

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞER ANALİZİNİN PLASTİK ENJEKSİYON KALIP
ENDÜSTRİSİNDE UYGULANMASI**

Endüstri Mühendisi Serbülent KAYIKCI

**FBE Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Sistem Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat GÜNERİ

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	İV
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ÖNSÖZ.....	Viii
ÖZET.....	İX
ABSTRACT	X
GİRİŞ	1
1. VERİMLİLİK KAVRAM VE TANIMI	3
1.1. VERİMLİLİK NEDİR?.....	3
1.2. VERİMLİLİĞİN ROLÜ VE ÖNEMİ.....	8
1.3. VERİMLİLİĞİ ARTTIRMA YOLLARI	11
1.4. İŞLETME DÜZEYİNDE VERİMLİLİK	13
1.4.1. YÖNETİMİN GÖREVİ	13
1.4.2. BİR İŞLETMEDE VERİMLİLİĞİ ARTTIRMA YOLLARI.....	14
1.5. İŞLETMEDE VERİMLİLİĞİ AZALTAN GEREKSİZ MALİYETLER.....	21
1.5.1. MALİYET VE GEREKSİZ MALİYET KAVRAMLARI.....	21
1.5.2. GEREKSİZ MALİYETLERİN EN ÇOK GÖRÜLEBİLECEĞİ ALANLAR	28
1.5.3. GEREKSİZ MALİYETLERİ AZALTMAYI AMAÇLAYAN YÖNETİM TEKNİKLERİ	31
1.5.3.1. SAĞDUYU TEKNİKLERİ.....	31
1.5.3.2. HEURİSTİK TEKNİKLER	32
1.5.3.3. YÖNETİM BİLİMİ VEYA YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI TEKNİKLERİ	33
2. VERİMLİLİK ARTTIRMA TEKNİĞİ “DEĞER ANALİZİ”	37
2.1 DEĞER ANALİZİ NEDİR?.....	37
2.2 DEĞER KAVRAMI	44
2.2.1 DEĞERİN NİTELİĞİ VE ÖLÇÜMÜ	44
2.2.2 DEĞER KAVRAMLARI.....	45
2.2.2.1 Maliyet Kavramları (Cost Value).....	45
2.2.2.2 Değişim Değeri (Exchange Value).....	46
2.2.2.3 Kullanım Değeri (Use Value).....	46
2.2.2.4 Etkileyici Değer (Esteem Value).....	47
2.2.3 DEĞERİN ÖNEMİ	47
2.3 DEĞER ANALİZİNDE FONKSİYONEL YAKLAŞIM	61
2.3.1 FONKSİYON KAVRAMI	63
2.3.1.1. FONKSİYON NEDİR?.....	63
2.3.1.2 FONKSİYONUN İKİ KELİME İLE TANIMI	66
2.3.1.3. FONKSİYON TANIMLAMASININ KURALLARI	69
2.3.1.4. İSİM - FİİL TEKNİĞİ	71
2.3.2. FONKSİYONLARIN SINIFLANDIRILMASI	78
2.3.2.1. TEMEL FONKSİYONLAR:	78
2.3.2.2. İKİNCİL FONKSİYONLAR:.....	79
2.3.2.3. GEREKLİ OLMAYAN FONKSİYONLAR:.....	79
2.3.3. FONKSİYON ANALİZİ.....	81
2.3.4. DEĞER ANALİZİ YÖNTEMİNİN POTANSİYELİ	87
2.3.5. MALİYET SINIFLANDIRMASI	94
2.3.6. FONKSİYON MATRİSİ.....	100
2.3.6.1. NİTELİK / FONKSİYON MATRİSİ.....	100
2.3.6.2. MALİYET / FONKSİYON MATRİSİ.....	103
3. HACİM KALIPÇILIĞI.....	115
3.1 PLASTİK ENJEKSİYON KALIPÇILIĞI	116

3.2	PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI ÇALIŞMA PRENSİBİ	116
3.3	PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI PARÇALARI VE GÖREVLERİ	120
3.3.1	ÜST TESPİT PLAKASI	121
3.3.2	FLANŞ (MERKEZLEME BİLEZİĞİ)	122
3.3.3	DİŞİ GÖVDE PLAKASI	122
3.3.4	ERKEK GÖVDE PLAKASI.....	122
3.3.5	PARALELLER (TAKOZLAR)	123
3.3.6	İTİCİ PLAKASI.....	123
3.3.7	İTİCİ DESTEK PLAKASI	123
3.3.8	ALT TESPİT PLAKASI	123
3.3.9	DİŞİ VE ERKEK ÇELİK.....	125
3.3.10	KALIP EKİPMANLARI.....	126
3.3.10.1	KALIP MEMESİ	127
3.3.10.2	KOLON – BURÇ.....	127
3.3.10.3	İTİCİLER	128
3.3.10.4	CİVATALAR	128
3.3.10.5	SU REKORLARI	129
3.3.10.6	KONİK KİLİTLER VEYA PARALEL KİLİTLER	129
3.4	PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI İMALAT SAFHALARI	130
3.4.1	TASARIM.....	130
3.4.2	ENJEKSİYON KALIBI İMALATI	132
3.4.3	ENJEKSİYON KALIBI ÜRETİMİ	135
4.	PLASTİK ENJEKSİYON KALIPÇILIĞINA DAİR DEĞER ANALİZİ ÖRNEKLERİ	138
4.1	ÖRNEK 1	138
4.1.1	PLASTİK ENJEKSİYON KALIPÇILIĞINDA NOMİNAL GRUP TEKNİĞİ.....	142
4.1.2	Fayda Eğrileri ile Plastik Enjeksiyon kalıplığındaki niteliklerin tatmin düzeylerinin hesaplanması. 144	
4.1.2.1	Enjekte edilen parçanın ölçüsel uygunluğu	145
4.1.2.2	Kalıp Ömrü	145
4.1.2.3	Baskı Garantisi	146
4.1.2.4	Enjeksiyonda belirtilen sürede parçanın Temini (Çevrim Süresi)	147
4.1.2.5	Kaliteli Çelik Kullanımı	148
4.1.2.6	Fayda Matrisinin Hesaplanması.....	148
4.1.3	ÖRNEK 1 İÇİN FONKSİYON MATRİSİNİN OLUŞTURULMASI.....	149
4.1.3.1	NİTELİK FONKSİYON MATRİSİ	150
4.1.3.2	Ayarlı Ayak Tapası Plastik Enjeksiyon Kalıbı Ekipman Listesi	150
4.1.3.3	Ayarlı Ayak Tapası Plastik Enjeksiyon Kalıbı Ekipman Malzeme ve Üretim Maliyet Listesi	152
4.2	ÖRNEK 2.....	166
4.3	ÖRNEK 3.....	167
4.4	ÖRNEK 4.....	169
4.5	ÖRNEK 5.....	171
4.6	ÖRNEK 6.....	172
4.7	ÖRNEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	174
5.	SONUÇLAR	177
	KAYNAKLAR.....	179
	ÖZGEÇMİŞ	182

