

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİMYASAL PROSES VE TESİSLERDE MALİYET
ANALİZİ İÇİN BİR VERİ TABANI VE KULLANICI
PROGRAMI**

Kimya Müh. Fevzi ÖZKAN

**F.B.E. Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Z. Sema BAYKARA

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Esen BOLAT

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ahmet Alp SAYAR

İSTANBUL, 1998

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGE LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. SERMAYE YATIRIMI	3
2.1 Sabit Sermaye Yatırımı	3
2.2 İşletme Sermayesi	5
3. SERMAYE YATIRIMLARININ KESTİRİMİ	6
3.1 Maliyetlerin Güncelleştirilmesi	8
3.1.1 ENR inşaat endeksi	9
3.1.2 Nelson-Farrar rafineri inşaat göstergesi	9
3.1.3 Marshall ve Swift (M&S) teçhizat göstergesi	9
3.1.4 CE tesis göstergesi	9
3.1.5 PREDICT tesis göstergesi	10
3.1.6 Diğer göstergeler	10
3.2 Sermaye Yatırımlarında Maliyet Faktörleri	10
3.2.1 Satın alınan makina teçhizat	12
3.2.2 Kapasitenin makina-teçhizat maliyetine etkisi	13
3.2.3 Makina-teçhizat montajı	16
3.2.4 Ölçü ve proses kontrol sistemleri	17
3.2.5 Boru hatları	18
3.2.6 Elektrik işleri	19
3.2.7 Binalar	19
3.2.8 Arazi düzenleme	20
3.2.9 Yardımcı ve ortak tesisler	20
3.2.10 Mühendislik ve danışmanlık	22
3.2.11 İnşaat giderleri	22

3.2.12	Müteahhit giderleri	22
3.2.13	Beklenmeyen giderler	23
3.2.14	İşletmeye alma giderleri	23
3.3	Tesis Düzeyinde Sabit Sermaye Kestirim Yöntemleri	23
3.3.1	Hızlı kestirimler için orantı yöntemleri	24
3.3.2	Birim ürün maliyetinden orantılama	24
3.3.3	Sermaye orantı yöntemi	24
3.3.4	Tesis kapasitesi üssel sayılarıyla kestirim yöntemi	26
3.3.5	Proses tasarımına dayalı sermaye yatırım kestirimleri	29
3.3.6	Faktörleme yöntemleri	30
3.3.7	Makina-teçhizat teslimat maliyetinin yüzdesi olarak hesaplama	33
3.3.8	Birim maliyet kestirimi	35
3.3.9	Ayrıntılı kestirim yöntemleri	36
4.	YARI OPTİK GRAFİK ALGILAMA YÖNTEMİYLE CostCAD PROGRAMI İÇİN VERİ TABANI OLUŞTURMA (OCUREFIT)	37
4.1	OCUREFIT Programı	37
4.2	OCUREFIT Programının Kullanılması	38
4.3	OCUREFIT Programı İle Bir Uygulama	41
5.	CostCAD PROGRAMI ve MALİYET HESAPLAMALARI	44
5.1	CostCAD Programı	44
5.2	CostCAD Programının Kullanılması	45
6.	CostCAD İLE UYGULAMALAR	53
6.1	Bir Elektronik Teçhizat Fabrikasında Atık Su Arıtma Tesisi İçin Sabit Sermaye ve İşletme Maliyetinin Hesaplanması	53
6.2	Bir Kristalizasyon Ünitesi İçin Sabit Sermaye Hesabı	61
6.3	Phillips Cis-Polibutadien Prosesi İçin Sabit Sermaye ve Ürün Maliyetinin Hesaplanması	66
7.	SONUÇLAR ve TARTIŞMA	75
	KAYNAKLAR	76
	EKLER	77
	Ek 1. Kristalizasyon Ünitesi Makina-Teçhizat Fiyat Hesaplamalarıyla İlgili CostCAD Programı Ekran Görüntüleri	77
	Ek 2. Phillips Cis-Polibutadien Prosesi Makina-Teçhizat Fiyat Hesaplamalarıyla İlgili CostCAD Programı Ekran Görüntüleri	86
	ÖZGEÇMİŞ	100

SİMGE LİSTESİ

A	Alaşımli malzeme maliyet farkı
f_B	Boru hatları sistemi faktörü
f_i	Saha işçiliği faktörü
f_D	Yapı, ölçü, kontrol, nakliye vb. maliyetler faktörü
f_E	Dolaylı maliyet faktörü
f_{La}	Lang faktörü
K_1	İlk kapasite oranı
K_2	İkinci kapasite oranı
R_1	İlk yarıçap değeri
R_2	İkinci yarıçap değeri
S	Sahada imal edilen ekipman toplam maliyeti
S_G	Satış gelirleri
S_O	Sermaye oranı
TL	Türk lirası
X	Grafik yatay eksen değeri
Y	Grafik dikey eksen değeri
Y_{AS}	Amortismanına bağlı olmayan yatırım sermayesi
Y_{IS}	İşletme sermayesi
Y_{M1}	Toplam ısı değıştirici maliyeti (alaşım farkı hariç)
Y_{M2}	Toplam pompa ve motor maliyeti
Y_{M3}	Toplam proses kulesi (iç donanım hariç)
Y_{MJ}	"j" makina-teçhizatının teslimat maliyeti
Y_{MMi}	"i" makina-teçhizat montaj dahil maliyeti
Y_{SS}	Sabit sermaye
Y_{TS}	Toplam sermaye
\$	USA doları
η	Kestirim doğruluk derecesi
ϕ	Teslimat maliyetini montaj maliyetine çevirme faktörü
λ	Kapasite üssel sayısı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1	OCUREFIT programı akış şeması	38
Şekil 4.2	OCUREFIT programı genel görüntüsü	39
Şekil 4.3	OCUREFIT programı veri tabanı ara yüz programı	41
Şekil 4.4	Santrifüj ekipmanları maliyet grafiği	42
Şekil 4.5	OCUREFIT programı "karbon çelik" için eğri uydurma görüntüsü	43
Şekil 4.6	OCUREFIT programı "karbon çelik" için CostCAD programı veri aktarım ara yüz programı	43
Şekil 5.1	CostCAD programı ana menü görüntüsü	44
Şekil 5.2	CostCAD programı akış şeması	46
Şekil 5.3	CostCAD makina-teçhizat seçim alt ara yüzü	47
Şekil 5.4	CostCAD makina-teçhizat satın alma maliyetini hesaplayan veri tabanı etkileşimli ara yüzü	48
Şekil 5.5	CostCAD sermaye kestirim alt program ara yüzü	49
Şekil 5.6	CostCAD üretim maliyeti kestirim program ara yüzü	50
Şekil 5.7	CostCAD veri tabanı alt program ara yüzü	50
Şekil 5.8	CostCAD ütilite veri tabanı ara yüzü	51
Şekil 5.9	CostCAD üretim maliyeti kestirimi raporu alt program ara yüzü	51
Şekil 6.1.1	CostCAD ekipman seçme ara yüzü	56
Şekil 6.1.2	CostCAD kıvamlaştırıcı ekipmanı fiyatlandırma	57
Şekil 6.1.3	CostCAD filtre ekipmanı fiyatlandırma	57
Şekil 6.1.4	CostCAD sermaye kestirimi	58
Şekil 6.1.5	CostCAD doğrudan üretim giderleri girişi	58
Şekil 6.1.6	CostCAD sabit üretim giderleri girişi	59
Şekil 6.1.7	CostCAD tesis üretim giderleri girişi	59
Şekil 6.1.8	CostCAD genel üretim giderleri girişi	60
Şekil 6.1.9	CostCAD ürün üretim maliyeti kestirimi	60
Şekil 6.2.1	Kristalizasyon ünitesi ekipman seçimleri	62
Şekil 6.2.2	Kristalizasyon ünitesi sabit sermaye hesabı	63
Şekil 6.2.3	Kristalizasyon ünitesi ekipman seçimleri	63
Şekil 6.2.4	Kristalizasyon ünitesi sabit sermaye hesabı	64
Şekil 6.2.5	Kristalizasyon ünitesi ekipman seçimleri	64
Şekil 6.2.6	Kristalizasyon ünitesi sabit sermaye hesabı	65
Şekil 6.3.1	Basitleştirilmiş cis-polibütadien üretim akış şeması	66
Şekil 6.3.2	CostCAD'te cis-polibütadien tesisi ekipman girişi	71
Şekil 6.3.3	CostCAD ile cis-polibütadien tesisi için sermaye kestirimi	72
Şekil 6.3.4	Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi	72
Şekil 6.3.5	Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi	73
Şekil 6.3.6	Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi	73
Şekil 6.3.7	Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi	74
Şekil 6.3.8	Cis-polibütadien için üretim maliyeti kestirim raporu	74

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Sabit sermaye yatırım faktörleri	3
Çizelge 2.2	İşletme sermayesi faktörleri	5
Çizelge 3.1	Sermaye yatırım kestirim türleri	7
Çizelge 3.2	Yeni bir kimya tesisi için önemli yatırım faktörlerinin sabit sermaye içindeki yüzde aralıkları	11
Çizelge 3.3	Değişik makina-teçhizat türleri için kapasite üssel sayıları	14
Çizelge 3.4	Satın alınan makina-teçhizat maliyetinin yüzdesi olarak montaj giderleri	16
Çizelge 3.5	Bazı ağır kimya sanayi üretim faaliyetleri için ölçü ve kontrol faktörlerinin makina-teçhizat yüzdesi olarak maliyetleri	17
Çizelge 3.6	Bazı ağır kimya sanayi üretim faaliyetleri için boru hattı faktörlerinin makina-teçhizat yüzdesi olarak maliyetleri	18
Çizelge 3.7	Bazı ağır kimya sanayi üretim faaliyetleri için elektrik işleri faktörlerinin makina-teçhizat yüzdesi olarak maliyetleri	19
Çizelge 3.8	Satın alınan makina-teçhizat (M-T) ve sabit sermaye yatırımının (S-S) yüzdesi olarak bina maliyetleri	20
Çizelge 3.9	Sabit sermaye yatırımının yüzdesi olarak yardımcı ve ortak tesis maliyetleri	21
Çizelge 3.10	Kimyasal proses endüstrileri için sermaye ve devir oranları	25
Çizelge 3.11	Proses endüstrileri için üssel sayı ortalamaları	26
Çizelge 3.12	Komple petrokimyasal proses tesisleri için kapasite üssel sayıları	27
Çizelge 3.13	Sabit sermaye ve toplam sermaye için Lang faktörleri	30
Çizelge 3.14	Chilton yönteminde kullanılan sermaye yatırımına ait f faktörleri	31
Çizelge 3.15	Makina-teçhizat teslimat maliyeti yüzdesinden sermaye yatırım faktörlerinin kestirimi	34

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen tez danışmanım Doç.Dr. Sema BAYKARA'ya, projede kullanılan elektronik tarayıcının temini için mali destek sağlayan Y.T.Ü. Araştırma Fonu'na ve bu aşamadaki desteklerinden dolayı bölüm başkanımız Prof.Dr. Salih Dinçer'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Fevzi ÖZKAN

10/07/1998

ÖZET

Kimyasal proses tesislerini kurma amacı üretim yapmak ve verimi arttırmaktır. Diğer taraftan kimyasal tesisin sürekliliği için her zaman gelirler giderlerden fazla olmalıdır. Bu nedenle yeni bir girişim ya da atılımın teknik yönden projelendirilmesi, maliyetin ve faydalarının sistematik değerlendirilmesini gerektirir.

Bu tez çalışmasında, "Yarı optik grafik algılama" yöntemini kullanan OCUREFIT* programı hazırlanarak kimya proseslerinde kullanılan makina-teçhizat verileri bir veri tabanına aktarılmış ve teknik yönden projelendirilmiş bir kimyasal tesisin maliyet analizini yapmak üzere, makina-teçhizat satınalma maliyetine dayanan CostCAD* bilgisayar programı oluşturulmuştur.

CostCAD programı ile enteraktif olarak bir kimyasal prosese ait sabit sermaye, işletme sermayesi, üretim maliyeti, amortisman hesaplamaları, makina-teçhizat seçim kriterleri ve hazır kimyasal tesislerden farklı kapasitelerdeki tesislerin maliyetleri hesaplanabilmektedir. Aynı zamanda program kullanıcıya alternatif birim sistemi seçimleriyle kolaylık sağlamaktadır. Tüm bunların yanında CostCAD ve OCUREFIT programının kullanım bilgileri ve açıklamaları detaylı olarak verilerek, ticari önem taşıyan tesislerle örneklendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : maliyet analizi, makina-teçhizat, ekipman, yarı optik grafik algılama, sabit sermaye, üretim maliyeti

* CostCAD ve OCUREFIT programlarının tüm hakları tez sahibine aittir.

ABSTRACT

The purpose of construction of chemical process plants is to make production and to increase yield. The total income should always be greater than all expenses. Consequently the evaluation of cost and benefits is needed when a new enterprise is planned.

In this thesis, OCUREFIT*, a program which is capable of semi-optical graphic recognizing is developed for the purpose of direct transfer of data pertaining to chemical process equipment to a database. An interactive program for economic analysis of chemical plants, CostCAD* which has access to this database is also prepared.

The investment of fixed capital, working capital and manufacturing cost of a chemical process, depreciation and cost analysis of a new chemical process plant from available data can be obtained by using CostCAD. In addition to being interactive and user-friendly, the CostCAD program offers a choice in unit systems and detailed instruction for users. Some examples on the utilisation of the program for certain chemical plants are also included.

Keywords : cost analysis, equipment, semi optical graphical recognizing,
fixed cost, manufacturing cost

* CostCAD and OCUREFIT computer programs right belong to owner of this thesis.

1. GİRİŞ

Kimyasal proses endüstrilerinde bir tesis kurmanın ana amacı, rasyonel bir seçim yaparak kar elde edebilmektir. Kar ise toplam gelirlerden tüm harcamalar düşüldükten sonra geriye kalan olduğuna göre, kar marjını belirli kılacak olan yatırım ve üretim maliyetleri önem kazanmaktadır. Bir kimya mühendisinin herhangi bir üretim işlemine ilişkin maliyetlerinin kestirimini yapması gerektiğinde, özellikle üzerinde durması gereken en önemli husus kestirimin güvenilirlik derecesi ve hangi kestirim yöntemini kullanacağıdır. Kimyasal proses tesisinin tüm maliyet analizi yapılması sonucu tesisin kabulü ya da reddi için karar verme aşamasına gelinmiş olur.

Kimyasal tesislerin maliyet kestirimlerini yapabilmek için birçok yöntem önerilmiş, fakat uluslararası ortamda kabul gören ve temeli 1958 yılında Amerikan Maliyet Mühendisleri Derneğinin yaptığı tanımlamaya dayanan beş türlü kestirim (Mertebe, Çalışma, Ön, Tanımlama ve Ayrıntılı Kestirim) yöntemi kabul edilmiştir. Hızlı ve doğruluğu yüksek hesaplamının giderek önem kazandığı koşullarda bilgisayar kullanımı kaçınılmaz olmuştur. Bu nedenle kimyasal tesislerde kullanılmak üzere pek çok bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bunlardan ASPEN, CHEMCAD, HYSIM, DESIGN gibi yazılımlar en güncel ve en önemli yazılımlardır. Bu tür yazılımların maliyeti çok fazla olduğundan her kimya mühendisi tarafından kullanılamamaktadır. Ayrıca bahsedilen yazılımların maliyet kestirimleri ülkemiz koşullarına uymamasının yanında ülkemizde üretilecek herhangi bir makina-teçhizatın verilerinin programa aktarılması oldukça zordur. Diğer taraftan bu yazılımların kullandıkları endeks seçimleri tek tiptir.

Bu tez çalışmasında OCUREFIT ve CostCAD adlarında iki adet enteraktif bilgisayar programı hazırlanmıştır. OCUREFIT programı "Yarı optik grafik algılama" yöntemiyle çeşitli kaynaklarda hazır bulunan maliyet grafiklerini bilgisayar ortamında veri tabanına aktaran bir programdır. Veri tabanı, çok gelişmiş bir veri tabanı yapısı seçilerek, güncellenmesi kolay ve hemen hemen tüm bilgisayar programlarıyla uyumlu olan Access veri tabanıdır. Hazırlanan veri tabanı makina-teçhizat adları, açıklamaları, makina-teçhizat satınalma fiyatlarının hesaplanabildiği orijinal birimleriyle grafiksel verileri, ölçeklendirme, montaj, malzeme cinsleri, basınç, eşitlikler, endeks değerleri, ve diğer özel faktörleri

içermektedir. CostCAD, makina-teçhizat satınalma maliyeti yöntemini kullanan ve tamamıyla veri tabanı bilgilerinden yararlanarak enteraktif çalışan bir bilgisayar programı olup, bir kimyasal prosese ait sabit sermaye, işletme sermayesi, amortisman, üretim maliyeti ve hazır kimyasal tesislerden farklı kapasite değerlerindeki tesislerin maliyet kestirimlerini hesaplamaktadır.

CostCAD programında, birim dönüşüm alt programıyla kullanıcıya birim sistemlerinde büyük bir esneklik sağlanmakta, ayrıca ülkemiz için henüz kimya mühendisliğinde eksik olan makina-teçhizat maliyet güncelleme endeksi, gelişmiş ülkelerde güncel olarak kullanılan endekslerden alınan veriler kullanılarak makina-teçhizat değerleri dolar (\$) bazında hesaplandıktan sonra güncelleştirilerek ülkemiz koşullarına uydurulmaktadır.

Hazırlanan bilgisayar programları eğitim amaçlı kullanılabileceği gibi veri tabanı devamlı güncellenmek suretiyle ticari amaçla da kullanılabilir ve böylece ülke ekonomisine yük getirecek bir kimyasal tesis maliyeti önceden kolaylıkla tahmin edilerek gerekli önlemler alınabilir.

2. SERMAYE YATIRIMI

Bir kimya tesisinin kuruluşuna ve işletilmesine ilişkin iki tür sermaye yatırımı tanımlanabilir. Bunlar, başlangıçtan yatırım sonuçlanıncaya kadar söz konusu tesisin gerektirdiği bütün makina ve teçhizatın alımı, montajı ve işletmeye alınması için zorunlu her türlü harcamaları kapsayan sabit sermaye yatırımı Y_{SS} ile tesisin işletilmesi için gerekli işletme sermayesi Y_{IS} 'dir. Bu iki sermaye yatırımının ve arazi ile diğer amortismanla bağlı olmayan yatırımlarının toplamı Y_{AS} , toplam sermaye yatırımını Y_{TS} verir (Peters ve Timmerhaus, 1991).

$$Y_{TS} = Y_{SS} + Y_{IS} + Y_{AS} \quad (2.1)$$

Bunlardan arazi yatırımı hem coğrafi konuma, hem de hükümet politikalarına bağlıdır.

2.1 Sabit-Sermaye Yatırımları

Kimyasal proses endüstrisindeki bir tesisin sabit-sermaye yatırımına girebilecek bütün faktörlerin dökümü Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bu çizelgede de görüleceği gibi sabit-sermaye yatırımı gerektiren makina-teçhizat vb. için yapılan harcamalar doğrudan üretimle ilgilidir. Bunun yanında lisans, telif hakkı ücreti, mühendislik ve müteahhitlik ücreti vb. üretimle dolaylı ilgili harcamaları oluşturmaktadır (Peters ve Timmerhaus, 1991).

Çizelge 2.1 Sabit sermaye yatırım faktörleri (Peters ve Timmerhaus, 1991)

Doğrudan Üretimle İlgili Harcamalar:	
1.	Satın alınan makina-teçhizat
	(a) Son akım şemasında yer alan bütün makina ve teçhizat
	(b) Yedek parçalar, ek yedek teçhizat ve malzemeler
	(c) Enflasyon maliyet faktörü
	(d) Nakliye giderleri, gümrük ve diğer vergiler, sigorta ve harçlar
	(e) İşletmeye alma sırasında gerekebilecek harcamalara ait ödenek
2.	Satın alınan makina-teçhizatın montajı
	(a) Son akım şemasında yer alan bütün makina-teçhizatın montajı
	(b) Destek yapıları, yalıtım, boyama

Çizelge 2.1'in devamı

3.	Ölçü ve proses kontrol cihazları ve bilgisayar sistemleri
	(a) Satınalma, devreye sokma, ayarlama, bilgisayar sistemine bağlama
4.	Boru hatları
	(a) Proses boru hatları - malzemesi metal (çelik, dökme demir, alüminyum, bakır), seramik, plastik, takviye edilmiş beton vb.'den oluşan,
	(b) Boru askıları, bağlantı elemanları ve vanalar, boruların yalıtımı vb.
5.	Elektrik-elektronik işleri (malzeme ve işçilik dahil)
	(a) Elektrik-elektronik teçhizat -devreler, motorlar, kablolar, bağlantılar, ışıklandırma vb.
6.	Binalar ve depolar
	(a) Prosesin yer aldığı binalar
	(b) Yardımcı binalar - idari binalar ve ofisler, revir, kafeterya, ürün ambarı, güvenlik, sevkiyat ofisi ve platformu, araştırma-geliştirme laboratuvarı.
7.	Arazi düzenlemesi ve saha hizmetleri
	(a) Arazi düzenlenmesi, yollar, demiryolları, tel örgüler, park yerleri, liman tesisleri, sosyal tesisler vb.
8.	Yardımcı tesisler
	(a) Ütiliteler -buhar, su, elektrik, soğutma, sıkıştırılmış hava, azot, yakıt.
	(b) Çevre koruma üniteleri - atıksu arıtımı, atık organik gaz kontrol tesisleri, alevli yakma(insineratör) tesisi, katı atık depolama ve imha tesisleri.
	(c) Proses dışı teçhizat - büro malzeme ve teçhizatı, bakım-onarım atölye teçhizatı, medikososyal merkezi teçhizatı, yangın söndürme teçhizatı vb.
	(d) Dağıtım ve paketleme - ham madde ve ürün depolama, ürün paketleme teçhizatı, boşaltma-yükleme istasyonları
Dolaylı Harcamalar:	
1.	Lisans, telif hakkı ücreti("royalty") ve diğer ücretler
2.	Mühendislik hizmetleri ve danışmanlık
	(a) Proses seçimi, tasarımı, genel mühendislik, maliyetlendirme, makina-teçhizat temini ("procurement"), danışmanlık ücretleri;

Çizelge 2.1'in devamı

3.	İnşaat giderleri
	(a) Geçici tesislerin, yolların, çitlerin, ofislerin, elektrik vb. teçhizatının inşaatı ve işletilmesi
	(b) İş makineleri, vinç vb'nin kiralanması
	(c) Şantiye mühendisliği hizmetleri, muhasebe vb.
	(d) Ruhsatlar, saha tesisleri, özel lisanslar
	(e) Vergiler, sigorta, faiz
4.	Müteahhit ücretleri
5.	Beklenmeyen giderler ("contingency")

Çizelge 2.1'ye benzer, ancak daha sistematik bir liste ("check-list") literatürden bulunabilir(The Association of Cost Engineers, 1991). Dikkat edilmesi gereken bir nokta, Çizelge 2.1'deki faktörlerin önemli bir kısmının, sıfırdan başlayan bir mega proje için geçerli olduğudur.

2.2 İşletme Sermayesi

Yeni bir işletmenin ürünlerinden satış gelirleri elde edinceye kadar, üretimini sürdürebilmesi için bir miktar sermayeye mutlaka ihtiyacı vardır. İşletme sermayesi ("working capital") olarak bilinen bu miktarı oluşturan belli başlı kalemler, Çizelge 2.2'te verilmiştir.

Çizelge 2.2 İşletme sermayesi faktörleri (Peters ve Timmerhaus, 1991)

1.	Tesisin işletmeye alınması için gerekli her türlü hammaddeler
2.	Hammadde, ara madde ve son ürün stokları
3.	Malzemelerin ele geçme ("handling"), nakliye masrafları
4.	Stok kontrolü, depolama, sigorta ve güvenlik giderleri
5.	Acil yedek parça ve onarım ihtiyacı
6.	Nakit ihtiyacı (maaşlar, haberleşme, reklam vb. için)

3. SERMAYE YATIRIMLARININ KESTİRİMİ

Sermaye yatırımı tahminleri birçok nedenle yapılmaktadır. Bunlar;

- (a) Fizibilite analizlerinin yapılmasını sağlamak,
- (b) Alternatif yatırımlar arasından seçim yapmak,
- (c) Sermaye temini programlarına ışık tutmak,
- (d) Yeni bir proje için ihalelere katılma olanağı yaratmak gibi.

Kestirimin amacı ya da amaçlanan doğruluk derecesi, kestirim için harcanacak zaman ve sermayeyi doğrudan etkilemektedir. Amerikan Maliyet Mühendisleri Derneğinin 1958 yılında yapmış olduğu tanımlamaya göre beş ayrı tür "kestirim" söz konusudur. Uluslararası ortamda da kabul gören bu beş tür kestirim, Çizelge 3.1'de, muhtemel doğruluk derecesi ve maliyetiyle birlikte gösterilmiştir(Garrett, 1989).

Mertebe ve çalışma kestirimlerinin amacı söz konusu proje üzerinde daha fazla durulup durulmayacağını saptamaktır. Bu kestirimler ürünün üretim maliyetini yaklaşık olarak hesaplamak için kullanılır. Bu kestirimler genellikle bir şirketin kendi bünyesinde bulunan ve mühendislik tasarımı, maliyet muhasebesi ve pazar araştırılması grupları arasında bilgi alış verişini sağlanarak yapılabilmektedir.

Ön ya da bütçe yetki kestirimi, hem teklif edilen prosesin yapılabilirliğini saptamak, hem de uzun vadeli mali planlama için yapılır. Bu kestirimde gösterilen maliyetler şirketin Yönetim Kurulu düzeyinde tartışılacak ve ürünün satış fiyatının son değerlendirilmesinde kullanılacaktır. Genellikle bu kestirim yapıldıktan sonra görülebilecek bir maliyet artışı, Mühendislik Bölümünün fazla harcaması olarak nitelendirilir. Diğer taraftan fazla yüksek bir kestirim, projenin kabul edilmemesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, ön kestirimin ve özellikle beklenmeyen gider faktörlerinin hesaplanmasına son derece dikkat edilmelidir.

Tanımlama ya da proje kontrol kestirimi, bütçe yetkisi alındıktan sonra hazırlanır. Bu kestirim inşaat süresi boyunca harcamaları kontrol etmek için de kullanılır. Makina teçhizatın tüm spesifikasyonlarının belirlenmesi ve teknik çizimlerinin yapılmasından önceki kademeyi oluşturur.

Ayrıntılı ya da son kestirim, tam ve doğru bilgilere dayandırılmış son müteahhit kestirimidir. Kestirim aşamasından sonra müteahhit-firma %2-5 gibi bir tolerans içinde kalmalıdır; aksi halde kar marjı ciddi biçimde tehlikeye girebileceği gibi zarar da söz konusudur(Tigrel ve Alper, 1995).

Tesisin maliyeti tasarım mühendislerinin yeteneklerine ve tasarım anlayışlarına göre değişebilir. Kontrol ve güvenlik kestirimlerine aşırı tolerans tanınması, tahmin hatalarını kapatabilir. Ayrıca, çevre kirliliği konularında da hassas davranılmalı ve hesaplamalarda göz önüne alınmalıdır. Bir tesisin sermaye yatırımını yükseltici faktörler şöyle sıralanabilir;

- (a) Güvenliğe ve çevre korumaya aşırı tolerans,
- (b) Yedek teçhizat oranının yüksek tutulması,
- (c) Destek yapılarının gereğinden fazla sağlam yapılması,
- (d) Teçhizat seçiminde, standart olmayan pahalı makina ve teçhizatın kullanılması,
- (e) Pahalı inşaat malzemesinin kullanılması.

