

Giriş :

Günümüzde kimya mühendisliği öğretimi ni iki ayrı sınıfa ayırmak mümkündür. (1) Anglo - Amerikan anlamındaki kimya mühendisliği öğretimi ilk olarak 1910-1915 yıllarında M.I.T.'de başlatılmış ve hızla gelişen kimya endüstrisinin ihtiyaçlarını karşıladığı için kısa zamanda birçok Amerikan Üniversitelerine dağılmıştır (2). Bunu İngiliz Üniversiteleri takip etmiştir. Örneğin yüzyıllardan beri fen ve mühendislik öğretimi yapan Cambridge Üniversitesinin 1948 yılında kimya fakültesinden tamamen ayrı olarak kimya mühendisliği bölümünü açmasıdır. Aynı zamanlarda bu sistem Kanada, Avustralya, Hollanda, Japonya, İtalya v.s. gibi ülkelerde yayılmış ve daha sonra O.D. T.Ü.'yle Türkiye'ye de girmiştir.

Bunun yanında genellikle az gelişmiş ülkelerde kimya mühendisliği kimyagerlik ile birlikte mütalâ edilip başlıbaşına bir disiplin olmayı başaramamıştır. Bu klâsik sistemde mühendisler kimyagerlere paralel öğretim görmekte, farklı olarak sadece bazı mühendislik ve sinai kimya dersleri okumaktadırlar.

Bu sistemlerden birinin diğerinden üstün olduğu iddia edilemez, fakat birinin diğerindeki boşluğu doldurmadığı da kabul edilmelidir.

Son günlerde yurdumuzda çeşitli yüksek okul ve üniversitelerde kimya mühendisliği bölümlerinin açıldığını göz önünde bulundurursak (örneğin K.T.Ü.'nde kimya mühendisliği öğretimi 1972-1973 ders yılında başlayacaktır.) Kimya mühendisliğini tarif etmekte ve buna uygun bir müfredat programı vermekte fay-

da vardır kanısındayım. Sayın hocam Profesör P.V. Darckwerts'e göre (3):

«Maddenin çoğunluğunun terki bin i veya özelliklerini değiştiren proseslere ilgilenen mühendislik kolu kimya mühendisliğidir.»

Bu tarife uygun bir öğretim programını da Kimya Mühendisleri Kurumu'nun (The Inst-of Chem. Engrs (London)) yayınlarından bulmak mümkündür (4). Kurumun programı ilk olarak 1944 yılında yayınlanmış, 1946, 1950 ve 1955 de yeniden basılmış, 1959 da revizyondan geçirilip, 1961 ve 1963 de de tekrar basılmıştır. Aşağıdaki program tamamen revizyondan geçirilen ve genişletilen son baskı (*) olup iki alternatifin müfredat programını verir. Bu alternatifler yeni proseslerin keşfine önem veren **Proses** ve konunun fiziksel yönüne ve özellikle ekonomik dizayna ve fabrika konstrüksiyonuna yönelen **Dizayn**'dir.

Bu programın hazırlanmasında Kurumun amaçları :

1 — Öncelikle yeni üniversite ve yüksek okullarda kimya mühendisliği öğretimi ni başlatmak isteyenlere yardımcı olmak,

2 — Mevcut üniversite ve yüksek okulların yeni gelişmeleri göze almak için yapacakları revizyonlara yön vermek olmuştur.

Bu program incelenirken aşağıdaki hususlara da dikkat etmekte fayda vardır.

1. Derslerin Tertibi :

İngiliz Üniversitelerinde öğretim süresi genellikle üç yıldır, fakat öğrenciler Üniversiteye G.C.E. (Advanced Level) diplomasıyla girerler. G.C.E. (Advanced Level), kimya mühendisliği için matematik, fizik ve kimya olmak üzere en az bir senelik lise üstü tahsile tekabül eder ve ilk senelerinde temel bilimler okutan Üniversitelerin birinci sınıf programını kapsar.

İdeal olarak kimya mühendisliği konuları ilk günden itibaren öğrenciye verilmeli ve diğer konular öyle bir şekilde işlenmelidir ki kim-

ya mühendisliğiyle olan ilişkileri açıkça belli olmalıdır. Bununla beraber, birçok yerlerde kimyacı, fizikçi, matematikçi, makina, inşaat, elektrik ve metalürji mühendislerine halen verilmekte olan derslere devam etme zorunluluğunu da göz önünde tutulmalıdır; bu durumda kimya mühendisliği konuları ilk önce işlenmeli ve mümkünse başka bölümlerce verilen derslerden materyaller buna ilâve edilmelidir. Böylece öğrencilerin, dersleri değerlendirmeleri ve birini diğerine tercih etmeleri önlenmelidir.

2. Genel :

İkinci Dünya Harbinden sonra müfredat programlarında, proseslerin bilimsel yönüne önem verme meyiline devam edilmiş, ve daha önce geniş çapta uygulanan descriptive metod önemini kaybetmiştir. Böylece, meselâ, filtrasyon, çökeltme, pnömatik taşıma v.s. «tanecik - akışkan hareketinin» bir yönü sayılmıştır; ve çeşitli katalitik reaktörler hakkında geniş bilgi yerine kataliz teorisine ve reaktör dizaynına önem verilmiştir.

Öğretim saatlerini tamamen derslerle doldurmaktan kaçınılmış; öğrencilerin dersleri hazmedebilmeleri ve kendi başlarına düşünebilmeleri için zamana ihtiyaçları olduğu göz önünde bulundurulmuştur.

3. Ağırlık koyma ve imtihanlar:

Programda her konuya konulan ağırlık; onun önemini ve tahsis edilmesi gereken zamanı (labarutuar çalışmaları hariç) göstermekte, yaklaşık olarak bir ağırlık birimi 15-20 saat temsil etmektedir.

Listede verilen her konu için bir imtihan yapılması şart değildir, örneğin 10 ve 11 numaralı konular için bir imtihan yeterlidir.

Aşağıda belirtilen program, yukarıda ifade edildiği gibi, «The Institution of Chemical Engineers, London» in yoğun çalışmaları sonucunda elde edilen ve eğitim alanında faydalı olacağına inanılan niteliktedir.

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ DERSLERİNİN ÖZETİ

Plân referans	Konunun ismi	Ağırlık koyma	Proses Dizayn
No.			
1	Fiziko kimya I	3	2
2	Fizikokimya II	3	2
3	Organik Kimya	2	2
4	Anorganik kimya	2	1
5	Kimyasal Proseslerin Prensipleri	1	1
6	Malzeme Bilgisi	1	2
7	Dizayn ve Proses Fabrikalarının Konstrüksiyonu	1	4
8	Teknik Resim	1	3

Plân referans	Konunun ismi	Ağırlık koyma	Proses Dizayn
No.			
9	Uygulamalı Elektrik	1	2
10	Akışkanlar MMekaniği, Isı ve Kütle Transferi	6	6
11	Akışkan ve Tanecik Mekaniği	3	3
12	Yakıtlar, Yanma ve Güç Termodinamiği	3	6
13	Matematik I	4	4
14	Matematik II	3	3
15	Matematik III	3	3
16	Ayırım Prosesleri	3	3
17	Kimya Endüstrisi (Yapısı, Ekonomik ve Hukuki Yönleri)	1	1
18	Kimyasal Kinetik, Termodinamik ve Reaktör Dizaynı	5	3
19	Kataliz Teorisi	1	0
20	Sınai Reaksiyonların Mekanizması ve Teknolojisi	4	0
21	Proses Kontrolü	2	2
22	Dizayn Problemi	6	6
23	Kimya Mühendisliği Lâboratuvarı	—	—
24	Çeşitli	1	1
TOPLAM:		60	60

Müfredât programı :

Bir başlık altında iki müfredât programı verilmiştir. Uzun program kısanın tümünü kapsamaktadır ve yalnızca uzun programa ait olan kısım parentez içerisinde gösterilmiştir.

1. Fizikokimya I (Ağırlık: Proses 3; Dizayn 2)

a — Gazların ve Sıvıların Kinetik Teorisi :

İdeal gaz kanunları, ve bunların gazların kinetik teorisi yönünden açıklanışı. İdeal gaz karışımları ve Dalton kanunu. (Molekül hızlarının tayini. Maxwell kanun. Çarpışma frekansı ve ortalama serbest yol.) Yapışkanlık-viskozite, yayılma, ısı iletkenliği. (Gazlarda ısısal yayılma) Gazların özgül ısıları. Gerçek gazların ideal gaz kanunlarından sapması; Van der Waals denklemi. Kritik katsayılar. Sıvılarda yüzey gerilim ve yapışkanlık. Sıvılarda yayılma ve ısı iletimi. (Sıvıların yapısı hakkında bugünkü görüşler.)

b — Termodinamik :

Sıcaklık, iş ve ısı. Birinci kanun ve iç enerji. Isı kapasitesi, entalpi, termokimyaya uygulanışı. Tersinir ve tersinmez prosesler. İkinci kanun ve Kelvin sıcaklık ölçeği ve ideal gaz sıcaklık ölçeğine bağıntısı. Entropi fonksiyonu. Gibbs ve Helmholtz serbest enerjileri. Denge kriteri. Bir komponentli sistemlerde faz dengesi. Clausius-Clapeyron denklemi.

Lâboratuvar çalışması :

Gazların, sıvıların, katıların ve ikili karı-

şımların fizikokimyasal özelliklerine ait deneyler.

2. Fizikokimya II (Ağırlık: Proses 3; Dizayn 2)

a — Termodinamik :

İdeal gazlardaki reaksiyon denge sabitesi ve referans sıcaklıktaki standard serbest enerjilerden hesaplanması. Reaksiyon ısısının sıcaklıkla değişimi - Kirchoff kanunu. Denge sabitesinin sıcaklıkla değişimi - Van't Hoff formülü. Denge sabitelerinin referans sıcaklıktan başka sıcaklıklarda hesaplanması.

(Kimyasal potansiyelin kullanılışı. İdeal olmayan gaz karışımları ve bunlara fugasitenin kullanılışı. İdeal olmayan gaz karışımlarında reaksiyon dengesi.) Raoult kanunu, Henry kanunu ve ideal çözelti. (İdeal olmayan çözelti. Aktivlikler, aktivlik katsayısı, Gibbs-Duhem denkleminin sıvı karışımlarına uygulanışı.)

Faz kuralı; faz kuralına göre sistemlerin sınıflandırılması. İkili karışımlar için basınç - terkip ve sıcaklık - terkip diyagramları ve bunların damıtmaya uygulanması. (İkili sistemlerde katı-sıvı dengesi. Üçlü sistemlerin üçgen diyagramlarla ifadesi.)

b — Kimyasal Kinetik:

Reaksiyon hızı hakkında deneysel buluşlar; konsantrasyon ve sıcaklığın etkisi. Reaksiyon mertebesi ve moleküleriteden ve stoiki-metriden ayırımı. Arrhenius formülü. Aktivleşme enerjisinin anlamı. Homojen gaz reaksiyonlarından örnekler. (Reaksiyon hızlarının çarpışım teorisi. Bir molekül, iki molekül ve üç molekül reaksiyon safhaları. Zincir reaksiyonları. Fotokimya: Einstein kanunu.)

Homojen ve heterojen katalize örnekler. (Gazların katılar üzerinde adsorpsiyonu. fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon. Langmuir izoter-mi. Heterojen proseslerin kinetiği.)

c — Elektrokimya :

Elektrolizin mekanizması. Polarizasyon konsantrasyonu; ayrışım voltajı fazla potansiyel. Katod ve anot prosesleri; korrozyon; (Elektrolitik oksitlenme ve indirgenme.)

(Transport sayısı. Elektrolitik iletkenliğin mekanizması. Debye-Hückel teorisine giriş. Pillerin termodinamiği. Tersinir elektrot potansiyeli.)

d — Yüzey Kimyası :

Yüzey gerilim ve yüzey aktivliği (Serbest yüzey enerjisi, adsorpsiyon olayları, yüzey filmleri, elektriksel iki katlı tabakalar, elektrokine-tik etkiler.) Deterjanlık, emülsiyon, ıslatma, köpük flotasyonu ve v.s. prensiplerinin uygu-

lanışı. (Liyofilik ve liyofobik kolloidler ve reolojik özellikleri.)

Lâboratuvar çalışması :

Özellikle çeşitli cihazlara ve tekniklere önem vererek Fizikokimya I lâboratuvarının devamı.

3. Organik Kimya (Ağırlık: Proses 2; Dizayn 2)

Yapıya ve reaktifliğe önem vererek teorik organik kimyaya giriş. Alifatik ve aromatik bileşiklerin önemli gruplarının hazırlanışı, özellikleri ve reaksiyonları.

Lâboratuvar çalışması :

Önemli organik reaksiyonların ve tekniklerin incelenişi.

4. Anorganik kimya (Ağırlık: Proses 2; Dizayn 1)

Periyodik tablo. (Bohr-Summerfield atom teorisi) Değerlilik. Bağ çeşitleri. (Moleküllerin elektronik yapısı.) Metallerin ve katıların yapısı. (X-ışını metodları.) Elementlerin ve bileşiklerin mukayeseli kimyası, Radyokimya.

Lâboratuvar çalışması :

Kalitatif analiz. Hacimsel ve enstrümen-tal analiz.