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.Düşük Verimlilik Döngüsü	10
Şekil 2.1: Önem ve tatmin düzeyi ile belirlenen Beklenti matrisi	50
Şekil 2.4 Doğruluk niteliği için fayda eğrisi.....	56
Şekil 2.5 Su geçirmezlik niteliği için fayda eğrisi	56
Şekil 2.6 Görünüş niteliği için fayda eğrisi	57
Şekil 2.7 Güvenilirlik niteliği için fayda eğrisi	57
Şekil 2.8 Garanti Süresi niteliği için fayda eğrisi	58
Şekil 2.9 Takvim niteliği için fayda eğrisi.....	58
Şekil 2.10 Aydınlatma niteliği için fayda eğrisi	59
Şekil 2.11 Alarm niteliği için fayda eğrisi.....	59
Şekil 2.12 Ayarlı Kordon niteliği için fayda eğrisi.....	60
Şekil 2.13 Darbeye Direnç niteliği için fayda eğrisi.....	60
Şekil 2.14.:Elektrik Ampülü Montajı	75
Şekil 2.15: Temel Fonksiyonlar	77
Şekil 2.16.: Yardımcı Fonksiyonlar.....	78
Şekil 2.17 Sabitleme mili ilk durumda, özel imalat, ikinci durumda standart malzemeler ile imal edilmiş.....	89
Şekil 2.18 Transfor motorunda yapılan bir tasarım değişikliği	90
Şekil 2.19: Rotor çemberinde yapılan tasarım değişikliği	91
Şekil 2.20 Bobin destek elemanındaki tasarım değişikliği	91
Şekil 2.21 Kayış muhafazasındaki tasarım değişikliği	92
Şekil 2.22 İzalatorun malzeme değişikliğinden elde edilen maliyet kazanımı	92
Şekil 2.23. Ürün Maliyeti Dağılımı	95
Şekil 2.24: Geleneksel Maliyet Yapısı	95
Şekil 2.25: Sabit Maliyetler	99
Şekil 2.26: Değişken Maliyetler	99
Şekil 2.27: Nitelik / Fonksiyon Matrisi Analizi.....	101
Şekil 2.28: Maliyet / Fonksiyon Matrisi Analizi	104
Şekil 2.29.: Maliyet / Fonksiyon Dağılımı ve Pareto Diyagramı	105
Şekil 2.30: Fayda ve Maliyet Gridi	106
Şekil 2.31 Tükenmez kalem örneği için Yazı kalitesi niteliğinin tatmin düzeyi	108
Şekil 2.32 Tükenmez kalem örneği için Sızıntı niteliğinin tatmin düzeyi.....	108
Şekil 2.33 Tükenmez kalem örneği için İşleyen basma düğmesi niteliğinin tatmin düzeyi	109
Şekil 2.34 Tükenmez kalem örneği için Görünüş niteliğinin tatmin düzeyi	109
Şekil 2.35 Tükenmez kalem örneği için Düzgünlük niteliğinin tatmin düzeyi	110
Şekil 2.36 Tükenmez kalem parçaları	112
Şekil 2.37 Tükenmez kalem örneği için fonksiyonların fayda maliyet gridi.....	114
Şekil 3.1: Enjeksiyonla Kalıplama (Kapalı Durum).....	117
Şekil 3.2: Enjeksiyonla kalıplamadan sonra kalıbın açılmış durumu	118
Şekil 3.3 Enjeksiyon makinesinden kalıba hammadde yayılımı	119

Şekil 3.4 Örnek bir plastik enjeksiyon kalıbı ve onun temel parçaları	121
Şekil 3.5: İmal edilmiş bir kalıp ve bir kalıbın 3 boyutlu tasarımında dişi ve erkek gövdeler.....	122
Şekil 3.6: Örnek bir enjeksiyon kalıbında bulunan dişi çelik, itici plakalar ve paralellerin gösterimi	124
Şekil 3.7: Numunenin baskı sonrasında sıyrıcı plakalar ve iticilerle düşürülmesini gösteren bir örnek	125
Şekil 3.8: Dişi ve erkek çelik ve numuneye ait kalıp ayırma hattı.....	126
Şekil 3.9: Enjeksiyon kalıbı kalıp memesi	127
Şekil 3.10: Örnek bir enjeksiyon kalıbı ve bundaki kolon ve burçlar.....	128
Şekil 3.11: Kalıbın, erkek tarafı ve iticilerin gösterimi, kalıbın dişi tarafı ve kalıp elemanlarının gösterimi.....	128
Şekil 3.12: Kalıptaki su rekoru yerlerinin gösterimi, örnek cıvata ve rekor.	129
Şekil 3.13: Konik kilitleme ve paralel kilit.....	130
Şekil 3.14: Kalıp tasarlanırken bir ayırma hattına ihtiyaç duyulmaktadır. Örnek bir ayırma hattı	131
Şekil 3.15: Örnek bir enjeksiyon kalıbının tasarımı ve imalatından sonraki hali	131
Şekil: 3.16: Cnc Freze Tezgahı ve 3 Boyutlu parça işlemesi.	133
Şekil 3.17: Dalma erezyonda kullanılacak elektrot örnekleri.....	134
Şekil 3.18 Matkap ve Torna	134
Şekil 3.19: Plastik Enjeksiyon Makinesinin gösterimi	136
Şekil3.20: Örnek Enjeksiyon Makinaları	136
Şekil 3.21 Dört ayrı kademede enjeksiyon makinesinin hareketi.....	137
Şekil 4.1: Ana sanayi firma tarafından kalıpcı üretici firmaya gönderilen tekliflendirme dosyası.....	139
Şekil 4.2: Üretici Firma tarafından ana sanayi firmasına gönderilen teklif dosyası	140
Şekil 4.3: Ana sanayi firma tarafından hazırlanan ve üretici firmaya gönderilen sözleşme mektubu	141
Şekil 4.4 Enjekte edilen parçanın ölçüsel uygunluğu ile ilgili tatmin düzeyi.....	145
Şekil 4.5 Kalıp ömrü niteliği ile ilgili tatmin düzeyi	146
Şekil 4.6 Baskı sayısı niteliği ile ilgili tatmin düzeyi	147
Şekil 4.7 Çevrim Süresi niteliği ile ilgili tatmin düzeyi	147
Şekil 4.8 Kaliteli çelik kullanımı ile ilgili tatmin düzeyi.....	148
Şekil 4.9 Fonksiyon fayda maliyet gridi.....	165
Şekil 4.10 Silindir başlı ve havşa başlı iticiler arasındaki fark	167
Şekil 4.11 Şapkalı kolon ve silindir başlı itici karşılaştırması	168
Şekil 4.12 Paralel Kilit ve enjeksiyon kalıbındaki yeri	169
Şekil 4.13 Konik kilitleme ve kalıptaki yerleri.....	170
Şekil 4.14 Enjeksiyon kalıbında üst plaka ve dişi gövde yerine tek bir plaka kullanımı.....	172
Şekil 4.15 Örnek 1 için fayda maliyet gridi.....	174