Çizelge 3.1 Sermaye yatırımı kestirim türleri : Doğruluk derecesi ve maliyet
(Tigrel ve Alper, 1995)

Kestirim türü	Doğruluk derecesi (%)	Maliyet (Proje maliyetinin %'si)	Hazırlayan
Mertebe (Oran kestirimi)	$\pm 30 - \pm 50$	< 0.1	Bireysel Mühendis
Çalışma (Faktör kestirimi)	$\pm 20 - \pm 30$	$0.1 - 0.2$	Proje Grubu
Ön (Bütçe yetki kestirimi)	$\pm 10 - \pm 25$	$0.4 - 0.8$	Mühendislik Şirketi
Tanımlama (Proje kontrol kestirimi)	$\pm 5 - \pm 15$	$1 - 3$	Müteahhit
Ayrıntılı (Son kestirim)	$\pm 2 - \pm 5$	$5 - 10$	Müteahhit

Çizelge 3.1'den de görüleceği üzere kestirim yapmanın da küçümsenmeyecek bir maliyeti vardır. Kestirim maliyeti, kestirim türüne, ya da hedeflenen doğruluk derecesine (η), ve projenin muhtemel toplam sermaye yatırıma bağlıdır. Çok sayıda verinin analizine göre, Avrupa'da kestirim maliyeti aşağıdaki eşitliğe yaklaşık uymaktadır(Costimator, 1992):

$$\text{Kestirim maliyeti} = 2\,030\, Y_{TS}^{0.5} * \eta^{-1.95} \quad (3.1)$$

3.1 Maliyetlerin Güncelleştirilmesi

Ön kestirimler için kullanılabilecek verilerin büyük bir kısmı daha önceden gerçekleştirilmiş olan projelere ait işlenmiş(kabul edilmiş) değerlerdir. Herhangi bir makina-teçhizat ya da komple tesise ait verileri geçmiş bir tarih için veren kaynakları genelde bulmak mümkündür. Fakat paranın enflasyon nedeniyle sürekli olarak değerinden kaybetmesi, söz konusu verilerin günün fiyat düzeyine uydurulmasını (ya da eskalasyonunu), diğer bir deyimle güncelleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu yüzden, maliyet güncelleştirilmesi sırasındaki maliyet göstergeleri geçmiş fiyatlarla güncel fiyatlar arasında sayısal oranları ifade ederler.

Herhangi bir teçhizatın maliyeti geçmiş bir yıl için biliniyorsa, bugünün maliyeti, eski tarihli maliyetin güncel maliyet göstergesinin eskiye oranı ile çarpılmasıyla elde edilir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

$$\text{Bugünkü maliyet} = (\text{Eski tarihli maliyet}) \frac{(\text{Güncel maliyet gösterege değeri})}{(\text{Eski maliyet gösterge değeri})} \quad (3.2)$$

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus, maliyet göstergelerinin ancak genel bir kestirim yapabilmeye yardımcı olabildikleri ve teknolojik gelişmeler ile yerel koşulları yansıtmadıklarıdır. Daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, belli başlı maliyet göstergeleri çoğunlukla her on yılda bir yeni bir baza oturtulmaktadır. Ayrıca değişik göstergelerin farklı bileşenlerden oluştuklarına da dikkat etmek gerekir.

3.1.1 ENR inşaat göstergesi

"The Engineering New Record (ENR) Construction Index", 1904'ü 100 alan, en eski enflasyon göstergesidir. Bileşenleri tümüyle inşaat sektörünü ilgilendirmektedir. Her hafta Engineering News Record dergisinde yayınlanan bu gösterge, en son 1967'de değeri 100 olarak yeniden ayarlanmıştır(Peters ve Timmerhaus, 1991).

3.1.2 Nelson-Farrar rafineri inşaat göstergesi

"Nelson-Farrar Rafineri Consturction Index", 1946 yılını 100 alan, petrol rafinerisi ünitelerine yönelik bir göstergedir. Bu gösterge Oil and Gas Journal dergisinde her ayın ilk sayısının "Petroleum Refining" bölümünde yayınlanmaktadır. Göstergede hem reaktör, kolon, ısı değiştiricisi vb. proses teçhizatları için ayrı ayrı, hem de komple tesis için değerler bulunabilir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

3.1.3 Marshall ve Swift(M&S) teçhizat göstergeleri

Önceleri Marshall ve Stevens olarak bilinen "Marshall and Swift Equipment Index" iki kategoriden oluşmaktadır. Tüm endüstri göstergeri ("All Industry Index") 47 ayrı endüstriyi kapsamaktadır. Proses endüstrisi göstergesi ("Process Industries Index") ise sekiz ayrı endüstriyi (çimento, kağıt kimya gibi) kapsamaktadır; ancak ağırlık özellikle kimya (%48) ve petrol (%22) üzerindedir. Her iki göstergede yalnızca teçhizat (montaj dahil) maliyetiyle ilgilidir ve 1926 yılını 100 olarak alınmaktadır.Bu gösterge her ay Chemical Engineering dergisinin son sayfasında yer almaktadır(Peters ve Timmerhaus, 1991).

3.1.4 CE tesis göstergesi

"Chemical Engineering Plant Index", 1957 ve 1959 yılları arasını 100 alan ve özellikle kimya endüstrisi için hazırlanan bir göstergedir. Chemical Engineering dergisinin son sayfasında M&S teçhizat göstergesiyle birlikte yayınlanan CE Tesis göstergesinde makina-teçhizat %61, montaja %22, bina vb.'ne %7 ve mühendislik ve danışmanlığa %10 ağırlık vermiştir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

3.1.5 PREDICT tesis göstergesi

Önceleri PE("Process Engineering") göstergesi olarak bilinen PREDICT ("Process Engineering Data and Information on Cost/Time") bir bileşik tesis göstergesidir. Bileşenleri %37 makina-teçhizat, %8 elektrik malzemesi vb., %10 inşaat, %19 arazi düzenlemesi ve %26 diğer giderler olan bu göstergeyi, Process Engineering dergesi İngiltere için her ay, diğer 14 ülke için ise her dört ayda bir yayınlamaktadır. Bu nedenle uluslararası bir niteliği de olan bu göstergenin sonuçları, benzer bir gösterge olan CE Tesis göstergesi ile yaklaşık aynıdır. 1975 yılında 100 olarak başlayan bu gösterge, teknolojik gelişmeleri de göz önünde bulundurularak her on yılda bir yeniden düzenlenmektedir. 1990 yılında en son olarak tekrar 100 değeriyle güncelleştirilmiştir (Tigrel ve Alper, 1995).

3.1.6 Diğer göstergeler

Process Engineering International tarafından hazırlanan "PEI Index", her dört ayda içlerinde Türkiye'nin de bulunduğu 36 ülke için yayınlanmaktadır.

Ülkemizde yukarıda açıklananlar kadar geliştirilmiş maliyet göstergeleri henüz oluşturulmuş değildir. Ancak, Devlet İstatistik Enstitüsü, Devlet Planlama Teşkilatı, Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Müdürlüğü, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı gibi resmi kuruluşlarla, çeşitli sanayi ve ticaret odalarının periyodik olarak yayınladıkları geçinme endeksleri, inşaat, malzeme ve işçilik fiyatları vb. bilgiler yanısıra, imalatçı firma kayıtlarından yararlanılarak yatırım faktörlerinin bazıları için faydalı maliyet göstergeleri elde etmek mümkündür.

Türkiye ve benzeri ülkeler için geçerli maliyet göstergeleri bulunmaması halinde, diğer uygun bir ülke için geçerli olan göstergeyle maliyet güncelleştirilmeli ve daha sonra güncel döviz kuruyla o ülkenin parası (TL) cinsinden maliyeti yaklaşık hesaplama yoluna gidilmelidir(Tigrel ve Alper, 1995).

3.2 Sermaye Yatırımlarında Maliyet Faktörleri

Sermaye yatırımı, gerekli tesis ve üretim olanakları ile bunların işletilmesi için gereken parayı kapsamaktadır. Çizelge 3.2'de, ABD ve benzeri endüstriyel açıdan gelişmiş ülkeler

için sabit sermaye yatırımının yüzdesi olarak değişik yatırım faktörlerinin genellikle eriştiği düzeyleri göstermektedir.

Çizelge 3.2, sıfırdan kurulacak yeni bir tesis ("grass roots") ya da büyük çaplı ("battery limits") yatırımlar için geçerlidir. "grass roots" tesis, yeni bir arazide kurulan komple bir tesistir. Yatırımı içinde her türlü arazi, arazi geliştirme, "battery limits" tesisleri, yardımcı ve ortak tesisler vardır. Belli bir projenin kapsamış olduğu alanı belirleyen sınır "battery limits"tir. Genellikle bu terim, bütün proses makina ve teçhizatı dahil olmak üzere, öngörülen tesisin ya da yatırımın üretim alanını kapsar; fakat depolama, yardımcı ve ortak tesislerini içine almaz.

Çizelge 3.2 Yeni kimya tesisi için önemli yatırım faktörlerinin sabit sermaye yatırımı içindeki yüzde aralıkları (Tigrel ve Alper, 1995)

Yatırım faktörleri	Aralık, %	Ortalama, %
Doğrudan Harcamalar		
Satın alınan makina-teçhizat (teslimat)	20.0-40.0	21.5
Makina-teçhizat montajı	7.3-26.0	8.2
Ölçü ve proses kontrol sistemi	2.5-7.0	2.8
Boru hatları (montaj dahil)	3.5-15.0	6.1
Elektrik işleri(montaj dahil)	2.5-9.0	3.8
Binalar	6.0-20.0	7.6
Arazi düzenlemesi	1.5-5.0	2.1
Yardımcı ve ortak tesisler	8.1-35.0	12.0
Arsa hazırlama	1.0-2.0	1.0
İşletmeye alma	6.0-12.0	6.6
Dolaylı Harcamalar		
Mühendislik ve danışmanlık	4.0-21.0	8.6
İnşaat giderleri	4.8-22.0	9.6
Müteahhit ücreti	1.5-5.00	2.0
Beklenmeyen giderler	6.0-18.0	8.1
Toplam		100

Çizelge 3.2'de verilen bilgiler çok sayıda endüstriyel kimya tesisin sermaye yatırımlarının incelenmesi sonucunda elde edilmiş olup, verilen aralıkların çoğu %95 güvenlik derecesine sahiptir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

3.2.1 Satın alınan makina-teçhizat

Makina-teçhizat maliyeti, sabit sermaye yatırımı kestirimleri için kullanılan bir dizi yöntemlerin temelini teşkil eder. Güvenilir maliyet kestirimleri yapabilme açısından makina-teçhizat fiyatı kaynaklarının saptanması, fiyatların kapasite ile değişimi ve yardımcı teçhizatın kestirimi için büyük önem taşımaktadır.

Değişik makina ve teçhizat türleri uygun şekilde üç ayrı grupta toplanabilir. Bunlar i) proses makina ve teçhizatı, ii)hammadeler yükleme-boşaltma ve depolama teçhizatı iii)ürünler yükleme-boşaltma ve depolama teçhizatıdır.

Proses makina ve teçhizat maliyetlerini elde etmenin en doğru yolu bunların imalatçı firmalardan sağlamaktır. Genellikle imalatçılar son teklif fiyatına son derece yakın kestirim değerleri kısa süre içinde ve fazlaca zaman harcamadan verebilirler. Güvenilirlik yönünden ikinci iyi yöntem ise geçmişteki sipariş değerlerini temel almaktır. Ancak, bu durumda geçmiş değerlerin maliyet göstergeleri kullanılarak günün koşullarına uydurulması zorunludur. Ayrıca yeni satın alınacak makina-teçhizatın kapasitesi geçmişte alından farklı olabilir. Kapasite farklılığının maliyet üzerindeki etkisi, kapasite üssel sayısından kolayca hesaplanabilir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

Makina-teçhizat maliyetleri hakkında kestirimi kaba verileri literatürde de bulmak mümkündür, Peter ve Timmerhaus (1990), Ulrich (1984) ve Garrett (1989) çok sayıda makina-teçhizat için satınalma maliyetlerini grafiklerle vermişlerdir.

Bu tür verileri eşitliklerle ifade eden ve böylece bilgisayar ortamı için kullanışlı hale getiren bazı girişimlerde vardır. Örneğin, proses simülasyonu ve bilgisayar destekli tasarım konularında ASPEN şirketinin geliştirmiş olduğu yatışkın-hal simülatör paket programı

maliyet tahmini için kullanılabilir. Bilgisayar ortamında kullanılabilecek bir veriye örnek olarak, bir ısı değiştiricisinin 1979 baz fiyatı M_B 'yi veren ASPEN'e ait eşitlik; $\ln M_B = 8.202 + 0.01506 \ln A + 0.0681 (\ln A)^2$ olarak kullanılmaktadır (Tigrel ve Alper, 1995). Fakat çoğu zaman bir makina-teçhizat fiyatını belirlenmesinde bir eşitlik yeterli olmamaktadır. Bunun nedeni uydurulan eğrinin tam olarak verileri yansıtmamasından kaynaklanmaktadır. Böyle durumlarda interpolasyon yapmak daha avantajlı olabilmektedir. Her iki durumda dikkate alarak hazırlanan görüşmeli (enteraktif) CostCAD programı, hem eşitlik hem de interpolasyon kullanabilmektedir. Bunun yanında kullanıcıyla tam etkileşimli olan CostCAD programı daha da detaya inerek, kullanıcı için önceden girilmiş olan verilerden kullanıcıyı haberdar edebilmekte, bu ise kullanıcının maliyet hesaplamalarında daha hassas davranmasını sağlamaktadır. CostCAD programının bir diğer üstünlüğü ise, kullanıcıya kendi tecrübelerine dayalı olarak değerlendirebileceği makina-teçhizat maliyetlerinin programa veritabanı olarak katılmasını sağlayan bir ara yüz programı OCUREFIT ile olmaktadır. OCUREFIT ara yüz programı, CostCAD programından bağımsız biçimde de çalışabilmekle birlikte, daha önceden makina-teçhizat maliyetlerine ait grafiklerin görsel olarak hassas bir biçimde verilerin oluşturulan veri tabanına işlenmesini sağlamaktadır. İstenirse tesbit edilen veriler çiftine eşitlik de uydurabilmektedir (Ozkan, ve Baykara, 1997).

3.2.2 Kapasitenin makina-teçhizat maliyetine etkisi

Birçok durumda satın alınması düşünülen bir makina-teçhizatın maliyetinin, eskiden satın alınmış cihazın maliyetinden hesaplamak zorunluluğu doğabilir. Bu durumda maliyetin göstergeler yardımıyla güncelleştirilmesi yanında, olası kapasite farklılıklarının da göz önüne bulundurulması gerekir. Doğal olarak, daha büyük bir makina teçhizat daha pahalı olacaktır. Kapasitenin satın alma maliyetine etkisini küresel bir depolama tankı için inceleyelim. Yarıçapı R_1 olan mevcut bir tankın güncelleştirilmiş maliyetinden M_1 , yarıçapı R_2 olan daha farklı kapasitedeki bir tankın maliyetini M_2 tahmin etmek isteyelim. Bu durumda kapasite, hacim ile eş anlamlı olduğundan:

$$\text{Kapasite oranı} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_2^3}{\frac{4}{3} \pi R_1^3} = \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^3 \quad (3.3)$$

Diğer taraftan, bir tankın maliyeti, kullanılan sac malzemenin alanıyla doğrudan orantılı olduğundan, aynı malzemeden yapılan iki tank için :

$$\text{Maliyet oranı} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{4\pi R_2^2}{4\pi R_1^2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \quad (3.4)$$

bulunur. Böylece eşitlik (3.3) ve (3.4) den eşitlik (3.5) elde edilir.

$$M_2 = M_1 \left(\frac{K_2}{K_1}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.5)$$

Böylece üssel sayı olarak (2/3) bulunmuş olur. Eğer benzer bir analiz silindir biçimde boyu uzun bir tank için yapılacak olursa bu sayı yaklaşık 0.5 bulunacaktır. Gerçekte ise, daha kalın sac kullanacağından, bu sayılar 0.5 ve (2/3)'ten biraz daha büyüktür(Çizelge 3.3'e bakınız.).

Çizelge 3.3 Değişik makina-teçhizat türleri için kapasite üssel sayıları
(Tigrel ve Alper, 1995; Remer, 1990)

Makina-Teçhizat	Kapasite aralığı	Birim	Üssel Sayı
Basınçlı kap, ateşlenmemiş, karbon çeliği	2.5-14	ton	0.68
Basınçlı kap, ateşlenmemiş, kauçuk kaplı	3.0-75	m ³	0.54
Boru hatları	25-150	mm	0.67
Boru hatları	150-300	mm	1.15
Buharlaştırıcı, düşen film, paslanmaz çelik	2.8-5.6	m ²	0.53
Filtre, dikey yapraklı	18.6-65	m ²	0.67
Filtre, tepsi ve çerçeve, paslanmaz çelik	1-30	m ²	0.85
Isı değiştirici, "kabuk ve borulu", karbon çeliği	4-40	m ²	0.44
Isı değiştirici, "kabuk ve borulu ", karbon çeliği	20-200	m ²	0.60
Isı değiştirici, "kabuk ve borulu ", pas. çelik	4-10	m ²	0.51
Karıştırıcı, türbin tipi, karbon çeliği	3.5-35	kW	0.50

Çizelge 3.3'ün devamı

Kompresör, motorlu	220-3000	kW	0.70
Konveyör, kayışlı, karbon çeliği	5.5-20	m ²	0.50
Kristalleştirici	10-1000	ton/gün	0.56
Kule, proses, karbon çeliği (iç teçhizat hariç)	9-140	ton	0.71
Kule, sabit çaplı	-	-	0.70
Kule, sabit yükseklikli	-	-	1.00
Kurutucu, silindir	5.5-35	m ²	0.63
Kurutucu, vakum	1.0-90	m ²	0.53
Motor, 415 V, kıvılcımsız	15-150	kW	1.08
Pompa, santrifüjlü, paslanmaz çelik, yatay	10-30	kW	0.78
Reaktör, ceketli	3-10	m ³	0.65
Soğutma ünitesi	7-4000	ton	0.72
Tank, dikey, karbon çeliği	0.75-40	m ³	0.52
Tank, küresel	-	-	0.70
Tank, yatay, alüminyum	0.5-1	ton	0.86
Tank, yatay, karbon çeliği	3.5-8	ton	0.67

Genel olarak, her türlü makina-teçhizat için;

$$M_2 = M_1 \left(\frac{K_2}{K_1} \right)^\lambda \quad (3.6)$$

bulunur. Tank örneklerinde üssel sayı 0.5 ve (2/3) iken genel de 0.2 ile 1 arasında değişebilmektedir. Ancak kimyasal proses endüstrilerinde kullanılan makina teçhizatlar (kimyasal reaktör, kule, boru hattı vb.) için bu sayı çoğunlukla 0.6 civarındadır. Bu nedenle, eğer bu üssel sayının (λ) değeri hakkında herhangi bir bilgi yoksa, $\lambda=0.6$ alınma yoluna gidilebilir. "6 bölü 10 kuralı" ("six-tehts-factor-rule") aynı zamanda komple tesisler için de yaklaşık geçerlidir(Çizelge 3.12).

Birçok makina-teçhizata ait maliyet verileri, genellikle kapasitenin fonksiyonu olarak log-log grafiğinde verilmektedir. Eşitlik (3.6)'nın geçerli olması halinde bu grafiğin doğrusal olması gerekir; bu doğrunun eğimi ise λ üssel sayısını verir. Burada önemli olan, kapasite biriminin "karakteristik" boyut cinsinden olmasıdır. Örneğin, bu karakteristik boyut tank örneğinde çap iken, bir ısı değiştiricide ısı aktarım alanı olmaktadır. Ayrıca üssel sayıların kullanımı belirli kapasite aralıkları içerisinde kullanılmalıdır. Kapasite aralıklarının dışında kullanılması halinde, makina-teçhizat özel üretim olabileceği için maliyet fiyatının da değişik olması olasıdır(Tigrel ve Alper, 1995).

3.2.3 Makina-teçhizat montajı

Makina-teçhizat montajı işçilik, temeller, destekler, platformlar, merdiven ve korkuluklar, inşaat giderleri gibi faktörleri kapsar. Makina-teçhizatın kendisiyle doğrudan ilgili, (i) taşıma ve kaldırarak yerine koyma ve (ii) tam yerleştirerek sabitleştirme olmak üzere iki belirgin maliyet faktörü söz konusudur. Birincisi daha çok vinç vb. iş makinalarının kiralardan oluşurken, ikinci faktör büyük ölçüde vasıflı işçilik ağırlıklıdır. Çizelge 3.4'te satın alma bedelinin %'si olarak değişik makina-teçhizat türleri için montaj maliyetlerinin aralıkları verilmiştir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

Çizelge 3.4 Satın alınan makina-teçhizat maliyetinin yüzdesi olarak montaj giderleri
(Peters ve Timmerhaus, 1991)

Makina-Teçhizat türü	Montaj maliyeti, %
Buharlaştırıcılar	10 - 40
Isı değiştiriciler	10 - 30
Karıştırıcılar	10-20
Kompresörler	20-60
Kuleler	40-50
Kurutucular	50-150
Metal tanklar	20-40
Pompalar	10-50
Santrifüjlü ayırıcılar	10-35
Filtreler	25-40

Genelde, kimyasal proses endüstrisinde, komple bir tesis için montaj giderlerinin toplam makina-teçhizat satınalma maliyetinin %30-50 aralığında olduğu gözlenmektedir. Toplam makina-teçhizat ağırlığından yola çıkılarak montaj maliyeti hakkında da bir fikir elde etmek mümkündür.

3.2.4 Ölçü ve proses kontrol sistemleri

Bu yatırım faktörünün büyük bir kısmı ölçü ve kontrol aletleri satınalma maliyeti, montaj işçiliği ile yardımcı teçhizat ve malzeme teşkil eder. Ölçü ve kontrol sisteminin maliyeti, kuşkusuz otomasyon derecesine büyük ölçüde bağlıdır ve genellikle toplam makina ve teçhizat maliyetinin %6-30'u arasındadır. Hızla gelişen sayısal cihaz ve bilgisayar teknolojisiyle, ileri proses kontrol kavramının proses tasarımına uygulanması, bu yatırım faktörünün maliyetini modern tesisler için arttırmıştır. Ancak, bu tür cihaz-donanımlı tesislerde elde edilen enerji tasarrufu, atık minimizasyonu ve emniyetli işletme, uzun sürede işletme giderlerini azaltarak daha karlı bir yatırıma neden olabilmektedir. Bazı ağır kimya sanayii üretim faaliyetleri için ölçü ve kontrol aletleri satınalma maliyetleri, makina ve teçhizat bedelinin yüzdesi olarak Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Bazı ağır kimya sanayii üretim faaliyetleri için ölçü ve kontrol faktörlerinin makina-teçhizat bedelinin yüzdesi olarak maliyetleri (Tigrel ve Alper, 1995)

Tesis	Ölçü ve kontrol(malzeme) maliyeti
Ham petrol üniteleri	5.7
Katalitik parçalama	11.5
Hidrojenasyonla kükürt giderme	12.6
Amonyak fabrikası	4.9
Etilen fabrikası	14.2
Kümen fabrikası	31.4
Okzo-alkoller fabrikası	18.0

Tipik bir katı-sıvı işleyen kimyasal tesis için toplam ölçü ve kontrol sistemi maliyeti makina-teçhizat bedelinin %13'ü düzeyindedir. Bu da yaklaşık olarak, sabit sermaye yatırımının

%3'üne karşılık gelmektedir. Ölçü aletlerinin karışıklığına bağımlı olarak montaj ve yedek parçalar için satınalma fiyatının % 50-70'ini bulabilecek ek giderler çıkabilir.

3.2.5 Boru hatları

Boru hattı sistemleri özellikle rafineri ve petrokimya tesislerinin önemli bir parçası olup, gerek proses üniteleri arasında ve gerekse "battery limits" dışındaki karıştırma, depolama, yardımcıları ("utility") dağıtımı ve basınç-emniyet sistemlerinde malzemelerin bir noktadan başka bir noktaya taşınmalarını sağlar(Garrett, 1989).

Boru hattı şebekelerinin kapsamına, düz borular, flanjlara, bağlantılar, vanalar, destekler, basınç, sıcaklık ve akım göstergeleri girerler. Her birisi önemsiz gibi görünen bu bileşenler, Çizelge 3.6'dan da görüleceği gibi topluca çok önemli bir miktar tutmaktadır.

Çizelge 3.6 Bazı ağır kimya sanayii üretim faaliyetleri için boru hattı faktörlerinin makina-teçhizat bedelinin yüzdesi olarak maliyetleri (Tigrel ve Alper, 1995)

Tesis	Boru hattı(malzeme) maliyeti
Ham petrol üniteleri	27.0
Katalitik parçalama	46.0
Hidrojenasyonla kükürt giderme	32.0
Amonyak fabrikası	23.8
Etilen fabrikası	40.7
Kümen fabrikası	61.4
Okzo-alkoller fabrikası	35.2

Montajı yapılmış olarak boru hatları maliyeti, makina-teçhizat bedelinin %100'ü, ya da sabit sermaye yatırımının %20'sine kadar yükselebilmekte, bu nedenle de kestiriminde en çok titizlik gösterilmesi gereken bir faktörü oluşturmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım (Brooks, 1988) teknikleri boru hatlarının en aza indirilmesini sağlarken, bakımı en aza indirebilmek için korozyona ve erozyona dayanklı malzemelerin seçimi, maliyeti arttırabilmektedir(Schweizer, 1993). Daha çok katı malzeme işleyen ve bu nedenle malzeme taşınımını ağırlıklı olarak konveyörlerle yapan tesislerde boru hatları maliyeti en düşük iken,

petrol rafinerisi gibi tümüyle akışkan akımları olan ve çokça geri-döngü ve ısı alışverişi içeren tesislerde bu faktör en yüksek değere ulaşır. Genelde maliyetin %45-50'si işçilikten kaynaklanmaktadır. Çevre faktörlerine doğrudan bağlı olan yalıtım maliyeti(işçilik dahil), boru sisteminin %15-25 aralığındadır(Garrett, 1989).

3.2.6 Elektrik işleri

Elektrik işleri kapsamı içerisinde güç dağılımı ve kontrolü için gerekli bütün teçhizat, aydınlatma, haberleşme ve her türlü güç ve kontrol kabloları yer alır. Bazı tesisler için elektrik işlerine ilişkin malzeme maliyetleri, makina-teçhizat bedelinin yüzdesi olarak Çizelge 3.7'de verilmiştir. Kimyasal proses endüstri tesislerinde toplam elektrik işleri genellikle makina-teçhizat bedelinin %10-15'i düzeyindedir. Sabit sermaye yatırım yüzdesi olarak elektrik işleri %4-11 aralığında alınabilir(Garrett, 1989).

Çizelge 3.7 Bazı ağır kimya sanayii üretim faaliyetleri için boru hattı faktörlerin makina-teçhizat bedelinin yüzdesi olarak maliyetleri (Tigrel ve Alper, 1995)

Tesis	Elektrik işleri(malzeme) maliyeti
Ham petrol üniteleri	3.3
Katalitik parçalama	4.3
Hidrojenasyonla kükürt giderme	7.6
Amonyak fabrikası	11.8
Etilen fabrikası	6.6
Kümen fabrikası	7.3
Okzo-alkoller fabrikası	13.4

3.2.7 Binalar

Herhangi bir tesis için proses kontrol odası idari ofisler, atölyeler, yemekhane vb. olmak üzere belirli sayıda binaya mutlaka ihtiyaç vardır. Ancak bina maliyetini en çok etkileyen etken hammadde ve ürünlerin büyük miktarlarda kapalı ambarlarda depolanmasını gerektiren proseslerle, hava şartları, emniyet ve çevre kontrol için gerekli olabilecek kapalı alan ihtiyaçlarıdır. Örneğin ilaç ya da gıda sektörlerinde bu ihtiyaç çok yüksekken, rafineri

ve petrokimya tesislerinde en düşük seviyelerine ulaşır. Bunun dışında bina maliyeti, projenin tümüne de bağlıdır; Çizelge 3.8'de, bunlar satın alınan makina-teçhizat ile sabit sermaye yatırımının yüzdeleri olarak gösterilmektedir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

Çizelge 3.8 Satın alınan makina-teçhizatın (M-T) ve sabit sermaye yatırımının (S-S) yüzdeleri olarak bina maliyeti (Peters ve Timmerhaus, 1991)

Tesis Türü	Yeni alanda yeni tesis ("Grass roots")		Mevcut alanda yeni tesis ("Battery limits")		Mevcut alanda tesis oluşturma	
	M-T*	S-S**	M-T	S-S	M-T	S-S
Katı	68	17	25	7	15	4
Katı-akışkan	47	17	29	7	7	2
Akışkan	45	10	15-18	1-4	6	2

*M-T : Makina-teçhizat üzerinden % olarak ; **S-S : Sabit sermaye üzerinden % olarak

Binaların maliyetleri hesaplanırken, istatistiklerden elde edilecek m² başına birim inşaat fiyatlarından yararlanılmalı ve bunlar kontrol odaları vb. için % 50; laboratuvar vb. için ise % 100 civarında arttırılmalıdır.