5 — Kimyasal proseslerin prensipleri (Ağırlık: Proses I; Dizayn I)

Sınai stoikiometri. Kütle dengesinin prensipleri. Üçgen diyagramın ekstraksiyona ve ayrışma damıtmaya uygulanması; Lever kuralının ispatı. Birinci kanunun kararlı akış proseslerine tatbikatı; enerji dengelerinin prensipleri. Entalpi ve ısı kapasitesi tablo ve grafiklerinin kullanılışı, termokimya döküman-ları v.s. Entalpi-terkip diyagramı üzerinde Le-ver kuralı ve uygulanışı.

Bu ders süresince çeşitli sahalardaki sınai kimyasal prosesler örnek olarak tartışılmalıdır.

6. Malzeme Bilgisi (Ağırlık Proses I; Dizayn 2)

Atomik yapı ve elementler; metaller ve ametaller. Elementlerin kristallikleri; metal kristaller. Kristal malzemenin özellikleri. (Tek kristalin davranışı. kristaldeki kusurlar) Kristallik ve mekanik özellikler arasındaki bağıntı; (deformasyon ve kırılmanın mekanizmaları); yerinden oynatma. Metallerin plâstik ve kırıl-gın davranışları.

Katılma ve soğumanın yapısal yönü; katı eriyikleri; (intermetalik bileşikler; utektikler.) Katı faz dönüşmeleri. Alaşımlar. (Çelikle-

rin sertleştirilmesi; ısı muamelesi, çöktürme sertleştirilmesi.)

Amorf malzeme. Ametallerin yapısı ve fiziksel özellikleri. Camlar. (Seramik. Plâstik ve lâstikler. (Çimento, grafit. Yapıştırıcılar ve yapıştırma.)

Korrozyonun elektro-kimyasal teorisi. Korrozyon türleri. (Yüksek sıcaklık oksitlenmesi, yapı, çevre ve gerilmenin etkileri.) Korrozyon kontrolü metodları. (Dizayn; konstrüksiyon malzemesini ve çevreyi değiştirme. katodik ve anodik koruma; metalik ve diğer koruyucu kaplamalar. Korrozyon testi.)

(Konstrüksiyon malzemesinin imalatı. Dökme ve dövme malzemenin özellikleri. Metalik kaynak; kaynak teknikleri. Plâstiklerin imalatı. Kompozit malzemenin kullanılışı.)

Mühendislik malzemesinin teknik ve ekonomik seçimi; düşünülmesi gereken faktörler.

Tatbikat ve filmler:

Metal ve ametallerin dökümü, kaynağı, kesilişi ve işlenişi.

Lâboratuvar çalışması :

Mikroskopik numunelerin hazırlanışı. Mikroskopun kullanılışı. Malzemenin sertlik testi, ısı muamelesi, sertleştirme ve tavlama.

7. Proses fabrikalarının dizaynı ve konstrüksiyonu (Ağırlık: Proses 1; Dizayn 4)

Gerilme ve zorlama-strain-nın tarifi; elâstik katsayılar ve aralarındaki bağıntı. Gerilme ve zorlama analizleri; Mohr çemberi; başlıca gerilme ve zorlamalar; zorlama enerjisi. (İdeal plâstik katıların teorisi, mekanik test.) Yorulma ve kripe girişi.

Eğilme ve burulmanın basit teorisi İnce silindirler ve basınç kazanlarının teorisi; (kalın duvarlı, çok-duvarlı ve şerit sarı silindirler ve basınç kazanları teorisine giriş.)

(Isısal gerilmeler, örneğin ısı eşanjörlerinde; kompozit sistemlerde ısısal gerilim) Kaynak edilmiş bağlantıların mukavemeti.

(Hız ve ivme diyagramları, basit harmonik titreşim; sönümlü ve zorunlu titreşimler.)

(Dönen sistemlerin statik ve dinamik dengelenişi. Pratik örnekler: karıştırıcı diyaznında kritik hızın tespiti gibi.)

Optimum dizayn için faktörlerin incelenişi. Tipik proses cihazı parçalarının imalat metodları Dizayn kodlarına ve spesifikasyonlarına giriş.

Tatbikat ve filmler :

İmalât metodlarının tasviri.

Lâboratuvar çalışması :

Çekme, burulma ve çarpma testleri. Kaynaklı bağlantılarla testler.

8. Teknik resim: (Ağırlık: Proses 1. Dizayn 3)

Grafike giriş: izdüşümünün prensipleri. Birinci ve üçüncü açıdan bir çok modellerin (örneğin flanjlı boru, çatal boru, salmastra kutusu v.s.) izdüşümüne ait çizimler. Stardart çizim kuralları. İzometrik izdüşümün prensipleri.

Mühendislik çizimlerinin yorumu, örneğin tipik kimya fabrikası parçalarının ölçekli resimlerinden perspektif krokiler çizerek. Akış şemalarının ve çizgi diyagramlarının hazırlanışı hakkında açıklamalar.

9. Uygulamalı Elektrik (Ağırlık: Proses 1,) Kuvvetli akımı veya Elektroniği ihtiva eder; Dizayn 2, hem kuvvetli akımı hem de Elektrotekniki içine alır.

Elektrostatikğin temel teorisi ve elektromanyetizm. Önemli doğru akım cihazları. Basit doğru akım devrelerinin özellikleri. Akım taşıyan bir iletken üzerindeki kuvvet; elektromanyetik indüksiyon; kapasite. Tek ve üç fazlı alternatif akım devrelerinin güç karakteristikleri. Basit alternatif akım devrelerinin özellikleri. Güç katsayısının düzeltilmesi.

Kuvvetli akım :

Doğru akım jeneratörlerinin prensipleri ve başlıca alternatif akım motor çeşitleri. Doğru akım ve alternatif akım motorlarının kontrolü ve verimi. Transformatör ve redresörlerin prensipleri.

Elektronik :

Başlıca alternatif akım cihazlarının prensipleri; transformatör, redresör, tranzistörler, katod-ışınları osiloskopu. Fonksiyonel devrelerin teorisi ve özellikleri, örneğin redresör, filtre, osilatör ve amplifikatör. Kimyasal proseslerdeki değişkenlerin ölçülmesinde ve kontrolünde kullanılan devreler.

Lâboratuvar çalışması :

Çeşitli cihaz, makine ve basit elektronik devrelerle tecrübe kazandırmak için çeşitli deneyler.

10. Akışkanlar mekaniği, ısı ve kütle transferi (Ağırlık: Proses 6; Dizayn 6)

Akışkanlar mekaniği:

Akışkanların özellikleri - sıcaklık, basınç, iç enerji, entropi. Akışkanların türleri - sıkıştırılmaz sıvı, sıkıştırılabilir (ideâl gaz ve ideallikten sapma). Newtonian ve Newtonian olmayan akışkanlar.

Sıkıştırılamaz ve sıkıştırılabilir akışkanlar için materyal, moment ve enerji dengeleri. Gir-dap hareketi. Yüzeylerin üzerinden ve borular-dan akış. Akışın genel durumu. Akış çeşitleri - Reynolds sayısı. Navier-Stokes denklemleri. Sı-kıştırılabilir ve sıkıştırılamaz akışkanların bo-rulardaki akışlarına ait basınç - düşüşü ilişki-leri. Dairesel olmayan kısımlardan ve boru bağlama parçalarından akış. Pompaların güç ih-tiyaçları. Açık kanallardaki akış.

Statik ve dinamik basıncın ölçülmesi. Akım verdisinin ölçülmesi - Pitot tüpü, orifismetre, Venturi ölçüleri, rotametre. Sıkıştırılabilir akışkanları için maksimum akış koşulları.

Sıvı pompaları-pistonlu, dönerli, santrifüj-lü ve koç tulumbası. Gaz pompaları - sıkıştır-ma için gereken enerji.

Sınır tabakaları. Moment denklemi. Sınır tabakasının kalınlığının hesaplanması ve akım çizgilerinin kayma gerilimi. Tedirgin (türbu-lant) sınır tabakaları. Katmanlı (laminer) alt tabaka. Borulardaki akışta giriş durumu.

Tamamen gelişmiş akım kavramı. Üniver-sal hız profili. Yüzey pürüzlülüğünün etkisi.

Isı transferi :

İletim, konveksiyon ve ısıma proseslerinin tabiatı. Isı-transferi katsayısı. Alanı ve özellik-leri sıcaklıkla değişen materyallerdeki iletim. Kararsız durum iletimi. Basit haller için denk-lemlerin çözümü. Schmidt metodu. İçten ısı kaynaklı sistemde sıcaklık dağılımı.

Konveksiyonla ısı transferinin boyutsal analizi. Boru ve boru demetlerinin içinde ve dışındaki zorunlu konveksiyon. Sistem geo-metrisinin etkisi. Isısal sınır tabakaları ve düz yüzey ve borular için ısı transferi hızlarının hesaplanması. Reynolds benzeşimi. j-faktörleri.

Isıma: Kirchhoff ve Stefan kanunları. Geo-metrik faktörler. Kitleler arasındaki net ısı değişmesi. Çok katlı yansımaya ve net ısıma me-todları. Gazlardan ısıma.

Buharların yoğunlaşmasındaki ısı transfe-ri-Nusselt denklemi. Filmlerde buhar hızının ve tedirgenliğin etkileri. Damlacık yoğunlaş-ması .Yoğunlaşmaya gazların etkisi.

Kaynayan sıvılarda ısı transferi - ısı trans-feri prosesinin tabiatı. Kaynamanın çeşitleri ve koşulların transfer katsayısı ve ısı akışı üze-rindeki etkisi.

Isı eşanjörleri-tek ve çok çeşitli ısı eşan-jörlerinde ortalama sıcaklık farkı. Isı transferi katsayılarının hesaplanması Dizaynda optimi-zasyon. Kanadlı borular. Kaplama-ısı kaybı hızının hesaplanması; ekonomik kalınlık.

Kütle transferi :

Molekül ve çevrinti (eddy) transferi. Fick kanunu, ve gazlarda ve sıvılarda molekül yayı-lımı. Durgun gazdan eşmoleküllü yayılım ve karşı-yayılım. Maxwell kanunu. Yayılım gü-cünün ölçülmesi ve hesaplanması.

Faz sınırından geçen kütle transferi. Çift-film, penetrasyon ve film-penetrasyon model-leri. Kütle transferi katsayılarının bu modeller-le hesaplanması.

Toplam transfer katsayıları. Transfer bi-rimleri.

Kütle transferi için Reynolds benzeşimi. j-faktörleri. Düz yüzeylerden ve damlalardan kütle transferi.

Gazların nemlendirilmesi-nemlilik diyag-ramlarının kullanılması. Adyabatik doyumluk ve yaş uç şartları. Su ve gaz arasındaki ters akış-lı temas. Sudan başka sıvılarla gaz arasındaki temas.

11. Akışkanlar ve tanecik mekaniği (Ağır-lık: Proses 3; Dizayn 3)

Dolgulu kolonlardan akış :

Carman-kozneny denklemi. Katmanlı ve tedirgin akım. Fazlar arasında temas yaratan dolgulu kolonlar. Basınç düşüşü, taşıma ve yükleme hızının hesaplanması.

Filtrasyon :

Filtre tabakasından ve filtre ortamından akış teorisinin genel prensipleri. Cihazların se-çimi. Filtre tabakasının yıkama ve kurtulu-şu.

Santrifüj metodları :

Dönen akışkanın karakteristikleri. Çöktür-me ile ayırmanın prensipleri, santrifüjde du-rultma ve filtrasyon. Mevcut makinaların sı-nıflandırılması.

Tanecik mekaniği:

Tek taneciğin ve damlanın bir akışkan içe-rindeki hareketine ait kanunlar. Terminal dü-şüş hızları. Tanecik konsantrasyonunun çökel-me hızı üzerindeki etkisi. Sıvı koyultucuların kullanılması.

Fluidizasyon:

Akışkan hale getirilmiş yataklardaki (Flui-dised beds) genel özellikler ve akım modelleri. Kabarcıkların davranımı. Bu yataklardaki ısı ve kütle iletimi ve kimyasal reaksiyon.

Taşıma :

Phömatik ve hidrolik taşımanın genel pren-sipleri. Newton olmayan süspansiyonların akışı.

Taneciklerin akışkanlardan ayrırımı:

Yer çekimli, santrifüjlü ve elektrostatik çöküntüler.

Boyut redüksiyonu :

Katıların kırılışını ve boyut dağılımını ayarlayan faktörler. Cihazın seçimi. Sıvıların atomizasyonu.

Tanecik ayrırımı:

Tanecikleri boyut, şekil, yoğunluk ve yüzey özelliklerine göre ayırma metodları.

Karıştırma :

Akışkanlarda ve katılarda karıştırmanın prensipleri. Güç ihtiyacı ve cihazın seçimi.

12. Yakıtlar, yanma ve güç termodinamiği
(Ağırlık: Proses 3; Dizyan 6)

Dünyanın enerji ihtiyacı. Yakıt rezervleri. Nükleer enerji. Buhar enerjisi fabrikası ve yardımcı cihazlar. Buhar kazanı ve fırını dizaynı; hava ve yakıt temini ve ayarlanması.

Katı yakıtlar. Odun, turp ve linyit kömürü. Kömürün analizi ve sınıflandırılması. Kokun imalatı ve özellikleri.

Sıvı yakıtlar. Petrolün ve şeyl yağının kısaca dağılımı ve rafine edilmesi. Yağların fiziksel ve kimyasal testleri. Yağ yakıcıları.