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1. Maliyet Azaltma Plan Örneği.....	36
Çizelge 2.1 Otomobil örneği için niteliklerin şirketler için tatmin düzeyi önemi ve faydası.	49
Çizelge 2.2. Saat örneği için nominal grup tekniği kullanılarak niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi..	55
Çizelge 2.3. Saat örneği için niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi.....	55
Çizelge 2.4 Saat Örneği için niteliklerin fayda matrisinin hesaplanması	61
Çizelge 2.5.: Elektrik Ampulünün Bileşenlerinin Fonksiyonları.....	75
Çizelge 2.6: Cisimler Amaçları ve Birincil Fonksiyonları	76
Çizelge 2.7: Nitelik / Fonksiyon Matrisi	101
Çizelge 2.8: Nitelik / Fonksiyon Matrisi	103
Çizelge 2.9.: Maliyet / Fonksiyon Matrisi	105
Çizelge 2.10 Tükenmez kalem örneği için nitelik önem sıraları	107
Çizelge2.11 Tükenmez kalem örneği için niteliklerin önem sıraları ve yüzdeleri.....	107
Çizelge 2.12 Tükenmez kalem örneği için Niteliklerin fayda matrisi	110
Çizelge 2.13 Tükenmez kalem örneği için Niteliklerin fonksiyon matrisi	111
Çizelge 2.14 Tükenmez kalem örneği için parçaların malzeme üretim ve toplam maliyeti	112
Çizelge 2.15 Tükenmez kalem örneği için Maliyet Fonksiyon matrisi	113
Çizelge 4.1: enjeksiyon kalıbının sahip olması gereken temel özellikleri belirleyen anket.	142
Çizelge 4.2 Enjeksiyon kalıbında olması gereken niteliklerin sıralaması	143
Çizelge 4.3 Öncelikli matris kullanılarak niteliklerin sıralaması.....	144
Çizelge 4.4 Örnek enjeksiyon kalıbı için Toplam Fayda ve Fayda	149
Çizelge 4.5 Örnek 1 için Nitelik Fonksiyon Matrisi.....	150
Çizelge 4.6 Örnek Plastik Enjeksiyon Kalıbının malzeme listesi.....	151
Çizelge 4.7 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Flaş için malzeme üretim ve toplam maliyet.	152
Çizelge 4.8 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Üst Plaka için malzeme üretim ve toplam maliyet.	152
Çizelge 4.9 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Dişi Gövde için malzeme üretim ve toplam maliyet.	153
Çizelge 4.10 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Erkek Gövde için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	153
Çizelge 4.11 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Paralel için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	154
Çizelge 4.12 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında İtici Plaka için malzeme üretim ve toplam maliyet.	154
Çizelge 4.13 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında İtici Destek Plakası için malzeme üretim ve toplam maliyet.	155
Çizelge 4.14 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Dişi Çelik için malzeme üretim ve toplam maliyet.	155
Çizelge 4.15 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Alt Plaka için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	156
Çizelge 4.16 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Erkek Çelik için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	156
Çizelge 4.17 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Silindir Baş İtici (Ø16) için malzeme üretim ve toplam maliyet.	157
Çizelge 4.18 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Dayama Plakası için malzeme üretim ve toplam maliyet.	157
Çizelge 4.19 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Silindir Başlı İtici (Ø5) için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	158
Çizelge 4.20 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Silindir Baş İtici (Ø3) için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	158
Çizelge 4.21 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Ortadan Şapkalı Kolon için malzeme üretim ve toplam maliyet.	159
Çizelge 4.22 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Kuyruklu Şapkalı Burç için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	159
Çizelge 4.23 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Ortadan Şapkalı Kolon (Ø25) için malzeme üretim ve toplam maliyet.	160
Çizelge 4.24 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Ortadan Flaşlı Burç için malzeme üretim ve toplam maliyet.	160

Çizelge 4.25 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Kalıp memesi için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	161
Çizelge 4.26 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Paralel Kilit için malzeme üretim ve toplam maliyet.	161
Çizelge 4.27 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Civatalar için malzeme üretim ve toplam maliyet.	162
Çizelge 4.28 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Rekorlar için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	162
Çizelge 4.29: Örnek 1 Plastik Enjeksiyon Kalıbı için malzeme üretim ve toplam maliyet.....	163
Çizelge 4.30 Örnek 1 kalıbı için Fonksiyon malzeme dağılımı.....	164
Çizelge 4.31 Örnek 1 enjeksiyon kalıbı için fonksiyon fayda ve maliyet değerleri	165
Çizelge 4.32 Enjeksiyon kalıbında iticilerin silindir yerine havşa başlı olması durumundaki maliyet farkı	166
Çizelge 4.33 Silindir başlı itici ve şapkalı kolon maliyet farkı.....	168
Çizelge 4.34 Kalıpta, Kare kilit yerine konik kitleme kullanılırsa olan maliyet farkı.....	170
Çizelge 4.35 Kalıpta kullanılan çeliğin standardının değişikliği söz konusu olduğunda ortaya çıkan maliyet farkı	171
Çizelge 4.36 Üst plaka ve dişi gövde yerine tek plaka kullanımından elde edilen malzeme kazanımı	172
Çizelge 4.37 Üst plaka ve dişi gövde yerine tek plaka kullanımından elde edilen işçilik kazanımı.....	173

ÖNSÖZ

Globalleşen dünyada artık insanlar daha iyiyi daha ucuza alma yollarını aramaktadırlar. Günümüzde firmalar rekabet ortamında ayakta kalabilmek için ürettikleri malı veya hizmeti sürekli daha rantabl bir biçimde nasıl üretebileceklerini araştırmalıdır. Verimliliği arttırmada firmalar birçok teknik kullanmaktadırlar, gereksiz maliyeti azaltmayı amaç edinen Değer Analizi de bu tekniklerden biridir.

Birçok sektörün temelini oluşturan ve üretim olan bütün sektörlerde önemli rol oynayan kalıçılık, son yıllarda özellikle uzak doğu ülkelerinin ucuz iş gücü, düşük fiyat ve kaliteli ürünleri ile pazara girmesinden dolayı ülkemizde sekteye uğramıştır. Bunun bilincinde olan firma yöneticilerinin şirketlerinin bu firmalar ile baş edebilmesi, sadece verimlilikten geçmektedir. O yüzden firmalarda çeşitli verimlilik artırma teknikleri kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışma da, verimliliğin, değer analizinin, fonksiyon analizinin incelenmesi yanı sıra, plastik enjeksiyon kalıçılığı sektörünün açıklamaları ve Değer analizinin Plastik Enjeksiyon kalıçılığı sektöründe nasıl kullanıldığına ve nasıl başarılı olabileceğine dair uygulamalar bulunmaktadır.

TEMMUZ 2005

SERBÜLENT KAYIKCI

ÖZET

Verimlilik arttırma tekniklerinden biri olan değer analizi ürün, işlem ve hizmeti, gerekli fonksiyonları yerine getirebilecek şekilde, optimum değerde ve en düşük maliyetle elde etmeye çalışan sistemli bir teknikler bütünüdür. Değer analizi mamul için gerekli olan elemanların mamul masrafını mümkün olan en az miktarda yapmak ve bu şekilde esas fonksiyonu gerçekleştirmek için oluşturulmuş bilimsel bir metottur.

Çalışmada ilk bölümde verimlilik kavramı, verimliliği arttırma yolları ve verimliliği azaltan gereksiz maliyet kavramları ve bu gereksiz maliyetlerin azaltılması için uygulanacak teknikler detaylı bir şekilde incelenmektedir. Daha sonraki bölümde gereksiz maliyeti minimize etmede ve verimliliği sağlamada kullanılan bir teknik olan değer analizi, uygulamaları ve fonksiyon analizi ile birlikte anlatılmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, projenin ana konu sektörü olan Kalıpcılık ve Plastik Enjeksiyon kalıpcılığı örneklerle incelemiş bulunmaktadır. Son bölümde ise anlatılan verimliliği arttırma tekniği olan değer analizinin plastik enjeksiyon kalıpcılığında nasıl uygulandığına dair uygulamalar ve sonuçları yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Verimlilik, Değer, Kalıp, Plastik, Analiz, Maliyet

ABSTRACT

One of the productivity increasing way of value analysis technique that is a systems that obtain product service and process with succeed necessary functions with optimum value and lowest cost. Value analysis is a scientific method that is formed for realize main function with lower elements product expenses.