3.2.8 Arazi düzenleme

Bu faktör arazi temizleme, yollar ve geçitler, demiryolları, hendekler ve tel örgüler, arazi aydınlatılması, park yerleri, jeodezik ve diğer geliştirme vb. giderlerden oluşur. Arazi düzenleme giderleri, kimyasal tesisler için makina-teçhizat maliyetinin genellikle %10-15'i arasındadır. Bu da sabit sermaye yatırım tutarının yaklaşık %2'sine karşılık gelir(Garrett, 1989).

3.2.9 Yardımcı ve ortak tesisler

Bir endüstriyel tesisin önemli bir bölümü buhar, su enerji, basınçlı hava, azot ve yakıt gibi ütiliteleri sağlayan yardımcı tesisler ile tanklar, yükleme-boşaltma istasyonları, depo ve ambarlar, atık(katı ve atıksu) giderme, yangın koruma, ilk yardım, yemekhane, kantin vb. tesis ve hizmetleri içeren ortak tesislerdir(Peters ve Timmerhaus, 1991).

Kimyasal tesislerde yardımcı ve ortak tesislerin toplam maliyeti, makina-teçhizat bedelinin genellikle %30-80'i arasında olup, bir katı-sıvı işleyen tesis için %55 iyi bir ortalama kabul edilmektedir. Tek ünlü ve sürekli çalışan küçük bir tesiste bu maliyet yukarıda verilen aralığın alt sınırına yakındır. Büyük kompleks tesislerde ise bu maliyet üst sınıra yaklaşabilir ve hatta aşabilir. Genellikle yardımcı ve ortak tesisler maliyeti, toplam sabit sermaye yatırımının %6-10'u arasındadır ve ortalama bir değer olarak %15 alınabilir. Çizelge 3.9'da yardımcı ve ortak tesisler içinde yer alacak bazı önemli faktörlerin sabit yatırım yüzdesi olarak tipik düzeyleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.9 Sabit sermaye yatırımının yüzdesi olarak yardımcı ve ortak tesisler maliyetleri (Tigrel ve Alper, 1995)

Yardımcı ve ortak tesisler	Aralık, %	Ortalama, %
Buhar üretimi	2.6 - 6.0	3.0
Buhar dağıtımı	0.2 - 2.0	1.0
Su temini, soğutulması ve pompalanması	0.4 - 3.7	1.8
Su işlemleri ("treatment")	0.5 - 2.1	1.3
Su dağıtımı	0.1 - 2.0	0.8
Elektrik ve trafo merkezi	0.9 - 2.6	1.3
Doğalgaz temini ve dağıtma	0.2 - 0.4	0.3
Hava sıkıştırma ve dağıtımı	0.2 - 3.0	1.0
Soğutma (düşük sıcaklık)	1.0 - 3.0	2.0
Proses (tehlikeli) atık giderme	0.6 - 2.4	1.5
Evsel atıksu, kanalizasyon	0.2 - 0.6	0.4
Haberleşme	0.1 - 0.3	0.2
Hammadde depolama	0.3 - 3.2	1.1
Ürün depolama	0.7 - 2.4	1.8
Yangın önleme ve itfaiye sistemi	0.3 - 1.0	0.5
Emniyet (kaza önleme) sistemleri	0.2 - 0.6	0.4

Tümüyle yeni tesisler dışında, her proses ünitesinde bütün yardımcı ve ortak tesislere ihtiyaç olmayacağı açıktır. Çizelge 3.9'da her faktör için gösterilen aralığın genişliğinden de

anlaşılmaktadır. Yardımcı ve ortak tesisler, içinde yer aldıkları kimyasal tesis kapasitelerinin bir fonksiyonudurlar ve bütün tesislerde değişen oranlarda yer alırlar. Ancak bazı ütiliteler ve hizmetler tercih edilmeyebilir; bu durumda bir fonksiyonu gerçekleştirebilmek için diğerlerinden daha fazla yararlanmak gerekeceğinden bunların maliyeti göreceli olarak artabilir. Çevre koruma maliyetleri de bahsedilen maliyetler içerisinde. Çevreyi korumak için çıkarılan kanun ve kararnameler, bu faktörün maliyetini her geçen gün daha da arttırmaktadır(Tigrel ve Alper, 1995).

3.2.10 Mühendislik ve danışmanlık

Bu yatırım faktörü, inşaat ve proses tasarımıyla ilgili detay mühendisliği, satınalma, muhasebe, maliyet mühendisliği ile seyahat, haberleşme ve büro vb. giderleri içermektedir. Genellikle "ücret artı masraflar" ("cost plus expenses") şeklinde yürütülen bu hizmetler, makina-teçhizat, malzeme ya da işçilikle doğrudan doğruya ilgili olmadığından, sabit yatırımın dolaylı bir unsuru olarak düşünülür. Makina-teçhizat satınalma fiyatının %35'i, toplam sabit sermaye yatırımının da % 8-10'u kadar tutmaktadır. Bu faktör için daha ayrıntılı bir kestirim yöntemi (Mendel.O., Estimating engineering cost. Chemical Engineering, Dec. 9, pp. 117-9 (1985) tarafından verilmiştir.

3.2.11 İnşaat giderleri

Bu faktör içinde geçici inşaat ve işletme, inşaat aletleri, kira, inşaat sahasındaki personel giderleri, seyahat ve yolluklar, vergiler, sigorta ve diğer giderler yer almaktadır. Bu tür giderler kimyasal tesislerde sabit sermaye yatırımının %10'u kadar tutabilmektedir(Tigrel ve Alper, 1995).

3.2.12 Müteahhit ücreti

Pazarlık payının en önemli rol oynadığı bu faktörde müteahhit firmaya ödencek ücret ABD'de sabit sermaye yatırımının %1.5 - 6'sı kadardır. Diğer ülkelerde ise bu rakam %3-10 aralığında seyretmektedir.

3.2.13 Beklenmeyen giderler

Sabit sermaye yatırımı içinde beklenmeyen giderler ("contingency"), kestirimi en zor, önemi ise çok büyük olan bir faktördür. Bu faktörün amacı fırtına ve sel gibi afetler, grev, ekonomik durumlar vb. sebeplerin yanı sıra fiyat ve tasarım değişimleri, kestirim hataları gibi nedenlerden dolayı, yatırımda doğabilecek artışları karşılamaktır. Beklenmeyen giderler içinde aşırı enflasyon ve kur ayarlamalarına da yer vermekte yarar vardır. Diğer taraftan bu faktörün aşırı abartılması ise karlı olabilecek bir yatırımdan vazgeçilmesine yol açabilir. Yatırım kestirimlerinde, beklenmeyen giderler genellikle sabit sermaye yatırımının %10-20'si arasında alınmaktadır(Tigrel ve Alper, 1995).

3.2.14 İşletmeye alma giderleri

Bir tesisin inşaat ve montajı tamamlandıktan sonra, optimum tasarım koşullarında işlenmesi sağlanana kadar sık sık bazı değişiklikler yapılması gereklidir. Söz konusu değişiklikler teçhizat ve malzeme için harcamalar gerektirdiği gibi, tesis çalışmaz konumda ya da yalnızca düşük kapasiteli çalıştığında gelir kaybına da yol açmaktadır. İşletmeye alma ("start up") sırasında yapılması gerekebilecek değişiklikler için bir sermaye ayırımı, girişimin başarısı için zorunludur. İşletmeye alma giderlerini tam olarak doğru bir şekilde hesaplayabilmek için belirsizliği nedeniyle mümkün değildir; tecrübelerden bu faktör için yatırımın % 8-10'u kadar bir finansman ayrılması yeterli olduğu belirtilmektedir.

Sonuç olarak, Çizelge 3.2'de topluca, yukarıda ise ayrı ayrı verilen faktörler ve kestirim değerleri, sabit sermaye maliyetinin kestiriminin hesaplamasında yararlı olacaktır. Bunların dışında projenin yer aldığı ülkenin koşulları da birçok yönden önemlidir. Tüm bunların yanında ülkenin gelişen bir kesiminde yapılacak yatırımlarda yetersiz eleman konusu da dikkate alınacak olursa, eleman eğitim masrafları da göz önünde bulundurulması gereken diğer bir maliyet olarak ortaya çıkacaktır(Tigrel ve Alper, 1995).

3.3 Tesis Düzeyinde Sabit Sermaye Kestirim Yöntemleri

Amaçlanan doğruluk derecelerine bağlı olarak Çizelge 2.1'de gösterilen faktörlerden oluşan tesis sabit sermaye yatırımı için değişik kestirim yöntemleri kullanılabilir. Burada değişik

yedi yöntem, artan doğruluk derecelerine göre sıralanarak, maliyet kestiriminde kullanılmak üzere yazılan CostCAD programı üzerinde durulacaktır.

İlk sırada yer alan çabuk kestirim yöntemleri enerji ve kütle denklıkları gibi en basit tasarım bilgilerine bile gerek duymazken, $\pm\%$ 5 doğruluk derecesine bağlı son yöntemde ayrıntılı ekipman şemalarına ve tam spesifikasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır(Tigrel ve Alper, 1995).

3.3.1 Hızlı kestirimler için orantı yöntemleri

Hızlı kestirim yapabilmek için üç yöntem mevcuttur. Bunlar, i)birim ürün maliyeti, ii) sermaye/devir oranları ve iii) kapasite üssel sayısı ile kestirim yöntemleridir. Her üç yöntem için de, enerji ve kütle denkliği gibi en temel proses hesaplamalarına bile gerek yoktur.

3.3.2 Birim ürün maliyetinden orantılama

Birim yıllık üretime karşılık gelen toplam sabit yatırım ile ilgili bilgileri çeşitli kaynaklardan bulmak mümkündür. Garrett (1989) değişik güvenilir kaynaklardan derlediği bilgileri sistematik bir biçimde sunmuştur. En güvenilir kaynaklardan birisi olan ve sürekli güncelleştirildiği için kullanışlı olan Stanford Araştırma Enstitüsü ("Stanford Research Institute(SRI)")'ne ait 1977 ve 1991 yılı toplam sabit yatırım/yıllık kapasite oranları (Y_{TS}/K_Y) (\$/ton) verileri Çizelge 3.12'de verilmiştir. Daha çok petrokimyasallara yönelik olan bu çizelgedeki veriler ABD, Avrupa ve Japonya'da yeni kurulan "grass roots" tesisler için geçerlidir. Planlanan yıllık kapasiteyle Çizelge 3.11'den elde edilecek (Y_{TS}/K_Y) oranının çarpımından toplam sabit sermaye yatırım kestirimi yapılabilir. Ancak planlanan tesisin Çizelge 3.11'dekine benzer olması ve kapasitesinin çok farklı olmaması gerekmektedir. Çünkü, komple tesis için sabit yatırım maliyeti kapasiteyle doğru orantılı olmayıp, makina-teçhizatı gibi kapasitenin üssel bir fonksiyonudur.

3.3.3 Sermaye orantı yöntemi

Bir "grass roots" tesis için sermaye oranı ("capital ratio"), sabit sermaye yatırımının yıllık satış gelirlerine oranı olarak tanımlanmaktadır:

$$\text{Sermaye oranı } (S_o) = \frac{\text{Sabit sermaye yatırımı } (Y_{ss})}{\text{Satış gelirleri } (S_G)} \quad (3.7)$$

Burada yıllık satış geliri (S_G), yıllık üretim hızı ile ürün ortalama satış fiyatının çarpımına eşittir. Sabit sermaye yatırımı içinde ise araziye ayrılan para, üretim tesisleri, depolar ve ambarlar, araştırma ve geliştirme yatırımları ve bütün yardımcı ve ortak tesisler düşünülmüştür. Devir oranı ("turnover ratio") ise sermaye oranının tersidir:

$$\text{Devir oranı} = \frac{1}{\text{Sermaye oranı}} = \frac{S_G}{Y_{ss}} \quad (3.8)$$

Devir oranı, yatırılan sermaye tutarına satış geliriyle kaç yılda ulaşılacağını bir göstergesidir. Doğal olarak, küçük değerler yatırımcı için daha caziptir; ancak kimya endüstrisi için ortalama değer 1 civarındadır. Eğer sermaye ya da devir oranı kestirilebilirse, bu oranın satış geliri (S_G) ile çarpımından gerekli sermaye yatırımı bulunabilir. Çizelge 3.10, değişik proses endüstrileri için sermaye ve devir oranlarını göstermektedir. Bu Çizelge bir fikir elde etmekten öteye bir kestirim yapılması dışında kullanılmamalıdır.

Çizelge 3.10 Kimyasal proses endüstrileri için sermaye ve devir ("turnover") oranları
(Tigrel ve Alper, 1995)

Proses endüstri türü	Sermaye oranı	Devir oranı
Sentetik lifler	3.44	0.29
Petrol rafinasyonu	3.08	0.32
Ağır inorganikler	2.24	0.45
Kimyasal maddeler	2.02	0.50
Reçine ve plastikler	1.90	0.53
Cam	1.46	0.68
Lastik	1.04	0.96
İlaç	0.92	1.09
Sabun ve deterjanlar	0.69	1.45
Gıda ve konserve	0.66	1.52

3.3.4 Tesis kapasitesi üssel sayılarıyla kestirim yöntemi

Makina-teçhizatı olduğu gibi, komple tesislerin sabit sermaye yatırım maliyetleri de kapasitenin üssel bir fonksiyonudur. Bu fonksiyon ;

$$M_2 = M_1 \left(\frac{K_2}{K_1} \right)^\lambda \quad (3.9)$$

Bu eşitliği öneren Lang (1948), üssel sayı için (λ) 0.6'yı önermiştir. Gerçekte ise bu oran 0.6 ile 0.7 arasında değişir ve komple petrol rafinerisi gibi tesisler için 0.86 gibi bir değere ulaşır. Çünkü bir petrol rafinerisinde kapasite artışı, ancak bazı makina teçhizatın çiftlenmesi hatta üçlenmesi ile sağlanabilir. Kapasite artışının tümü paralel bir tesis kurularak arttırılması halinde ise $\lambda=1$ olur. Genelde log-log grafiklerindeki veriler ancak belirli kapasite aralıkları için doğrusaldır ve eğim düşük kapasitelerde küçükken, artan kapasiteyle yükselmektedir.

640 civarında tesis ve proses içeren daha ayrıntılı bir tabloyu Remer ve Chai (1993) yayınlamıştır. Aynı kimyasalın üretimi için kapasitenin yanında, prosesin türüne de bağlı olarak çok sayıda üssel sayı söz konusu olabilir. Örneğin, amonyak üretimi için, Remer ve Chai değerleri 0.53 ile 1.02 arasında değişen 20 ayrı değer vermektedir. 640 tesis ve proses için elde edilen ortalama üssel sayı ile, bunların alanlarına göre ortalamaları Çizelge 3.11'de verilmiştir. Bu üssel sayının değerinin mevcut olmaması halinde normalde 0.7, sürekli ve otomasyon oranı yüksek prosesler için ise 0.7'den biraz daha düşük bir değer alınabilir. Bazı komple tesisler için λ değerleri Çizelge 3.12'de iki ayrı kapasite aralığı için verilmiştir.

Çizelge 3.11 Proses endüstri türleri için üssel sayı ortalamaları (Tigrel ve Alper, 1995)

Endüstri kolu	Ortalama üssel sayı
Tüm prosesler	0.67
Kimya tesisleri	0.67
Endüstriyel gazlar	0.65
Polimerler	0.72
Biyoteknoloji	0.67
Güç santrali, içme suyu, atık arıtımı	0.75
Diğerleri	0.70

Eşitlik (3.9)'den eşitlik (3.10) ile verilen tesis ya da teçhizatın birim maliyet eşitliği türetilir.

$$\frac{M_2}{K_1} = \frac{M_1}{K_1} \left(\frac{K_2}{K_1} \right)^{\lambda-1} \quad (3.10)$$

Eşitlik (3.9) ile verilen üssel sayılara dayalı orantı yönteminin biraz daha geliştirilmiş şekli şöyledir;

$$M_2 = f \left[\left(\frac{K_2}{K_1} \right)^{\lambda} M_D + M_I \right] \quad (3.11)$$

Burada f , K_1 kapasiteli referans tesisine bağlı bir bileşik maliyet göstergesi; M_D , referans tesisin doğrudan yatırımı; ve M_I , referans tesisinin dolaylı yatırımıdır. Bileşik maliyet göstergesi f , tesis maliyet göstergesi ile bölgesel bağlı işçilik maliyet göstergesinin bağlı işçilik verimlilik göstergesine oranının çarpımından oluşur. Bunlardan birincisi için, CE, PREDICT ya da M&S maliyet göstergeleri kullanılabilir. ABD için işçilik ve verimlilik göstergeleri 1989 yılı baz alınarak Peter ve Timmerhaus (1990) tarafından verilmiştir. Diğer ülkeler ve bölgeler için ise sistematik bilgiler literatürde mevcut değildir.

Çizelge 3.12 Komple petrokimyasal proses tesisleri için kapasite üssel sayıları

Kimyasal Tesis	Kapasite (Bin ton/yıl)	Üssel sayı	Kapasite (Bin ton/yıl)	Üssel sayı
ABS Reçineleri	25 - 50	0.54	50 - 70	0.56
Asetaldehit	67.5 - 135	0.66	135 - 270	0.93
Adipik asit	75 - 135	0.63	135 - 270	0.70
Akrilonitril	90-180	0.85	180-360	0.86
Amonyak	300-430	0.77	430-590	0.78
Butadien	25-50	0.50	50-100	0.51
Dimetil tereftalat	75-150	0.76	150-300	0.82
Etanol	125-250	0.73	250-500	0.81
Etil benzen	250-500	0.63	500-730	0.73
Etilen	225-450	0.75	450-680	0.79

Çizelge 3.12'nin devamı

Etilen glikol	90-180	0.69	180-360	0.78
Etilen oksit	67.5-135	0.75	135-270	0.80
Heksametilen diamin	45-90	0.68	90-180	0.79
Kaprolaktam	35-70	0.70	70-140	0.80
Klor	180-360	0.72	360-720	0.75
Metanol	820-1640	0.79	1640-3280	0.86
Naylon 6	15-25	0.74	25-40	0.67
Fenol	45-90	0.55	90-180	0.73
Polietilen (yüksek yoğ.)	50-100	0.65	100-200	0.75
Polietilen (alçak yoğ.)	50-100	0.71	100-200	0.76
Polietilen tereftalat	32.5-65	0.67	65-130	0.85
Polipropilen	37.5-75	0.63	75-150	0.64
Polipropilen glikol	5-10	0.56	10-20	0.58
Polistiren (antişok)	15-30	0.52	30-60	0.53
Polistiren (köpük)	7.5-15	0.58	15-30	0.62
Poliüretan	1.5-3	0.78	3-6	0.78
Polivinil asetat	25-50	0.62	50-70	0.65
Polivinil klorür	25-50	0.65	50-100	0.67
Propilen glikol	45-90	0.63	90-180	0.68
Propilen oksit	90-180	0.71	180-360	0.76
SBR kauçuğu	35-70	0.64	70-170	0.72
Sikloheksan	50-100	0.62	100-200	0.65
Stiren	225-450	0.73	450-680	0.82
Tereftalik asit	75-150	0.80	150-300	0.83
Üre	215-430	0.68	430-860	0.74
Vinil asetat	67.5-135	0.69	135-200	0.78
Vinil klorür	250-500	0.77	500-1000	0.77

3.3.5 Proses tasarımına dayalı sermaye yatırım kestirimleri

Proses tasarımı, kaba hesaplara ve kestirimlere dayalı bir ön tasarımdan, güvenilir teknik bilgiler, ince hesaplar ve kesin maliyet tekliflerine dayalı son tasarıma kadar değişebilir. Son tasarım, oldukça ayrıntılı bir çalışma gerektirmesi yanısıra, güvenilir satış ve karlılık kestirimlerine dayandırılmalıdır. Bir prosesin laboratuardan başlayarak ticari kapasitede bir tesis uygulanması aşamasına kadar geliştirilmesi süreci boyunca söz konusu tesisin tasarımı ve dolayısıyla ilk maliyeti sık sık değişikliklere uğrayacaktır. Proses tasarımı dayalı bir sermaye yatırımı kestirimi aşağıdaki ana aşamaları kapsamaktadır;

- a) Proses için bir fikrin doğması, işletmenin tipi ve boyutunun belirlenmesi,
- b) Fiziksel ve kimyasal bilgilerin literatür kaynaklardan ya da deneylerden elde edilmesi,
- c) Gerekli temel işlemleri kapsayan ve ana makina-teçhizatı gösteren bir ön akım şemasının hazırlanması,
- d) Enerji ve kütle denklemlerinin elde edilmesi,
- e) Akım şeması üzerindeki değişik noktalarda sıcaklık, basınç ve debilerin belirlenmesi,
- f) Ana makina-teçhizatın (reaktör, kuleler, ısı değiştirici, pompalar vb.) kapasitelerini saptayacak tasarım hesaplarının yapılması,
- g) Ana makina-teçhizatı kapsayan ve çap, kapasite, imalat malzemesi, sıcaklık-basınç koşulları gibi ayrıntıları veren bir kodlu listenin hazırlanması,
- h) Literatür, şirket kayıtları ve tekliflerden makina teçhizat maliyet bilgilerinin toplanması,
- i) Ana makina ve teçhizatın teslimat maliyetinin kestirilmesi,
- j) Aşağıdaki yöntemlerden birisi ile tesis maliyetinin hesaplanması.

Makina-teçhizat maliyetleri genelde FOB ("Free on board"), bir malın gemiye yüklenmiş fiyatı olup, nakliye ve sigorta masraflarını içermez. Bu nedenle teslimat maliyet fiyatını hesaplayabilmek için çoğu kez FOB maliyeti uygun bir katsayı ile çarpılmaktadır. Bu katsayı Türkiye'ye yurtdışından ithal edilen makina-teçhizat için, 1.08-1.12 aralığında alınabilir(Tigrel ve Alper, 1995).

3.3.6 Faktörleme yöntemleri

Uygulamada çoğu kez $\pm\%15$ doğruluk derecesinde bir kestirim yeterli olmaktadır. Bu yöntemin temelini makina-teçhizat fiyatının bir faktörle çarpılması oluşturmaktadır. Faktörleme kestirim yönteminin belli başlı avantajları şöyle sıralanabilir: i) sürat, ii) düşük maliyet, iii) kapsam belirli olmadığından ayrıntılı kestirimlerden daha iyi sonuç verebilmeleri ve iv) doğruluk derecelerinin bütçe yetki kestirimlerinde aranan doğruluğa yakın olmasıdır. Belli başlı faktörleme yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

•Lang faktörleme yöntemi: Bu faktörleme yöntemi bir tesisin proses tasarımına daylı sabit sermaye yatırımının tahmininde kullanılabilecek en basit yöntemdir. İlk defa Lang (1948) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde makina-teçhizat maliyetlerinin toplamı, belirli bir faktörle çarpılarak toplam maliyet elde edilir:

$$Y_{ss} = f_{La} \left(\sum Y_{MJ} \right) \quad (3.12)$$

Burada, Y_{MJ} "j" makina-teçhizatının teslimat maliyetidir. Lang faktörü f_{La} 'nın değeri ise proses türüne bağlı olup, Çizelge 3.13'te sabit sermaye yatırımı için verilmiştir. Bu çizelge aynı zamanda toplam sermaye yatırımı için geçerli olan Lang faktörlerini de vermektedir.

Çizelge 3.13 Sabit sermaye ve toplam sermaye için Lang faktörleri

Tesis Türü	Lang Faktörü	
	Sabit sermaye için	Toplam sermaye için
Katı işleyen tesis	3.9	4.6
Katı-akışkan işleyen tesis	4.1	4.9
Akışkan işleyen tesis	4.8	5.7

•Hand faktörleme yöntemi : Bu yöntem Hand (1958) tarafından Lang yöntemini biraz daha değiştirerek belli başlı makina teçhizat için farklı faktörler önermiştir:

$$Y_{ss} = \sum (f_{Hj} Y_{MJ}) \quad (3.13)$$

Burada, f_{HI} "j" makina-teçhizatının Hand faktörüdür. Hand faktörleri değişik teçhizat türleri için farklı olup, reaktörler, ayırma kuleleri ve pompalar için 4.0; ısı değıştirciler için 3.5 ve kompresörler için 2.5 alınabilir.

•Chilton faktörleme yöntemi: Bu yöntemde Chilton tesis ve proses tipini daha doğru olarak temsil edebilmek amacıyla faktör serileri kullanmıştır:

$$YSS = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \left(\sum Y_{MI} \right) \quad (3.14)$$

Eşitlik (3.14)'de yer alan ϕ_1 faktörü, teslimat maliyetinin montaj dahil edilmiş maliyete çevirmektedir. Bu faktör katı madde işleyen tesisler için 1.45; katı-akışkan işleyen için 1.39; akışkan işleyen tesisler için ise 1.47 alınabilir. ϕ_2 ve ϕ_3 faktörleri ise aşağıdaki eşitliklerden hesaplanabilir:

$$\phi_2 = 1 + (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5) \quad (3.15)$$

$$\phi_3 = 1 + (f_6 + f_7 + f_8) \quad (3.16)$$

Eşitlik (3.15) ve (3.16)'daki f faktörlerinin aralık değerleri değişik koşullara göre Çizelge 3.14'te verilmekle birlikte f faktörlerinin tam değerleri çoğu kez bilinmediği için eşitlik (3.14) kullanışlı olmayabilir.

Çizelge 3.14 Chilton yönetiminde kullanılan sermaye yatırımına ait f faktörleri

(Tigrel ve Alper, 1995)

Faktör	Aralık	Koşullar
f_1 : Proses boru hatları faktörleri	0.07 - 0.10	Katı madde işleyen tesis
	0.10 - 0.30	Katı-akışkan işleyen
	0.30 - 0.60	Akışkan madde işleyen
f_2 : Ölçü ve kontrol sistemi faktörleri	0.02 - 0.05	Kısıtlı otomatik kontrol
	0.05 - 0.10	Orta derece otomatik kontrol
	0.10 - 0.15	İleri otomatik kontrol

Çizelge 3.14'ün devamı

f ₃ : Bina faktörleri	0.05 - 0.20	Açık üniteler
	0.20 - 0.60	Yarı açık üniteler
	0.60 - 1.00	Kapalı üniteler
f ₄ : Yardımcı ve ortak tesis faktörleri	0 - 0.05	Az oranda ek
	0.05 - 0.25	Önemli oranda ek
	0.25 - 1.00	Yeni tesis
f ₅ : Dış hat faktörleri	0 - 0.05	Mevcut tesise ek
	0.05 - 0.15	Bitişik ayrı üniteler
	0.15 - 0.25	Birbirlerinden ayrı üniteler
f ₆ : Mühendislik ve inşaat faktörleri	0.20 - 0.35	Basit tesisler
	0.35 - 0.50	Karmaşık tesisler
f ₇ : Tesis büyüklüğü faktörleri	0 - 0.05	Büyük tesisler
	0.05 - 0.15	Küçük tesisler
	0.15 - 0.35	Pilot ölçekli tesisler
f ₈ : Beklenmeyen gider faktörleri	0.10 - 0.20	Kesin proses
	0.20 - 0.30	Değişebilir proses
	0.30 - 0.50	Taslak halinde proses

•Hirsch ve Glazier (1957) faktörleme yöntemi: Hirsch ve Glazier genelde çizelgeler halinde verilen faktörleri, eşitliklerle ifade etmeye çalışmıştır. Bilgisayar ortamında kullanabilmek için gerekli olan bu eşitlikler aşağıdaki gibidir:

$$Y_{ss} = f_E \left[(1 + f_I + f_B + f_D) \left(\sum Y_{MJ} + \sum Y_{MMI} \right) + A \right] \quad (3.17)$$

Burada:

$$\log f_I = 0.127 - 0.154 \log \left(\sum Y_{MJ} \right) - 0.992 \frac{Y_{M1}}{\left(\sum Y_{MJ} \right)} + 0.506 \frac{S}{\left(\sum Y_{MJ} \right)} \quad (3.18)$$

$$\log f_B = -0.308 - 0.014 \log(\sum Y_{MJ}) - 0.156 \frac{Y_{M1}}{(\sum Y_{MJ})} + 0.556 \frac{Y_{M2}}{(\sum Y_{MJ})} \quad (3.19)$$

$$\log f_D = 0.443 + 0.033 \log 0.001 (\sum Y_{MJ}) - 0.992 \frac{Y_{M3}}{(\sum Y_{MJ})} \quad (3.20)$$

A: Alışımli malzeme farkı,

f_B : Boru hatları sistemi faktörü,

f_D : Diğer çeşitli maliyetler (yapı, ölçü, kontrol, nakliye vb.) faktörü,

f_E : Dolaylı maliyet faktörü (daima 1'den büyük, varsayılan değer 1.4),

f_i : Saha işçiliği faktörü,

Y_{M1} : Toplam ısı değıştiricisi maliyeti (alışım farkı hariç),

Y_{M2} : Toplam pompa ve motor maliyeti (alışım farkı hariç),

Y_{M3} : Toplam proses kulesi (iç donanım hariç) ve reaktörü maliyeti(alışım farkı hariç),

S: Sahada imal edilen ekipmanların toplam maliyeti,

Y_{MMI} : "i" makina-teçhizatının montaj dahil maliyeti.