Gaz yakıtları. Sıvı ve katı yakıtların gaz haline getirilmesi. Tabii gazlar, rafineri gazları ve sıvılaştırılmış petrol gazları. Gaz analizi.

Atom enerjisi. Çekirdek birleşmesi ve bölünmesi. Zincir reaksiyonları. Kritik kütle. Reaktörlerin çeşitleri ve kontrol metodları. Nükleer enerji istasyonları.

Yanma. Stoikometri; hava ihtiyacı. giren havayla eksoz gazları arasındaki bağıntı. Reaksiyon ısı; kalori değeri. Kalorimetreler. Kültür ihtiva eden yakıtlarla hesaplar.

Alev olayları. Alevlerin mekaniği, kinetiği, termodinamiği. Adyabatik alev sıcaklığı.

Buharın özellikleri. Termodinamik fonksiyonların ve bağıntılarının revizyonu. Tersinir çevrimlerin termodinamik diyagramları ve çevrim veriminin hesaplanması. Buhar tablolarının kullanılışı. Gazların ve buharların basınç-hacim-sıcaklık bağıntıları.

Carnot ve Rankine çevrimleri. Hakiki termik santral buhar çevrimi. Rankine verimini arttırabilen metodlar.

(Lülelerde genişleme. Bir orifisten maksimum boşalma. Kritik basınç oranı. Mach sayısı. Lüle profili ve dizaynı. Aşırı doygunluk.)

Buhar türbini. Çarpmalı ve tepkimeli türbinler. Hız diyagramları. Buhar türbinin çalışması, kademe verimliliği, toplama ısı düşüşü, yeniden ısıtma faktörü, toplam ısısal verim.

Güç ve proses için buhar. Karşı basınç türbini, karakteristikleri ve kullanılış sahası.

Hava kompresörleri, Pistonlu kompresörler, tek ve çok kademeliler; hacimsal verim, ara soğutması.

(Hava-standard çevrimi. Otto, dizel, yarı-dizel ve Joule çevrimleri.)

İçten yanmalı makinalar. Karışım hazırlanışı, ateşleme ve kıvılcımla ateşlemede ve sıkıştırma ateşlemede alev yayılması.

Soğutma, soğutucuların arzu edilen özellikleri. Buhar sıkıştırma sistemleri; tek ve çok kademeli genişleme ve sıkıştırma. Isı pompası uygulamaları. Gazların sıvılaştırılması.

Lâboratuvar çalışması :

Kömür analizi. Kömürün, yağın ve gazın kalorifik değerlerinin tayini. Bir yağın alev noktasının tayini.

Buhar kazanı tecrübesi, boğma kalorimetresi, hava kompresörüyle deneyler, buhar türbini, içten yanmalı makinalar ve soğutucuyla çeşitli denemeler.

13. Matematik I (Ağırlık: Proses 4; Dizyan 4)

Limit, özellikle l'Hospital kaidesi; seriler, hiperbolik fonksiyonlar; integrasyon teknikleri; uygulamalı belirli integraller, karmaşık nicelikler; eğrilerin eğrilikleri. Tam differensiyelin manâsı ve kısmi türev; termodinamiğe uygulamalar.

Grafik metodları. nomogramların kullanılışı, log-log bölümlü kâğıt, üçgenel diyagramlar ve Lever kuralı. Boyutsal analiz. Sayısal differensiyel ve integrasyon; Simpson kuralı; denklemlerin sayısal çözümü: Newton metodu.

Birinci ve ikinci dereceden âdi diferansiyel denklemler. Sabit katsayılı lineer differensiyel denklemler. Sınır şartları; genel çözüm metodları. Tekrarlanmış ve karmaşık kökler. Sağ tarafı bağımsız değişkenin bir fonksiyonu olan lineer diferansiyel denklemler. Özel integrallerin muayene, kararlaştırılmış katsayılar ve operatör metodlarıyla bulunuşu.

Kimya mühendisliği problemleri için differensiyel denklemlerin formülasyonu, örneğin kimyasal reaksiyonlu yayılma, teldeki ısı iletimi, kademeli kazan serisinden akan suyun otomatik kontrolü,

14. Matematik II (Ağırlık: Proses; Dizayn 3)

İstatistik metodlarının kullanılışı; deney- sel dökümanların temsili; olasılık kanunları. Averaj değerler ve değişmeler; tek gelişigü- zel değişken; iki gelişigüzel değişkenin toplamı ve çarpımı; lineer kombinezon. İki gelişigüzel değişkenin keyfi fonksiyonu. Örnek paramet- rerler, averaj ve örnek ortalamasının değişimi; örnek değişiminin ortalaması. Momentler ve moment üreten fonksiyonlar. Normal dağılım; parametreler ve örnekler; normal değişkenle- rin Lineer kombinezonu, Çift terimli ve çok te- rimli dağılımlar. Poisson dağılımı, (2) dağılımı, t-dağılımı, F-dağılımı. Regresyon analizi. Deği- şim analizine ve deney dizaynına giriş. İstatistik metodlarının kimya mühendisliği problemlerine uygulanışı.

Karmaşık değişkenin elemanter fonksiyonla- rı; toplama, çarpma. Karmaşık düzlemde vek- törler, kutupsal gösterim; üstsel gösterim; kar- maşık trigonometrik fonksiyonlar.

Birinci ve ikinci dereceden âdi diffarensiyel denklemlere devam. Uygulamalar, örneğin oto- matik kontrollü bir fabrikanın stabilite kri- terinin bulunuşu.

Vektör metodlarına giriş; birim vektörler; vektörlerin skaler çarpımı; vektörel çarpımı. Vektörlerin integrasyonu ve türevi. Kimya mü- hendisliğinden örnekler; sıcaklık ve hız dağı- lımı. Grad ve div'in tanımı; yayılım ve akış- kanlar mekaniğine uygulanması. Rotasyon'un (Curl) tanımı. Akışkanlar mekaniğine uygu- lanışı. Vektörel terimlerle Fick yayılım kanu- nu; çeşitli kordinat sistemlerine göre yazılı- şı.

Sayısal makineler için kompüter program- lanmasına giriş; basit sayısal hesaplarla uy- gulamalar. Mümkünse öğrenciler kendi prog- ramlarını kompüterde kendileri denemelidir- ler.

15. Matematik III (Ağırlık: Proses 3; Di- zayn 3)

Yayılım, ısı iletimi v.s. için kısmi diffa- rensiyel denklemlerin çözümü; iki fonksiyonun çarpımını kullanarak değişkenlerin ayrılışı me- todü; sınır koşullarının önemi. Kısmi diffa- rensiyel denklemleri çözmek için Fourier seri- lerine giriş. Tek boyutsal, iki boyutsal ve ka- rarsız ısı iletimine uygulamalar. Sonsuz sis- temler için metodlara giriş: İntegral işareti al- tında türev ve integral çözümlerine uygulanı- şı.

Diffarensiyel denklemlerin çözümü için sa- yısal metodlar; Taylor serileri; Runga- Kutta metodu. Sayısal çözümlerle analitik çözümlerin karşılaştırılması. Sayısal çözümlerde sınır şartlarının önemi. Eğer kompüter yoksa elle

yapılabilinecek analiz metodları; örneğin re- laksasyon metodu, öğretilmelidir.

Kompüter programlanmasına devam. Ano- log ve sayısal makinelerle diffarensiyel den- lem çözümü.

Optimizasyon; birden fazla değişkenli fonk- siyonların maksimum ve minimum değerleri. Lagrange metodu, uygulamalar. En dik alçalış metodu. Lineer programlama.

Optimizasyon problemlerinde kompüterin kullanılışı. Diğer komputer programlama uy- gulamaları, örneğin çok komponentli damıtma klonlarının dizaynında.

16. Ayırım prosesleri (Ağırlık: Proses 3, Dizayn 3)

Damıtma, gaz absorpsiyonu, katı-sıvı ekst- raksiyonu ve sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile ters - akım proseslerinin genel prensipleri.

Katı - sıvı ekstraksiyonu:

Katıların sıvılarda çözülmesi. Katıların ters akışla yıkınışı.

Damıtma :

İdeal ve ideal olmayan karışımların ikili damıtılması. Sürekli ve parti, parti (batch) damıtma. Geri akış oranının önemi. Raflı (pla- te) klonlar-verimi, basınç kaybı ve stabilitesi. Transfer birimleri. Eşit olmayan molar gizli ısılarının etkisi. Çok-komponentli damıtım.

Gaz absorpsiyonu :

Dolgulu ve raflı kolonlar için hesaplar. Püs- kürtme kuleleri. Isı ayrılışının ve kimyasal reaksiyonların etkileri. Cihazlar.

Sıvı - Sıvı ekstraksiyonu :

Sürekli kolonlar ve karıştırıcı-çöktürücü ci- hazı. Transfer katsayılarının hesaplanışı.

Buharlaştırma:

Tek ve çok etkili operasyonunun prensiple- ri. Buharlaştırıcılarda ısı transferi katsayıları Buharın yeniden yüklenişi.

Kristalleşme :

Kristal büyüme hızını ve çekirdeklenmeyi yöneten faktörler. Kontrollü kristal büyümesi. Prensiplerin cihaz dizaynına uygulanışı.

Kuruma :

Katı malzemeden buharlaşım hızına etki eden faktörler. Gözenekli malzemedeki nem hareketi. Sınai cihazların kullanılışı. Püskürt- me ve donma kurutması .

17. Kimya endüstrisi (Yapısı, ekonomik ve hukuki yönleri) (Ağırlık: Proses 1; Dizayn 1)

Uygun öğretim elemanlarının elde edilişine göre aşağıdakilerin bazıları veya hepsi.

Sınai ekonominin temelleri. tipik bir şirketin hesap cetveli; kapital ve üretim maliyetleri; kapitaldeki gelir, sınai proseslerin ekonomik olunurluğu. Muhasebe ve mali kontrol.

İngiltere'deki kimya endüstrisinin yapısı; yeri; bölümleri - ağır ve küçük, anorganik ve organik v.s.; ham maddeleri; ticari organları. Araştırma ve geliştirme. İşçi sendikaları ve işveren dernekleri. Yasalar; şirketler hukuku; emniyet kuralları; Patent hukuku.

18. Kimyasal kinetik, termodinamik ve reaktör dizaynı (Ağırlık: Proses 5; Dizayn 3)

Termodinamik dökümanların deneysel tespiti. Yüksek-basınç gaz reaksiyonları gibi ideal olmayan sistemleri de içine alan reaksiyon dengeleri hesapları. Denge reaksiyonu mahsulleri ve sıcaklık, basınç ve terkiple değişimleri. Faz kuralının reaktif ve reaktif olmayan komponentler için ispatı. Tek ve çok komponentli sistemlerde faz dengeleri. (Lambda geçişi). Gibbs-Duhem denkleminin uygulanışı. Buhar-sıvı dengeleri için ampirik korrelasyon (Düzgün çözeltiler. İdeal ve ideal olmayan çözeltilerde reaksiyon dengesi. Elektrolitler, Adsorpsiyon termodinamiği.)

Limitleyen faktörler olarak dengeler ve hızlar arasındaki ayrıma ait örnekler. (örneklerle reaksiyon mekanizmaları). Hız-limitleyen safha kavramı. (Sıcaklığın rekabet halindeki prosesler (örneğin yayılım ve reaksiyon) üzerindeki nisbi etkisi. Kimyasal kinetik üzerindeki termodinamik kısıtlama. Geçişim durumu teorisi.)

Borusal reaktörler. Eşsıcaklık ve adyabatik şartlarda elemanter dizayn denkleminin «plug» akışına göre çözümü. («Plug» akışından enine sıcaklık gradyanları, enine ve boyuna yayılım ve enine hız gradyanları dolayısıyla sapmalar. Bu faktörleri göze alan borusal reaktör dizaynı.)

Sürekli karıştırılan-kazan reaktörleri. Mükemmel karışma farazasıyla dizayn denklemleri. Gerekli reaktör hacmiyle mukayesesi.

Akışkan hale getirilmiş ve sıvı-katı karışımı (slurry) reaktörlere uygulanışı.

(Reaktör seçimine etki eden faktörler; Aşılma, polimerizasyon ve hem-zaman (simultaneous) reaksiyonları. Ani ve toplam reaksiyon mahsülleri.)

Optimizasyon: Çıkış ve mahsül problemleri.

19. Kataliz teorisi (Ağırlık: Proses 1; Dizayn 0)

Gazlarda ve sıvılardaki homojen kataliz. Bazı örnekler. Heterojen kataliz; fiziksel adsorpsiyon ve kimyasal adsorpsiyon; katı katalizlerin tabiatı; aktif merkezler; yarı ileticiler ve katalizlerin elektronik yapılarının rolü; manyetizma ve kataliz. Yüzey karmaşıkları. Tipik katalitik reaksiyonların kinetiği.

Katı katalizlerin hazırlanışı; taşıyıcılar ve geliştiriciler (promoters). kataliz bozulması. Yüzey alanının ölçülmesi. Gözenekliliğin etkisi. Yayılma ve reaksiyon kontrollü rejimler. Verimlilik faktörü ve Thiele modülü. Katalizlerin seçiciliği.

20. Sınai reaksiyonların mekanizması ve teknolojisi (Ağırlık: Proses 4; Dizayn 0)

Aşağıdaki gruplardan seçilmiş reaksiyonların (a) reaksiyon mekanizması ve kinetiği, (b) mevcut ham madde ve ekonomisi, (c) gerekli reaksiyon koşulları, (d) katalizin seçiciliği, (e) reaktör seçimi ve dizaynı ve (f) reaktörün diğer ünitelerle integrasyonu açısından incelenişi.