In this study, in first chapter productivity concept, productivity increasing ways and unnecessary cost concepts that decreases productivity and techniques that decrease those unnecessary cost are examined with detailed. In second chapter value analysis technique that using in minimizing unnecessary cost and providing productivity and its applications and function analysis are related.

In third section of this study, main sector of this project Molding and Plastic Injection Molding are examined with detailed application and samples. In last chapter related value analysis technigue are applied Plastic Injection Molding, also aplications and results are shown in that chapter.

Keywords: Productivity, Value, Mold, Plastic, Analysis, Cost

GİRİŞ

“Analiz” terimi birçok kişi için anlaşılabilir nitelikte olup analiz etmek denildiğinde bir takım şeyleri ortaya çıkarmak olduğu hemen anlaşılır. “Değer” terimi ise birçok kişi için anlaşılabilir nitelikte değildir. Değer, “kullanım yerinde bir ürünün fonksiyon veya fonksiyonlarını beğeni ile yerine getirebilmesi için ürüne kazandırılmış özellikler ve bu özelliklerin yarattığı faydaların bir ölçüsü” olarak tanımlanır. Yani değer genel olarak belli bir malın, fikrin veya hizmetin taşıdığı yararlı vasıftır.

Değer analizi ise, ürüne kazandırılmış özelliklerin yarattığı faydaların ve ürüne bu özellikleri kazandıran elemanların yapı ve fonksiyonlarının sorgulanarak optimum sonuç veya sonuçların elde edilmesi tekniğidir.

Değer Analizi, organizasyonlar ve metotlar üzerine yapılan çalışmaların geliştirilmesi gibi ürün geliştirme faaliyetlerinden başka birçok alana da uygulanabilir(Crow, 2003). Bununla beraber ürün geliştirmek için kullanıldığında sonuçlar somut olarak görülebilir ve para ile ölçülebilir. Bu sonuçlar da ürünün daha iyi, daha ucuz ve iş güvenliği yönünden sağladığı yararlardır. Teknolojik açıdan gelişmiş fabrikalar, dizayn değişmediği zaman % 10 ‘luk bir kazanç sağlayabilirlerken dizaynın değiştirilebilmesi durumunda % 20 – 30 ‘a varan kazanç elde edebilirler. Fakat ürün her iki durumda da eskisinden daha iyidir. Gelişmeler; sistemli yaklaşım, grup çalışması, eleştirisiz yaratıcı oturumlar (brain storming), anlaşılabilir fonksiyonlar ve uygulanabilir yaklaşımlar sonucu ortaya çıkar(Burdurlu,1997).

Değer Analizi tamamen uygulamaya dönük bir yaklaşım olup, ürün veya hizmetten beklenen fonksiyon çerçevesinde çalışmalarda bulunan bir tekniktir(Çiğdem, 1996). Değer Analizinin esas amacı olan değeri arttırma işlemini yalnızca maliyetleri aşağıya çekerek değil aynı zamanda üründen beklenen gerçek fonksiyonu saptayıp bunu daha başarılı bir şekilde gerçekleştirerek de yerine getirebilir.

Değer analizi bir işletmenin üretim, mühendislik, satın alma, pazarlama ve yönetim gibi bütün bölümlerinde kullanılır(Çiğdem, 1996). Hammadde ve yardımcı malzeme temini aşamasından, mamul aşamasına kadar olan tüm aşamalarda ve mamulün pazarlamasında uygulanır. Bu aşamalardaki gereksiz maliyetleri ortaya çıkarmayı amaçlar.

Değer Analizi, mamul veya hizmet değerini arttırmak amacıyla, bütün işletme çevrimi boyunca mevcut olabilen, gereksiz harcamaları aramak ve azaltmak için kullanılan bir düşünce sistemidir.

Bu çalışmada, öncelik olarak verimlilik kavram ve tanımına değinilmiştir. İşletmelerde verimliliği engelleyen gereksiz maliyetleri azaltmayı amaçlayan yönetim tekniklerinden biri olan değer analizi kavram ve örnekleri bir sonraki bölümde anlatılmıştır. Projenin üçüncü bölümünde ise imalatın başlangıç sektörlerinden biri olan Plastik Enjeksiyon Kalıpcılığı sektörü tanıtılmıştır. Son bölümde ise plastik enjeksiyon kalıpcılığı sektöründe değer analizine ait uygulama verilmiştir ve sonuçları irdelenmiştir.

1. VERİMLİLİK KAVRAM VE TANIMI

1.1. VERİMLİLİK NEDİR?

Verimlilik, üretim sistemlerinin performanslarının belirlenmesinde oldukça fazla kullanılan bir ölçü olup, kelime olarak “*üretebilme yeteneği*” anlamı taşımaktadır(Altınışık 1994).

Bilinen şeyleri daha iyi ve daha farklı şekilde yapmak ya da yeni bir takım şeyler oluşturma düşüncesi, insanların var olma ve daha iyi yaşama çabalarının özünü teşkil eder ki, bu mücadeleyi insanlık tarihi ile başlatmak mümkündür. Oysa bu düşüncenin bilinçli ve sistemli bir şekilde hayata geçirildiği dönemin başlangıcı ise çok daha yakın yıllara rastlamaktadır. Genel olarak “daha iyi ve daha farklı yapmak” şeklinde ifade edilen düşüncenin pratik yaşantımızdaki adına “verimliliği arttırmak” diyoruz (Lenger,1997).

Mekanik verim, bilindiği gibi sistemden çıkan enerjinin sisteme giren enerjiye oranıdır(Propenko, 1992) ve termodinamik kanunları gereği birden küçük bir değerdir. Oysa üretim alanında benzer şekilde tanımlanan verimlilik birden büyük olmalıdır. “Girdinin değerinden daha düşük bir çıktıya” geçici olarak katlanılabiliirse de, bu durum işletmenin kaynaklarının tüketilmesi anlamına geleceğinden, verimliliğin en kısa zamanda birin üzerine çıkarılması ve son haddine kadar yükseltilmesi gerekir. Zaten, verimlilik için, kurumsal bir üst sınır da söz konusu değildir(İşlier 2002).

Verimlilik için genel bir tanımlama yapılırsa, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı yaratmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir denebilir(MPM 1991). Bu sebepten dolayı verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kaynakların, emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi etken kullanımınıdır diye tanımlanır(Propenko, 1992).

Verimlilik üzerine yapılan çalışma ve araştırmalar incelendiğinde, kavramın kapsam bakımından geniş ve dar olmak üzere iki kısımda ele alındığı görölmektedir.

Verimlilik, geniş kapsamda incelendiğinde doğru olan işleri, doğru biçimde ve ekonomik bir çalışma ile gerçekleştirmeyi hedefleyen akılcı bir yaşam biçimi olarak tanımlanabilir(Propenko, 1992). Japon Verimlilik Merkezi tarafından yapılan bu tanım, verimlilik kavramı ile ilgili pek çok kriteri de yapısında barındırmaktadır. Yapılan bir işin verimli olabilmesi için, işin ve işin yapılış biçiminin akılcı olması gereklidir. Gerçekten de, *“belirlenmiş bir hedefe varabilmek için, araçların ve kaynakların en akılcı bir biçimde kullanılması”* (Anahtar, 1994) şeklinde de tanımlanabilen verimlilik, akıl ve rasyonellik ile birlikte giden bir kavram; davranış ve eylemlerimizde bulunması gereken bir yaşam felsefesidir. Buna göre *“verimlilik gelişmeci bir düşünce ya da var olan her şeyde özellikle insanda sürekli gelişmeyi hedefleyen bir düşüncedir. Ekonomik ve sosyal yaşamın değişen koşullara uyumlandırılmasıdır. Yeni teknik ve yöntemleri uygulama çabasıdır”*.