Eşitlik (3.17)'ün bir özelliği FOB bazında alınmış makina-teçhizatla birlikte, montajlı fiyatı belli olanların maliyetlerini kullanarak sermaye yatırımı kestirimine imkan tanınmasıdır. Ancak, Eşitlik (3.18) ve (3.20)'da kullanılan katsayılar 1957 yılının fiyatlarını (\$) bazında esas aldıklarından mevcut maliyetler 1957 yılına indirgendikten sonra, eşitlikler kullanılmalıdır.

3.3.7 Makina-teçhizat teslimat maliyetinin yüzdesi olarak hesaplama

Bir proses için gerekli olan makina-teçhizat bilgisi proses tasarımı sonucu ortaya çıkabileceği gibi, aynı tür bir tesis halen mevcutsa bununla ilgili bilgilerden yararlanılarak da elde edilebilir. Bu makina-teçhizatın teslimat maliyeti kestirim edilebilirse, diğer maliyet faktörlerini (doğrudan ve dolaylı) bunun birer yüzdesi olarak hesaplamak yöntemin temelini oluşturur. Böylece:

$$Y_{ss} = \left[\sum Y_{MJ} + \sum (f_1 Y_{M1} + f_2 Y_{M2} + f_3 Y_{M3} + \dots) \right] (f_E) \quad (3.21)$$

Burada f_E değeri daima birden büyük olan dolaylı maliyet çarpanı; $f_1, f_2, f_3, \dots$ ise sırasıyla 1,2,3,... sayılı makina-teçhizatların maliyetleridir. Bu analizde, i)proses makina-teçhizatı, ii)hammadeler yükleme-boşaltma ve depolama teçhizatı ve iii)ürünler yükleme-boşaltma ve depolama teçhizatlarının yanında, yardımcı ve ortak tesislerle ilgili teçhizat ve malzeme de göz önünde bulundurulmalıdır. Makina-teçhizat maliyetlerini elde etmenin en güvenilir yolu, imalatçı firmalardan teklif almaktır. İkinci en iyi yöntem ise geçmişte sipariş olunan teçhizatın maliyetlerini bulmaktır. Eğer geçmiş değerler kullanılacaksa, bunlar uygun maliyet göstergeleriyle güncelleştirilmeli, kapasite farklıysa, kapasite üssel sayısı yöntemiyle düzeltme yapılmalıdır.

Sabit sermaye yatırımının diğer faktörlerini makina-teçhizat maliyeti esasına göre veren faktörler Çizelge 3.15'de verilmiştir. ABD'de gerçekleştirilen yatırımlardan derlenen bu çizelgeden de görüleceği gibi değerler proses türüne bağlıdır. Bunun dışında Çizelge 3.15'teki değerlerin ülkeden ülkeye farklılık gösterecekleri de bir gerçektir.

Çizelge 3.15 Makina-teçhizat teslimat maliyeti yüzdesinden sermaye yatırım faktörlerinin kestirimi (Peters ve Timmerhaus, 1991)

Yatırım Faktörleri	Maliyet Faktörleri Mertebesi		
	Katı madde işleyen tesis	Katı-akışkan işleyen tesis	Akışkan işleyen tesis
Doğrudan harcamalar			
Makina-teçhizat teslimat maliyeti	100	100	100
Makina-teçhizat montajı	45	39	47
Ölçü ve kontrol sistemi (montajlı)	9	13	18
Boru hatları (montaj dahil)	16	31	66
Elektrik İşleri (montaj dahil)	10	10	11
Binalar	25	29	18
Arazi düzenlemesi	13	10	10

Çizelge 3.15'in devamı

Yardımcı ve ortak tesisler	40	55	70
Arazi	6	6	6
Toplam I	264	293	346
Dolaylı harcamalar			
Mühendislik ve Danışmanlık	33	32	33
İnşaat Giderleri	39	34	41
Toplam II	336	359	420
Müteahhitlik ($\approx$ Toplam II * 0.05)	17	18	21
Beklenmeyen Giderler (Toplam I*0.02)	34	36	42
Sabit Sermaye Yatırımı, Y_{ss}	387	413	483
İşletme Sermayesi ($Y_{ss} * 0.15$)	68	74	86
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI	455	487	569

3.3.8 Birim-maliyet kestirimi

Birim-maliyet yönteminin, hata payı düşük kestirimler için kullanılması gerekir. Burada da öncelikle makina-teçhizatın satınalma maliyetinin ayrıntılı olarak ya teklif alma yolu ya da göstergeler yardımıyla güncelleştirmiş ve kapasite etkisi göz önüne alınmış değerlerinden elde edilmesi gerekir. Montaj işçiliği maliyeti makina-teçhizat teslimat maliyetinin bir kesri olarak alınır. Betonarme, çelik, boru, elektrik malzemeleri, ölçü aletleri, yalıtım vb. maliyetleri ayrıntılı tasarım sonucu ortaya çıkan teknik spesifikasyonlardan elde edilen bilgilerden ve birim malzeme ve işçilik maliyetlerinden kestirilebilir. Mühendislik hizmetleri ve teknik resim vb. için gerekli adam-saatler tahmin edilir ve bunların birim maliyetleriyle çarpılır. Böylece ortaya çıkacak miktar, inşaat, müteahhitlik ve beklenmeyen giderler için uygun bir yüzde eklenir. Söz konusu çarpanın ne olacağı, daha önce gerçekleştirilmiş benzer projelerden çıkarılabilir.

Hazırlanan CostCAD programı ile yukarıda anlatılan işlemler enteratif bir biçimde gerçekleştirilmektedir (Ozkan ve Baykara, 1998).

3.3.9 Ayrıntılı kestirim yöntemleri

Bu kestirimin yapılabilmesi için son akış şemasından öteye, bütün teknik resimlerin de mevcut olması gerekmektedir. Burada makina-teçhizat fiyatları teklif yoluyla elde edilmeli, değişik işler için gerekli adam-saatler saptanmalıdır. Arazinin jeodezik yapısı incelenmeli ve zemin deneyleri yapılmalıdır. Bu işlemler genellikle bir müteahhitlik firması tarafından yapılmalıdır (Tigrel ve Alper, 1995).



4. YARI OPTİK GRAFİK ALGILAMA YÖNTEMİYLE CostCAD PROGRAMI İÇİN VERİ TABANI OLUŞTURMA(OCUREFIT*)

Geliştirilen CostCAD maliyet kestirim programı, geniş bir veri tabanı kullanmaktadır. Veri tabanı ise, Visual Basic 3.0 dilinde hazırlanıp windows altında çalışan OCUREFIT ("semi optical graphic recognizig for direct curve fitting") programı ile oluşturulmuştur.

4.1 OCUREFIT Programı

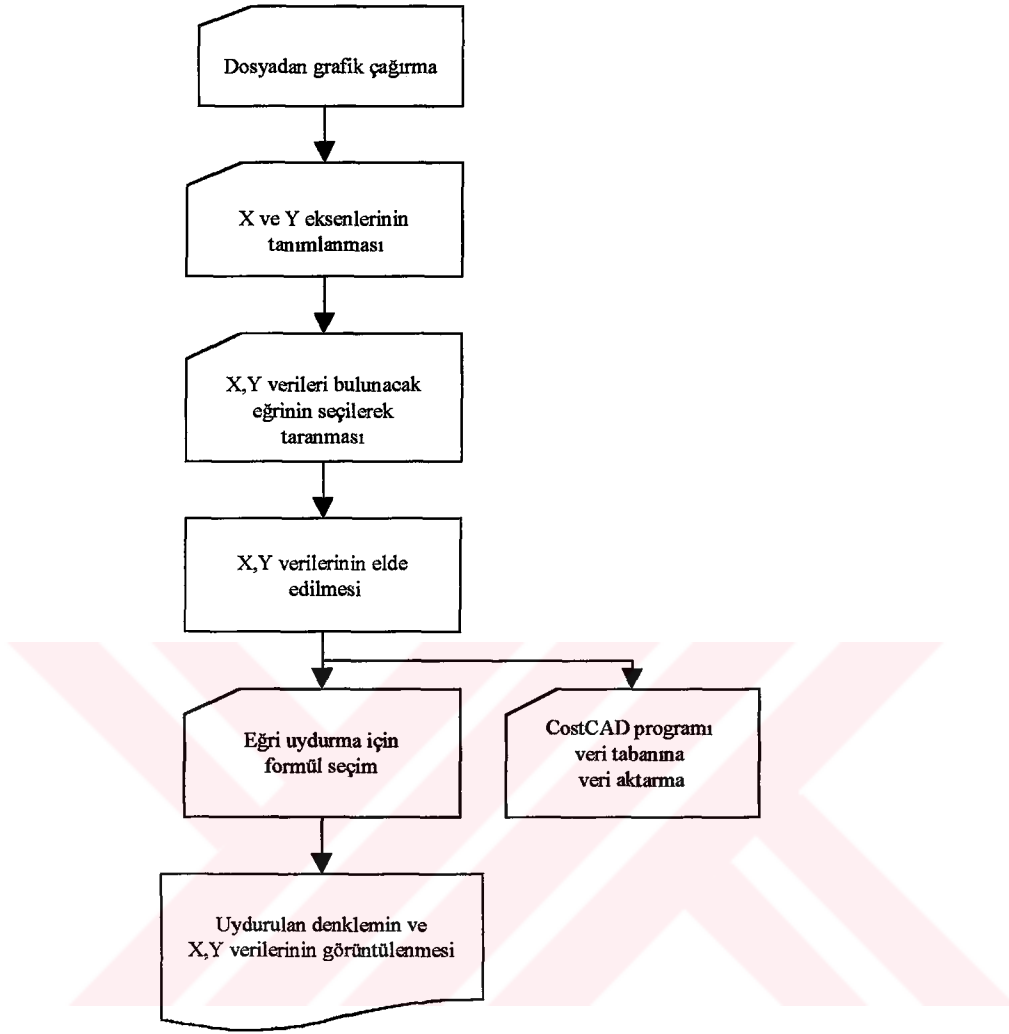
OCUREFIT programı, bilgisayara bir elektronik tarayıcı(scanner) ile önceden aktarılmış olan hazır grafiklerden veri taraması yapan ve kullanıcının enteraktif yeteneğine bağlı olarak(istenen grafiklerin kullanıcı tarafından düzgün bir biçimde verilmesi), sonuçları çok düşük bir (%0.1) hata payıyla ya da hatasız veren bir programdır(Ozkan ve Baykara, 1997).

Programda kartezyen koordinatlar yanısıra, yarı logaritmik ya da tam logaritmik grafikler de hassas bir biçimde işleme tabi tutulmaktadır. Şimdilik iki boyutlu (2-D) çalışan bu program, kolaylıkla grafik üzerindeki istenen bir noktadan (genellikle eğriden) grafik bazında X,Y değerlerini mükemmel bir biçimde okuyabilmektedir.

Literatürde ilk olma şansını yakaladığı tahmin edilen OCUREFIT, elde edilen verilere(X,Y) “en küçük kareler” yöntemi uygulayarak beşinci mertebeye kadar bir polinomu başarılı bir şekilde uydurabilmektedir (Ozkan ve Baykara, 1997). Eğri uydurma sırasında oluşturulan matris Chebyshev yöntemi kullanılarak çözülmektedir. Bunun yanında sürekli gelişen bilgisayar dünyasında CostCAD'e veri aktarımını kolaylaştırmak için günümüz koşullarına uyan ve gelecekte de popüler bir veri tabanı olacağı düşünülen Microsoft Access veri tabanı kullanılmıştır.

OCUREFIT programına ait basitleştirilmiş akış şeması Şekil 4.1’de verilmektedir.

* OCUREFIT programının tüm hakları tez sahibine aittir (1997).

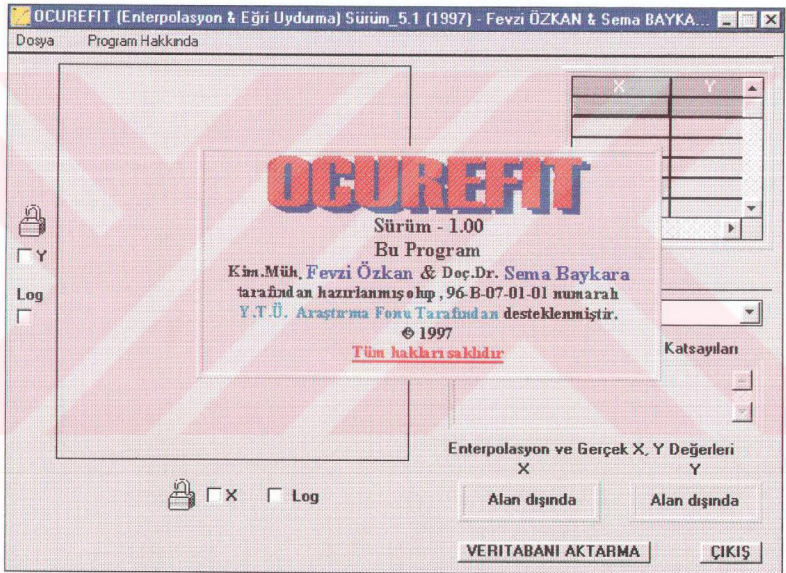


Şekil 4.1 OCUREFIT programı akış şeması

4.2 OCUREFIT Programının Kullanılması

Program kullanımı gayet basit olup, Şekil 4.2'de görüldüğü gibi, hedef grafiğin(üzerinde işlem yapacak grafik), sağ üst köşesinde hassasiyet sağlaması açısından görüntü büyütme alanı, alt ve sol kenarlarda Log/Log eksen sistemi seçim kutucukları ve eksen kitleme kutucukları bulunmaktadır. Diğer taraftan, taranan eğrinin gerçek X,Y değerlerini göstermek üzere ya da grafiksiz kullanım için de geçerli olan, XY çizelgesi oluşturulmuştur. Çizelgenin alt kısmına bakılacak olursa, eğri taramayı aktif hale getiren "Eğri Tarama ve Algılama" kutucuğu görülür. Bir alt kısımda X,Y veri çiftlerine

denklem uydurulmasını mümkün kılabilmek için, bir çekme kutusu("combo box") yerleştirilmiştir. Bu alan eğri için istenen denklem seçimini sağlamanın yanısıra programa talimat vererek, seçilen denklem katsayılarını hesaplatırıp, "Eğriye uydurulan denklem ve katsayıları" yazım kutusunu aktif hale getirir. En altta kalan X ve Y "Enterpolasyon ve X ve Y'nin gerçek değeri" kısmı, formülü belirlenen bir eğri için verilen X değerine karşılık gelen Y noktasını bulmaktadır. Aynı zamanda bu alan, fare("mouse") ile hedef grafik üzerinde yapılacak hareketlerin gerçek koordinatlarını göstermekte de kullanılmaktadır.



Şekil 4.2 OCUREFIT programının genel görünüşü.

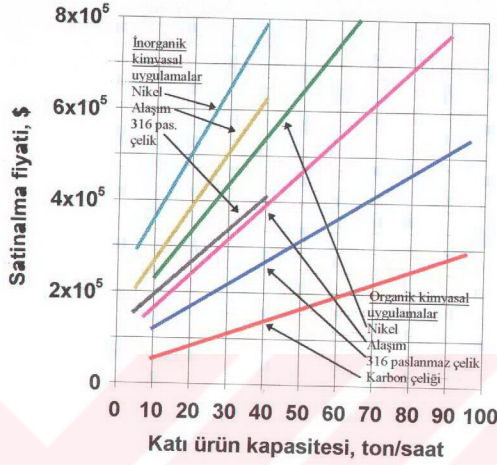
Programı kullanabilmek için ilk önce, bilgisayara hedef grafiğin bir elektronik tarayıcı ("scanner") ile aktarılması gerekmektedir. Grafik, bir dosya("file") olarak OCUREFIT programının "Dosya" seçeneğinden seçilerek "Aç" kliklenir. Bu işlem seçilen grafiği otomatik olarak hedef grafik alanına getirir. Grafiğin logaritmik olması durumunda, ilgili eksen için "log" kutucukları kiliklenir. Sonraki aşama, her eksen için grafik üzerindeki

gerçek noktaların birer birer programa tanıtılması işlemidir. Bu işlem sırasında her iki eksen için kilit kutucuğu kliklenerek, kilitlenir ve eksenin her değeri için grafik üzeri kliklenerek, işlem tamamlandığında kilit tekrar açılır. Aynı işlem diğer eksen için de yapılır. Tüm bu işlemlerden sonra grafiğin gerçek koordinatları OCUREFIT tarafından belirlenmiş olur. Dikkat edilmesi gereken bir husus da eksenlerin logaritmik olup olmadığıdır. Çünkü, OCUREFIT logaritmik hassasiyet gösteren bir programdır.

Yukarıdaki aşamaların başarıyla gerçekleştirilmesi hedef grafikten istenilen eğri/eğrilerin verilerinin okunmasına hazırlık işlemlerinin tamamlandığını gösterir. Bu aşamada "Eğri Tanıma ve Algılama" kutucuğu kliklenerek, istenilen eğrinin üzerinde hassas kliklemeler yapılmalıdır. Unutulmamalıdır ki, her klikleme bir X,Y çifti demektir. Dikkatle yapılacak kliklemeler en yakın hassasiyeti sağlayacaktır. Her kliklemeden sonra gerçek veri değerleri XY çizelgesinde yerlerini sıralanarak alacaklardır. Tüm klikleme işlemleri bitirildikten sonra, çekme kutusundan istenilen eğri denklemi seçilirse, eğriye uydurulan denklem katsayılarıyla birlikte yazı görüntü kutusundan("text box") görülür. Ayrıca program tarafından hesaplanmış olan korelasyon katsayısı da biraz aşağıda çıkar.

Buraya kadar anlatılan kısım OCUREFIT programının bağımsız kullanımına aittir. Program ileride açıklanacak olan CostCAD programına veri aktarmak için kullanıldığında, yukarıda anlatılan tüm aşamalardan sonra, en altta bulunan "Veri tabanı" düğmesi kliklenmelidir. Bu işlem programın bir parçası olan "Veri Tabanı Arayüzü" programını çalıştıracaktır (Şekil 4.3).

Şekil 4.3'den görüldüğü gibi ekipmana ait olan grafik bilgileri veri taraması işlemi bitirildikten sonra, kullanıcı tarafından "Ana Grafik Bilgileri" alanına işlenmektedir. Ana grafik bilgileri alanında; grafik kodu, grafik adı, grafik açıklaması, x-eksen adı, y-eksen adı, grafiğe ait endeks türü, grafik yılı, grafik eksenleri türü (logaritmik ya da kartezyen) bulunmaktadır. Bir grafikte makina-teçhizatın farklı türleri için birden fazla eğri bulunabilir. Bu nedenle her eğriye ait karakteristik değerlerin girilebilmesi için bir alt sınıflandırma yapılması zorunludur. Bu nedenle "Eğri bilgileri" kısmında grafik üzerindeki her eğri için ilgili alanlar girilir ve kayıt edilir. Son aşamada "Ayrıntılar" çizelgesine veri aktarımı ise



Şekil 4.4 Santrifüjler (Peter & Timerhaus, 1991, Şekil 14-75, sayfa 561)

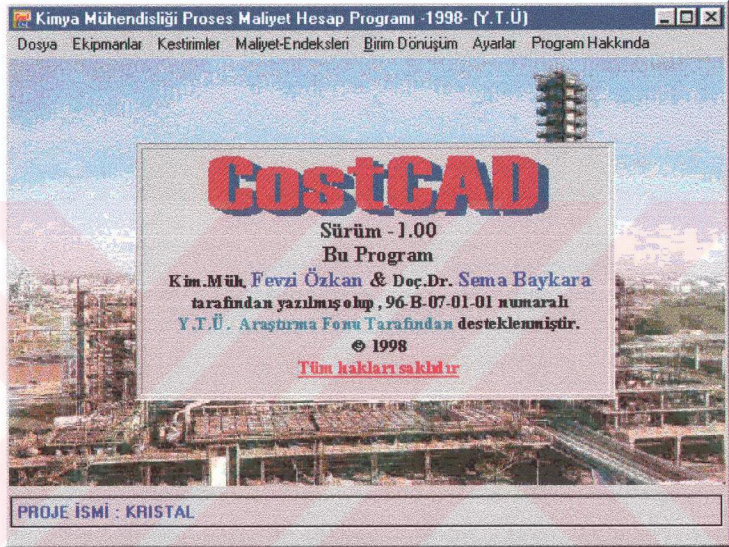
Şekil 4.5'te santrifüjlerle ilgili bir grafikten, organik kimyasal uygulamaları için "karbon çelik" olan bir santrifüj ekipmanı seçilerek, yukarıda açıklanan program aşamalarıyla gerekli işlemler yapılarak eğriye ait X,Y verileri ve uydurulan denklem bulunmuştur.

Şekil 4.6 ise, hedef grafikten seçilen eğrinin X,Y veri çiftleri bulunduktan ve denklem uydurulduktan sonra, CostCAD programına veri gönderilmesi (veri tabanına işlenmesi) ara yüzünü göstermektedir.

Sonuç olarak, OCUREFIT programı, CostCAD programının bir parçası olarak çalışsa da bağımsız bir program olma niteliğini taşımaktadır. OCUREFIT programıyla, istenilen grafikten bir eğrinin X,Y veri çiftleri kolayca ve daha hassas (göz yanılgılarını ve kişisel veri okuma kabiliyetini ortadan kaldırarak) bir biçimde elde edilebilmektedir. Ayrıca kendi alanında ilk olan bu programın, mühendislerin işlerini çok kolaylaştıracağı bir gerçektir.

5. CostCAD PROGRAMI ve MALİYET HESAPLAMALARI

CostCAD* programı ile kimyasal tesislerde sabit sermaye, işletme sermayesi ve amortisman hesaplamaları, ekipman seçim kriterleri yanında, veri tabanında mevcut olan hazır kimyasal tesislerden farklı kapasitedeki tesislerin maliyetleri hesaplanabilmektedir(Ozkan ve Baykara, 1998).



Şekil 5.1 CostCAD programının ana(açılış) menü görüntüsü

5.1 CostCAD Programı

Şekil 5.1'de CostCAD programı Visual Basic 3.0** dilinde yazılmış olup, Windows 3.1/95 ortamında çalışmaktadır. CostCAD programı için 486 tabanlı bir bilgisayar yeterli olmaktadır. CostCAD çalıştırıldığında Şekil 5.1'deki menü görünür. Bu giriş menüsü tamamiyle enteraktif olup, kullanıcı yapacağı işlemleri menüden seçerek yapmaktadır.

CostCAD programı ana giriş ekran menüsü yapılan çalışmaların bilgisayar ortamına kayıt/çağırma işlemlerini sağlayan "Dosya", tüm makina-teçhizat seçimi tamamlandıktan

* CostCAD programının tüm hakları tez sahibine aittir (1998).

** Visual Basic 3.0 ve Access veri tabanı Microsoft firmasının ürünleridir.

sonra “Kestirimler”, makina-teçhizatların fiyatlarını güncelleyen “Maliyet-Endeksleri”, makina-teçhizatı seçebilmek için “Ekipmanlar” ve kullanıcının bağımsız birim dönüşümünü sağlayacak olan “Birim Dönüşüm” kısımlarından oluşmaktadır.

CostCAD programı doğrudan veri tabanına bağlı olduğundan, veri tabanındaki herhangi bir değişiklikten hemen haberdar olmaktadır. Bu ise devamlı güncellenen veri tabanının sayesinde CostCAD programının da hemen güncelleneceği anlamını taşımaktadır.

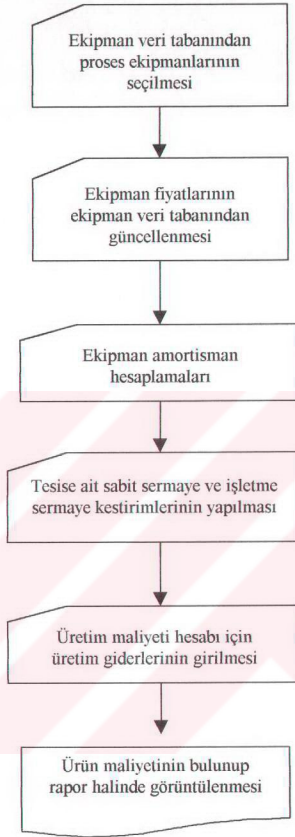
Veri tabanı ise günümüzde sıkça kullanılan “access” veri tabanı olup, windows ürünleri tarafından rahatlıkla güncellenebilmektedir. Bu nedenle CostCAD programı yalnızca hazırlayanın girdiği verileri kullanmakla yetinmeyip aynı zamanda diğer kullanıcılara da kendi verilerini girmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca günümüzde veri tabanını internetten bile güncelleştirip, CostCAD programını kullanmak mümkündür.

Kullanıcıya kolaylık sağlaması açısından CostCAD’de kullanıcının girmesi gereken değerler “mavi”, veri tabanından aranan fakat kullanıcının değiştiremeyeceği veriler “kırmızı” ve CostCAD’de hesaplanıp kullanıcının değiştirebildiği değerler “siyah” renkte tasarlanmıştır.

CostCAD programının akış şeması Şekil 5.2’de verilmiştir.

5.2 CostCAD Programının Kullanılması

CostCAD enteraktif bir program olmasından dolayı kullanıcı tarafından yönlendirilmelidir. Kullanıcı ilk önce ana giriş menüsünden Ekipmanlar menü butonunu klikleyerek Şekil 5.3’deki bilgileri görür. En üstteki çekme kutusundan ("combo box") istediği makina-teçhizat kategorisini klikleyerek seçer. Seçme işlemi tamamlanır tamamlanmaz, çekme kutusunun altında bulunan “Ekipman Türü” tablosunda seçilen makina-teçhizata ait alt ekipman türleri görülür. Kullanıcı bunlardan istediğini seçmekte serbestir. Eğer kullanıcının maliyet analizini yapacağı kimyasal tesiste seçtiği ekipmandan birkaç tane varsa, hemen tablonun altında bulunan “Adet” kutucuğuna adetini yazarak, ekipmanların bir birinin aynısı ya da farklı olduğunu belirten seçimlerden ("radio button") tercihini belirterek “Ekipman(ları) Seç” butonunu klikler. En altta bulunan tabloda seçilen ekipman türleri, adedi ve ileride fiyatı hesaplanacak ekipmanın satın alma fiyatı görülür. Tüm makina



Şekil 5.2 CostCAD programı akış şeması

teçhizatın seçimi bitirildikten sonra, ekipman maliyetleri alt programını çalıştırmak için “Ekipman Maliyetleri” CostCAD giriş ekranı “Ekipmanlar”dan kliklenir(Şekil 5.1).