Polimerizasyon; serbest radikal ve iyonik polimerizasyon, poli-kondensasyon; Ziegler ve Natta'nın çalışmaları. Molekül ağırlığı dağılımını etkileyen faktörler. Dağılım ve polimer yapısının mekanik özellikler üzerindeki etkisi. Özel gayeler için polimer yapımı. Polimerlerin fiziksel prosesleri.

Hidrojenleme; doymamış bileşikler, azot bileşikleri, gliseridler. Seçimli hidrojenleme. Hidrojenleme. Hidrosülfürizasyon. Hidrodenitrojenizasyon.

Hidrokarbon çevirim reaksiyonları: alkilizasyon, kraking v.s.

Oksitleme prosesleri: Amonyakın, karbon monoksitin, kükürt dioksitin v.s. oksitlenişi.

Sentezler: Amonyak, metil alkol, Fischer-Tropsch, OXO reaksiyonları.

Dehidrasyon, hidrasyon ve hidroliz; etilenin hidrasyonu.

Diğer organik reaksiyon grupları: nitrasyon, halojenleme, aminasyon, sülfonasyon, esterleşme v.s.

Biokimyasal prosesler: fermentasyon, maya, üretimi, penisilin v.s.

Kimya teknolojisi laboratuvarı :

Katalizler üzerine çalışmalar; hazırlama ve tekrar elde etme; adsorpsiyon izotermelerinin ölçülmesi; yüzey alanlarının ısı ile muameleden önce ve sonra ölçülmesi, kataliz aktifliği ve seçiciliğinin ölçülmesi, zehirlenmenin etkisi

v.s. Kataliz taneciklerinin ezilme direnmesi ve gözenekliğe bağıntısı; kataliz yataklarındaki basınç kaybı-tanecik büyüklüğü bağıntısı.

Üzerinde daha sonra «Kimya mühendisliği dizayn problemi» yapılacak bir reaksiyonun deneysel incelenmesi.

21. Proses kontrolü (Ağırlık: Proses 2; Dizayn 2)

İleri-besleme (feed-forward) ve geri-besleme (feed-backward) kontrol sistemleri arasındaki farka giriş. Proses statik ve dinamiğinin önemi.

«Toplu-kapasite» proseslerinin dinamik karakteristiklerini veren matematik denklemlerinin elde edilşi ve çözümü.

1,2 ve 3 terimli kontrol cihazlarının tanımı ve uygulamaları.

Kontrol koşullarının optimal olabilmesi için ileri sürülen kontrol amaçları.

Adım bozulmasına (step disturbance) çevre cevabı (loop response) elde etmek için blok-diagramlarını ve transfer fonksiyonlarını kullanarak geribesleme kontrol teorisine giriş. Frekans karakteristiği metodu.

Analog kompüterlerin basit kontrol sistemlerinin çözümlerini bulmakta kullanılışı.

Karışık proseslerde otomatik kontrol uygulamasına giriş, örneğin damıtma kolonlarının kontrolünde olduğu gibi çeşitli kontrol çevreleri arasında birbirine etkinin mümkün olduğu zamanlar.

22. Kimya mühendisliği dizayn problemi (Ağırlık: Proses 6; Dizayn 6)

Bir prosesin incelenmesini, ısı ve kütle dengelerinin hazırlanışını içine alan kısa bir dizayn problemi. Akım çizelgeleri ve çizimler: Fabrikanın bir ünitenin mekanik dizaynı. (Sonuncusu yalnız Dizayn alternatifi içindir.)

Dizayn probleminin amacı çeşitli konular arasında bir bağıntı kurmak ve öğrenciye Üniversitedeki son altı ay içerisinde kimya mühendisliğini ahenkli olarak göstermektir.

23. Kimya mühendisliği laboratuvarı ;
İki çeşit laboratuvar düşünülmelidir. Bi-

rincisi fizikokimya laboratuvarlarına benzemeli ve küçük çapta aletlerle buhar-sıvı dengeleri, kütle transferi katsayıları, kimyasal reaksiyonların kinetiği, çöktürme çalışmaları, fiziksel katsayıların tespiti v.s. gibi denemeler yapılmalıdır.

İkinci laboratuvar (1) Tanecik mekaniği - örneğin ezme ve öğütme, boyut ayırımı ve filtrasyon cihazları v.s., (2) Akışkanlar mekaniği - borularda sürtünme kayıplarının ölçülmesi, akışkan nakli ve ölçülmesi, karışma v.s., (3) Isı transferi-ısı transferi katsayılarının elde edilmesi, buharlaştırıcıların işleyişi v.s., (4) Kütle iletimi - damıtma, absorpsiyon, katı sıvı ekstraksiyonu, nemlendirme ve kristalleşme cihazları v.s. için çeşitli pilot tesisleri ihtiva etmelidir.

Her denemenin **nicel** (quantitative) bir özelliği bulunmasına önem verilmelidir. **Nitel** (qualitative) denemeler derslerde gösterilmelidir.

Her deney öğrenciye bir proje şeklinde sunulmalıdır, ve mümkünse aynı denemeler yıllarca tekrarlanmamalıdır. Cihazlar öğrenciye verilmeden önce arasına yanlış şekilde kurulabilir. Örneğin bir filtrepressdeki tabaklar (plates) yanlış bir sırada takılırsa, öğrenci deneyine başlamadan önce onları düzenlemek zorunda kalır.

Bazı cihazlara, örneğin damıtma ünitleri, otomatik kontrol sistemleri takılmalıdır.

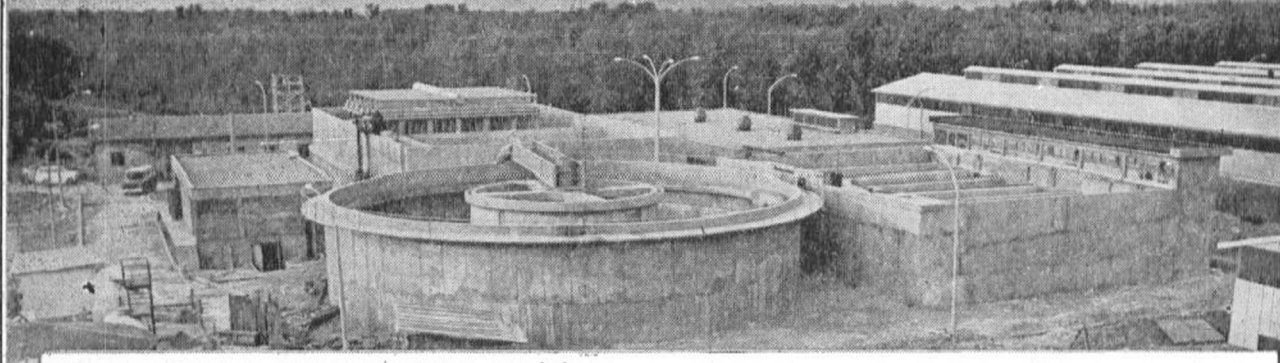
Pilot tesislerin çok büyük olmamasına dikkat edilmelidir.

24. Çeşitli (ağırlık: Proses 1; Dizayn 1)

Aşağıdaki konuların listesinde teferruatlı olunmak istenilmemiştir; ve konuların seçimi bütünüyle öğretim elemanlarının isteklerine dayanmalıdır. Birçok durumlarda bu dersler esas müfredat programındaki derslerden doğan ileri bir ders olabilir.

Biokimyasal mühendislik, Korrozyon, Kontrol mühendisliği, Yüksek basınç, Vakum teknolojisi, Nükleer mühendisliği, Petrol mühendisliği, Yakıt teknolojisi, İşletmecilik, Kompüter teknikleri, Kimya mühendisliğinde matematik metodları.

Türk Endüstrisine yeni bir hizmetimiz!



SU TASFIYE VE ŞARTLANDIRMA TESİSİ : Saatte 4800 m³ su, yalay kollektörlü keson kuyulardan 1 m. çapındaki borularla 3 km. mesafedeki tesis sahasına pompaj yapılarak aerasyon, kimyasal çökteltme, durultma ve filtrasyon tretmanlarına tabi tutulmaktadır. Elde edilen su, proses suyu, içme ve kullanma suyu, kazan suyu ve yangın suyu olarak kullanılmakta olup diğer maksallar için de ayrıca klorklama ve benzeri dozajlamaya tabi tutulmaktadır.

SU TASFIYE ve ŞARTLANDIRMA TESİSİ (Tesis bedeli 43 milyon TL.)

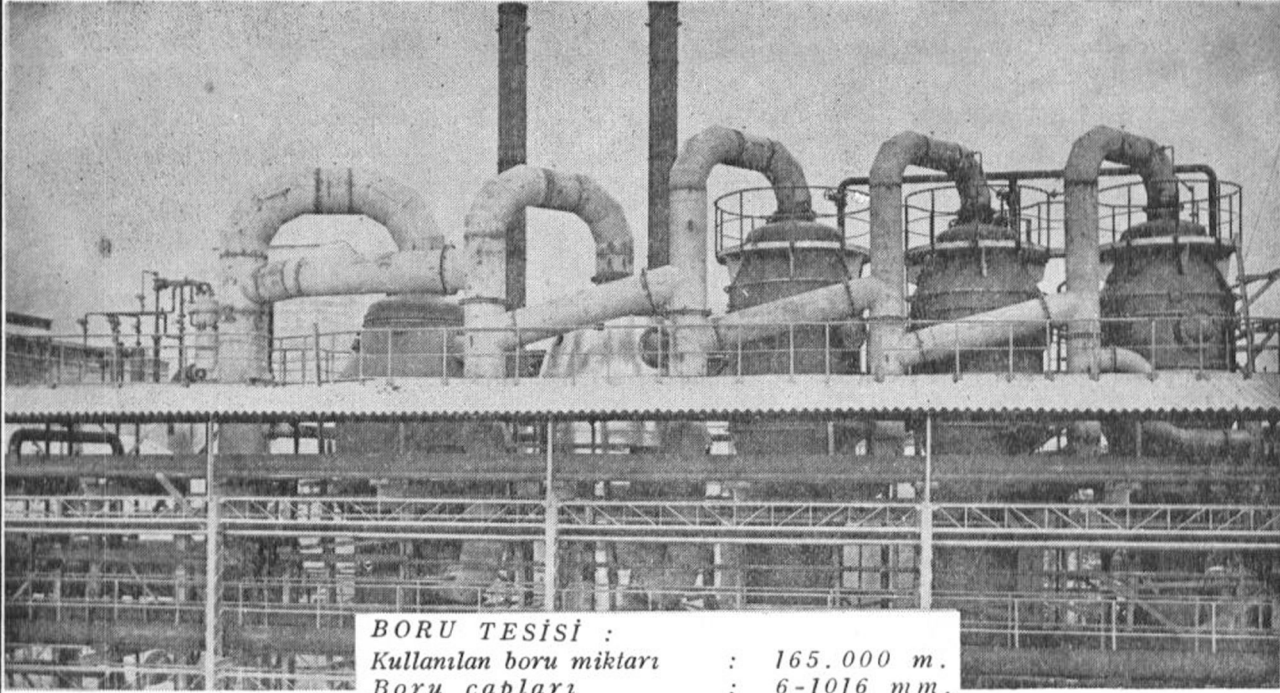


SEKA-DALAMAN KÂĞIT FABRİKASI

(Yekân Fabrika Maliyeti : 1 Milyar TL.)



BORU TESİSİ
(Tesis bedeli 38 Milyon TL.)



BORU TESİSİ :
Kullanılan boru miktarı : 165.000 m.
Boru çapları : 6-1016 mm.
Boru tesisinin taşındığı
çelik konstrüksiyon : 300 ton.



BANAYI VE TİCARET A. Ş.
ISITMA - KLİMA - SOĞUTMA
ve
ENDÜSTRİ TESİSLERİ



Fabrika : Tıbbiye Yolu, Topçular 10. Ramf - İstanbul Tel. : 232120 Fihaf
Satış Merkezi : Necatibey Caddesi 84. Karaköy - İstanbul Tel. : 457096/Şah.
Ankara Şubesi : Anbarlar Yolu 4/1, Şakhiye - Ankara Tel. : 121957-122739
İzmir Şubesi : Gümrük İş Hanı Güm. Meyd. Konak - İzmir Tel. : 32997

SINAI YATIRIMLARIN KÂR HADDİNDE SİMÜLASYON METODU İLE İHTİMAL ANALİZİ

Yusuf BESALEL

Kimya Y. Mühendisi

SUMMARY

While evaluating the profitability of an industrial investment, reference is made to a variety of factors such as product price, variable and fixed production cost, volume of sales, etc. Usually, it is not possible to conceive the foregoing as certain figures. Rather, such factors should be interpreted as being distributed under probability curves. The complex task of reflecting the probability amalgamation of the latter in form of the profitability criterion is satisfactorily accomplished through the Monte - Carlo Simulation method, and meaningful results about the risk encountered particularly while embarking on a large scale industrial project, such as a petro-chemical complex, become available to the investors. The article below illustrates how the method functions by combining normalized random numbers with available relevant management data - thus, simulating probability distributions thereof.

GİRİŞ :

Herhangi bir sanai yatırımın yapılması öngörüldüğü zaman, işletmenin başlıca kaygusu, yatırımın ne denli kârlı olacağıdır. Bu amaçla, kâr haddi, kendini ödeme süreci, şimdiki değere göre indirgenmiş nakit akımı (1), vb. gibi çeşitli ölçülere başvurulur.