Verimlilik dar kapsamda ele alındığında ise, kavramın işletme bazına indirgenmesi gerekir. Bu noktada, konuya işletme düzeyinde yaklaşan araştırmacıların verimlilik kavramı yerine, işletme performansı kavramını kullanmaya başladıkları göröür. Verimlilik ise *işletme performansını açıklayan etkinlik, kalite, etkenlik ve yenilik gibi performans boyutlarından biri olarak kabul edilmiştir*(Drucker, 1996).

Konunun inceleme sınırları daraltılmakla birlikte, verimlilik için gereken çaba ve faaliyetin azaldığı düşünölmelidir. Kavramın sadece işletmeler düzeyinde incelenmesi bile işletmelerde amaç ve görevlerin belirlenmesi, üretim kaynaklarının sağlanması ve bunların kullanılmasına ilişkin tüm yönetim işlevlerinin olduğu kadar bütün üretim kaynakları arasındaki etkileşim ve sonuçların belirlenip yorumlanması gibi pek çok işlemi gerektirir.

Bu açıklamalardan verimliliğin dar kapsamlı tanımlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Verimlilik, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı üretmek için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir(Altınışık, 1998).
- Yukarıdaki tanım, bir üretim ya da hizmet sürecinin belli bir dönemi sonunda elde edilen üretim çıktısının (ürün, mal veya hizmet), bu üretimi gerçekleştirmek amacıyla kullanılan üretim faktörleri girdisine (kullanılan hammadde, işgücü, sermaye, enerji) oranı olarak genişletilebilir(Cristopher, 2003).

Verimlilik kıyaslanabilir iki üretim periyodunun sonuçlarının oranından ibarettir(ITO, 1993). Bir başka tanıma göre, verimlilik, hedeflere en az masraf ve fedakârlıkla ulaşmaktır. Bu tanımda dikkat edilmesi gereken nokta, en azın ölçüsünün neye göre olacağıdır? Bunun sayısal ölçülmesindeki zorluklar göz ardı edilmemelidir(Yamak, 1993).

Yüksek verimlilik, aynı miktar kaynakla daha çok üretmek ya da aynı girdiyle daha çok çıktı elde etmektir(Tümer, 1978). Verimlilik, girdi kaynaklarının üretim sürecinde ne kadar iyi kullanıldığıнын bir ölçüsü olarak tanımlanabilir. Bu ise, gerçekleşen çıktı ile mevcut kaynakların normal olarak çalışması sonucu beklenen çıktısının kıyaslanmasıdır. Bu ilişki, genellikle aşağıdaki gibi matematiksel olarak gösterilir(Lenger,1997).

Matematiksel olarak verimlilik:

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı (Output, Gerçek çıktı)}}{\text{Girdi (Input, Normal veya beklenen girdi)}}$$

Şeklinde ifade edilebilir.

Çıktı / girdi oranının hesaplanmasında ölçümü yapılan sistemin çıktı ve girdilerinin belirlenebilmesi için sistem sınırlarının tanımlanması ve dönem süresinin belirlenmesi önem taşır(Örnek, 2003).

Üretkenlik ile verimlilik arasında yakın bir ilişki vardır. Üretim verimi yüksek bir işletmede üretkenlikte yüksek olur. Fakat üretkenliğin yüksekliği her zaman verimli

üretimin varlığını göstermez. Örnek olarak, otomasyona geçen bir fabrikada üretkenliğin artması doğaldır, fakat üretim masrafları karşılanamaz, ya da karşılık azalırsa verim düşer. Keza pullukla sürülen bir tarlada traktör kullanılması halinde traktör işi daha kısa zamanda gerçekleştirecek ve üretkenlik artacaktır. Buna karşın, traktör zamanın büyük bölümünde boş kalacaksa yerinde bir yatırım yapılmamış, kaynaklar verimli kullanılmamış demektir(Erkmenol, 1991).

Verimlilik rakamları kesinlik ifade etmemekle beraber, zaman içinde mukayeseler yoluyla önem kazanır(Erkmenol,1991).

- Verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kaynakların etkin kullanımudur (Propenko, 1992).
- Verimlilik, işletmenin ne mükemmeliyetle çalıştığının bir ölçüsüdür(Erkmenol, 1991).
- Verimlilik, mümkün olan en düşük kaynak harcaması ile en yüksek sonuca ulaşmaktır(Cristopher, 2003).
- Verimlilik, sonuçlarla, bu sonucu elde etmek için harcanan zaman arasındaki ilişki olarak da tanımlanabilir. İstenen sonucu sağlamak için harcanan zaman azaldıkça verimlilik artar(Altınışık, 1998).
- Verimlilik, Peter Drucker tarafından “*en az çaba ile en çok çıktıyı verebilecek tüm üretim kaynakları arasındaki denge*” olarak tanımlamıştır(Drucker, 1996).
- İşletmelerde toplam verimlilik ölçümü kavramının öncüsü Davis ise verimliliği “*tüketilen kaynaklarla elde edilen ürünlerde değişim*” olarak tanımlamakta ve “*herhangi bir üretim biriminden sabit malzeme, enerji, işgücü ve yönetim kaynaklarının bileşiminin kullanılmasıyla daha önceki dönemlere göre daha fazla ve daha iyi ürün elde edilmesine verimlilik artışı*” demektedir. Bu tanıma göre verimlilik, mevcut üretim sürecinde uygulanan yöntemlere, girdi miktarlarında, üretim kapasitesinde, çıktı bileşiminde oluşan tüm değişimlerin çıktı/girdi ilişkileri

düzeyinde göstergesi olmaktadır. Bu değişimler üç şekilde meydana gelmektedir(Yamak, 1993).

- a) Aynı girdi ile daha çok çıktı sağlamak
- b) Aynı çıktıyı daha az girdi ile sağlamak
- c) Çıktıyı girdi artışından daha yüksek düzeyde artırmak

Verimlilik aynı zamanda sonuçlarla, bu sonucu elde etmek için harcanan zaman arasındaki ilişki olarak da tanımlanabilir. Zaman çoğu kez, evrensel bir ölçü olduğu ve insan denetimi dışında kaldığından, iyi bir paydadır. İstenen sonucu sağlamak için harcanan zaman azaldıkça, sistemin verimliliği artar(Papatya, 1997).

Üretim tipi, politik ya da ekonomik sistem ne olursa olsun, verimlilik tanımı değişmez. Bu nedenle, verimlilik farkı kişiler için farklı anlamlara gelse de temel kavram daima, üretilen mal ve hizmetlerin miktar ve kalitesi ile bunları üretmek için kullanılan kaynaklar arasındaki ilişki olarak kalır.

Verimlilik, yöneticiler, endüstri mühendisleri, iktisatçı ve politikacılar için bir karşılaştırma aracıdır. Ekonomik sistemin çeşitli düzeylerindeki (birey ve atölye, kurum, sektör ve ulusal ekonomi) üretimi tüketilen kaynaklarla karşılaştırır.

Bazen verimlilik emek ve makine gibi kaynakların daha yoğun kullanımı olarak görülür. Oysa doğru biçimde ölçülebilmesi durumunda bunlar performans veya verimi gösterir. Ayrıca, emek verimliliği, emeğin yararlı sonuçlarını yansıttığı; yoğunluğu ise, işin hızlandırılmasına dayanan aşırı çaba olduğu için verimliliği emek yoğunluğundan ayırmak gerekir. Verimlilik artışının temeli daha çok çalışmak değil, daha akılcı çalışmaktır. Gerçek verimlilik artışı daha çok çalışarak sağlanamaz. İnsanın fiziki kısıtlılığı nedeniyle, daha çok çalışmak ancak sınırlı ölçüde bir verimlilik artışı sağlar.