EKIPMAN SEÇİM ORTAMI

EKİPMAN VERİ TABANI

EKİPMANLAR

Raf lar, kule raf ları

Raf lar, kule raf ları

Reaktör, çeketli ve karıştırma

Santrifüj ayırıcılar-1

Santrifüj ayırıcılar-2

Santrifüj Filtreler

Santrifüj Körükler(Fan)

Santrifüjler

Tanklar (Kaynak : Garrett)

☐ 1 Adet ☒ Aynı tür ☐ Farklı tür

Ekipman(ları) Seç

Birim Dönüştürme

NO	SEÇİLEN EKİPMAN (ÜÇLÜK)	MÜCE	EKİPMAN FİYATI
65	Isı değiştirici, hava soğutmalı [4,5,6,8,12 borulu sıralar]	1	33 652 \$
66	Kolonlar [Dolgu kolon, paslanmaz çelik]	1	89 334 \$
67	Kolonlar [Kampanalı kolon, paslanmaz çelik]	1	397 523 \$
68	Kolonlar [Dolgu kolon, paslanmaz çelik]	2	13 386 \$
69	Kolonlar [Dolgu kolon, paslanmaz çelik]	1	2 041 \$
70	Kolonlar [Dolgu kolon, paslanmaz çelik]	1	14 998 \$
71	Kolon dolguları [Beril ezişi, porzelen]	1	2 422 \$
72	Raf lar, kule raf ları [Vana raf ları(Valve trays) (paslanmaz çelik)]	1	22 351 \$

Ekipman Seçim İptal

Üzöl Ekipman

Rapor Hazırlama

Çıkış

Şekil 5.3 CostCAD makina-teçhizat(ekipman) seçim alt program ara yüzü

Ekipman maliyetlendirme alt programı kullanım düzeni Şekil 5.4'te görüldüğü gibidir. Bu alt program bir önceki alt programda kullanıcının seçmiş olduğu ekipmanların satın alma ve diğer maliyetlerinin hesaplanmasını mümkün kılmaktadır. Seçilen ekipmanlar Şekil 5.4'te gösterilen alt program görüntüsünün en üst kısmında bulunan çekme kutusundan("combo box") teker teker kliklenerek her ekipman için gerekli ayrıntılar girilir. Ekipmanlardan birinin kliklendiğini varsayarsak, ilgili ekipmana ait "Ekipman Maliyet Grafiği", ekipman hakkında açıklamaları gösteren "Grafik Açıklamasını", grafiğin veri tabanına işlenme anındaki birimlerini, grafiğin ait olduğu yılı, grafik için öngörülen endeks türünü ve değerini otomatik olarak ekrana yansıtır. Kullanıcının yapması gereken tek şey, elindeki kapasite değerini ve birimini "Ekipman Fiyatı Hesabı" alanındaki yerlere işlemesi gerekmektedir. Kapasite değeri ve birimi ilgili yerlere girildikten sonra alt program otomatik olarak veri tabanından gerekli okumaları yapar ve diğer güncellemeleri yaptıktan sonra kullanıcıya ekipmanın satın alma fiyatını "Ekipman Satınalma Fiyatı" yazı kutusunda ("text box") gösterir. Kullanıcı daha da ileri giderek ekipmana ait "Seçilen Ekipman Ayrıntısı" düğmesini tıklayarak ekipmana ait diğer ayrıntıları görebilir. Aynı zamanda ekipmana ait amortisman girişi de yapılacaksa CostCAD giriş menüsünden "Ekipmanlar" altında bulunan "Ekipman

Amortismanları” seçeneğini kliklenerek amortismanlara ait alt program devreye alınabilir. Ayrıca kullanıcıya her zaman lazım olabilecek “Birim Dönüştürme” ve “Hesap Makinası” alt programları “Ekipman Fiyat Kestirimi” penceresinin alt kısmına yerleştirilmiştir (Şekil 5.4). Ekipman montaj maliyeti için ekipman ayrıntılarına girilmesi ve sorgulanması gerekmektedir. Eğer kullanıcı montaj maliyetini satınalma maliyet fiyatının bir yüzdesi olarak vermek istiyorsa ilgili montaj alanının yanındaki yazı kutusuna yüzde miktarını yazarak ekipman montaj maliyetini elde eder. Bu kısımda en son olarak, ekipman için beklenmeyen bir gider, satınalma maliyet fiyatının yüzdesi olarak verilebilir ve cihaza ait son toplam fiyat elde edilir. Şimdiye kadar anlatılan tüm işlemler her ekipman için ayrı ayrı yapılmalıdır. Alt programdan çıkış yapıldığında tekrar CostCAD giriş menüsüne dönlür (Şekil 5.1).

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

2..Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (büyük tanklar)]

EKİPMAN MALİYET GRAFIĞI

SATINALMA FİYATI, dolar (\$)

Tank hacmi, US gal

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri 31700.64 US gal Birimi 120.09 m3 Farklı Birim ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih 25.06.1985 Grafik Tarihi 1987 Grafik Endeks Türü CE Endeksi

Güncel Endeks 325.00 Grafik Endeks 324.00 Ekipman Ömürü 0 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Ekipman Satınalma Fiyatı 31 746.05 \$

Büyütme Katsayısı 2.00 + Yüzde %00 = Montaj Gideri 0.00

%00 = Diğer Ekipman Giderleri 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı 63 492.10 \$

Açıklama
Grafik yumuşak çelik malzeme için verilmiştir. Kauçuk kaplama için 1.5.
Kurşun astar için 1.6. Çelik için 2.0

Seçilen Ekipman Ayrıntısı Birim Dönüştür Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil 5.4 CostCAD makina-teçhizat satınalma maliyetini hesaplayan veri tabanı ara yüzü

Yukarıda anlatılan tüm aşamaların yürütülmesiyle eldeki makina-teçhizatın satınalma ve diğer ayrıntıları CostCAD bilgisayar programına girilmiş olur. Sabit sermaye, işletme sermayesi ve üretim maliyetlerini hesaplamak için CostCAD ana giriş menüsünde “Kestirimler” seçeneği kliklenmelidir (Şekil 5.1).

CostCAD programı sabit sermaye yatırımı katı, katı-akışkan ve akışkan tesisi olmak üzere üç tür tesis için hesaplayabilmektedir. Kullanıcı hangisi için sabit sermaye ve işletme sermayesi hesaplamak istiyorsa bir tanesini seçmek zorundadır. Sabit sermaye alt programı sabit sermaye ve işletme sermayesi hesaplarken kullanıcının seçmiş olduğu tesisin yüzdeleri kullanarak işlem yapmaktadır(Şekil 5.5).

Sabit sermaye ve işletme sermayelerinin hesaplanmasından sonra kullanıcı üretim maliyetini hesaplamak için CostCAD giriş menüsünden “Kestirimler” başlığı altından “Üretim Maliyeti Kestirimi” seçeneğini klikler. Üretim maliyeti hesap alt programı Şekil 5.6’te görülmektedir

KATI-AKIŞKAN İŞLEYEN TESİS İÇİN

Makina-Tecchizat Teslimat Maliyeti Yüzdesinden Sermaye Yatırımı Kalemlerinin Tahmini

YATIRIM KALEMLERİ		% PAY	TUTARI
Doğrudan Harcamalar			
Makina-tecchizat teslimat maliyeti.....	100	218 436.82 \$	
Makina-tecchizat montajı.....	7	15 290.57 \$	
Ölçü ve kontrol sistemleri(montaj dahil).....	30	65 531.05 \$	
Boru hatları (montaj dahil).....	40	87 374.73 \$	
Elektrik işleri (montaj dahil).....	15	32 765.52 \$	
Binalar.....	0	0.00 \$	
Arazi düzenlemeleri.....	10	21 843.68 \$	
Yardımcı ve ortak tesisler.....	55	120 140.25 \$	
Arazi.....	0	0.00 \$	
TOPLAM 1		561 382.62 \$	
Dolaylı Harcamalar			
Mühendislik ve süpervizyon.....	40	87 374.73 \$	
İnşaat giderleri.....	34	74 268.52 \$	
TOPLAM 2		723 025.87 \$	
Müteahhlik (0.05*Toplam 1).....	25	54 609.21 \$	
Beklenmeyen giderler (0.02*Toplam 1).....	36	78 637.26 \$	
Sabit sermaye yatırımı, Yss.....	392	856 272.33 \$	
İşletme sermayesi (0.15*Yss).....	10	21 843.68 \$	
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI		878 116.01 \$	

YAZDIR Hesap Makinası Çıkış

Şekil 5.5 CostCAD sermaye kestirim alt program ara yüzü

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: _____ TESIS ADI: _____

PROJE YILI: 1998 PROJE MÜHENDİSİ: _____

GÜN/YIL: 360 YILLIK KAPASİTE: 0.00 ton/yıl ...?

SABİT SERMAYE YATIRIMI: 0.00 \$ İŞLETME SERMAYESİ: 0.00 \$

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESIS GENEL

A. DOĞRUDAN ÜRETİM MALİYETİ

	% PAY	TUTARI
1.Hammadde Maliyeti		0.00 \$/yıl ...?
2.Doğrudan İşçilik Maliyeti(DİM)		0.00 \$/yıl
3.Doğrudan Danışmanlık(DİM'in %10-25)	10	0.00 \$/yıl
4.Ütiliteler		0.00 \$/yıl ...?
5.Bakım ve Onarım(BO) ve (Yss'nin %2-10)	8	0.00 \$/yıl
6.Üretim Yardımcıları(Yss'nin %0.5-1)	1	0.00 \$/yıl
7.Laboratuvar Giderleri(DİM'in %10-20)	15	0.00 \$/yıl
8.Patentler ve Telif Hakları		0.00 \$/yıl
TOPLAM		0.00 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 5.6 CostCAD üretim maliyeti kestirim alt program ara yüzü

HAMMADDE VERİTABANI

HAMMADDE VERİ TABANI

KİMYASAL HAMMADDE İSMİ	YIL	BİRİMİ	FİYATI, \$
Akrilonitril, tanklar	1990	lb	0.45
Alil alkol, tanklar,	1990	lb	1.00
Amonyak, anhidrit, tanklar	1990	t	110.00
Anilin, tanklar	1990	lb	0.57
Asetaldehit, %99, tanklar	1990	lb	0.47
Asetik anhidrit, tanklar	1990	lb	0.46
Asetik asit, teknik, tanklar	1990	lb	0.29
Aseton, tanklar	1990	lb	0.29
Bakır klorür, anhidrit, carlots	1990	lb	2.37

Hammmade Arama: _____ Hammmade Sil Hammmade İlave

HAMMADDE SEÇİM ve FİYATLANDIRMA

Hammmade Adı: Akrilonitril, tanklar

Hammmade Miktarı: 0 lb/yıl Beklenen birim: ...?

Hammmade Yılı: 1990

Hesaplanmış Fiyatı: 0.00 \$/yıl

Hammmadeyi Seç

SEÇİLEN HAMMADDE ADI	YIL	MİKTARI	BİRİMİ	FİYATI, \$

Seçim İptal Toplam Hammmade Maliyeti: 0.00 \$

Çıkış

Şekil 5.7 CostCAD hammmade veri tabanı alt program ara yüzü

ÜTİLİTELER

ÜTİLİTE VERİ TABANI

UTILITY ADI	YIL	BİRİM	FIYATI \$
Kömür	1990	1 ton	55.00
Soğutma(amonyaklı), 34F'a	1990	1 ton	2.00
Su (proses için), destile edilmiş	1990	1 000 gal	4.00
Su (proses için), lütle ve	1990	1 000 gal	1.50
Su (proses için), şehir suyu	1990	1 000 gal	1.50
Su (soğutma için), kule suyu	1990	1 000 gal	0.26
Su (soğutma için), kuyu suyu	1990	1 000 gal	0.50
Su (soğutma için), nehir ya da deniz	1990	1 000 gal	0.20
Üretim gazı, std. koşullarda,	1990	1 000 R3	4.85

Hammadde Arama

HAMMADDE SEÇİM ve FİYATLANDIRMA

Ütilite Adı

Ütilite Miktarı ton/yıl Beklenen birim ...?

Ütilite Yılı

Hesaplanmış Fiyatı \$/yıl

Ütiliteyi Seç

SEÇİLEN ÜTİLİTE ADI	YIL	MİKTAR	BİRİM	FIYAT

Toplam Ütilite Maliyeti \$

Şekil 5.8 CostCAD ütilite veri tabanı alt program ara yüzü

TOPLAM ÜRETİM MALİYET RAPORU

PROJE ADI TESİS ADI

PROJE YILI PROJE MÜHENDİSİ

YILLIK KAPASİTE ton/yıl

SABİT SERMAYE YATIRIMI \$ İŞLETME SERMAYESİ \$

BİRİM ÜRÜN MALİYET HESABI

DOĞRUDAN ÜRETİM MALİYETİ	1 902 264.27 \$/yıl
SABİT ÜRETİM MALİYETLERİ	3 170 440.46 \$/yıl
TESİS BAZI GİDERLER	0.00 \$/yıl
GENEL GİDERLER	2 113 626.97 \$/yıl
DİĞER MALİYETLER	0.00 \$/yıl
TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ	7 186 331.70 \$/yıl

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ \$ / ton

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ \$/ton

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ TL/ton

Şekil 5.9 CostCAD üretim maliyeti kestirimi raporu alt program ara yüzü

Üretim maliyeti kestirimi alt programı kullanıcının enteraktif olarak kullanacağı “Doğrudan”, “Sabit”, “Tesis” ve “Genel” giderleri içeren veri giriş ara yüzlerinden oluşmaktadır. Ayrıca bu alt program “Hammadde Maliyeti Veri Tabanı” ve “Ütiliteler Veri Tabanı” ile desteklenmiştir(Şekil 5.7-8) (Peters ve Timmerhaus, 1991).

Hammadde ve Ütilite alt programlarında yapılacak tüm işlemler otomatik olarak üretim maliyeti kestirim alt programına aktarılır. Kullanıcı kendisini ilgilendiren tüm üretim maliyeti kestirim giderlerini girerek proste üretilmesi düşünülen mamülün kestirilmiş maliyetini belirlemiş olur. CostCAD son olarak kullanıcıya şimdiye kadar yapmış olduğu tüm işlemleri özet haline getiren “Üretim Maliyet Raporu”nu da vermektedir. Bu raporu görmek için ana CostCAD giriş menüsünden “Kestirimler” başlığı altından “Üretim Maliyet Raporu” seçeneği seçilmelidir. Üretim maliyet raporu için bir örnek Şekil 5.9’de verilmektedir.

Sonuç olarak, CostCAD ile enteraktif olarak bir kimyasal proses tesisinin sabit, işletme sermayesi ve üretim maliyeti kestirimi kolaylıkla gerçekleştirilebilir Bu programın kullanılmasıyla uzun zaman alacak hesaplamalar hızlı bir şekilde yapılabilir.

6. CostCAD İLE UYGULAMALAR

6.1 Bir Elektronik Teçhizat Fabrikasında Atık Su Arıtma Tesisi İçin Sabit Sermaye ve İşletme Maliyetinin Hesaplanması

Bu örnekte bir elektronik teçhizat fabrikasında (Garrett,1989) açığa çıkan asit ve metal ihtiva eden su çözeltisi atığını gidermek üzere kurulacak bir tesisin ön maliyeti hesaplanmaktadır. Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucu sodyum karbonat (Na_2CO_3)'ın etkili sonuçlar verdiği bulunmuştur. Yeni kurulacak bu atık arıtım tesisi için gerekli ekipmanlar şunlardır:

- Kıvamlaştırıcı (40 ft (= 12.19 m) çaplı, yumuşak çelik)
- Dönel vakumlu filtre (50 ft^2 (= 4.64 m^2), 1 ton/h, yumuşak çelik)
- Filtre yardımcıları (vakum pompası, sıvı tutucuları vs.)

Yukarıda belirtilen ekipmanlar dışındaki toplam 90 000 \$'lık ekipman fiyatları üretici firmadan doğrudan alınmış bulunmaktadır.

Tesis için gerekli olan diğer bilgiler şöyledir:

- Makine-teçhizatlar(ekipmanlar) 365 gün üzerinden % 90 verimle çalışacak şekilde boyutlandırılmıştır.
- Tesiste kullanılan motorlar için fiyatı 0.09 \$/kWh 'tan yıllık 80 hp (= 59.6 kW) gerekmektedir.
- İnşaat asansörü için birim fiyatı 0.80 \$/gal olan yakıttan yılda 1000 gal (=3.785 m^3) tüketilmektedir.
- Kullanılacak olan 5ppm kıvamlaştırıcının lb(= 0.453 kg) fiyatı 8 \$'dır.
- Tüketilen soda'nın ton fiyatı 131\$ olup, nakliyesi ton başına 19 \$'dır.
- %25'lik Na_2CO_3 çözeltisi kesikli olarak 10 lb/gal'dan (= 1198.2 kg/m^3) olacak şekilde hazırlanıp, tesiste 3 gal/dak (= 0.00019 m^3/s)'lık bir akış hızıyla kullanılacaktır.
- Ortalama işçi ücreti saat başına 12 \$'dır.
- Atık tesise 100 gal/dak (= 0.0063 m^3/s) akış hızı ile girmektedir.

Yukarıdaki tesisin sabit sermayesi ve işletme giderleri 1989 yılı için CostCAD ile hesaplanmaktadır. Ekipman verileri ilgili grafiklerden alınmıştır(Garrett, 1989).

Çözüm(Garret, 1989 s.382-386):

Makina-teçhizatlar	Fiyatı
Doğrudan fiyat sorgulamaları (özel ekipmanlar)	90 000 \$
Kıvamlaştırıcı(Thickener) ($0.7 * 350/320 * 88\ 000\ \$ = 67\ 375\ \$$)	67 000 \$
Filtre ($40\ 000\ \$ * 350/320 = 43\ 750\ \$$)	44 000 \$
Filtre yardımcıları ($44\ 000\ \$ * 0.50 = 22\ 000\ \$$)	22 000 \$
Toplam ekipman maliyeti	223 000 \$

Sabit Sermaye ve İşletme S ermaye Kestirimi

Kalemler	Oran
Ekipman toplamı = 223 000 \$	1.00
Borulama	0.40
Elektrik	0.15
Enstrümantasyon	0.30
Utiliteler	0.30
Kurma, yapı	0.07
İzolasyon	0
Boyama, güvenlik	0.10
Arazi düzenleme	0.10
Çevresel düzenleme	0
Binalar	0
Arazi	0
Kurma, mühendislik	0.40
Mütehhitlik	0.25
Beklenmeyen giderler	0.25
Toplam	3.32
 Toplam Tesis Maliyeti: $3.32 * 223\ 000\ \$$	 $= 740\ 000\ \$$
Yardımcı uniteler(off-site facility)	0
İşletmeye alma(Plant start-up)	10
İşletme sermayesi	10
Toplam	1.20
 Toplam Sermaye Yatırımı:	
$740\ 000\ \$ * 1.20 = 888\ 000\ \$$	$\approx 900\ 000\ \$$

Yukarıda toplam sermaye yatırımı bulunan tesisin üretim giderleri ve üretim maliyeti bulunur.

Ham maddeler :

a) Soda :

Yıllık soda miktarı :

$$\frac{3 \text{ gal / dak} * 10 \text{ lb / gal} * 0.25}{2000} * 330 \text{ gün} * 24 \text{ saat} * 60 \text{ dak} = 1782 \text{ ton/yıl}$$

Yıllık soda maliyeti :

$$1782 * (131 \$ / \text{ton soda} + 19 \$ / \text{ton nakliye}) = 267300 \$ / \text{yıl}$$

b) Kıvamlaştırıcı madde:

Kıvamlaştırıcı miktarı :

$$100 \text{ gal/dak} * 8.34 \text{ lb/gal} * 60 \text{ dak} * \frac{7920 \text{ saat} * 5}{10^6} = 1982 \text{ lb /yıl} (= 0.899 \text{ ton/yıl})$$

Yıllık kıvamlaştırıcı maliyeti : $1982 \text{ lb} * 8 \$ / \text{lb kıvamlaştırıcı} = 15853 \$ / \text{yıl}$ Toplam yıllık hammadde maliyeti : $267300 \$ / \text{yıl} + 15853 \$ / \text{yıl} = 283200 \$ / \text{yıl}$ **Utiliteler :**Elektrik gideri : $80 \text{ hp} * 0.746 \text{ kW/hp} * 7920 \text{ saat} * 0.09 \$ / \text{kWh} = 42500 \$ / \text{yıl}$ Yakıt gideri : $1000 \text{ gal} * 0.80 \$ / \text{gal} = 800 \$ / \text{yıl}$ Toplam yıllık utilite gideri : $42500 \$ / \text{yıl} + 800 \$ / \text{yıl} = 43300 \$ / \text{yıl}$ **İşçi giderleri :**

Tesis için 2 işçi ve 5 vardiyalı sistem uygun görülmüştür.

Toplam yıllık işçi gideri : $2 \text{ işçi} * 5 \text{ vardiya} * 52 \text{ hafta} * 40 \text{ saat} * 12 \$ / \text{saat} = 249600 \$ / \text{yıl}$ **Faktörlenebilen üretim giderlerini hesaplayalım:**

Kalemler	%	Maliyet
İşçilik ile ilgili : (249 600 \$/yıl)		
İdari giderler	40	
Süpervizyon	10	
Laboratuar harcamaları	10	
Ara toplam	60	149 800 \$/yıl

Sermayeye ilgili : $(740000 \$ + 74000 \$ \text{ işletmeye alma} = 814000 \$ \text{ üzerinden})$

Bakım ve onarım 6

Üretim yardımcıları 1.5

Çevre giderleri	1.5	
Amortisman(yıpranma)	10	
Vergiler, sigortalama	4	
Tesis giderleri	3	
Ara toplam	26	211 800 \$/yıl

Satış ile ilgili:

Patent ve telif hakları	0	
Paketleme	0	
Dağıtım ve satış	0	
Yönetim giderleri	10	
Araştırma ve geliştirme (AR-GE)	0.5	
Ara toplam	10.5	86 200 \$/yıl

Toplam üretim giderleri	1 023 900 \$/yıl
-------------------------	------------------

İşlenen atık maliyeti :

$$100 \text{ gal/dak} * 8.34 * 7\,920 \text{ saat} * 60 \text{ dak} = 3.963 \times 10^8 \text{ gal} / 1\,023\,900 \text{ $/yıl}$$

$$= 2.58 \text{ $} / 1\,000 \text{ gal}$$

$$= 0.681 \text{ $/m}^3$$

CostCAD çözümü :

EKİPMAN SEÇİM ORTAMI

EKİPMAN VERİ TABANI

EKİPMANLAR

EKİPMAN RESİM/SİNGE

Resim/Singe Girilmemiş

☐ Adet ☒ Aynı tür ☐ Farklı tür

Ekipman(ları) Seç **Birim Dönüştürme**

NO	SEÇİLEN EKİPMAN TÜRÜ (E)	SADET	EKİPMAN FİYATI
1	ÖZEL EKİPMAN (FİYATINI KULLANICI GİRECEK)	1	90 000 \$
2	Kıvımlaştırıcı (Kıvımlaştırıcı, Flake mekanizması, sürücülü)	1	64 788 \$
3	Filtreler (Kaynak: Garrett) (Dönel devir tipi)	1	63 649 \$

Ekipman Seçim İptal **Özel Ekipman** **Rapor Hazırlama** **Çıkış**

Şekil 6.1.1 CostCAD ekipman seçme arayüzü

Bundan sonraki uygulamalara ait ekipman fiyatlandırmaları Ek 1 ve Ek 2 bölümlerinde verilmektedir.

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

2..Kıvamlıştırıcı [Kıvamlıştırıcı, Rake mekanizması, sürücülü]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 40 ft Birimi: 12.19 m Farklı Birim: ...?

Güncel Tarih: 22.06.1989 Grafik Tarihi: 1989 Grafik Endeks Türü: CE Endeksi

Güncel Endeks: 355.00 Grafik Endeks: 355.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 0.70 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

%00 = Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 64 788.23 \$

Açıklama:
Kurma faktörü: ort. 2.12
(40 ft için) Tank faktörü: Beton/çelik 0.7 'dir.

Şekil 6.1.2 CostCAD kıvamlıştırıcı ekipmanı fiyatlandırma

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

3..Filtreler (Kaynak: Garrett) [Dönel davul tipi]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 50 ft2 Birimi: 4.64 m2 Farklı Birim: ...?

Güncel Tarih: 22.06.1989 Grafik Tarihi: 1987 Grafik Endeks Türü: CE Endeksi

Güncel Endeks: 355.00 Grafik Endeks: 324.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

%50 = Diğer Ekipman Giderleri: 21 216.20

Toplam Ekipman Fiyatı: 63 648.59 \$

Açıklama:
Montaj faktörü: ort. 1.69
Vakum filtre yardımcıları: Filtre fiyatının % 50'si.

Şekil 6.1.3 CostCAD filtre ekipmanı fiyatlandırma

KATI-AKISKAN İŞLEYEN TESİS İÇİN

Makina-Tekhzizat Teslimat Maliyeti Yüzdesinden Sermaye Yatırımı Kalemlerinin Tahmini

YATIRIM KALEMLERİ

Doğrudan Harcamalar	% PAY	TUTARI
Makina-tehzizat teslimat maliyeti.....	100	218 436.02 \$
Makina-tehzizat montajı.....	7	15 290.57 \$
Ölçü ve kontrol sistemleri(montaj dahil).....	30	65 531.05 \$
Boru hatları (montaj dahil).....	40	87 374.73 \$
Elektrik işleri (montaj dahil).....	15	32 765.52 \$
Binalar.....	0	0.00 \$
Arazi düzenlemeleri.....	10	21 843.68 \$
Yardımcı ve ortak tesisler.....	55	120 140.25 \$
Arazi.....	0	0.00 \$
TOPLAM 1		561 382.62 \$

Dolaylı Harcamalar	% PAY	TUTARI
Mühendislik ve supervizyon.....	40	87 374.73 \$
İnşaat giderleri.....	34	74 268.52 \$
TOPLAM 2		723 025.87 \$

Müteahhitlik (0.05*Toplam 1).....	25	54 609.21 \$
Beklenmeyen giderler (0.02*Toplam 1).....	36	78 637.26 \$
Sabit sermaye yatırımı, Yss.....	392	856 272.33 \$
İşletme sermayesi (0.15*Yss).....	10	21 843.68 \$
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI		878 116.01 \$

YAZDIR Hesap Makinası Çıkış

Şekil 6.1.4 CostCAD sermaye kestirimi

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: **ELEKTRONİK** TESİS ADI: **ELEKTRONİK TESİSİ ATIK ARITMA ÜNİTESİ**

PROJE YILI: **1989** PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: **330** YILLIK KAPASİTE: **1 500 159.00 m3/yıl** ..?

SABİT SERMAYE YATIRIMI: **856 272.33 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **21 843.68 \$**

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESİS GENEL

A. DOĞRUDAN ÜRETİM MALİYETİ	% PAY	TUTARI
1.Hammadde Maliyeti		283 200.00 \$/yıl ..?
2.Doğrudan İşçilik Maliyeti(DİM)		249 600.00 \$/yıl
3.Doğrudan Danışmanlık(DİM'in %10-25)	10	24 960.00 \$/yıl
4.Üniteler		43 300.00 \$/yıl ..?
5.Bakım ve Onarım(BO) ve (Yss'nin %2-10)	6	51 376.34 \$/yıl
6.Üretim Yardımcıları(Yss'nin %0.5-1)	1.5	12 844.08 \$/yıl
7.Laboratuvar Giderleri(DİM'in %10-20)	10	24 960.00 \$/yıl
8.Patentler ve Telif Hakları		0.00 \$/yıl
TOPLAM		690 240.42 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.1.5 CostCAD doğrudan üretim giderleri girişi

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: **ELEKTRONİK** TESİS ADI: **ELEKTRONİK TESİSİ ATIK ARITMA ÜNİTESİ**

PROJE YILI: **1989** PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: **330** YILLIK KAPASİTE: **1 500 159.00 m3/yıl** ..?

SABİT SERMAYE YATIRIMI: **856 272.33 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **21 843.68 \$**

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMELE ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESİS GENEL

B. SABİT ÜRETİM MALİYETİ

	% PAY	TUTARI
1. Amortisman (Yıpranma) Maliyeti (Yss'nin %10'u)	10	85 627.23 \$/yıl
2. Vergiler (Yss'nin %1-4'u)	4	34 250.89 \$/yıl
3. Sigortalama (Yss'nin %0.4-1'i)	1	8 562.72 \$/yıl
4. Kiralar (Bina değerlerinin %8-12'si)	10	0.00 \$/yıl
TOPLAM		128 440.84 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.1.6 CostCAD sabit üretim giderleri girişi

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: **ELEKTRONİK** TESİS ADI: **ELEKTRONİK TESİSİ ATIK ARITMA ÜNİTESİ**

PROJE YILI: **1989** PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: **330** YILLIK KAPASİTE: **1 500 159.00 m3/yıl** ..?

SABİT SERMAYE YATIRIMI: **856 272.33 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **21 043.68 \$**

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMELE ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESİS GENEL

C. TESİS GİDERLERİ

	% PAY	TUTARI
1. MUHTELİF TESİS GİDERLERİ (DİM'in %50-70'i)	3	7 488.00 \$/yıl
+ İdari giderler + Paketleme + Sağlık Servisleri + Güvenlik ve Koruma + Yemekhane + Depolama		
TOPLAM		7 488.00 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.1.7 CostCAD doğrudan üretim giderleri girişi

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: **ELEKTRONİK** TESİS ADI: **ELEKTRONİK TESİSİ ATIK ARITMA ÜNİTESİ**

PROJE YILI: **1989** PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: **330** YILLIK KAPASİTE: **1 500 159.00** m³/yıl ..?