Ancak, bu ölçüleri bulmak için başvuru alan etkenlerden birçoğunun doğruluk payından genellikle şüphe edilir. Keza, kârlılık ölçülerinin de buna bağlı olarak güvenilirlik oranları azalır. Örneğin, kâr haddinin sadece satış hacmine (S Ton/Yıl) bağlı olduğu saptanır ve diğer etkenler: birim ürünün fiyatı (P, T.L./Ton); işçilik, hammadde, ütiliteler, v.s. gibi üretimin hacmine göre değişen değişken üretim masrafı (V, T.L./Ton); amortisman, bakım masrafları, sigorta ücreti, v.s. gibi sabit işletme masrafları (C, T.L./Yıl), bir an için sabit katsayılar gibi varsayılırsa belirli bir yatırım için (I, T.L.)

için elde edilecek kâr haddi hesabı aşağıdaki formüle indirgenmiş olacaktır:

$$R = \frac{(P - V) \cdot X \cdot S - C}{I} \quad (1)$$

Analitik metod:

Bu durumda, belirli bir satış hacminin gerçekleşme ihtimalinin yüzdesi P (S) olarak düşünülmüyorsa, kâr haddinin belirli bir seviyeye ulaşmasının ihtimal yüzdesi, P(R) = P(S) olacaktır. Satışların hacmi talebe göre (D) ayarlanacaksa ve talebin, istatistiksel olarak normal dağılıma uygun tarzda dağılacığı kabul edilirse, talep ihtimal fonksiyonu aşağıdaki denklemlerle ifade edilecektir (2):

Talep, kuruluşun kapasitesinden (K) düşükse :

$$P(S) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})\sigma_D} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{S - \mu_D}{\sigma_D}\right)^2\right) \quad (2a)$$

Talep, kapasiteye denk veya kapasitenin üstündeyse :

$$P(K) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})\sigma_D} \int_K^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{D - \mu_D}{\sigma_D}\right)^2\right) dD \quad (2b)$$

Yukarıda, σ_D D talebin standard deviasyonu, μ_D ise talebin ortalaması anlamındadır. Gerek istatistiksel normal ihtimal dağılımı cetvellerinden, gerekse yukarıdaki (2a) ve (2b) formüllerinin çözümünden p(S)'i bulmak mümkündür. Örneğin, $\mu_D = 2.000.000$ Ton/Yıl, $\sigma_D = 500.000$ Ton/Yıl, $K = 2.500.000$ Ton/Yıl, $I = 150.000.000$ T.L., $C = 22.500.000$ T.L./Yıl olduğu kabul edilir ve $(P - V) = 30$ T.L./Ton olarak hesaplanırsa, yılda 2.500.000 Ton satmağa niyetli bir sanai teşebbüsün, analitik metotlara dayanarak, bu miktarı satma şansının sadece % 31 olduğu hesaplanabilir. Bu durumda formül (1)'e göre % 35 olan kâr haddinin gerçekleşme ihtimali gene % 31'dir.

Monte - Carlo Metodu :

Ne varki, gerçekte kâr haddine müessir etkenlerin sayısı yukarıdaki örnekte olduğu gibi sadece bir tane değildir. Nitekim sabit kat-

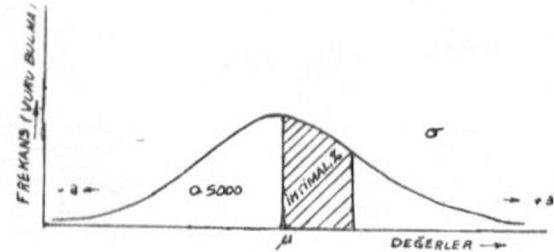
sayı olarak varsayılan etkenlerden hemen hepsi, bir ihtimal dağılımına tâbidirler. Parametre sayısının biri aştığı hallerde de, kâr haddinin başarı ihtimalinin yüzdesini yukarıdaki gibi analitik yollarla çözmek son derece güçtür.

Bu durumda, analitik çözüme belirli bir model eş düşürmek (simüle etmek) gerekmiştir. Burada, yöneylemsel araştırmanın kapsamına giren metodlardan biri olan «Monte - Carlo» tekniğinden yararlanılacaktır (3). Monte - Carlo tekniğinin uygulanmasını aşağıdaki örnek lemeyle açıklamak mümkündür.

Geçmiş yıllarda elde ettiği ve arşivlediği ve yıllık enflasyon endeksleri ile düzeltip bir düzleme indirdiği sonuçlara göre, A Şirketi, pazarladığı ürüne ortalama talebin 2.000.000 Ton/Yıl, talebin normal dağılımına müteakib ortalama standart deviasyonun da değerinin 500.000 Ton/Yıl olduğunu hesaplamıştır. Bu değerler V için 60 T.L./Ton ve 3.75 T.L./Ton; I için 150.000.000 T.L. ve 3.750.000 T.L.'dir. P'nin ihtimal dağılımı da, Şekil: 2'deki gibidir.

1) Tamamen gelişigüzel bir tarzda sıralanan ve 0'dan 9999'a kadar dört haneli sayılardan mürekkep «Gelişigüzel Dizilmiş Sayılar» (Random Numbers) Cetvelinden, belirli bir okuma silsilesi kararlaştırılarak, örneğin 100 sayı kaydolunur

2) Herhangi bir istatistik kitabından sağlanabilecek bir «Normal İhtimal Dağılımı» Cetveli'ne (Normal Probability Distribution Table) müracaat edilir. Bu Cetvel, Normal İhtimal Eğrisi'nden türetilmiştir. (Bk.: Şekil — 1)



ŞEKİL - 1. NORMAL İHTİMAL DAĞILIMI FONKSYONU EĞRİSİ

Eğrinin altında ve belirli iki değer arasında kalan, bu dilim içindeki değerlerin, bütün değerlerin arasında işgal ettiği ihtimal yüzdesini belirtir. Bu eğrinin X- boyutunda söz konusu değerler yer alır. Kaide olarak, bu eğride en fazla vukubulan (frekansı en yüksek olan) değer, fonksiyonun ortalamasıdır. Bu durumda, standart deviasyon sıfırdır. Ortalama değerden itibaren — 3 ve + 3 itibarı sınırlarına doğru hareket edildikçe, değerlerin frekansları asimptotik olarak sıfıra doğru düşer ve standart deviasyon artar. Adı geçen frekanslara gelince,

bunlar Şekil — 1'de görüleceği gibi, Y — boyutunda ifade edilirler. Gene kaide olarak eğrinin altındaki alan, 0'dan — 3'e ve 0'dan + 3'e olmak üzere herbiri 0.5000 miktarında bir ihtimalin ifadesi olan iki parçaya ayrılmıştır.

Yukarıda 1)'de elde edilen sayılar, 10^{-4} kat-sayısı ile çarpıldıktan sonra, 0 ile 0.5000 arasında bulunan sayılar, Normal İhtimal Dağılımı Cetveli'nde «Alanlar» hanelerinde tespit olunur ve Cetvel'in «İtibarı Standart Deviasyonlar» hanelerinde de bunlara tekabül eden 0 ile + 3 arasındaki itibarı standart deviasyonlar kaydolunur. 0.5000 ile 0.9999 arasında bulunan sayılardan, önce 0.5000 miktarı çıkartılır, bilâhare bunlara tekabül eden itibarı standart deviasyonlar tespit olunur. Ancak, bu tarzda bulunmuş olan itibarı standart deviasyonlar, 0 ile — 3 arasında yer alırlar. Şöyle ki; örneğin 1)'deki gelişigüzel sayılardan kurulu cetvelde bulunması mümkün olan 9999 sayısına tekabül eden standart deviasyon — 3, 500 sayısına için + 3 ve 0 içinde 0'dır. (Yukarıda belirtilen şekilde elde edilen itibarı standart deviasyonlar, aşağıda (RN) simgesi ile anılacaktır.)

3) 1)'de elde olunan gelişigüzel sayıların izlediği sıraya uygun olarak dizilmek şartıyla ve 2)'de izah olunan şekilde bu sayılardan türetilmiş olan itibarı standart deviasyonlar, A Şirketi'nin yıllar itibarı ile elde ettiği ortalama standart deviasyonla (500.000) ile çarpılır ve çarpma sonuçları, A Şirketi'nin yıllar itibarı ile elde ettiği ortalama satış miktarına (2.000.000) eklenir. Böylece bulunan satış toplamı (S), aşağıda gösterildiği gibi, türetildikleri itibarı standart deviasyonların karşısına isabet edecek tarzda dizilirler. Burada dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da, söz konusu toplamın işletme kapasitesini aşarlarsa (örneğin, RN = 2.176 olduğu zaman), S = K (2.500.000) olarak kabul edilecektir.

Sıra No.:	RN:	$S = \mu D - (oD) \times (RN)$
1	— 1.185	1,407,500
2	2.176	2,500,000
3	0.972	2,486,000
4	1.210	2,500,000
5	2.647	2,500,000
6	0.398	2,199,000
7	0.846	2,423,000
8	0.654	2,327,000
9	0.522	2,261,000
...		
...		
100	— 1.288	1,356,000

Yukarıda izlenen teknik, Formül 1'de yer alan diğer değişkenlerden biri olan değişken işletme masrafı (V) ve yatırım (I) için de kullanılırsa, toplam olarak 200 adet simülasyon daha

yapılmış olunur. V için simüle edilmiş değerler, örneğin: 72, 57, 78, 63, I için elde edilen değerlerse de, örneğin: 105 Milyon, 98 Milyon, 120 Milyon 86 Milyon sırasını izleyebilir. Sabit işletme masrafı (C) genellikle yatırımın sabit bir yüzdesi (burada % 15) olarak alındığından, bu değişken için de Monte-Carlo Metodu'nu kullanmak gerekmez.

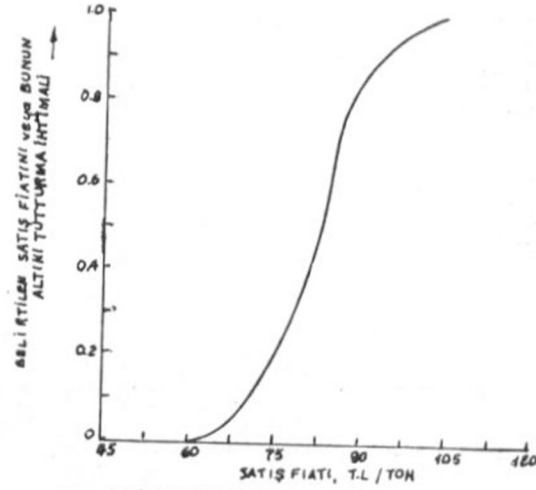
A Şirketi, geçmişteki ürün birim satış fiyatlarını aşağıdaki Şekil-2'deki gibi ifade etmiştir. Adı geçen şekilde görüleceği gibi, 60 T.L./Ton ile 67.5 T.L./Ton (ortalama 63.75 T.L./Ton) fiyat dilimi, 0 ile % 3 gerçekleşme oranları dilimine, 67.5 T.L./Ton ile 75 T.L./Ton (ortalama 71.25 T.L./Ton) fiyat dilimi ise, % 3 ile % 20 arasındaki gerçekleşme oranları dilimine tekabül etmektedir. Başka bir deyimle, 67.5 T.L./Ton'un altındaki fiyatlar, geçmiş yıllarda gerçekleşen fiyatların sadece % 3'ünü teşkil etmiş, 67.5 T.L./Ton ile 75 T.L./Ton arasındaki fiyatlar ise geçmiş yıllarda gerçekleşen fiyatların % 17'sini meydana getirmişlerdir. Bu cümleden olmak üzere; 75 T.L./Ton ile 82.5 T.L./Ton (ortalama 78.75 T.L./Ton) arasındaki fiyatlar, gerçekleşen fiyatların % 25'ini, 82.5 T.L./Ton ile 90 T.L./Ton arasındakiler (ortalama 86.25 T.L./Ton), % 35'ini; 90 T.L./Ton ile 105 T.L./Ton arasındakilerse (ortalama 97.5 T.L./ton), % 20'sini teşkil etmişlerdir. Bu durum, örneğin, 86.25 T.L./Ton ortalama fiyatını aşma ihtimalinin % 55, 97.5 T.L./Ton ortalama fiyatını aşma ihtimalinin ise sadece % 20 olduğu şeklinde de yorumlanabilir.

Böylece, 63.75 TL./Ton ortalama fiyat değerini 3 kere, 71.25 T.L./Ton'u 17 kere, 78.75 T.L./Ton'u 25 kere, 86.25 T.L./Ton'u 35 kere ve 97.5 T.L./Ton'u 20 kere gelişigüzel bir tarzda tekrar eden ve bu gibi 100 sayıdan müteşkil bir cetvel hazırlanabilir. Bu cetvel, örneğin: 86.25, 71.25, 86.25, 86.25,, 97.5 şeklinde seyredebilir. (Daha küçük fiyat dilimleri alınarak daha hassas bir cetvelin hazırlanması mümkündür.)