Ekonomik bakımdan verimlilik, kendisinin de içinde yer aldığı daha yüksek düzeydeki ekonomik birim açısından bakıldığında, bir ekonomik birimin gösterdiği kazançlılıktır.

Sonuç olarak, genel anlamda verimlilik, kuruluşun aşağıdaki ölçütlere ne kadar yaklaşabildiğinin kapsamlı bir ölçüsüdür:

- ⇒ *Amaçlar*: Bunların gerçekleşme derecesi.
- ⇒ *Etkenlik*: Yararlı çıktı sağlamak için kaynakların ne ölçüde etkili kullanıldığı.
- ⇒ *Etkinlik*: Gerçekleşmesi mümkün olana kıyasla gerçekleşen.
- ⇒ *Karşılaştırılabilirlik*: Verimlilik performansının zaman içinde gerçekleşme durumu.

Görüldüğü gibi verimliliğin çok farklı tanımları olmakla birlikte, bir verimlilik modeli tasarlanmasında en genel yaklaşım işletme, sektör ve ülkenin uzun, orta ve kısa dönemli kalkınma amaçlarına uygun doğru çıktı ve girdi bileşenleri belirlemektir.

1.2. VERİMLİLİĞİN ROLÜ VE ÖNEMİ

Verimlilik; günümüzde ekonomik kalkınmanın, sosyal ilerlemenin ve hayat standardındaki artışın en önemli koşuludur.

Verimliliğin ulusal refahı arttırmadaki önemi, bugün herkes tarafından kabul edilmektedir. Verimlilik artışından yararlanmayan hiçbir insan etkinliği yoktur. Bu durum, gayri safi milli gelir ya da gayri safi milli hâsıladaki artış, ek sermaye ya da emek kullanımı sonucu değil, işgücünün etkinlik ve kalitesindeki artıştan kaynaklandığı için önemlidir. Başka bir deyişle, verimlilik artınca milli gelir ya da gayri safi milli hâsıla girdi faktörlerinden daha hızlı artar.

Bu nedenle, verimlilik kazançlarının katkıları oranında dağıtılması durumunda, verimlilik artışı yaşam standartlarında doğrudan bir iyileşme sağlar. Günümüzde verimliliğin, gerçek ekonomik kalkınmanın, sosyal ilerlemenin ve hayat standartı artışının, tüm dünyadaki tek kaynağı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır(Propenko, 1992).

Yüksek verimlilik hem toplumun (dolayısıyla bireyin) refahının, hem de işletmenin rekabet gücünün göstergesidir.

“Bir insan temel ihtiyaçlarını karşılayabilmek için günde kaç saat uğraşmalıdır?”

“Bir kilo et için kaç saat çalışması gerekir?”

Bu soruların karşılığı, çağdan çağa ve ülkeden ülkeye değişmektedir. Burada sihirli kelime, verimliliktir. Toplayıcılık ağında, doycak kadar kök, meyve, böcek, vb. toplamak, çok geniş bir hkimiyet alanına sahip olmayı ve gün boyunca bu sahayı dolaşmayı gerektiriyordu. Tarım devrimi, daha güvenli ve verimli geçim kaynaklarının katkısals beslenme dışı işlere ayrılacak zaman sağlayarak uygarlığın gelişmesine yol açtı.

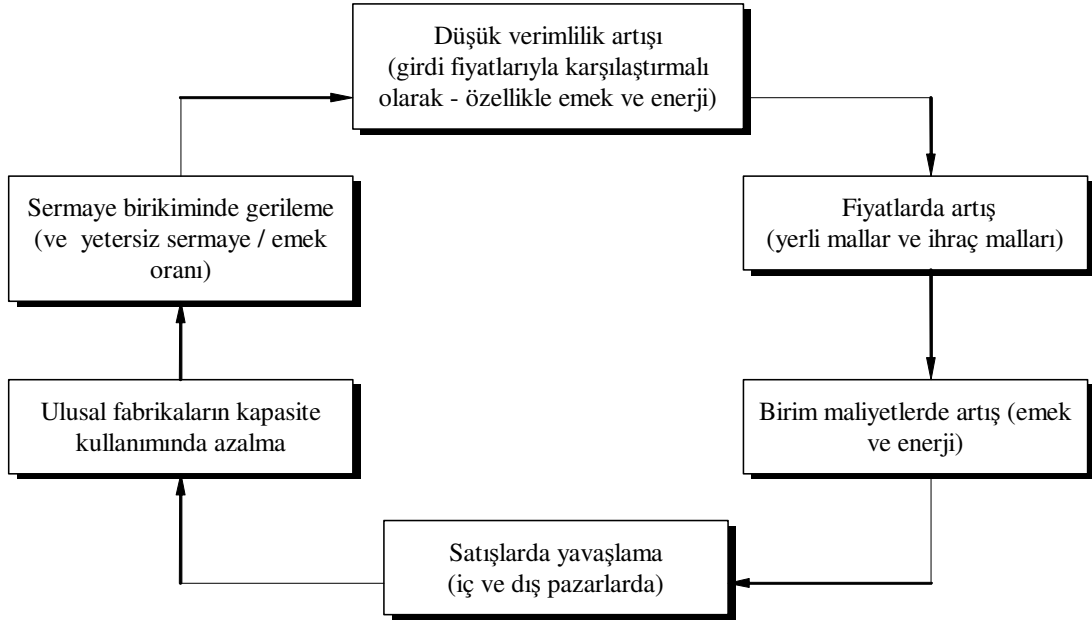
Sanayi devrimini izleyen gelişmeler ise, buhar gücü ve yeni teknikler sayesinde verimlilikte ani bir artış ve buna bağlı olarak da bir üretim patlamasıyla yoğun bir servet birikimini oluşturdu. Servet birikimi de yeni yatırım araçlarının üretilmesini ve verimliliğin daha da artmasını sağladı(İşlier, 2002).

Verimlilik-yatırım-verimlilik döngüsü, gelişmiş ve geri kalmış toplumlar arasındaki farkı gitgide açarken, bilgi çağının getirdiği yeni olanaklar, aradaki uçurumu daha da derinleştirmektedir. Toplumlar ve kişiler için söylenenlerin benzeri, firmalar içinde geçerlidir. Eldeki retim araçları ve bunların kullanımındaki başarı, kuruluşların da rekabet (ve hayatta kalma) güçlerini belirlemektedir(İşlier, 2002).

İçinde bulunduğumuz rekabet koşullarında, ülkelerin avantajlı duruma geçmeleri, o ülkenin ürünlerinin diğer ülkelerin ürünleriyle rekabet edebilecek standartlara sahip olmasına ve geniş bir piyasaya hitap edebilmesine bağlıdır. Bu da verimlilik artışı ile sağlanabilecek bir sonuçtur. Verimlilik düzeyi, özellikle gelişmekte olan ülkeler için büyük önem taşır. Zira verimlilik düzeyinde sağlanan artışlar reel gelirleri arttırarak pazar darlığı sorununu ortadan kaldırmaya yardımcı olmakta, dolayısıyla yatırımlar daha geniş bir satınalma gücü ve tasarruf bularak genişleyebilmektedir.