SABİT SERMAYE YATIRIMI: **856 272.33 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **21 843.68 \$**

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESİS GENEL

GENEL GİDERLER	% PAY	TUTARI
1.Yönetim Giderleri(DİM'in %15'i)	40	99 840.00 \$/yıl
+ Yönetici maaşları, Danışman maaşları, Yasal giderler, Büro giderleri, İletişim giderleri.		
2.Dağıtım ve Satış Giderleri		0.00 \$/yıl
+ Satış bürosu giderleri, Satış Temsilcileri giderleri, Nakliye ve Reklam giderleri.		
3.Araştırma ve Geliştirme (AR-GE)		1 053.00 \$/yıl
4.Finansman (Yatırım) (Y'ss'nin %0-10'u)	10	85 627.23 \$/yıl
TOPLAM		186 520.23 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.1.8 CostCAD genel üretim giderleri girişi

TOPLAM ÜRETİM MALİYET RAPORU

PROJE ADI: **ELEKTRONİK** TESİS ADI: **ELEKTRONİK TESİSİ ATIK ARITMA ÜNİTESİ**

PROJE YILI: **1989** PROJE MÜHENDİSİ:

YILLIK KAPASİTE: **1 500 159.00** m³/yıl

SABİT SERMAYE YATIRIMI: **856 272.33 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **21 843.68 \$**

BİRİM ÜRÜN MALİYET HESABI

DOĞRUDAN ÜRETİM MALİYETİ	690 240.42 \$/yıl
SABİT ÜRETİM MALİYETLERİ	128 440.84 \$/yıl
TESİS BAZI GİDERLER	7 488.00 \$/yıl
GENEL GİDERLER	186 520.23 \$/yıl
DİĞER MALİYETLER	0.00 \$/yıl
TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ	1 012 689.49 \$/yıl

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ	1 012 689.49 \$ / 1 500 159.00 m ³
BİRİM ÜRÜN MALİYETİ	0.675 \$/m ³
BİRİM ÜRÜN MALİYETİ	1 559.93 TL/m ³

Yazdır Çıkış

Şekil 6.1.9 CostCAD ürün üretim maliyeti kestirimi

6.2 Bir Kristalizasyon Ünitesi İçin Sabit Sermaye Hesabı

Bir kristalizasyon ünitesi aşağıdaki proses ekipmanlarından oluşmaktadır:

- 3 adet 1 000 gal (= 3.785 m³) karıştırmalı çelik tank,
- 1 adet 200 ft² (= 18.58 m²) çerçevesi, plakalı filtre, dökme demir
- 1 adet 1 000 ft² (= 92.90 m²) yatay-tüplü buharlaştırıcı(evaporatör),çelik
- 1 adet 300 ft (= 91.44 m) çelik mekanik kristalizatör
- 1 adet 200 ft² (= 18.58 m²) atmosferik raf kurutucu, çelik
- 2 adet 2 000 gal (= 56.63 m³) depolama tankı
- 1 adet 42 in (= 1.06 m) çelik kafesli santrifüj

Ekipmanlar kapalı alan içerisine monte edileceğinden minimum bir ek yardımcı servise ihtiyaç vardır. Ayrıca fazla otomasyona da gerek görülmemektedir. Buna göre ünite için gerekli olan sabit sermaye 1956, 1990 ve 1998 yılları için hesaplanabilir.

Çözüm(Aries,1956 s.241-242):

Ekipmanlar	Fiyatı	
3 adet 1 000 gal (= 3.785 m ³) karıştırmalı çelik tank,	9 300 \$	
1 adet 200 ft ² (= 18.58 m ²) çerçevesi, plakalı filtre, dökme demir	2 600 \$	
1 adet 1 000 ft ² (= 92.90 m ²) yatay-tüplü buharlaştırıcı(evaporatör),çelik	22 000 \$	
1 adet 300 ft (= 91.44 m) çelik mekanik kristalizatör	25 000 \$	
1 adet 200 ft ² (= 18.58 m ²) atmosferik raf kurutucu, çelik	2 500 \$	
2 adet 2 000 gal (= 56.63 m ³) depolama tankı	760 \$	
1 adet 42 in (= 1.06 m) çelik kafesli santrifüj	5 600 \$	
Toplam ekipman maliyeti	67 760 \$	
Kalemler	% Pay	Maliyet
Ekipman montaj maliyeti	43	29 100 \$
Borulama	36	24 400 \$
Enstrumentasyon	5	3 400 \$
İzolasyon	8	5 420 \$
Elektrik donanım	15	9 480 \$
Bina	80	54 200 \$
Arazi ve düzenleme	12	8 140 \$
Utiliteler	25	16 930 \$
Fiziki tesis maliyeti		218 830 \$

Mühendislik	30	65 800 \$
Müteahhitlik	7	15 400 \$
Doğrudan tesis maliyeti		300 030 \$
Beklenmedik giderler	10	30 003 \$
Toplam sabit sermaye yatırımı		330 033 \$

CostCAD çözümü :

1956 yılı için CostCAD çözümü (1990 yılı veri tabanı kullanılarak)

EKİPMAN SEÇİM ORTAMI

EKİPMAN VERİ TABANI

EKİPMANLAR
Santrifuj ayırıcılar-1

EKİPMAN TİPİ
Üstten asmalı filtrelili, çelik

EKİPMAN RESİM/SİMGE
Resim/Simge Girilmemiş

1 Adet ☒ Aynı tür ☐ Farklı tür Ekipman(ları) Seç Birim Dönüştürme

NO	SEÇİLEN EKİPMAN TÜRLERİ	ADET	EKİPMAN FİYATI
1	Karıştırma, depolama ve basınç tankları [Karıştırıcı tank, 304 Paslanmaz	3	11 631 \$
2	Levha ve çerçevesiz filtreler [Dökme demir]	1	1 677 \$
3	Buharlaştırıcılar/Evaporatör [Kurulu maliyet] [Yatay boru]	1	22 249 \$
4	Kristalizatörler-2 [Swenson-Walker mekanik kristalizatörleri, Çelik ya da	1	38 752 \$
5	Kurutucular-1 [Raf kurutucular, atmosferik, paslanmaz çelik]	1	7 235 \$
6	ÖZEL EKİPMAN (FİYATINI KULLANICI GİRECEK)	2	760 \$
7	Santrifuj ayırıcılar-1 [Üstten asmalı filtrelili, çelik]	1	6 128 \$

Ekipman Seçim İptal Özel Ekipman Rapor Hazırlama Çıkış

Şekil 6.2.1 Kristalizasyon ünitesi ekipman seçimleri

KATI-AKISKAN İŞLEYEN TESİS İÇİN

Makina-Teknizat Teslimat Maliyeti Yüzdesinden Sermaye Yatırımı Kalemlerinin Tahmini

YATIRIM KALEMLERİ

Doğrudan Harcamalar	% PAY	TUTARI
Makina-teknizat teslimat maliyeti.....	100	88 431.66 \$
Makina-teknizat montajı.....	43	38 025.61 \$
Ölçü ve kontrol sistemleri(montaj dahil).....	5	4 421.58 \$
Boru hatları (montaj dahil).....	36	31 835.40 \$
Elektrik işleri (montaj dahil).....	15	13 264.75 \$
Binalar.....	80	70 745.33 \$
Arazi düzenlemeleri.....	12	10 611.80 \$
Yardımcı ve ortak tesisler.....	0	0.00 \$
Arazi.....	6	5 305.90 \$
TOPLAM 1		262 642.03 \$

Dolaylı Harcamalar	% PAY	TUTARI
Mühendislik ve süpervizyon.....	30	26 529.50 \$
İnşaat giderleri.....	5	4 421.58 \$
TOPLAM 2		293 593.11 \$

Müteahhlik (0.05*Toplam 1).....	18	15 917.70 \$
Beklenmeyen giderler (0.02*Toplam 1).....	10	8 843.17 \$
Sabit sermaye yatırımı, Yss.....	360	318 353.98 \$
İşletme sermayesi (0.15*Yss).....	0	0.00 \$
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI		318 353.98 \$

Şekil 6.2.2 Kristalizasyon ünitesi sabit sermaye hesabı

1990 yılı için CostCAD çözümü (1990 yılı veri tabanı kullanılarak):

EKİPMAN SEÇİM ORTAMI

EKİPMAN VERİ TABANI

EKİPMANLAR

Santrifuj ayırıcılar-1

EKİPMAN İÇİN

Üstten asmalı filtrelili, çelik

EKİPMAN RESİM/SİMGE

Resim/Simge Girilmedi

☐ 1 Adet ☒ Aynı tür ☐ Farklı tür Ekipman(ları) Seç Birim Dönüştürme

NO	SEÇİLEN EKİPMAN TURLERİ	ADET	EKİPMAN FİYATI
1	Karıştırma, depolama ve basınç tankları [Karıştırıcı tank, 304 Paslanmaz	3	50 970 \$
2	Levha ve çerçevesiz filtreler [Dökme demir]	1	7 350 \$
3	Buharlaştırıcılar/Evaporatör [Kurulu maliyet] [Yatay boru]	1	97 497 \$
4	Kristalizatörler-2 [Swenson-Walker mekanik kristalizatörleri, Çelik ya da	1	169 818 \$
5	Kurutucular-1 [Raf kurutucular, atmosferik, paslanmaz çelik]	1	33 703 \$
6	ÖZEL EKİPMAN (FİYATINI KULLANICI GİRECEK)	2	1 776 \$
7	Santrifuj ayırıcılar-1 [Üstten asmalı filtrelili, çelik]	1	26 855 \$

Şekil 6.2.3 Kristalizasyon ünitesi ekipman seçimleri

KATI-AKISKAN İŞLEYEN TESİS İÇİN

Makina-Teknizat Teslimat Maliyeti Yüzdesinden Sermaye Yatırımı Kalemlerinin Tahmini

YATIRIM KALEMLERİ

Doğrudan Harcamalar	% PAY	TUTARI
Makina-teknizat teslimat maliyeti.....	100	387 969.32 \$
Makina-teknizat montaj.....	43	166 826.81 \$
Ölçü ve kontrol sistemleri(montaj dahil).....	5	19 398.47 \$
Boru hatları (montaj dahil).....	36	139 668.96 \$
Elektrik işleri (montaj dahil).....	15	58 195.40 \$
Binalar.....	80	310 375.46 \$
Arazi düzenlemeleri.....	12	46 556.32 \$
Yardımcı ve ortak tesisler.....	0	0.00 \$
Arazi.....	6	23 278.16 \$
TOPLAM 1		1 152 268.90 \$

Dolaylı Harcamalar	% PAY	TUTARI
Mühendislik ve süpervizyon.....	30	116 390.80 \$
İnşaat giderleri.....	5	19 398.47 \$
TOPLAM 2		1 288 058.17 \$

Müteahhitlik (0.05*Toplam 1).....	18	69 834.48 \$
Beklenmeyen giderler (0.02*Toplam 1).....	10	38 796.93 \$
Sabit sermaye yatırımı, Yss.....	360	1 396 689.55 \$
İşletme sermayesi (0.15*Yss).....	0	0.00 \$
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI		1 396 689.55 \$

Şekil 6.2.4 Kristalizasyon ünitesi sabit sermaye hesabı

1998 yılı için CostCAD çözümü (1990 yılı veri tabanı kullanılarak):

EKİPMAN SEÇİM ORTAMI

EKİPMAN VERİ TABANI

EKİPMANLAR

Santrifuj ayırıcılar-1

EKİPMAN SEÇİMİ

Üstten asmalı filtrelü, çelik

EKİPMAN RESİM/SİMGE

Resim/Simge Girilmemiş

☐ Adet ☒ Aynı tür ☐ Farklı tür

NO	SEÇİLEN EKİPMAN LİSTESİ	MİSAL	SEÇİLEN FİYAT
1	Karıştırma, depolama ve basınç tankları [Karıştırıcı tank, 304 Paslanmaz]	3	60 161 \$
2	Levha ve çerçeveli filtreler [Dökme demir]	1	8 675 \$
3	Buharlaştırıcılar/Evaporatör [Kuru maliyet] [Yatay boru]	1	115 079 \$
4	Kristalizatörler-2 [Swenson-Walker mekanik kristalizatörleri, Çelik ya da]	1	200 441 \$
5	Kurutucular-1 [Raf kurutucular, atmosferik, paslanmaz çelik]	1	8 538 \$
6	ÖZEL EKİPMAN (FİYATINI KULLANICI GİRECEK)	2	3 946 \$
7	Santrifuj ayırıcılar-1 [Üstten asmalı filtrelü, çelik]	1	31 698 \$

Şekil 6.2.5 Kristalizasyon ünitesi ekipman seçimleri

KATI-AKISKAN İŞLEYEN TESİS İÇİN

Makina-Teknizat Teslimat Maliyeti Yüzdesinden Sermaye Yatırımı Kalemlerinin Tahmini

YATIRIM KALEMLERİ

Doğrudan Harcamalar	% PAY	TUTARI
Makina-teknizat teslimat maliyeti.....	100	428 538.40 \$
Makina-teknizat montajı.....	43	184 271.51 \$
Ölçü ve kontrol sistemleri(montaj dahil).....	5	21 426.92 \$
Boru hatları (montaj dahil).....	36	154 273.82 \$
Elektrik işleri (montaj dahil).....	15	64 280.76 \$
Binalar.....	80	342 830.72 \$
Arazi düzenlemeleri.....	12	51 424.61 \$
Yardımcı ve ortak tesisler.....	0	0.00 \$
Arazi.....	6	25 712.30 \$
TOPLAM 1		1 272 759.04 \$

Dolaylı Harcamalar	% PAY	TUTARI
Mühendislik ve süpervizyon.....	30	128 561.52 \$
İnşaat giderleri.....	5	21 426.92 \$
TOPLAM 2		1 422 747.48 \$

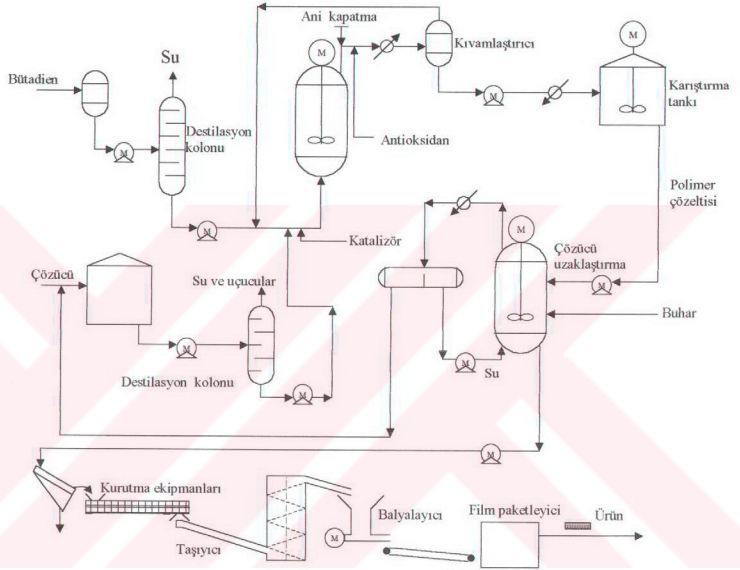
Müteahhitlik (0.05*Toplam 1).....	18	77 136.91 \$
Beklenmeyen giderler (0.02*Toplam 1).....	10	42 053.84 \$
Sabit sermaye yatırımı, Yss.....	360	1 542 738.24 \$
İşletme sermayesi (0.15*Yss).....	0	0.00 \$
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI		1 542 738.24 \$

Yazdır Hesap Makinası Çıkış

Şekil 6.2.6 Kristalizasyon ünitesi sabit sermaye hesabı

6.3 Phillips Cis-Polibütadien Prosesi İçin Sabit Sermaye ve Ürün Maliyetinin Hesaplanması

Akış şeması Şekil 6.3.1’te verilen cis-polibütadien tesisinde, ürün temel olarak dört aşama sonucu elde edilmektedir. Aşamalar sırasıyla bütadien ve çözücü saflaştırma, reaksiyon ve kıvamaştırma, karıştırma ve çözücü uzaklaştırma, kurutma ve paketlenmeden oluşmaktadır.



Şekil 6.3.1 Basitleştirilmiş cis-polibütadien üretim akış şeması

Ticari cis-polibütadien prosesi aşağıdaki ekipmanlardan oluşmuştur:

Ekipmanlar	Adet
Depolar	
40 m ³ koni çatılı	1
120 m ³ koni çatılı	1
12 000 m ³ koni çatılı	1
570 m ³ , 9 760-mm çaplı x 7 620 mm, koni çatılı, şaşırtmalı	3
400 m ³ koni çatılı	1
1.5 m ³ , açık, şaşırtmalı	1
1.0 m ³ , açık	1

320 m ³ , koni çatılı, 304 pas. çelik, 7 620-mm çaplı x 7 020 mm, şaşırtmalı	1
8 m ³ , açık, 304 pas. çelik, şaşırtmalı	1
4 m ³ , açık, 304 pas. çelik, şaşırtmalı	1
6 m ³ , açık, 304 pas. çelik, şaşırtmalı	1
0.7 m ³ , açık, fenolik sırlı, şaşırtmalı	1

Kazanlar :

4 m ³ , 0.5 kg/cm ²	3
6 m ³ , 0.5 kg/cm ²	1
4 m ³ , 0.5 kg/cm ² , şaşırtmalı	3
6 m ³ , 0.5 kg/cm ² , şaşırtmalı, buhar ısıtmalı	1
200 m ³ , 3 kg/cm ²	1
65 m ³ , 3 kg/cm ²	1
15 m ³ , 3 kg/cm ²	1
20 m ³ , 0.5 kg/cm ²	1
900 mm çaplı x 1 500 mm, 20 kg/cm ²	6
2 500 mm çaplı x 4 000 mm, 3 kg/cm ²	1
1 200 mm çaplı x 3 200 mm, 3 kg/cm ²	1
900 mm çaplı x 2 000 mm, 3.5 kg/cm ²	1
1 800 mm çaplı x 3 600 mm, 1 kg/cm ² , tam vakumlu	1
1 800 mm çaplı x 3 000 mm, 0.5 kg/cm ²	2
600 mm çaplı x 1 200 mm, 0.4 kg/cm ²	1
7 m ³ , 1 kg/cm ²	1
3 000 mm çaplı x 6 000 mm, 1 kg/cm ²	1
3 000 mm çaplı x 4 300 mm, 8 kg/cm ² , soğutma tertibatlı	1
3 600 mm çaplı x 4 500 mm, 8 kg/cm ² , şaşırtmalı	1
4 300 mm çaplı x 5 200 mm, 2 kg/cm ² , tam vakumlu, 304 pas. çelik	1

Pompalar ve motorlar

23 m ³ /h, 3.7 kW, santrifüj, sırlanmış	1
11 m ³ /h, 3.7 kW, santrifüj	4
17 m ³ /h, 5.6 kW, santrifüj, sırlanmış	4
10 m ³ /h, 2.2 kW, santrifüj, sırlanmış	2
86 m ³ /h, 18.6 kW, santrifüj, sırlanmış	5
66 m ³ /h, 22.2 kW, santrifüj, sırlanmış	1

57 m ³ /h, 14.9 kW, santrifüj, sırlanmış	1
40 m ³ /h, 11.1 kW, santrifüj, sırlanmış	6
22 m ³ /h, 7.5 kW, santrifüj, sırlanmış	2
7 m ³ /h, 1.5 kW, santrifüj, sırlanmış	1
2 m ³ /h, 0.6 kW, santrifüj, sırlanmış	1
1 m ³ /h, 0.7 kW, santrifüj, sırlanmış	1
0.016 - 0.16 m ³ /h oranları, diyafram, paslanmaz çelik kesitli	4
0.005 - 0.5 m ³ /h oranları, diyafram, paslanmaz çelik kesitli	2
0.02 - 0.2 m ³ /h oranları, paslanmaz çelik kesitli	4
0.001 - 0.01 m ³ /h oranları, paslanmaz çelik kesitli	2
0.18 m ³ /h oranlı	4
65 m ³ /h, 30 kg/cm ² , 93 kW, emme-basmalı tip	2
51 m ³ /h, 20 kg/cm ² , 63 kW, emme-basmalı tip	4
114 m ³ /h, 75 kW, vida tip	2
40 m ³ /h, 11 kg/cm ² , 37 kW, vida tip	2

Isı Değiştiriciler :

1 000 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 193 m ²)*	4
400 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 309 m ²)	3
1 300 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 120 m ²)	4
300 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 87 m ²)	2
220 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 116 m ²)	2
30 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 46 m ²)	4
20 000 kcal/h (ısı aktarım yüzey alanı = 33 m ²)	2
300 000 kcal/h, Admiralty(paslanmaya karşı özel alaşımlı) borulu (153 m ²)	1
1 500 000 kcal/h, hava yüzgeçli, 15 kW (ısı aktarım yüzey alanı = 124 m ²)	1
700 000 kcal/h, hava yüzgeçli, 67 kW (ısı aktarım yüzey alanı = 77 m ²)	1
2 500 000 kcal/h, hava yüzgeçli, 22 kW (ısı aktarım yüzey alanı = 184 m ²)	1
11 500 000 kcal/h, hava yüzgeçli, 112 kW (ısı aktarım yüzey alanı = 309m ²)	1

Kolonlar :

600 mm çaplı x 12 000 mm ve 25 mm ye 8 200 mm'lik Berl eğerli, 3 kg/cm ²	1
1 200 mm çaplı x 18 000 mm ve 25 valf tepsili, 1 kg/cm ²	1
350 mm çaplı x 1 800 mm ve 12 mm ye 1 200 mm'lik Raschig halkalı	2

* Veri yetersizliği nedeniyle kabul yapılmıştır.

150 mm çaplı x 2 700 mm ve 6 mm'lik Raschig halkalı	1
250 mm çaplı x 6 700 mm ve 19 mm ye 6 000 mm'lik Intaloks eğerli	1

Karıştırıcılar:

0.7 kW	2
1.5 kW	2
3.7 kW	2
5.6 kW, 304 paslanmaz çelik	3
56 kW	5
75 kW	3
112 kW,304 paslanmaz çelik	2

Sonlandırma Ekipmanları:

Ekstruzer kurtucu, 373 kW'lık değişen hızlı*	1
Nem uzaklaştırıcı, 112 kW*	1
Sallamalı elek, 900 mm x 1 500 mm, 3.7 kW	2
Kauçuk parçalayıcı, 56 kW*	1
Egzos başlığı, 0.7 kw*	1
Titreşimli taşıyıcı, 900 mm x 7 500 mm kapaklı, 2.2 kW, 304 pas. çelik	1
Spiral kaldırıcı, 1 880 mm çaplı x 4 880 kaldırıcı, 7.5 kW	1
Hidrolik sistem balyalayıcı, 15kW*	1
Balya paketleyici, 2.2 kW*	1
Dikme makinası, 1.1 kW*	1
Titreşimli besleyici, 600 mm x 1 500 mm, 1.5 kW	1
Platform kaldırıcı*	1
Hava üfleyici, 850 N.m ³ /h	1
Şerit taşıyıcı, 450 mm genişlikli	1
Terazi, 40 kg*	1

Özel Ekipmanlar :

Kalibrasyon tüpleri*	7
Platform terazi, 125 kg*	2

* Literatürde ekipman ile ilgili fiyatlandırma grafiğine rastlanmadığından kestirim fiyatı “Özel Ekipmanlar Kategorisine” dahil edilmiştir. Bu ekipmanların toplam fiyatının bilinen ekipman fiyatlarının % 15 civarında olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle tespit edilemeyen ekipmanlar için yaklaşık 600 000 \$'lık değer kabul edilmiştir.

Soğutma ünitesi, -10°C, 2 700 000 kcal/h	1
Orifiz karıştırıcı, 200 mm hat uzunluklu	2
Kompresör, yağlanmayan, 170 N.m ³ /h, 5.6 kW	2
Sepet filtreler, 400 mm çaplı x 1 100 mm, 40 mesh, 304 paslanmaz çelik	2
Sepet filtreler, 600 mm çaplı x 1 500 mm, 40 mesh, 304 paslanmaz çelik	2
Kartuş filtreler, 100 µm, 300 mm hat boyu	2

Tesisin yıllık kapasitesi 30 000 mt(metrik ton) (=33 039.65 ton) olup, üretim için gerekli hammadde ve diğer ayrıntılar şöyledir:

Tesis çalışma kapasitesi : 360 gün/yıl

Kategori	Tüketim miktarı	Tüketim miktarı
Tipik hammaddeler : (Meyers, 1986)	(ürün mt'u başına)	(yıllık)
Bütadien, mt	1.02	33 700 ton
Toluen, kg	50	1 500 ton
Katalizör ve kimyasallar, \$*	75	2 250 000 \$
Paketleme maliyeti, \$*	28	840 000 \$
Tipik ütiliteler :		
Buhar (12 kg/cm ²), mt	5.5	181 718 ton
Buhar (3 kg/cm ²), mt	4.0	132 158 ton
Geri kazanılan kondensat, mt	3.6	118 942 ton
Elektrik, kWh	660	19 800 000 kWh
Soğutma suyu devirdaim (5°C artış), m ³	150	4 500 000 m ³
Soğutma suyu devirdaim (10°C artış), m ³	25	750 000 m ³
Azot, Nm ³	6	180 000 Nm ³
Gerekli işgücü:		
İşletme işçisi	9 işçi / vardiya	
Laboratuar	4 işçi / gün	
Kontrol lab. ve danışman	1 işçi / vardiya	
Bakım	23 işçi	3 241 200 \$
Bakım onarım giderleri, \$*		475 000 \$/yıl

* Fiyatlar 1985 yılı bazında verilmiştir.

Kategori	Maliyet, \$
Toplam tesis ekipmanları fiyatı	5 100 000 \$
Binalar	2 800 000 \$
Borulama, yapı, izolasyon vs.	2 600 000 \$
Elektrik ve enstrümantasyon	1 250 000 \$
Tesis kurma	5 100 000 \$
Süpervizör ve mühendislik servisleri	600 000 \$
Mekanik tasarım ve satınalma	2 350 000 \$
Toplam tesis maliyeti	19 800 000 \$

Yukarıda verilen tüm bilgiler göz önüne alınarak 1985 yılı için sabit sermaye ve üretim maliyetini CostCAD programını kullanarak bulunuz?

CostCAD Çözümü:

EKİPMAN VERİ TABANI

EKİPMANLAR

Elektir (screens), titreşimli

Elektir (screens), titreşimli

Elektrik motorları

Filtreler

Filtreler (Kaynak: Garrett)

Filtreler, kovan(cartridge) tipi

Filtreler, Levha ve çerçevesi

Finnları, proses tipi

İnce öğütücüler (Pulverizers)

1 Adet ☒ Aynı tür ☐ Farklı tür

Ekipman(ları) Seç

Birim Dönüştürme

ID	Ekipman Adı	Miktar	Maliyet (\$)
86	Elektir (screens), titreşimli [Çift donanım]	2	15 983 \$
87	Taşıma ekipmanları-2 [Titreşimli taşıyıcılar(conveyors), 40 in kefe genişliği]	1	17 564 \$
88	Taşıma ekipmanları-1 [Vidalı taşıyıcı, 14 in. çaplı]	1	6 133 \$
89	Taşıma ekipmanları-2 [Titreşimli taşıyıcılar(conveyors), 20 in kefe genişliği]	1	2 476 \$
90	Yük kaldırma ekipmanları [Elektrikli kaldırıcı, yük arabası]	1	6 022 \$
91	Üfleyciler (Blowers) [Yüksek kapasiteli üfleyci (3-in statik basınç)]	1	1 294 \$
92	Taşıma ekipmanları-1 [Şerit taşıyıcı, 24 in. genişliği]	1	33 481 \$
93	Elektrik motorları [Alternatif akım, patlamaya dayanıklı]	1	21 056 \$

Ekipman Seçim İptal

Özel Ekipman

Rapor Hazırlama

Çıkış

Şekil 6.3.2 CostCAD'te cis-polibütadien tesisi ekipman girişi

CostCAD ile cis-polibütadien tesisine ait ekipman fiyatlandırmaları Ek 2'de verilmektedir. Ayrıca ekipmanların toplu fiyatlandırma listesi Ek 2'nin sonunda verilmektedir.