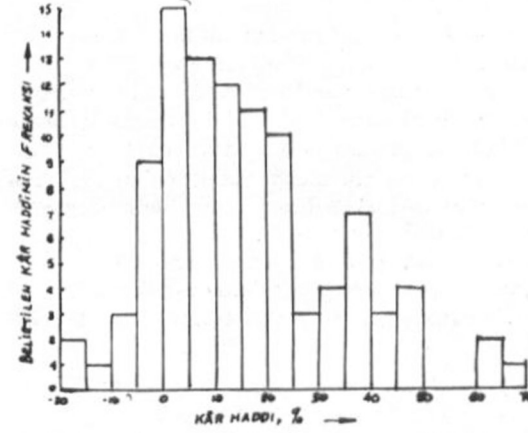
Nihayet, kâr haddine müessir bütün parametrelerin 100 adet simüle edilmiş şekli elde edilmiş olunur. Simülasyon sıra numaraları aynı olan fakat herbiri müstakil bir simülasyonla elde edilen ilgili etkenlerin değerleri, formül (I)'e uygulanırsa, bu kez 100 adet simüle edilmiş kâr haddi sağlanmış olunur.

Bu şekilde bulunmuş kâr hadleri, fiyat ko-

nusunda olduğu gibi dilimlere ayrılacak ve bu dilimlere isabet eden kâr hadleri sayısı (frekansı) şekilde gösterilecek olunursa, aşağıdaki Şekil-3'te görülen histogram elde edilir. Bu histogramdan yararlanılarak, fiyatların dağılımını gösteren Şekil-2'ye benzeyen fakat bu kez belirli kâr hadlerinin üstüne çıkma ihtimalinin (şansının) ne olduğu konusunda bilgi veren



ŞEKİL-2: SATIŞ FİYAT ETKENİNİN İHTİMAL DAĞILIMI

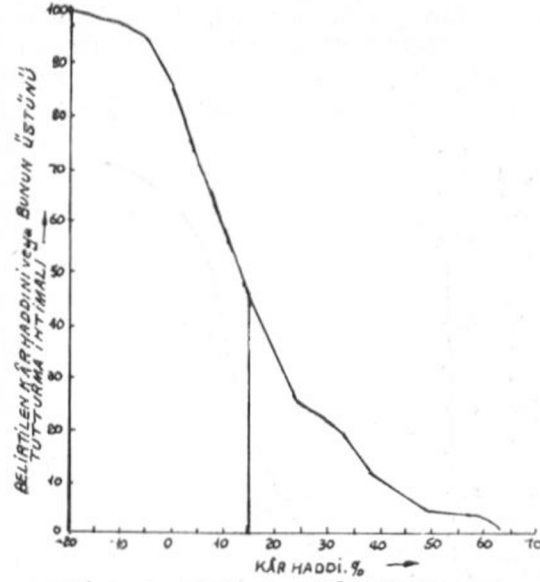


ŞEKİL-3: 100 ADET MONTE-CARLO SİMÜLYASYONUNUN SONUCU OLAN KÂR HADLERİNİN DAĞILIMI HISTOGRAMI

aşağıdaki Şekil-4'ü çizmek mümkündür. Bu kile göre, A Şirketi, örneğin % 15 nispetinde bir kâr haddini şart koşuyorsa, bu haddi sağlaması veya üstüne çıkması şansı % 45'tir. Başka bir deyimle, % 15'lik bir kâr haddinin gerçekleşmeme ihtimali (riski) % 55'tir. Bu durumda işletme, ihtimaller açısından yürüteceği bir muhakeme ile (4) ancak % 45 ihtimalle ar-

Sim No.	P,T.L./Ton	V,T.L./Ton	S,Ton/yıl	C=0.15 X I, T.L./Ton	I, T.L.	R, %
1	86.25	72	1.407.500	15.750.000	105.000.000	4.10
100	97.50	63	1.356.000	12.900.000	86.000.000	39.39

zu edilen kâr haddini gerçekleştirebilecek bir yatırım projesini finanse etmeme kararını alabilir...



ŞEKİL-4: 100 MONTE-CARLO SİMÜLASYONUN SONUCU OLAN KAR HADDİNİN İHTİMAL DAĞILIMI

SONUÇ :

1 — Görüldüğü gibi, yapılacak bir sanai yatırımın kâr haddini hesaplarken, ilgili etkenleri sabit tutmak yanıltıcıdır. Çünkü bu etkenlere verilecek olan herhangi bir değer tutturulabilmesi tamamen bir ihtimal konusudur. Dolayısıyla, bu etkenlerin sonucu olan kâr haddinden bahsederken hesaplanan belirli bir hadde dayanarak bir yatırım projesini tartışmak mahzurludur. Bunun yerine, yukarıdaki mi-leşmesi açısından yorumlamak çok daha sıh-salde olduğu gibi meseleyi ihtimallerin gerçek-hatli olur (5).

2 — Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, örneğin kimya sanayii gibi malî portesi geniş olan yatırımlar için yapılan fizibilite etüdleri, asgarî yanılma payını gerektirir. Bu itibarla, kârlılık kriterleri yorumlanırken, belirli birta-kım değerlere saplanmaktansa bu gibi kriter-lerin ihtimali üzerinde durmak elzemdir.

3 — Bu bakımdan, yukarıdaki metodu kul-lanmak için mevzubahis yatırımın alanı ile il-gili olarak, geçmişte elde edilmiş veya ön tah-mini yapılabilecek olan mahiyetteki detaylı bilgiyi toplamak şarttır. Bu bilgiler, titiz pa-

zarlama ve piyasa etüdlerini ve yatırım ve işletme masrafları ile ilgili olarak, yerli ve yabancı literatür ve kaynakların (6) geniş çap-ta araştırılmasını zorunlu kılar.

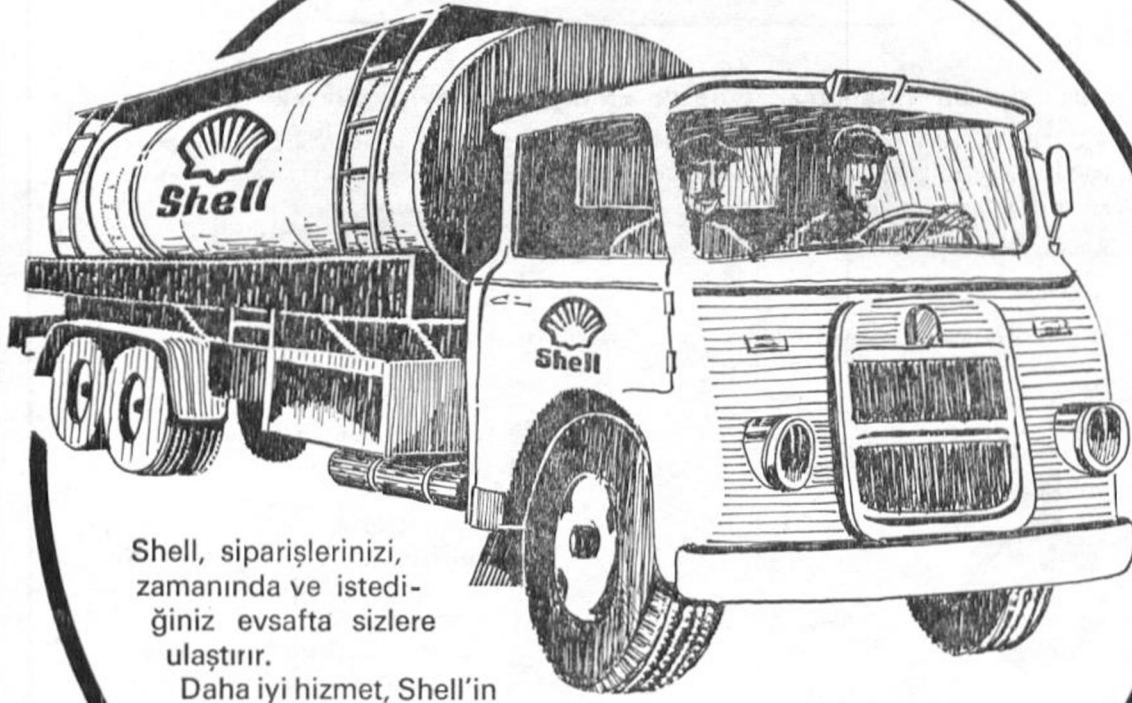
4 — Yukarıda izah edildiği gibi, kâr had-dinin gerçekleşme ihtimalini bulmanın diğer ayrı bir faydası da, kâr haddinin ıslâhına ışık tutmasıdır. Örneğin, satış etkenindeki dalgalan-malar kâr haddini olumsuz yönde etkiler. Bu dalgalanmaları önlemek için, uzun vâdeli müş-terilerle anlaşmalara girişmelidir. Keza, fiat dalgalanmaları da kâr haddini ters yönde et-kilediğinden, gene uzun vâdeli anlaşmalarla, nisbeten düşük de olsa istikrarlı fiatlar tut-turmağa gayret etmelidir. Ayrıca, değişken iş-letme masraflarının gerçekleşme ihtimalinin sıh-hat derecesini yüksek tutmalıdır. Bu bakı-mdan, adı geçen değişkeni hesaplamak için ay-rılacak mühendislik zaman ve masraflarından fedakârlık edilmemelidir.

5 — Yukarıda belirtildiği gibi, Monte-Carlo Simülasyon Metodu ile sanai yatırımların kârlı-lıklarını yorumlama yönüne gitmek birçok faydalar sağlamakta, daha olumlu yorumlar yapılmasını mümkün kılmaktadır. Öz olarak, gelişigüzel dizilmiş sayıların normal dağılıma tâbi türetilmiş değerlerini kullanmak suretiy-le, nihai ihtimal dağılımında ön yargısız so-nuçlar sağlayan bu metod; bilahare kökenini söz konusu etkenlerin elde edilmiş değerlerin-den almaktadır. Aslında çok yönlü olan kar-maşık bir problemi bu şekilde sâde bir yakla-şım ile hallettiğinden ötürü de, bahsedilen Me-tod ayrı bir değer kazanmaktadır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR :

- 1 — Alfred, A. M. and Evans, J. B., «Dis-counted Cash Flow», Chapman and Hall, Lon-don, 2nd. Ed., 1967.
- 2 — Thorngren, J. T., Chemical Engineer-ing, Aug. 14, 1967, p. 143.
- 3 — Hess, S. W., Quigley, H. A., Chemical Engineering Progress, 1963, Symposium Series, No. 42, 59, 65.
- 4 — Hertz, D. B., Harvard Business Review 1964, 42 (1), 95.
- 5 — Shahbenderian, A. P., Chemical and Process Engineering, 1967, 48(9), 94.
- 6 — Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Sa. 288-301, Devlet Yatırım Bankası, 1970.

Kimyevi hammadde ihtiyaçlarınız için ...

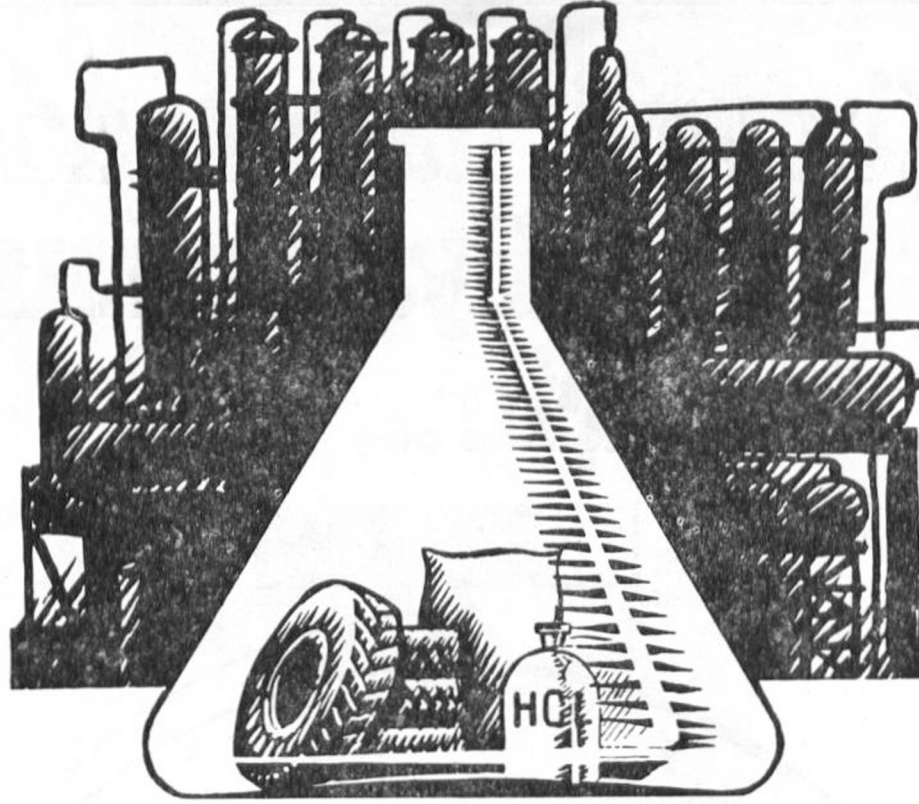


Shell, siparişlerinizi,
zamanında ve istedi-
ğiniz evsafa sizlere
ulaştırır.

Daha iyi hizmet, Shell'in
amacı ve gayesidir.

Shell Kimyevi Maddeler şubesi, Kimyevi hammadde
sorunlarınızda, size yardımcı olmaktan kıvanç duyacaktır.

Shell Kimyevi Maddeler Şubesi :
Adres: P.K. 24 - Mecidiyeköy
Telefon : 47 98 00



Kusursuz bir inşaa tarzı, sade ve emniyetli işleyiş, yüksek randıman, V/O NEFTECHIMPROMEXPORT, Moskova İşletmesi tarafından piyasaya arz edilen petrol muamele, petro-kimya ve ayrıca kağıt ve kontrplak sanayilerine mahsus teknoloji tesislerinin değişmez özellikleridir.