Verimlilik artışının önemi, rakamsal olarak ifade edildiğinde daha iyi anlaşılabilir. Japon Prodüktivite Merkezi tarafından yapılan bir araştırmada verimlilik düzeyindeki her %1 oranındaki düşüşün enflasyonu %25 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Buradan da anlaşıldığı üzere düşük verimlilik enflasyona, dahası demeler dengesindeki açığa, düşük kalkınmaya ve işsizliğe yol açar. Yoksulluk, işsizlik ve düşük verimlilik kısır

döngüsünün (*Şekil 1.1.*) yalnızca verimlilik artışı ile kırılabileceği açıktır. Artan ulusal verimlilik, yalnız kaynakların uygun değer kullanımına değil, aynı zamanda toplumun ekonomik, politik ve sosyal yapısında daha iyi bir denge kurulmasına da yardımcı olur.



Şekil 1.1. Düşük Verimlilik Döngüsü

Verimlilik artışının ülke ekonomisi açısından taşıdığı önemin yanında, endüstri, işverenler, işçiler ve tüketiciler açısından da büyük önemi olduğu açıktır.

Yüksek verimlilik endüstri ve işveren bakımından, iç ve dış pazarların genişlemesine ve kazançların yükselmesine yol açan bir maliyet azalması anlamını taşır (Kobu, 1996). Artan verimlilik, yatırımların çoğalması yoluyla endüstrinin gelişmesini sağlar. İşçiler açısından verimliliğin artması daha yüksek ücretler, daha kısa çalışma süreleri, daha geniş dinlenme olanakları, daha az yorgunluk ve kısaca işten daha fazla hoşnutluk sonucunu doğuracaktır.

Tüketiciler açısından verimlilik artışları ise, fiyatların düşmesine, mal ve hizmet kalitesinin artmasına ve genel olarak tatmin düzeyinin yükselmesine yol açacaktır.

Verimlilik artışının çeşitli kesimlerindeki bu olumlu etkileri yanında, aynı zamanda işletme ekonomisi açısından da olumlu etkileri olacaktır. İşletme ekonomisi bakımından verimlilik artışı, çalışma dönemi sonundaki karları arttıracak, bu ise işletmenin rantabilitesinin yükselmesine olanak verecektir.

1.3. VERİMLİLİĞİ ARTTIRMA YOLLARI

Verimliliğin arttırılmasında toplumun her kesimine önemli görevler düşmektedir. Verimlilik artışı işçi, işveren kesimleri, hükümet, eğitim kuruluşları, endüstriyel kuruluşlar ve fertlere düşen görevlerin tümünün yeterli bir biçimde yerine getirilmesi ile mümkündür. Bu amaçla söz konusu kesimlerin sıkı bir iş birliğine gitmesi zorunludur.

Verimliliğin arttırılması amacına ulaşmada hükümetlere bazı görevler düşmektedir. Hükümetler öncelikle, dengeli ve verimliliği arttırma amacına yönelik kalkınma planlarına yer vermelidir. Buna bağlı olarak, sermaye birikimi, dış ticaretin geliştirilmesi, tekelleşmenin önlenmesi, yeterli hammadde kaynaklarının sağlanması, para politikasının düzenlenmesi, etkili iş bulma kuruluşlarının yaratılması, sağlık, konut, bilimsel araştırma ve eğitim olanaklarının geliştirilmesi, yeterli bir ulaştırma düzeninin kurulması gibi toplumun verimlilik artışının gerekliliğini kavramasını sağlayacak koşulları gerçekleştirmekle sorumludurlar.

Diğer yandan, verimlilik artışını sağlamada işçinin ve işçi sendikalarının da desteği ve katkısı gerekmektedir. Verimlilik artışının yararlarını az çok işçi kesimi de bilmektedir. Ancak yeni yöntemlerin benimsenmesi ve eski çalışma alışkanlıklarının yeni koşullara göre değiştirilmesi çabalarının uygulama alanı bulması da aynı oranda gereklidir. Bu açıdan sendika yöneticileri, verimlilik düzeyini yükseltme gereğini, işçiye anlatma ve işçinin desteğini sağlama sorumluluğuna katılmak zorundadırlar.

Verimliliği arttırma çabasının başarıya ulaşması için, hem işletme düzeyinde hem de ulusal düzeyde olumlu bir işçi işveren ilişkilerinin gereği tartışılmaz. Bu konuda hükümetin, sendikaların ve yöneticilerin sorumlulukları birbirleriyle sıkı bir ilişki halindedir. Bu nedenle birbirlerine destek olmaları gerekmektedir.

Verimliliği arttırmada, yeniliklerin ve teknolojik gelişmelerin katkısı da önemli bir unsurdur. Günümüzdeki hızlı teknolojik gelişmeler sonucunda, dünyanın pek çok ülkesinde daha fazla sayıda işletme, mekanizasyon ve otomasyona geçerek modern işletmeler arasında yerlerini almaktadır.

Düşük maliyetli bilgisayarların kullanımının gelişmesiyle, endüstriyel otomasyon, verimlilik gelişimine büyük ölçüde yardımcı olmaktadır(Lenger, 1997).

Buna karşılık endüstriyel otomasyon bir takım eleştirilere hedef olmaktadır. Bunlardan bazıları, otomasyonun iş kaybına ve işsizliğe yol açacağı düşüncesinden doğmaktadır. Otomasyon, mekanizasyon veya yeni geliştirilmiş bir yöntemin verimliliği arttıracığı kuşkusuzdur. İşgücünün azalacağı düşüncesi, çıktının sabit kalacağı varsayımına dayanmaktadır. Gerçekte ise verimliliğin yükselmesi, üretimde ve ihracatta da bir artışa yol açacak ve dolayısıyla istihdamı arttıracaktır. Endüstride verimlilik artışı, maliyet ve fiyatlarda düşme yönünde baskılar oluşturacak, ürün kalitesinde ve üretim miktarında artışlar olacak, sonuçta istihdam artacaktır. Bu tartışmada yalnızca şu görüşü kabul etmek söz konusu olabilir. O da, otomasyonun çeşitli nitelikteki işgücüne olan talebi etkileyeceğidir. Otomasyon, sürekli el ile yapılan işlerdeki niteliksiz iş gücü talebini azaltacak, buna karşın nitelikli ve bilgili işgücü talebini arttıracaktır. Endüstride otomasyona yönelik herhangi bir yatırım, mevcut işgücünün bir bölümünün yeniden eğitimi ile ilgili bir programla birlikte yürütülmelidir.

Her ne kadar teknoloji ve sermaye, üretimin temel öğeleri ise de, gelişmenin etkili ve sürekli olabilmesi için bu faktörlerin yerel çevre koşullarına uygun bir şekilde kullanılması gerekir.

İşçi kesimi gereçlerde, yöntemlerde ve süreçlerde yapılan değişiklikleri benimser ve işveren söz konusu değişiklikler ile gelişmelerden çalışanların etkilenmesini sağlarsa verimlilik düzeyinde kısa sürede büyük artışlar kaydedilmesi hiç de zor olmayacaktır. Bunu gerçekleştirmek için ise, hükümet, işveren ve işçi kesimleri arasında uygun bir planlama ve işbirliği gerekmektedir.

1.4. İŞLETME DÜZEYİNDE VERİMLİLİK

Verimliliğin artırılması için her ne kadar hükümet, işveren ve işçi kesimlerinin işbirliğinin önemi büyük ise de, aslında bu artışın doğrudan doğruya işletme düzeyinde sağlanacağı da bir gerçektir. Yani verimlilik artışında öncü olacak kişiler işletme yöneticileri olmalıdır.