AKIŞKAN İŞLEYEN TESİS İÇİN

Makina-Teknizat Teslimat Maliyeti Yüzdesinden Sermaye Yatırımı Kalemlerinin Tahmini

YATIRIM KALEMLERİ	% PAY	TUTARI
Doğrudan Harcamalar		
Makina-teknizat teslimat maliyeti	100	5 056 043.02 \$
Makina-teknizat montajı	47	2 376 340.22 \$
Ölçü ve kontrol sistemleri(montaj dahil)	18	910 087.74 \$
Boru hatları (montaj dahil)	55	2 780 823.66 \$
Elektrik işleri (montaj dahil)	24	1 213 450.32 \$
Binalar	55	2 780 823.66 \$
Arazi düzenlemeleri	0	0.00 \$
Yardımcı ve ortak tesisler	0	0.00 \$
Arazi	6	303 362.58 \$
TOPLAM 1		15 420 931.20 \$
Dolaylı Harcamalar		
Mühendislik ve supervizyon	12	606 725.16 \$
İnşaat giderleri	95	4 803 240.87 \$
TOPLAM 2		20 830 897.23 \$
Müteahhlik (0.05*Toplam 1)	40	2 022 417.21 \$
Beklenmeyen giderler (0.02*Toplam 1)	10	505 604.30 \$
Sabit sermaye yatırımı, Yss	462	23 358 918.75 \$
İşletme sermayesi (0.15*Yss)	86	4 348 197.00 \$
TOPLAM SERMAYE YATIRIMI		27 707 115.75 \$

Yazdır Hesap Makinası Çıkış

Şekil 6.3.3 CostCAD ile cis-polibütadien tesisi için sermaye kestirimleri

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: cis-polibütadien TESIS ADI: CIS-POLİBÜTADIEN TİCARİ TESİSİ

PROJE YILI: 1995 PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: 360 YILLIK KAPASİTE: 33 039.65 ton/yıl

SABİT SERMAYE YATIRIMI: 23 358 918.75 \$ İŞLETME SERMAYESİ: 4 348 197.00 \$

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESIS GENEL

A. DOĞRUDAN ÜRETİM MALİYETİ	% PAY	TUTARI
1.Hammadde Maliyeti		16 606 264.67 \$/yıl
2.Doğrudan İşçilik Maliyeti(DİM)		3 241 200.00 \$/yıl
3.Doğrudan Danışmanlık(DİM'in %10-25)	10	324 120.00 \$/yıl
4.Üniteler		2 339 235.65 \$/yıl
5.Bakım ve Onarım(BÖ) ve (Yss'nin %2-10)	2	467 178.38 \$/yıl
6.Üretim Yardımcıları(Yss'nin %0.5-1)	0.5	116 794.59 \$/yıl
7.Laboratuvar Giderleri(DİM'in %10-20)	10	324 120.00 \$/yıl
8.Patentler ve Telif Hakları		0.00 \$/yıl
TOPLAM		23 418 913.29 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.3.4 Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: cis-polibütadien TESIS ADI: CIS-POLİBÜTADİEN TİCARİ TESİSİ

PROJE YILI: 1985 PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: 360 YILLIK KAPASİTE: 33 039.65 ton/yıl

SABİT SERMAYE YATIRIMI: 23 358 918.75 \$ İŞLETME SERMAYESİ: 4 348 197.00 \$

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESIS GENEL

B. SABİT ÜRETİM MALİYETİ

	% PAY	TUTARI
1.Amortisman (Yapısal) Maliyeti(Yes'inin %10'u)	10	2 335 891.88 \$/yıl
2.Vergiler(Yes'inin %1-4'u)	4	934 356.75 \$/yıl
3.Sigortalama(Yes'inin %0.4-1'i)	1	233 589.19 \$/yıl
4.Kaalar(Bina değerlerinin %0-12'si)	0	0.00 \$/yıl
TOPLAM		3 503 837.82 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.3.5 Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi

YILLIK BAZDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: cis-polibütadien TESIS ADI: CIS-POLİBÜTADİEN TİCARİ TESİSİ

PROJE YILI: 1985 PROJE MÜHENDİSİ:

GÜN/YIL: 360 YILLIK KAPASİTE: 33 039.65 ton/yıl

SABİT SERMAYE YATIRIMI: 23 358 918.75 \$ İŞLETME SERMAYESİ: 4 348 197.00 \$

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN SABİT TESIS GENEL

C. TESIS GİDERLERİ

	% PAY	TUTARI
1.MÜHTELİF TESIS GİDERLERİ(DİM'in %250-70'i)	26	842 712.00 \$/yıl
+ İdari giderler		
+ Paketleme		
+ Sağlık Servisleri		
+ Güvenlik ve Koruma		
+ Yemekhane		
+ Depolama		
TOPLAM		842 712.00 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.3.6 Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi

YILLIK BAZIDA TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ HESABI

PROJE ADI: **cis-polibütadien** TESIS ADI: **CIS-POLİBÜTADİEN TİCARİ TESİSİ**
 PROJE YILI: **1985** PROJE MÜHENDİSİ:
 GÜN/YIL: **360** YILLIK KAPASİTE: **33 039.65 ton/yıl** ?
 SABİT SERMAYE YATIRIMI: **23 358 918.75 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **4 348 197.00 \$**

TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ (\$/YIL)

TEMEL ÜRETİM MALİYETİ

DOĞRUDAN	SABİT	TESİS	GENEL
GENEL GİDERLER			
1.Yönetim Giderleri (DİM'in %15'i)		% PAY	TUTARI
+ Yönetici maaşları, Danışman maaşları, Yasal giderler, Büro giderleri, İletişim giderleri.		15	486 180.00 \$/yıl
2.Dağıtım ve Satış Giderleri			0.00 \$/yıl
+ Satış bürosu giderleri, Satış Temsilcileri giderleri, Nakliye ve Reklam giderleri.			
3.Araştırma ve Geliştirme (AR-GE)			0.00 \$/yıl
4.Finansman (Yatırım) (Yss'nin 20-10'u)		10	2 335 891.88 \$/yıl
TOPLAM			2 822 071.88 \$/yıl

Yazdır Çıkış

Şekil 6.3.7 Üretim maliyeti kestirimi için CostCAD'e veri girişi

TOPLAM ÜRETİM MALİYET RAPORU

PROJE ADI: **cis-polibütadien** TESIS ADI: **CIS-POLİBÜTADİEN TİCARİ TESİSİ**
 PROJE YILI: **1985** PROJE MÜHENDİSİ:
 YILLIK KAPASİTE: **33 039.65 ton/yıl**
 SABİT SERMAYE YATIRIMI: **23 358 918.75 \$** İŞLETME SERMAYESİ: **4 348 197.00 \$**

BİRİM ÜRÜN MALİYET HESABI

DOĞRUDAN ÜRETİM MALİYETİ	23 418 913.29 \$/yıl
SABİT ÜRETİM MALİYETLERİ	3 503 837.82 \$/yıl
TESİS BAZI GİDERLER	842 712.00 \$/yıl
GENEL GİDERLER	2 822 071.88 \$/yıl
DİĞER MALİYETLER	0.00 \$/yıl
TOPLAM ÜRETİM MALİYETİ	30 587 534.99 \$/yıl

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ **30 587 534.99 \$ / 33 039.65 ton**

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ **925.783 \$/ton**

BİRİM ÜRÜN MALİYETİ **531 399.44 TL/ton**

Yazdır Çıkış

Şekil 6.3.8 cis-polibütadien için üretim maliyeti kestirim raporu

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Başta kimya mühendisliği olmak üzere mühendislik alanına iki yeni bilgisayar programı sunulmuştur. Bunlardan OCUREFIT, "Yarı optik grafik algılama yöntemini" kullanan ilk bilgisayar programıdır. Dolayısıyla veri tabanı oluşturmada büyük kolaylıklar sağlayacağı söylenebilir. Aynı zamanda bağımsız bir program olma niteliğini taşıyan OCUREFIT programı bir grafikten taranan bir eğrinin görüntüsü üzerinden seçilen noktaların değerlerine uydurulan eğri denkleminin tekrar orijinal grafiğe yansıtılmasıyla elde edilecek bindirilmiş görüntüyü kullanıcıyla sunmasıyla eğri uydurma yöntemini görsel hale getirmiştir. Enteraktif olarak çalışan OCUREFIT programının hassasiyeti tamamıyla kullanıcıya bağlıdır. Hassas bir kullanıcı ile veri algılama işlemlerindeki gerçek veri değerleri % 0.1 kadar düşük hatalarla elde edilebilmektedir.

OCUREFIT programıyla oluşturulan veri tabanı şimdilik 270 grafik 6500'ün üzerinde X,Y nokta çiftinden oluşmaktadır. Bu ise aynı tür ya da farklı tür bileşenden oluşan 270 makina-teçhizatın satın alma ve diğer maliyetlerinin hesaplanmasını mümkün kılar.

CostCAD programı ise oluşturulan veri tabanını kullanarak kullanıcıya gereken kimyasal proses tesisinin verilerini değerlendirerek, bir ön tasarım maliyeti çıkarmaktadır. Bu işlemi yaparken CostCAD programı uzun zaman alabilecek işlemleri bir kaç saniye içinde kullanıma hazır hale getirmektedir. CostCAD programı enteraktif bir program olması dolayısıyla bir kimyasal proses için hesaplanan sermaye kestirimlerindeki hata değerleri bazen %30'lara kadar varabilmektedir. Hata nedenleri ise, kullanılan grafiklerin eski olmaları, kullanıcının verilere müdahale ederek olduğundan fazla ya da az göstermesi ve en önemlisi sermaye kestirimlerindeki faktörlere ait ilgili yüzdelerin seçilen prosese uymamasıdır.

Sonuç olarak, yapılan tez çalışmasından elde edilen bilgisayar programları mühendisler ya da eğitim alan öğrenciler için ilgili derslerde gördüklerini uygulama açısından birer simulasyon programı olma niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Aries, R.S. ve Newton, R.D., (1956), Chemical Engineering Cost Estimation, McGraw-Hill, New York.

Brooks, K.A, (1988), "A suite of software to aid plant engineers", Chemical Week, March 2, 32-35.

Costimator, (1992), "Estimation of Estimating", Process Engineering, 6:20.

Garrett, D.E., (1989), Chemical Engineering Economics, Van Nostrand Reinhold, New York.

Hand, W.E., (1958), "From flowsheet to cost estimate", Petrol Refiner., 37(9),331.

Lang, H.J., (1947), "Cost data correlated", Chemical Engineering", August 19: 76-77.

Mendel, O., (1985), "Estimating Engineering Cost", Chemical Engineering, December 9, 117-119.

Meyers, Robert A., (1986), Handbook of Chemical Production Processes, McGraw-Hill, NewYork.

Özkan, F. ve Baykara, S., (1998), "CostCAD Programı Veri Tabanı", YÜAF Proje Raporu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul (hazırlanmakta).

Özkan, F. ve Baykara, S., (1997), "Semi Optical Graphic Recognizing and Direct Curve Fitting", (basılmak üzere gönderilecek).

Peters, M.S. ve Timmerhaus, K.D., (1991), Plant Design and Economics for Chemical Engineers, McGraw-Hill, Singapore.

Remer, D.S. ve Chai, L.H., "Process plants, cost of scaled-up units", Eng. Process Technology, 43:14-39.

Remer, D.S., (1990), "Design Cost Factors for Scaling-up Engineering Equipment", Chemical Engineering Progress, August 1990, 77-82.

Schweizer, P.A., (1993), Corrosion Resistant Piping Systems, Marcel-Decker, New York

The Association of Cost Engineers, (1991), "Estimating Checklist for Capital Projects", London.

Tigrel, A. ve Alper, E., (1995), Mühendislik Ekonomisi, Ankara.

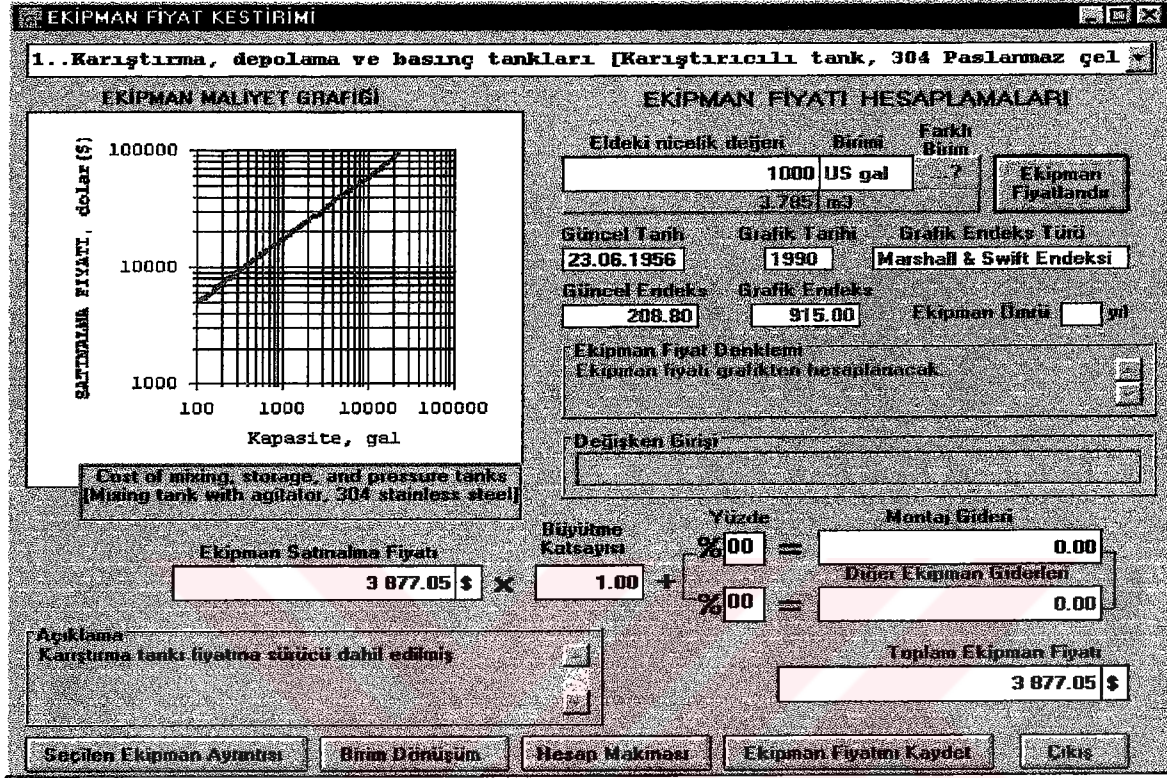
Ulrich, G.D., (1984), A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, John Wiley, New York.



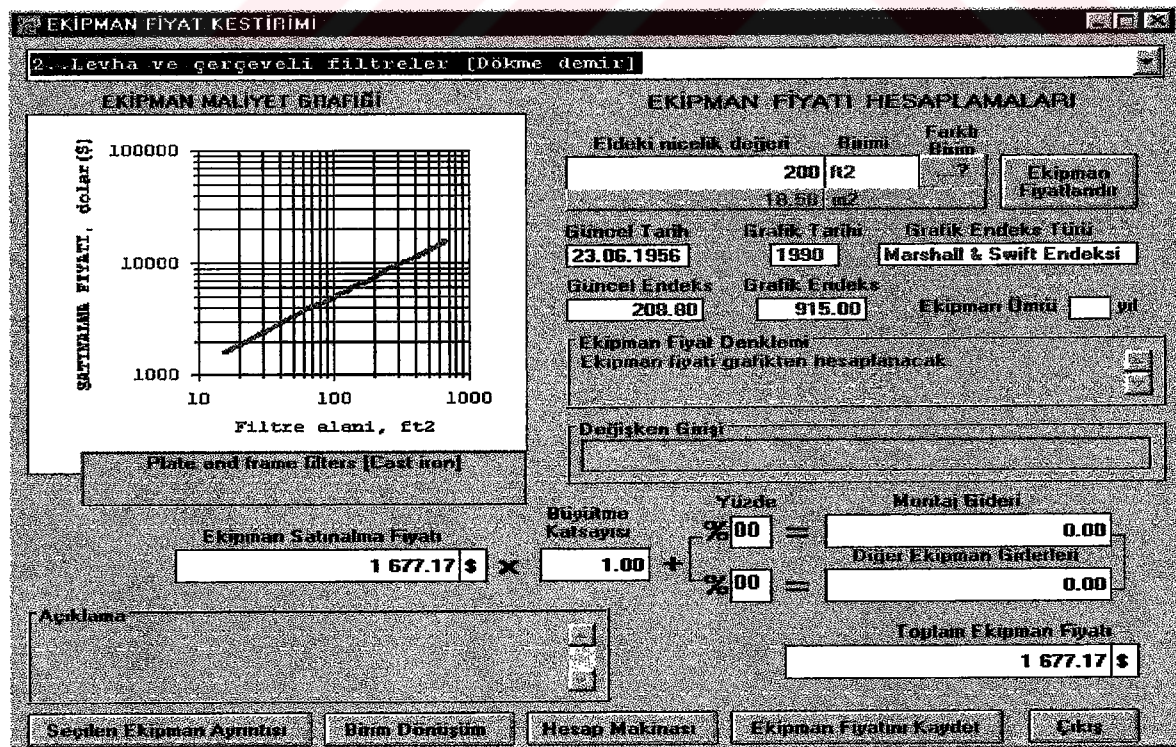
EKLER

Ek 1. Kristalizasyon Ünitesi Makina-Teçhizat Fiyatlandırmalarına Ait CostCAD Ekran Görüntüleri

1956 yılı için (1990 yılı veri tabanı kullanılarak):



Şekil Ek 1.1 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü



Şekil Ek 1.2 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

3. Buharlaştırıcılar/Evaporatör (Kurulu maliyet) [Yatay boru]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Toplam ısıtma yüzey alanı, ft

Installed cost of evaporators (Horizontal tube)

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 1000 lt2 Birim: 92.90 m2 Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 23.06.1956 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 208.80 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi: Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak

Değişken Girdi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 Yüzde: %00 Montaj Gideri: 0.00

Dijer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 22 248.55 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüşümü Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.3 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

Kristalizatörler-2 [Swenson-Walker mekanik kristalizatörleri, Çelik ya da dökme]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Uzunluk, ft

Crystallizers [Swenson-Walker mechanical crystallizers, Steel or cast iron]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 300 lt Birim: 91.44 m Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 23.06.1956 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 208.80 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi: Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak

Değişken Girdi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 Yüzde: %00 Montaj Gideri: 0.00

Dijer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 38 751.99 \$

Açıklama: Swenson-Walker eğilimi

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüşümü Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.4 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKIPMAN FİYAT KESTİRİMİ

5..Kurutucular-1 [Raf kurutucular, atmosferik, paslanmaz çelik]

EKIPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of dryers [Tray dryers, atmospheic, stainless steel]

EKIPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 200 R2 Birim: 18.58 m2 Farklı Birim: ...? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 23.06.1956 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 208.80 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: ... yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Ekipman Satınalma Fiyatı: 7 234.60 \$ X Büyütme Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 7 234.60 \$

Açıklama: Kurulmuş kurutucu maliyeti.

Seçilen Ekipman Ayarları: Birim Dönüşüm: Hesap Makinesi: Ekipman Fiyatını Kaydet: Çıkış

Şekil Ek 1.5 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKIPMAN FİYAT KESTİRİMİ

7..Santrifüj ayırıcılar-1 [Üstten asmalı filtreli, çelik]

EKIPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKIPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 42 in Birim: 1.06 m Farklı Birim: ...? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 24.06.1956 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 208.80 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: ... yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Ekipman Satınalma Fiyatı: 6 128.20 \$ X Büyütme Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

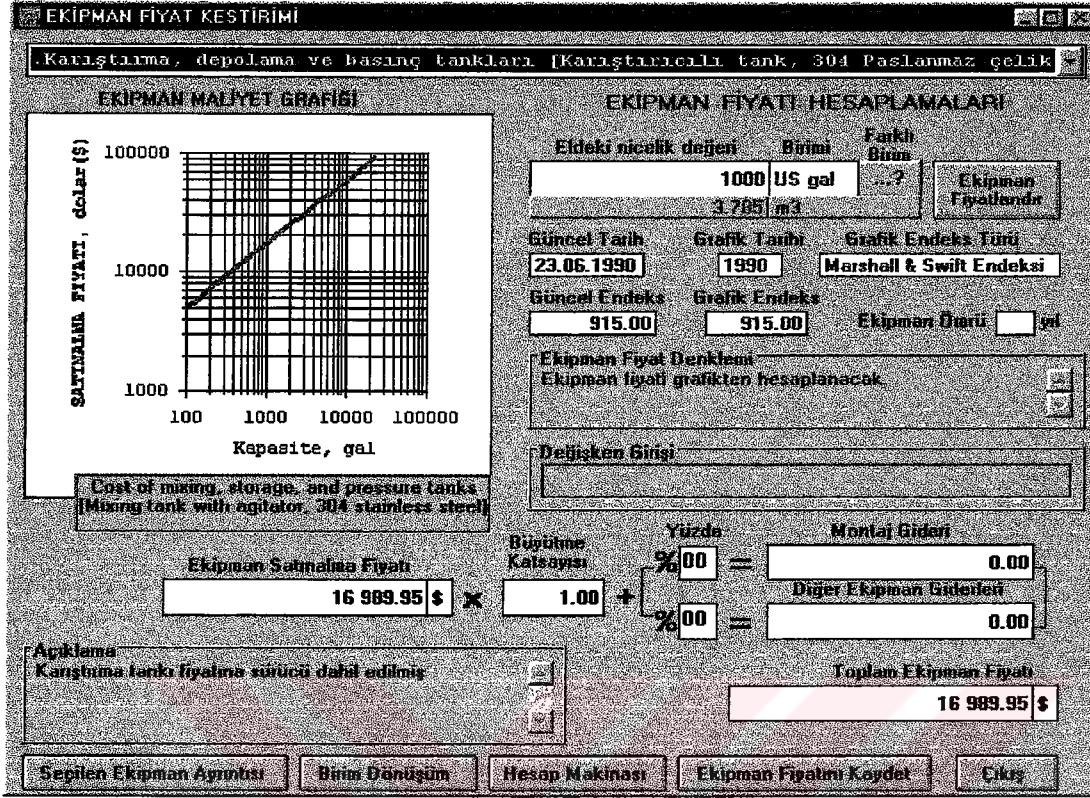
Toplam Ekipman Fiyatı: 6 128.20 \$

Açıklama:

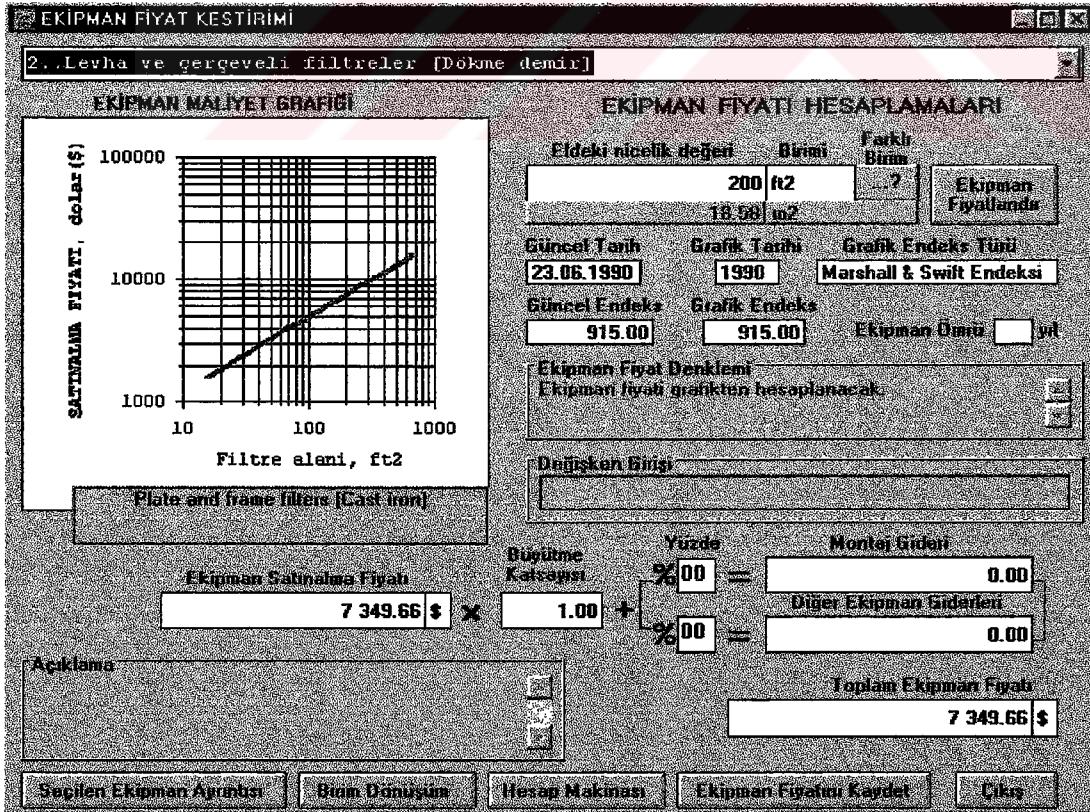
Seçilen Ekipman Ayarları: Birim Dönüşüm: Hesap Makinesi: Ekipman Fiyatını Kaydet: Çıkış

Şekil Ek 1.6 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

1990 yılı için (1990 yılı veri tabanı kullanılarak):



Şekil Ek 1.7 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü



Şekil Ek 1.8 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

3..Buharlaştırıcılar/Evaporatör (Kurulu maliyet) [Yatay boru]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Toplam ısıtma yüzey alanı, ft

Installed cost of evaporators [Horizontal tube]

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 1000 ft2 Birimi: 92.90 m2 Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandı

Güncel Tarih: 23.06.1990 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 915.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş:

Buyutma Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 97 497.24 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüşüm Hesap Makinesi Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.9 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

.Kristalizatörler-2 [Swenson-Walker mekanik kristalizatörleri, Çelik ya da dökme

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Uzunluk, ft

Crystallizers [Swenson-Walker mechanical crystallizers, Steel or cast iron]

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 300 ft Birimi: 91.44 m Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandı

Güncel Tarih: 23.06.1990 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 915.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş:

Buyutma Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 169 818.35 \$

Açıklama:
Swenson-Walker eğrilen

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüşüm Hesap Makinesi Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.10 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

5..Kurutucular-1 [Raf kurutucular, atmosferik, paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of dryers [Tray dryers, atmospheric, stainless steel]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 200 Birim: R2 Farklı Birim: 18.58 m2

Güncel Tarih: 23.06.1990 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 915.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Güç:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + %00 = Montaj Gideri: 0.00

%00 = Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 33 703.33 \$

Açıklama: Kurulmuş kurutucu maliyeti.

Şekil Ek 1.11 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

7..Santrifüj ayırıcılar-1 [Üstten asmalı filtreli, çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 42 Birim: in Farklı Birim:

Güncel Tarih: 24.06.1990 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 915.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Güç:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + %00 = Montaj Gideri: 0.00

%00 = Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 26 854.89 \$

Açıklama:

Şekil Ek 1.12 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

1998 yılı için (1990 yılı veri tabanı kullanılarak):

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

Karıştırma, depolama ve basınç tankları [Karıştırıcılı tank, 304 Paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of mixing, storage, and pressure tanks
(Mixing tank with agitator, 304 stainless steel)

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldaki nicelik değeri: 1000 US gal Birim: 3.785 m3 Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 24.06.1998 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 1 080.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş:

Ekipman Satınalma Fiyatı: 20 053.71 \$

Büyütme Katsayısı: 1.00

Yüzde: %00 = 0.00

Montaj Gideri: 0.00

Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 20 053.71 \$

Açıklama:
Karıştırma tankı fiyatına sürücü dahil edilmiş.

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüştürme Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.13 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

Karıştırma, depolama ve basınç tankları [Karıştırıcılı tank, 304 Paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of mixing, storage, and pressure tanks
(Mixing tank with agitator, 304 stainless steel)

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldaki nicelik değeri: 1000 US gal Birim: 3.785 m3 Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 24.06.1998 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 1 080.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş:

Ekipman Satınalma Fiyatı: 20 053.71 \$

Büyütme Katsayısı: 1.00

Yüzde: %00 = 0.00

Montaj Gideri: 0.00

Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 20 053.71 \$

Açıklama:
Karıştırma tankı fiyatına sürücü dahil edilmiş.