Kimya sanayiine mahsus sayısız modern komple tesislerin yanısıra

V/O NEFTECHIMPROMEXPORT,

aşağıdaki mamullerin imalatı içinde komple fabrikalar ihraç eder :



organik sentez maddeleri
kaprolaktam
polisteren
vinilklorid
etilen
azotlu gübreler
sülfürik asit
soda ve elektro-kostik soda
sentetik kauçuk
vasıta dış lastikleri, v. s.

Fazla bilgi almak için müracaat :

NEFTECHIMPROMEXPORT

Moscow Zh-324, USSR

Türkiye'de müracaat adresi :

SSCB SANAYİ MÜŞAVİRLİĞİ

Atatürk Bulvarı 195 ANKARA

Telefon : 12 99 61

PIGMENT DISPERSİYONU

Selçuk PAKSOY

Kimya Y. Mühendisi

Suzammenfassung:

Beim Dispergieren von Pigmenten Wird mechanische Energie auf die Pigment Aggregate und Pr.maerteilchen zerteilt Werden Ferner werden diese Bestandteile mit der vorhandenen Bindemittellösung benetzt und umhül, und das System wird stabilisiert.

Dispersiyon tekniği, pigment aglomeratlarının agregat ya da primer parçacıklara bölünmesini, dolayısıyla bu bölünen parçacıkların bağlayıcı çözeltisi tarafından ıslatılması ve sarılmasını ve dispersiyonun stabilizasyonunu sağlar.

Pigment dispersiyonunu birkaç ayrı bölümde incelemek yerinde olacak ve bu yazımızda konu genel olarak ele alınacaktır.

Kuru pigmentle, disperse edilmiş pigment arasında pigment dispersiyonu işlemi yer almakta, böylece dispersiyon tekniği bir pigment sarfiyatçısı için birinci derecede önem kazanmaktadır. Bu durumun her türlü pigment işleminde karşımıza çıktığı söylenebilir. Örneğin; boya, matbaa mürekkebi, lastik, plastik, kâğıt, sentetik lifler, seramik kosmetik endüstrisi (1).

Bir boyama maddesi (Anstrichstoff) (*) dört ayrı yapı taşından oluşur.

- Pigment
- Bağlayıcı (Bindemittel)
- Çözücü
- İlave maddesi (Zusat stoff)

Burada bazı tanımlamaların yapılması yararlı olacaktır:

Boya maddesi, akıcılıktan macun kıvamına kadar bir viskozite gösterip, bir yüzeye sürme, püskürtme, daldırma v.s. şeklinde taşınan fizikselve/veya kimyasal olarak kuruyup yüzeyde bir boya tabakası teşkil eden madde veya madde karışımlarıdır (DIN 55945). Meydana

gelen boya tabakası kuruduktan sonra yüzeyle yapışır hattâ az veya çok içine nüfuz eder.

Pigment, bir çözücüde veya bir bağlayıcıda pratikman çözünmeyen ancak boyama maddesinin ana kısımlarından biri olup, film teşkil edemiyen, organik veya anorganik, renkli veya renksiz toz halindeki boyayıcı maddelerdir (DIN 55945). Bugün dolgu maddelerine, katkı maddelerine bazı şartlar altında (toz halinde ve çözünmez olmaları gibi) pigment diyebiliriz. Örneğin katkı pigmenti (Verschnittpigment). Kısaca bir boyama maddesinin çözünmeyen kısımları pigment olarak adlandırılabilir (2).

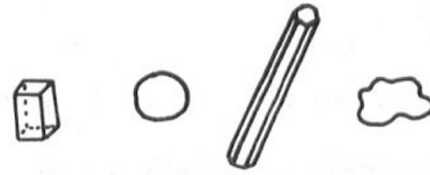
Boyayıcı madde (Farbmittel), bütün renk verici maddeler için topluca verilmiş bir isimdir (DIN 55945).

Boyar madde (Farbstoff), bir çözücüde veya bir bağlayıcıda çözünen veya çözünmeyen organik boyayıcı maddedir (DIN 55945).

Bağlayıcı, bir boyama maddesinin uçucu olmayan kısımlarından olup, film teşkil eder ve pigment parçacıklarını gerek kendi aralarında gerekse alttaki tabakayla bağlar. Yumuşatıcılar, kurutucular ve diğer uçucu olmayan yardımcı maddeler bağlayıcı olarak gözönüne alınır. Pigment ihtiva etmeyen bir boyama maddesinin uçucu olmayan kısmının bütünü bağlayıcı teşkil eder (DIN 55945).

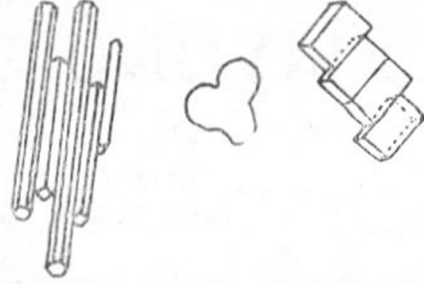
Kuru haldeki bir pigment, primer parçacıklar, agregat ve aglomeratlar ihtiva eder.

Primer parçacık, pigmentin sınırlandırılabilen birimidir. Şekil 1.

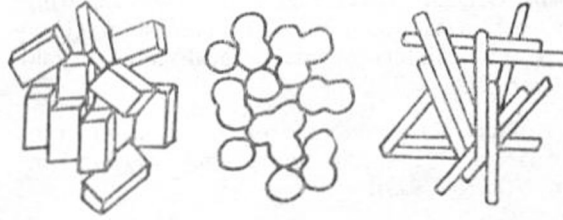


Agregat, primer parçacıkların birbirlerinin yüzeyleri üzerinde toplanarak meydana geldikleri büyüyen bir küme olup, bu kümenin

yüzeyi, kendini meydana getiren parçacıkların toplam yüzeyinden küçüktür (DIN 53206). Şekil 2.



Aglomerat ise primer parçacıkların ve agregatların köşeleri ve/veya kenarları üzerinde toplanarak meydana getirdikleri küme olup, bunun toplam yüzeyi tek tek yüzeylerin toplamından pek farklı değildir (DIN 53206). Primer parçacıkları arasındaki bağlayıcı kuvvetler çok farklı olduğundan, bir aglomerat bir agregattan çok daha kolay disperze edilebilir. Şekil 3.



Pigment dispersiyonu birbirini izleyen üç ayrı kademede incelenebilir,

1) Pigment parçacıklarını sarmış olan hava tabakasıyla bağlayıcının yer değiştirmesi ve taneciklerin ıslanması,

2) Aglomeratların agregat ve primer parçacıklara kadar parçalanması ve bunların bağlayıcı tarafından sarılması,

3) Dispersiyonun stabilizasyonu.

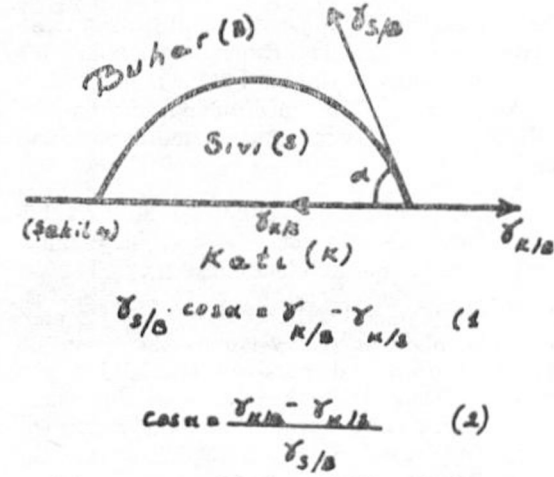
Islatmanın veya parçalamanın birinin diğerinden daha önemli, ya da her ikisinin aynı derecede önemli olduğu hakkında birçok otoriteler, farklı görüş ve teoriler ortaya koymaktalar. Bizce bunlar birbirini tamamlayan olaylardır. Birinin istenen ölçüden az bir sarması dispersiyonun karakterini derhal bozar. Bu konuya tekrar değineceğiz. Agregat ve aglomeratlar çeşitli sebeplerden meydana gelirler. Örneğin, pigmentin fabrikasyonu ve/veya depolanması esnasındaki şartlar buna sebep olabilirler.

Dispersiyonda aglomeratların primer parçacıklara kadar bölünmesi istenir. Ancak bazan eldeki şartlardan ötürü bir işlem agregatlardan ileriye götürülemez. Bu durumda disper-

siyon istenilen şartları yerine getiriyorsa ag-regatlarla yetinilir. Aksi halde uygun dispersiyon makinesi ve viskozite seçimi, uygun aktif maddeler ilâvesi vs. yapmak gerekir. Öte yandan öğütme primer parçacıklardan ileriye gitmemelidir. Bazı hallerde bu işlem primer parçacıkların da parçalanmasına kadar varır ki sonucunda pigmentin bütün optik özellikleri ve kimyasal dayanıklılığı değişir. Genel olarak bir pigment dispersiyonu pigment primer parçacıkları ve agregatlarını birlikte ihtiva eder.

Dispersiyonun başlangıcında hava ve diğer adsorbe edilen maddelerin, gerek yüzeyde ve gerekse kanalcıklarda bağlayıcı ile yer değiştirmesi vukubulur. Hava giderildikten sonra gerekli mekanik işlemle aglomerat ya da agregatların bölünmesi mümkündür (3).

Bir katı cismin ıslatılması, katı ile sıvının temas açısı ve sınır yüzey gerilimlerinin bir fonksiyonu olarak «Young Denklemi» ile ifade edilir. Şekil 4.



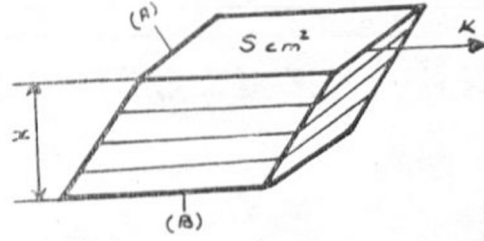
Temas açısı 90° den büyük olduğu zaman sıvı katıyı ıslatmaz. Aksine sıfır değerine yaklaştığı her adımda ıslatma mükemmelleşir. Denklem (2) den, temas açısının 90° den küçük olması için, sıvı/buhar ve katı/sıvı sınır yüzey gerilimlerinin düşmeleri gerekir. Bu da yüzey aktif maddelerle sağlanır. Katı/buhar sınır yüzey geriliminin değişimi çoğu hallerde önemsizmiyecek kadar düşüktür. (3)

Sonuç olarak; düşük temas açısı iyi bir ıslanmayı sağlar.

Aglomeratların parçalanmasına gelince, burada kısaca reoloji üzerinde durarak bazı hatırlamalarda bulunmak her halde yararlı olacaktır. Sistemin viskozitesi disperse işlemine etki eden en önemli faktörlerden biri olup bu işi yapan kimsenin, tatbik edeceği mekanik kuvvet karşılık sistemin hangi akışkanlık özelliği (Flieseigenschaft) ile cevap vereceğini

önceden bilmesi daha doğrusu tayin etmesi gerekir.

Bir an için biri hareketli, diğeri sabit iki yüzey düşünelim. Her ikisi arasında bir sıvı bulunsun elbette yüzeyler bu sıvıyla ıslanmış olacaklardır (Şekil 5). Üstteki A yüzeyine K kuvvetini tatbik ederek v süratiyle hareket ettirelim. Aradaki sıvı da A yüzeyinin hareketinden etkilenecek ve x mesafesi boyunca, A dan B ye doğru gittikçe azalan bir sür'atle yönünde kendi tabakları üzerinde hareket edecek kısaca akacaktır. A ya yapışık olan tabaka maksimum sür'atle akarken, B ye yapışık olanı ise pratikman hiç hareket etmeyecek, böylece A ile B arasında bir eğim meydana gelmiş olacaktır. Bu şekilde A ya tatbik edilen K kuvvetinin sisteme etkisi ile sıvı K yönünde itilip tabakaları birbirinden ayrılmağa zorlanır, daha doğrusu sıvı tabaka tabaka K tarafından kesilmeğe uğrar. İşte K/S ile ifade-sini bulan bu etki, itme gerilimi (Schubspannung) veya kesme kuvveti (Scherkraft) olarak adlandırılır. Diğer taraftan v/x ise kesme eğimi (Schergefälle) veya kesme sür'atı (Schergeschwindigkeit) olarak tanımlanır.



(Şekil 5)

$$\tau = \frac{K}{S} = \frac{dyn}{cm^2}$$

itme gerilimi

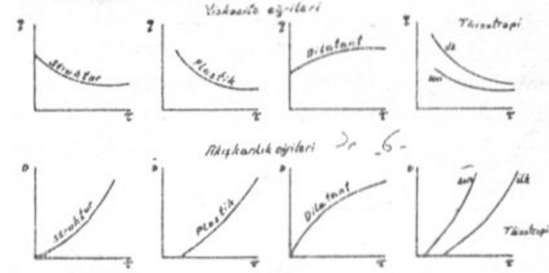
$$D = \frac{v}{x} = \frac{cm}{sec} \cdot \frac{1}{cm} = \frac{1}{sec}$$

kesme eğimi

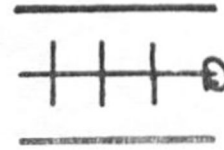
$$\tau = \tau \cdot D \text{ veya } \tau = \frac{\tau}{D}$$

Bir sıvı için viskozite, kesme eğimi ve itme gerilimi rotasyon viskozimetreleri ile tayin edilebilir. Bu şekilde sıvıların viskozite ve akışkanlık eğrileri elde edilir (Şekil 6). Böylece dispersiyon sırasında sistemimizin hangi akışkanlık özelliğini göstereceğini tayin ederek gerekli tedbirlerimizi alabiliriz. Örneğin; uygun dispersiyon makinesini seçmek ya da eldekine göre viskoziteyi ayarlamak, devir sayısını değiştirmek, aktif maddeler ilâve etmek vs.