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüştürme Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.14 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKIPMAN FİYAT KESTİRİMİ

3. Buharlaştırıcılar/Evaporatör (Kurulu maliyet) [Yatay boru]

EKIPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Y-axis: KURULAN EVAPORATÖR FİYATI, dolar
X-axis: Toplam ısıtma yüzey alanı, ft

Installed cost of evaporators (Horizontal tube)

EKIPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 1000 ft² Birimi: 92.90 m² Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 24.06.1998 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 1 080.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 Yüzde: %00 Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 115 078.72 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayrıntısı Birim Dönüştürme Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.15 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKIPMAN FİYAT KESTİRİMİ

4. Kristalizatörler-2 [Swenson-Walker mekanik kristalizatörleri, Çelik ya da dökme

EKIPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Y-axis: SATIN ALMA FİYATI, dolar (\$) X-axis: Uzunluk, ft

Crystallizers (Swenson-Walker mechanical crystallizers, Steel or cast iron)

EKIPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 300 ft Birimi: 91.44 m Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 24.06.1998 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 1 080.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 Yüzde: %00 Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 200 441.33 \$

Açıklama:
Swenson-Walker çijleri

Seçilen Ekipman Ayrıntısı Birim Dönüştürme Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 1.16 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

5..Kurutucular-1 [Raf kurutucular, atmosferik, paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of dryers [Tray dryers, atmospheric, stainless steel]

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 200 ft2 Birimi: 10.50 m2 Farklı Birim: ?

Güncel Tarih: 24.06.1998 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 1 080.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi: Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Güçü:

Büyütme Katsayısı: 1.00

Yüzde: %00 = 0.00 Montaj Gideri: 0.00

%00 = 0.00 Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 8 538.49 \$

Seçilen Ekipman Açıklaması: Kurulum kurulum maliyeti

Seçilen Ekipman Açıklaması:

Şekil Ek 1.17 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

7..Santrifüj ayırıcılar-1 [Üstten asmalı filtrelili, çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 42 in Birimi: ? Farklı Birim: ?

Güncel Tarih: 24.06.1998 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 1 080.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi: Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Güçü:

Büyütme Katsayısı: 1.00

Yüzde: %00 = 0.00 Montaj Gideri: 0.00

%00 = 0.00 Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

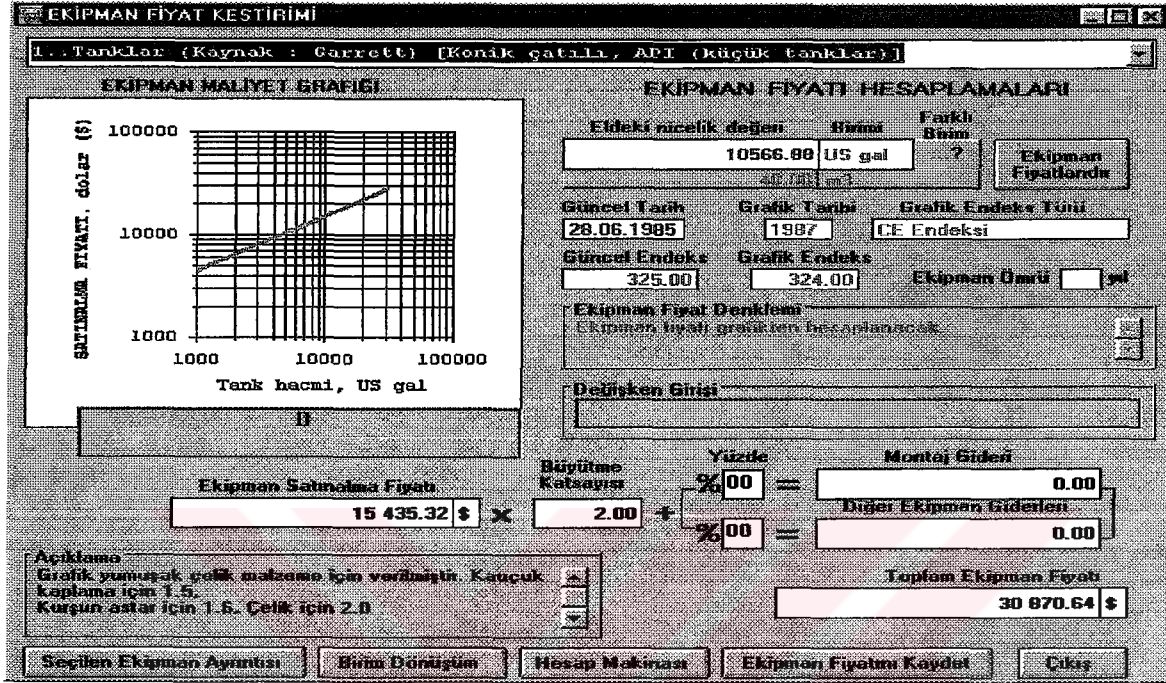
Toplam Ekipman Fiyatı: 31 697.57 \$

Seçilen Ekipman Açıklaması:

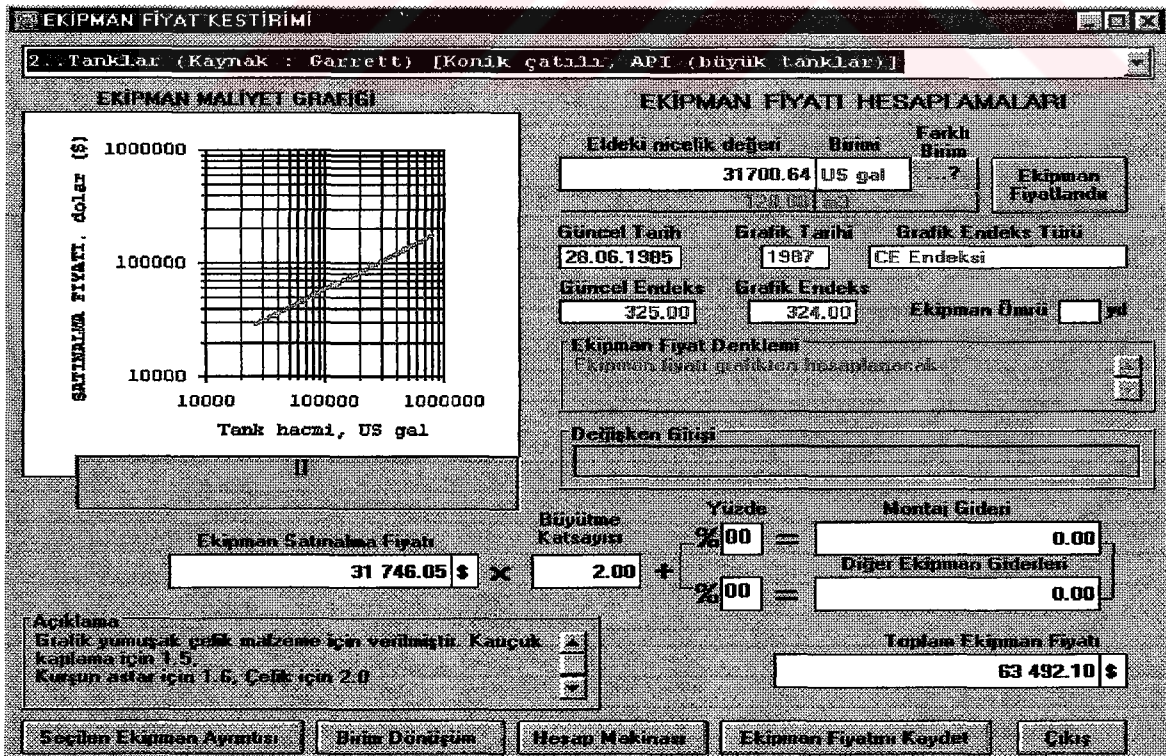
Şekil Ek 1.18 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

Ek 2. Cis-polibütadien Tesisi Makina-Teçhizat Fiyatlandırmalarına Ait CostCAD Ekran Görüntüleri

Aynı türden olup farklı kapasitedeki ekipmanların birer grafikleri verilmiştir.



Şekil Ek 2.1 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü



Şekil Ek 2.2 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

13.Kazanlar, -Yumuşak gelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eski hacim değeri	Birim	Farklı Birim
1056.688	US gal	?
4.00	m3	

Güncel Tarih 28.06.1985 **Grafik Tarihi** 1987 **Grafik Endeks Türü** CE Endeksi

Güncel Endeks 325.00 **Grafik Endeks** 324.00 **Ekipman Ömrü** 1 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Ekipman Satınalma Fiyatı 3155.02 \$ **Boyutlama Katsayısı** 1.00 **Yüzde** %00 **Montaj Gideri** 0.00

Diğer Ekipman Giderleri 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı 3155.02 \$

Açıklama

Seçilen Ekipman Ayarları **Birim Dönüştür** **Hesap Makinesi** **Ekipman Fiyatını Kaydet** **Çıkış**

Şekil Ek 2.3 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

17.Kazanlar, -Yumuşak gelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eski hacim değeri	Birim	Farklı Birim
52834.41	US gal	?
200.00	m3	

Güncel Tarih 28.06.1985 **Grafik Tarihi** 1987 **Grafik Endeks Türü** CE Endeksi

Güncel Endeks 325.00 **Grafik Endeks** 324.00 **Ekipman Ömrü** 1 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Ekipman Satınalma Fiyatı 31696.38 \$ **Boyutlama Katsayısı** 1.00 **Yüzde** %00 **Montaj Gideri** 0.00

Diğer Ekipman Giderleri 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı 31696.38 \$

Açıklama

Seçilen Ekipman Ayarları **Birim Dönüştür** **Hesap Makinesi** **Ekipman Fiyatını Kaydet** **Çıkış**

Şekil Ek 2.4 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

20.Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 5283.441 Birim: US gal Farklı Birim: ...?

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarihi: 1987 Grafik Endeks Türü: CE Endeksi

Güncel Endeks: 325.00 Grafik Endeks: 324.00 Ekipman Dışı: ☐

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: Yüzde: Montaj Gideri:
 × + =
 =

Toplam Ekipman Fiyatı:

Açıklama:

Şekil Ek 2.5 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

32.Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYAT HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 5906.887 Birim: US gal Farklı Birim: ...?

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarihi: 1987 Grafik Endeks Türü: CE Endeksi

Güncel Endeks: 325.00 Grafik Endeks: 324.00 Ekipman Dışı: ☐

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: Yüzde: Montaj Gideri:
 × + =
 =

Toplam Ekipman Fiyatı:

Açıklama:

Şekil Ek 2.6 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı, yatay motor(maksimum150

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

SATINILAN FİYAT, dolar (\$)

Kapasite faktörü, gpm x lb/in2

Cost of centrifugal pumps [API-610 Cast steel casting, up to 150 lb/in2 Horizontal]

Ekipman Satınalma Fiyatı

5 502.42 \$

Büyükte Katsayısı

1.00

Yüzde

%00 =

Montaj Gideri

0.00

Diğer Ekipman Giderleri

0.00

Toplam Ekipman Fiyatı

5 502.42 \$

Açıklama

Fiyata motor dahil

Seçilen Ekipman Ayrıntısı

Birim Dönüşüm

Hesap Makinası

Ekipman Fiyatını Kaydet

Çıkış

Şekil Ek 2.7 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

16.Pompalar (diyafram ve dönel tip) [Diyafram]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

SATINILAN FİYAT, dolar (\$)

Kapasite, gal/min

Cost of diaphragm and rotary pump [Diaphragm]

Ekipman Satınalma Fiyatı

1 987.55 \$

Büyükte Katsayısı

1.00

Yüzde

%00 =

Montaj Gideri

0.00

Diğer Ekipman Giderleri

0.00

Toplam Ekipman Fiyatı

1 987.55 \$

Açıklama

Seçilen Ekipman Ayrıntısı

Birim Dönüşüm

Hesap Makinası

Ekipman Fiyatını Kaydet

Çıkış

Şekil Ek 2.8 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

50. Pompalar (emne-basma tipi) [Paslanmaz çelik(150 lb/in²)]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of reciprocating pumps. [Stainless steel 150 lb/in²]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 286.1864 US gal/d 7 Farklı Birim: 65.00 m³/h **Ekipman Fiyatlandır**

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + %00 = 0.00

Montaj Gideri: 0.00

Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 68 875.62 \$

Açıklama: Fiyata pompa ve motor dahil

Seçilen Ekipman Ayarları: **Birim Dönüştür** **Hesap Makinesi** **Ekipman Fiyatını Kaydet** **Çıkış**

Şekil Ek 2.9 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

52. Pompalar (dişli) [316 Paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of gear pumps [316 Stainless steel]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 501.9269 US gal/d ? Farklı Birim: 114.00 m³/h **Ekipman Fiyatlandır**

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + %00 = 0.00

Montaj Gideri: 0.00

Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 14 662.99 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları: **Birim Dönüştür** **Hesap Makinesi** **Ekipman Fiyatını Kaydet** **Çıkış**

Şekil Ek 2.10 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKIPMAN FİYAT KESTİRİMİ

54. Isı değıştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz çelik tipli borulu]

EKIPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Fixed-tube-shell exchangers [Type 304 stainless steel tubes]

EKIPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 2077.435 ft²
Birim: 193 (ft) m²
Farklı Birim: ?
Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 28.06.1985
Grafik Tarih: 1990
Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00
Grafik Endeks: 915.00
Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş

Büyütme Katsayısı: 1.00
Yüzde: %00
Montaj Gideri: 0.00
Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı
21 828.99 \$

Açıklama
3/4 in. OD x 1 in. kare kesitli 16- or 20-ft demetli ve karbon çelik, kabuk çökme basıncı 150 psi.

Seçilen Ekipman Ayarları | Birim Dönüştürme | Hesap Makinası | Ekipman Fiyatını Kaydet | Çıkış

Şekil Ek 2.11 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKIPMAN FİYAT KESTİRİMİ

Isı değıştirici, kanatlı-borulu oynar-başlı [Korozyona dayanıklı alaşım(Admiral)]

EKIPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Finned-tube floating-head exchangers [Admiralty - 1.25 in. triangular pipe, 16 ft long]

EKIPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 1646.878 ft²
Birim: 153 (ft) m²
Farklı Birim: ?
Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 28.06.1985
Grafik Tarih: 1990
Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00
Grafik Endeks: 915.00
Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş

Büyütme Katsayısı: 1.00
Yüzde: %00
Montaj Gideri: 0.00
Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı
23 909.01 \$

Açıklama

Seçilen Ekipman Ayarları | Birim Dönüştürme | Hesap Makinası | Ekipman Fiyatını Kaydet | Çıkış

Şekil Ek 2.12 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

62. Isı değiştirici, hava soğutmalı [4,5,6,8,12 borulu sıralar]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of air-cooled heat exchangers
[4,5,6,8,12 Tubes rows]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 1334.725 ft²
Birim: 124.10 ft²
Farklı Birim: 7

Güncel Tarih: 28.06.1985
Grafik Tarihi: 1990
Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00
Grafik Endeks: 915.00
Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş:

Büyütme Katsayısı: 18.95 \$
Yüzde: %00
Montaj Gideri: 0.00
Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 25 279.30 \$

Açıklama: 150 lb/in² tasarım basıncı, karbon çeliği, 24 R borular, fan ve motorlar dahil.

Seçilen Ekipman Ayarını | Birim Dönüştür | Hesap Makinesi | Ekipman Fiyatını Kaydet | Çıkış

Şekil Ek 2.13 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

66. Kolonlar [Dolguolu kolon, paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 39.37008 in
Birim: 500.00 in
Farklı Birim: 7

Güncel Tarih: 28.06.1985
Grafik Tarihi: 1990
Grafik Endeks Türü: MMS

Güncel Endeks: 790.00
Grafik Endeks: 915.00
Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Giriş:

Büyütme Katsayısı: 2 269.09 \$
Yüzde: %00
Montaj Gideri: 0.00
Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 89 334.07 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarını | Birim Dönüştür | Hesap Makinesi | Ekipman Fiyatını Kaydet | Çıkış

Şekil Ek 2.14 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

71.Kolon dolguları [Berl eğeri, porselen]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: .984252 in Birim: ...? Farklı Birim: **Ekipman Fiyatlandır**

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarih: 1987 Grafik Endeks Türü: CE Endeksi

Güncel Endeks: 325.00 Grafik Endeks: 324.00 Ekipman Ömrü: ... yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak

Değişken Grup:

Büyütme Katsayısı: 78.18 Yüzde: %00 Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı
2 422.02 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Açınması Birim Dönüştürme Hesap Makinesi Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.15 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

8.Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz çelik-tek pervaneli]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 4.959785 hp Birim: ...? Farklı Birim: **Ekipman Fiyatlandır**

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarih: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: ... yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak

Değişken Grup:

Büyütme Katsayısı: 1.00 Yüzde: %00 Montaj Gideri: 0.00

Diger Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı
8 454.34 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Açınması Birim Dönüştürme Hesap Makinesi Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.16 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

03. Kompresörler, hava [Hava kompresörleri]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of air compressors [Air compressors]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 1000.45 ft3/dak
Büyük: 1700.00 m3/h

Güncel Tarih: 28.06.1985
Grafik Tarihi: 1990
Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00
Grafik Endeks: 915.00
Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyük Katsayısı: 1.00

Yüzde: %00 = 0.00
Montaj Gideri: 0.00
Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 100 500.00 \$

Açıklama:

R3/min	1/min	hp
143	230	50
275	275	75

Seçilen Ekipman Ayarları: Birim Dönüşüm Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.17 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

05. Filtreler, kovan tipi [316 Paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cartridge type filters [316 stainless steel]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 237.7548 US gal
Büyük: 0.90 m3

Güncel Tarih: 28.06.1985
Grafik Tarihi: 1990
Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00
Grafik Endeks: 915.00
Ekipman Ömrü: 10 yıl

Ekipman Fiyat Denklemi:
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyük Katsayısı: 1.00

Yüzde: %00 = 0.00
Montaj Gideri: 0.00
Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 817.31 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları: Birim Dönüşüm Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.18 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

86. Elekler (screens), titreşimli [Çift donanım]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Vibrating screens [Double-deck]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 14.53128 ft² Birimi: ft² Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi: Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

Dijer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 7 991.37 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüştürme Hesap Makinesi Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.19 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

87. Taşıma ekipmanları-2 [Titreşimli taşıyıcılar(convoyors), 40 in kefe genişliği]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Conveying equipment [Vibrating conveyors, Pan width 40 in]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri: 24.6063 ft Birimi: ft Farklı Birim: ? Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih: 28.06.1985 Grafik Tarihi: 1990 Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00 Grafik Endeks: 915.00 Ekipman Ömrü: yıl

Ekipman Fiyat Denklemi: Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi:

Büyütme Katsayısı: 1.00 + Yüzde: %00 = Montaj Gideri: 0.00

Dijer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 17 563.74 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları Birim Dönüştürme Hesap Makinesi Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.20 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

88. Taşıma ekipmanları-1 [Vidalı taşıyıcı, 14 in. çaplı]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Conveying equipment [Screw conveyors diameter - 14 in.]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri	Birimi	Farklı Birim
16.0105	ft	?
4.880	m	

Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih	Grafik Tarihi	Grafik Endeks Türü
28.06.1985	1990	Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks	Grafik Endeks	Ekipman Ömrü
790.00	915.00	yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Ekipman Satınalma Fiyatı

6 133.22 \$

Büyütme Katsayısı

1.00

Yüzde

%00 =

Montaj Gideri

0.00

Difer Ekipman Giderleri

0.00

Toplam Ekipman Fiyatı

6 133.22 \$

Açıklama
Serit ve vida taşıyıcılar..

Seçilen Ekipman Ayrıntısı Birim Dönüşüm Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.21 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

90. Yük kaldırma ekipmanları [Elektrikli kaldırıcı, yük arabasız]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Hoisting equipment [Electric hoist, No trolley]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nicelik değeri	Birimi	Farklı Birim
3.306934	US ton	?
3.00	t	

Ekipman Fiyatlandır

Güncel Tarih	Grafik Tarihi	Grafik Endeks Türü
28.06.1985	1990	Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks	Grafik Endeks	Ekipman Ömrü
790.00	915.00	yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Ekipman Satınalma Fiyatı

6 021.77 \$

Büyütme Katsayısı

1.00

Yüzde

%00 =

Montaj Gideri

0.00

Difer Ekipman Giderleri

0.00

Toplam Ekipman Fiyatı

6 021.77 \$

Açıklama
Harcı fiyatlar: acid-direçli yapı, \$340; dust-tight construction, \$150; power reels, \$740; and chain container, \$140.

Seçilen Ekipman Ayrıntısı Birim Dönüşüm Hesap Makinası Ekipman Fiyatını Kaydet Çıkış

Şekil Ek 2.22 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

93. Elektrik motorları [Alternatif akım, patlamaya dayanıklı]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cost of electric motors [Alternating current, Explosion proof]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nitelik değeri: 335.1206 hp, Birim: 250.00 kW, Farklı Birim: --?

Güncel Tarih: 28.06.1985, Grafik Tarihi: 1990, Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00, Grafik Endeks: 915.00, Ekipman Ömrü: -- yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Büyütme Katsayısı: 1.00, Yüzde: %00, Montaj Gideri: 0.00, Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 21 056.38 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları, Birim Dönüştürme, Hesap Makinası, Ekipman Fiyatını Kaydet, Çıkış

Şekil Ek 2.23 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

EKİPMAN FİYAT KESTİRİMİ

94. Filtreler, koyan(cartridge) tipi [316 Paslanmaz çelik]

EKİPMAN MALİYET GRAFİĞİ

Cartridge type filters [316 stainless steel]

EKİPMAN FİYATI HESAPLAMALARI

Eldeki nitelik değeri: 1320.86 US gal, Birim: 5.00 m3, Farklı Birim: --?

Güncel Tarih: 28.06.1985, Grafik Tarihi: 1990, Grafik Endeks Türü: Marshall & Swift Endeksi

Güncel Endeks: 790.00, Grafik Endeks: 915.00, Ekipman Ömrü: -- yıl

Ekipman Fiyat Denklemi
Ekipman fiyatı grafikten hesaplanacak.

Değişken Girişi

Büyütme Katsayısı: 1.00, Yüzde: %00, Montaj Gideri: 0.00, Diğer Ekipman Giderleri: 0.00

Toplam Ekipman Fiyatı: 1 574.14 \$

Açıklama:

Seçilen Ekipman Ayarları, Birim Dönüştürme, Hesap Makinası, Ekipman Fiyatını Kaydet, Çıkış

Şekil Ek 2.24 CostCAD ekipman fiyatlandırma arayüzü

Çizelge Ek 2.1 CostCAD ile cis-polibütadien tesisine ait makina-teçhizatların kestirim fiyatları toplu listesi

Makina-Teçhizatlar	Adet	Fiyat
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (küçük tanklar)]	1	30 870.64
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (büyük tanklar)]	1	63 492.10
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (büyük tanklar)]	1	970 308.26
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (büyük tanklar)]	3	431 474.76
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (büyük tanklar)]	1	119 924.82
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Fiberglas, üstü açık]	1	907.66
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Fiberglas, üstü açık]	1	773.29
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Konik çatılı, API (büyük tanklar)]	1	106 541.30
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Fiberglas, üstü açık]	1	5 252.18
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Fiberglas, üstü açık]	1	3 158.92
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Fiberglas, üstü açık]	1	4 273.18
Tanklar (Kaynak : Garrett) [Fiberglas, üstü açık]	1	1 039.02
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	3	9 465.00
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	3 424.84
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	3	9 465
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	3 424.84
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	31 696.38
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	13 876.11
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	5 883.97
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	5 313.62
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	6	18 048.00
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	4 770.70
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	3 533.92
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	3 103.32
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	4 091.15
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	2	6 688.00
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	2 712.51
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	3 559.76
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	5 043.79
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	5 455.19
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [250 psi'lik kazan]	1	6 088.53
Kazanlar, -Yumuşak çelik (Kaynak: Garrett) [15 psi'lik kazan]	1	5 632.01
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	1	5 502.42
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	4	22 009.68
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	4	22 009.68
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	2	11 004.84
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	5	41 625.50
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	1	7 619.39
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	1	7 137.26
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	6	37 909.98
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	2	11 004.84
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	1	5 502.42
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	1	5 502.42
Pompa (santrifüj tipi) [API-610 dökme çelik muhafazalı]	1	5 502.42
Pompalar (diyafram ve dönel tip) [Diyafram]	4	7 684.60
Pompalar (diyafram ve dönel tip) [Diyafram]	2	3 975.10
Pompalar (diyafram ve dönel tip) [Diyafram]	4	7 715.84
Pompalar (diyafram ve dönel tip) [Diyafram]	2	3 783.70
Pompalar (diyafram ve dönel tip) [Diyafram]	4	7 700.20
Pompalar (emme-basma tipi) [Paslanmaz çelik(150 lb/in2)]	2	137 751.24
Pompalar (emme-basma tipi) [Paslanmaz çelik(150 lb/in2)]	4	177 684.16
Pompalar (dişli) [316 Paslanmaz çelik]	2	29 325.98
Pompalar (dişli) [316 Paslanmaz çelik]	2	15 802.92
Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz çelik tipli borulu]	4	87 315.96

Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz elik tipli borulu]	3	97 611.60
Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz elik tipli borulu]	4	61 960.32
Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz elik tipli borulu]	2	25 237.34
Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz elik tipli borulu]	2	30 385.90
Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz elik tipli borulu]	4	32 765.36
Isı değiştirici, sabit-boru ve kabuklu [304 paslanmaz elik tipli borulu]	2	24 323.60
Isı değiştirici, kanatlı-borulu oynar-başlı [Korozyona dayanıklı alaşım	1	23 909.01
Isı değiştirici, hava soğutmalı [4,5,6,8,12 borulu sıralar]	1	25 279.30
Isı değiştirici, hava soğutmalı [4,5,6,8,12 borulu sıralar]	1	22 198.68
Isı değiştirici, hava soğutmalı [4,5,6,8,12 borulu sıralar]	1	29 502.00
Isı değiştirici, hava soğutmalı [4,5,6,8,12 borulu sıralar]	1	33 651.54
Kolonlar [Dolgulu kolon, paslanmaz elik]	1	89 334.07
Kolonlar [Kampanalı kolon, paslanmaz elik]	1	397 522.83
Kolonlar [Dolgulu kolon, paslanmaz elik]	2	13 385.92
Kolonlar [Dolgulu kolon, paslanmaz elik]	1	2 040.81
Kolonlar [Dolgulu kolon, paslanmaz elik]	1	14 998.49
Kolon dolguları [Berl eğeri, porselen]	1	2 422.02
Raflar, kule rafları [Vana raflı (Valve trays) (paslanmaz elik)]	1	22 351.00
Kolon dolguları [Raschig halkası,porselen]	2	89.64
Kolon dolguları [Raschig halkası,porselen]	1	38.62
Kolon dolguları [Interlox eğeri, porselen]	1	211.01
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	2	9 797.84
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	2	12 026.52
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	2	16 908.68
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	3	30 990.21
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	5	230 878.20
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	3	176 881.77
Karıştırıcılar, türbin ve pervaneli [Türbin, 316 Paslanmaz elik-tek pervaneli]	2	167 715.10
Kompresörler, hava [Hava kompresörleri]	2	201 000.00
Filtreler, kovan tipi [316 Paslanmaz elik]	2	1 470.18
Filtreler, kovan tipi [316 Paslanmaz elik]	2	1 634.62
Elekler (screens), titreşimli [ift donanım]	2	15 982.74
Taşıma ekipmanları-2 [Titreşimli taşıyıcılar(conveyors), 40 in kefe genişliği]	1	17 563.74
Taşıma ekipmanları-1 [Vidalı taşıyıcı, 14 in. aplı]	1	6 133.22
Taşıma ekipmanları-2 [Titreşimli taşıyıcılar(conveyors), 20 in kefe genişliği]	1	2 476.26
Yük kaldırma ekipmanları [Elektrikli kaldır, yk arabasız]	1	6 021.77
fleyiciler (Blowers) [Yüksek kapasiteli üfleyici (3-in statik basınçlı)]	1	1 293.82
Taşıma ekipmanları-1 [şerit taşıyıcı, 24 in. genişlikli]	1	33 481.31
Elektrik motorları [Alternatif akım, patlamaya dayanıklı]	1	21 056.38
Filtreler, kovan(cartridge) tipi [316 Paslanmaz elik]	2	3 148.28
ÖZEL EKİPMAN (FİYATINI KULLANICI GİRECEK)		600 000.00
TOPLAM		5 056 043.02

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	23.10.1972	
Doğum yeri	Şumnu	
Lise	1986 - 1989	Kartal Ticaret Lisesi
Lisans	1990 - 1994	Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü
İngilizce Hazırlık	1994 - 1995	Yıldız Teknik Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü
Yüksek Lisans	1995 - 1998	Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Müh. Anabilim Dalı
Çalıştığı kurum(lar)	1995 - Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Müh. Bölümü Temel İşlemler Lab. Araştırma Görevlisi