Şekil 6. İdeal hal olan Newton sıvılarının dışında farklı viskozite gösteren çeşitli sıvıların, akışkanlık ve viskozite eğrileri.



Kum değirmeninde (Sandmühle) aglomeratların parçalanmalarını inceleyelim. Şekil 7. Milin dönme hareketleriyle değirmenin içindeki bütün kütle dönme yönünde harekete geçirilmiş olur. Bu, uyguladığımız mekanik enerjinin büyüklüğüne ve kanatların toplam yüzeyine bağlı olarak itme gerilimini, aynı şekilde kanatların değirmenin iç yüzüne olan uzaklıklarıyla orantılı olarak kesme eğimini ortaya çıkarır. Aglomeratlar söz konusu iki faktöre bağlı olarak kazandıkları sür'atle karşılıklarına gelen bir kütle ile çarpışmaları sonucu parçalanırlar. Bu karşılıklarına gelen kütleye öğütücü madde diyelim (Mahlkörper). Öğütücü madde kum olduğu gibi, çeşitli büyüklükteki ve çeşitli kimyasal bileşimdeki küreler de olabilir. Ancak aglomeratların kendisi de bir öğütücü kütle gibi birbirleriyle çarpışarak öğütmeye yardım ederler. İşte bu anda öğütülen maddenin (Mahlgut) başka bir deyimle dispersiyon maddesinin göstereceği akışkanlık özelliği büyük rol oynamağa başlar. Çarpışmaların sıklığı ve şiddeti oranında iyi bir öğütme yapılmış olur, bu da uygulanan mekanik enerjinin yüksekliği ve aparatın geometrik büyüklüklerinin ortaya çıkardığı itme gerilimi ve kesme eğimi ile sistemin göstereceği akışkanlık özelliğine sıkı sıkıya bağlıdır. Ayrıca dispersiyon maddemizin laminar ya da türbülens cinsinden bir akışkan olup olmaması da önemli bir etkindir. Örneğin dissolverde laminar bir akım ve dilatant bir akışkanlık özelliği istenir. (*)



Flokulasyon, agregat veya primer parçacıkların zamanla birbirleriyle birleşerek kümelenecekleri ile sistemdeki toplam parçacık sayısının azalmasıdır ki, bu da parçacıklar arasındaki bir çekici (van der Waals) diğeri itici iki kuvvetin karşılıklı etkileri sonucu ortaya çıkıp sistemin stabilitesini bozar. DLVO teorisine göre, her parçacık (+) veya (-) olarak yüklenmiş olup, bu yükler az veya çok olmak üzere parçacıklar üzerinde yayılırlar. İki par-

çacık birbiriyle çarpışınca önce her ikisinin zıt yüklü ion bulutları birbiri içine nüfuz ederler, böylece o noktada elektriksel yükte bir çıkış meydana gelir. Ortaya çıkan bu çarpışma enerjisi parçacıkları birbirinden ayırmağa çalışır (5).

$$V = D \frac{\rho_p - \rho_{ba}}{\eta} r^2$$

ρ_p = pigmentin yoğunluğu D = sabite

ρ_{ba} = bağlayıcı çözeltisinin yoğunluğu η = viskozite

r = tanecik yarıçapı

Ayrıca çökme sür'ati, Stoks kanununa göre ifade edilebilir;

Sonuç olarak bir dispersiyon; viskozitesinin yüksekliği, parçacıklarının ortalama yarı çaplarının küçüklüğü, parçacıklar üzerindeki elektriksel yük yoğunluğunun yüksekliği ve elektrokimyasal çift tabakanın kalınlığı oranında stabildir.

Özet olarak; Pigmentin ıslanması, pigmentin bağlayıcı ile temasa geldiği andan itibaren

başlar, ama gerçek ıslanma parçacıkları öğütme-parçalama işlemi esnasında vukubulur.

Uygun bir mekanik enerjinin verilmediği bir dispersiyon sırasında ıslanma ne kadar iyi olursa olsun, parçacıkları bölme imkânı olmaz. Ancak öğütme sırasında parçalar deforme edilir, solvent ya da ilâve edilen yüzey aktif maddeler, açılan yarıklara nüfuz ederek adetâ lövyeye gibi aglomeratların bölünmesine yardım ederler.

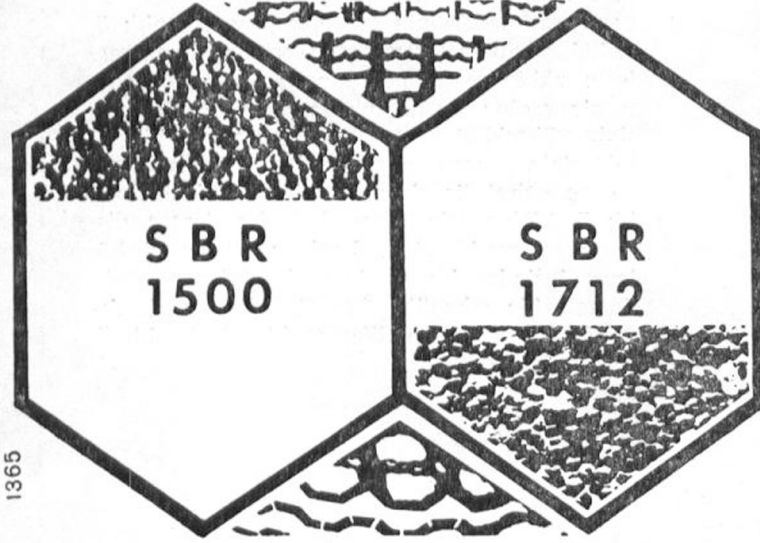
Yüzey aktif maddeler gerek akışkanlığa etki ederek, gerek iyi bir ıslanmayı sağlayarak ve gerekse stabilliği arttırarak, sistemin disperse edilebilme kabiliyetine oldukça büyük etkide bulunurlar.

(*) Heride başka bir yazıda dispersiyon makinelerini incelerken, bu konuların teferruatına o zaman gireceğiz.

Kaynaklar :

- 1) Dr. T. Doorgeest, ATIPIC symposium of october 27 th, 1971,
- 2) Dr. Ing. E. Hezel, Farbe und Lack, Nr 2, 1972,
- 3) Dr. G. D. Parfitt, J. Oil Col. Chem. Assoc. 1967,
- 4) Dr. R. Haug, Farbe und Lack Nr 12, 1964,
- 5) Dr. H. Schuller, Esslingen Teknik Akademisi Konferans Notları 11/1971,
- 6) Dr. P. Kresse, Farbe und Lack Nr. 4, 1970.

SENTETİK KAÜÇUK İhraç etmekteyiz



BULEX

Etraflı bilgi edinmek ve teslimat şartları için CHIMIMPORT'la temasa geçiniz

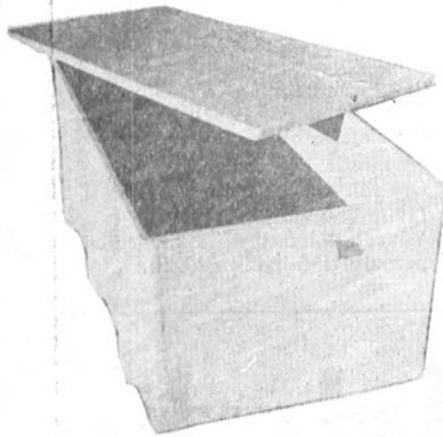
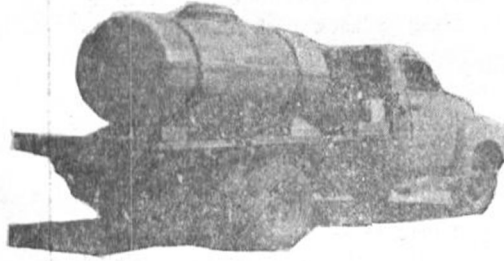
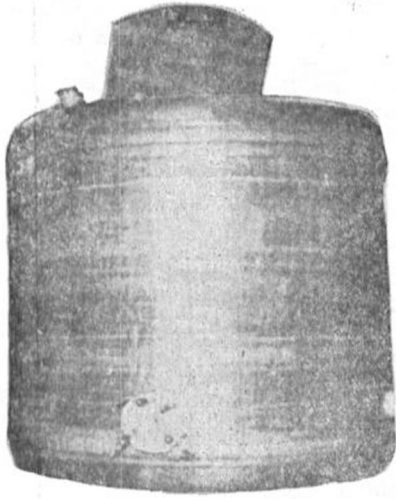
CHIMIMPORT

Sofia, Bulgaria 2 Stefan Karadja St. Tel: 88-38-11/15 Telex: 22521, 22522 Telgraf: Chimimport Sofia

Korozyon! sizce bir problemdir ?



bizce HAYIR !

**POLSAN**

fiberglass/poliester mamulleri :

Kimyevi ve atmosferik korozyona yüksek mukavemeti haizdir. Hiçbir surette paslanmaz ve çürümez.

Hafifliği yanısıra, eşit ağırlıktaki çelik strüktür malzemenin çok daha yüksek mekanik mukavemeti haizdir.

Bakım ve onarım problemi yoktur.

İmalât Standardımız :

Prizmatik, Eliptik ve Silindirik

Bilumum kimyevi madde depoları - Asit nakliye tankları - İşlem depoları. (35 - 65000 Lt. kapasitede)

Komple tesisi tankları - Yeraltı akaryakıt tankları.

Saç, beton ve ahşap üzerine kaplama işleri.

Antikorozyon borular - asit buharı bacaları - Asit vanaları - Korozyon atmosfere mukavim şeffaf oluklu ve düz çatı kaplama levhaları

Fan kanatları - davlumbaz - elektroliz ve eloksallı banyoları - Su tankları - Kule ve havuzlar.

Sipariş üzerine özel imalâtlar süratle teslim edilir.

POLSAN

POLİESTER SANAYİİ
ŞEVKET ÇAMBOL

ÇAYIROVA - GEBZE
TLF : GEBZE 160

MAMÜLLERİMİZ T.M.M.
ODASININ KALİTE BELGESİNE
HAİZ OLUP, 1972 YILI
BAYİNDİRLİK ŞARTNAME-
SİNDE YER ALMIŞTIR.

İRTİBAT BÜROLARI :

İSTANBUL : Cer Kom. Şti. Meclisimebusan Cad. 39/A Fındıklı
Çambol İnşaat Malz. Tic. Kâmil Çambol - Moda Cad. 204/A Kadıköy
ANKARA : Yeğenler Elektrik Tic. - Denizciler Cad. Çambol İş Hanı 9/A
İZMİR : Talu Koll. Şti. - Sanayi Sitesi 2822 Sokak No. 94

T. 49 91 24
T. 36 52 73
T. 11 33 67
T. 61 426



PYE UNICAM

ANALİTİK CİHAZLARI



- ★ Komple analitik laboratuvar tesisleri
- ★ Geniş imalat programı
- ★ Devamlı bakım servisi
- ★ Bol yedek parça
- ★ Çeşitli aksesuarlar
- ★ Yurt içi - Yurt dışı Operasyon eğitimi

- pH METRELER
Model 290 Model 291
Model 292 Model 293
Araştırma, Laboratuvar ve Portatif pH metreler. 0- 14 pH
- UV Spektrofotometreler
SPI800 190 - 850 nm Double-Beam, tam otomatik, kaydedicili
SP800 190 - 850 nm Double-Beam kaydedicili
SP600UV 220 - 1000 nm Single - Beam ucuz, deuterium lambalı,
- Visible spektrofotometreler
SPI300 370 - 750 nm kolometrik cihaz, rutin analizler için
SP600 335 - 1000 nm single- beam 4 numuneli
SP500 186 - 1000 nm single-beam direkt metre okumalı, Kaydedici çıkışlı, yüksek hassasiyetli.
- IR Spektrofotometreler
SP1000 625 - 3800 cm Double - Beam E-cilj yüksek performanslı, ekonomik.
- Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre
SP90 190 - 700 nm yüksek hassasiyet emisyon çalışma, kaydedici bağlama imkânı,
SPI900 190 - 852 nm, double, beam, otomatik sıfırlama, 6 lamba, digital konsantrasyon okuma.
- Kromatograflar
Seri 104 Gaz kromatograf
Her tip tek-çift dedektör moduller sistem, bol aksesuar
Seri 105 Preparatif kromatograf
Otomatik, programlı,
LCM2 Likid kromatograf
Yüksek hassasiyet, kaydedici, preparatif çalışma imkanı.

TÜRKİYE GENEL MÜMESSİLİ :

ORTA DOĞU ENDÜSTRİ TİCARET

MIDDLE EAST INDUSTRY COMMERCE Co.

Odette

MEŞRUTİYET CAD. 41/9 PK. KIZILAY — ANKARA ODET — ANKARA TEL. : 17 07 92