İşletmede neyin ne kadar üretileceğini, hangi üretim yönteminin kullanılacağını ne kadar yatırım ve işçilik gerekeceğini, kullanılan çeşitli kaynaklar arasındaki dengenin nasıl sağlanacağını yöneticiler kararlaştırır(Kobu, 1996). Tüm bu işlemleri yöneticiler düzenler.

Bir yöneticinin bu düzenlemeyi optimum bir biçimde gerçekleştirebilmesi için, işletme kaynaklarını daha yüksek bir verimlilik amacına yönelik olarak, nasıl kullanılacağını bilmesi gerekir.

1.4.1. YÖNETİMİN GÖREVİ

İşletme kaynaklarının en iyi şekilde kullanılmasını sağlamak ve bunu denetlemek işletmenin yönetim organının görevidir.

Bir ya da birden çok kişinin çalıştığı işlerde, hangi kaynakların kullanılacağını seçimi ve bunların en iyi sonucu verecek bir biçimde düzenlenmesinden sorumlu olan yönetim organı, eğer bu görevini başaramazsa, sonuçta işletme ya malzeme ve donatımdan yoksun kalacak ya da kötü seçim nedeniyle, bakım işlemlerinin aksaması, çalışanların görevlerini tam anlamıyla yerine getirememeleri sorunu ile karşı karşıya kalacaktır. Bu da işletmenin başarısını engelleyecektir.

Verimliliği artırıcı yönetsel tedbirlerin başında planlama amaç ve araçlarının seçimi gelir. Planlama, istek ve amaçları istenen sıraya göre gerçekleştirecek, faydayı en yüksek düzeye çıkaracak, neyi ne zaman, nasıl, nerede ve ne ile yapılacağını önceden

saptayarak en yüksek fayda ve en az harcama ile gerçekleştirme olanağı sağlayacaktır (ITO, 1993).

Genel planlama aşamasından sonra uygulama safhasına geçilir. Gerek uygulama sırasında gerekse uygulamadan sonra, işlerin plan ve organizasyona uygun yürüyüp yürümediği araştırılır. Bu denetlemelere göre, eğer gerekiyorsa bir takım düzeltmelere gidilebilir. Plandan sapmaların nedenleri araştırılarak, çeşitli önlemler alınır. Böylece daha verimli ve etkin yöntemlerin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Özendirme, bir işi yapmak için bir neden veya bir güdü sağlamak anlamına gelir. Yönetim açısından bakarsak, bunu, insanlara bir işi yapma isteği vermek olarak tanımlayabiliriz. Eğer çalışanlar, yapmaları gereken işleri yapabilecekleri halde yapmıyorlarsa, planlamanın, olayları saptamanın ve diğer çalışmalarını yürütmenin bir anlamı olmayacaktır. Zorlama, isteyerek yapılmış bir işin yerini tutamaz. Yönetimin görevlerinden biri belki de en zoru, çalışanları birleşmeye yöneltmektir. Yönetimin ancak, her düzeydeki işçilerin işe istekle ve etkin olarak katılmalarını sağlayarak, tam bir başarı elde edebilir.

Sonuç olarak, işletmenin elindeki kaynakların en iyi şekilde kullanılması, iyi bir organizasyonun kurulmasına bağlıdır. Çünkü verimlilik artışında en önemli unsur, işletmenin düzenli çalışmasını sağlayacak işbölümünü, yetkileri ve sorumlulukları belirleyen organizasyonun kurulmasıdır.

1.4.2. BİR İŞLETMEDE VERİMLİLİĞİ ARTTIRMA YOLLARI

İşletmenin elindeki kaynakların nisbi önemleri, bir ülkeden diğerine, bir endüstriden diğerine veya bir işletmeden ötekine büyük ölçüde değişim gösterir. Bir çok ülkede, işgücü verimliliğine daha fazla önem verilmekteyse de öncelik tanınması gereken tek kaynağın işgücü olmadığı tabidir. Malzeme giderlerine oranla, işgücü giderlerinin oldukça az olduğu endüstrilerde, malzeme, enerji ve makinalardan daha iyi yararlanma olanaklarının ön plana alınması gerektiği, görünen bir gerçektir. İş gücünün bol ve buna

karşılık sermayenin kıt olduğu gelişmekte olan ülkelerde ise birim makine, birim dekar toprak veya birim sermaye yatırımı başına verimliliğin artırılması, işçi verimliliğinin artırılmasından daha büyük bir önem taşır.

Bir işletmede verimlilik düzeyinin yükseltilmesi için malzemenin daha ekonomik olarak kullanılması,(Burdurlu, 1997) uygun olmayan ve maliyeti yüksek olan malzeme yerine, aynı kalitede fakat daha ucuz olanlarının bulunması gerekmektedir. Bu çalışma asıl konumuz olan değer analizinin kapsamına girmektedir. Değer analizi üründe olduğu kadar girdi kaynaklarının verimliliğini arttırmak için de kullanılan bir tekniktir. Değer analizinin bir hedefi de, işletmenin tüm girdilerinde ortaya çıkabilecek gereksiz maliyetleri elimine ederek, girdi maliyetlerini azaltmak ve dolayısıyla daha fazla girdi kullanımına olanak sağlamaktır. Sonuçta, daha çok miktarda ve kaliteli ürün elde ederek verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır.

İşletmeler açısından girdi verimliliği ile maliyetler arasında önemli bir ilişki vardır. İşletme tarafından üretime sokulan girdi miktarı ne kadar çok olursa, üretim de buna bağlı olarak artacaktır. Eğer elde edilen ürünlerin, kullanılan kaynaklarla aynı oranda artması halinde, verimlilik değişmeyecek, ancak ürün miktarının kullanılan kaynaklara oranla daha fazla artması halinde verimlilik yükselecektir. Bu da birim maliyetlerin düşmesi sonucunu doğuracaktır. Bilindiği gibi maliyetler bir yandan karlılığı, bir yandan da rekabet gücünü belirlemektedir. Bu açıdan bakıldığında, maliyet-verimlilik ilişkisi, piyasa koşullarında daha da önem kazanmaktadır.

Görüldüğü gibi, verimliliğin yükselmesi, birim maliyetlerin düşmesine, girdi ve ürün maliyetlerin azalması ise, diğer bazı koşulların da yerine getirilmesiyle verimliliğin yükselmesine neden olacaktır.

Malzeme maliyetini azaltarak, daha fazla malzeme kullanımına olanak veren bazı malzeme artırım yolları ise şunlardır(Propenko, 1992).

1. Modellerin hazırlanması aşamasında;

- ◆ Özellikle malzemenin kıt ve pahalı olması durumunda, ürünün modelini mümkün olduğu kadar az malzeme kullanımını sağlayacak şekilde hazırlamak.
- ◆ Satın alınmasına karar verilen tesis ve donatımın belli bir performans düzeyinde işletilebilmesi için, bunların, tüketilecek malzeme (yakıt vb.) yönünden de ekonomik olmasını sağlamak.

2. Üretim süreci aşamasında;

- ◆ Kullanılacak sürecin, doğru bir seçim ile saptanmasını sağlamak.
- ◆ Sürecin gerektiği gibi işlemlerini sağlamak.
- ◆ İşçilerin, geriye çevrilebilecek ve malzeme kaybına yol açacak kusurlu iş yapmalarının önüne geçmek amacıyla eğitilmelerini ve özendirilmelerini sağlamak.
- ◆ Bütün gereksiz hareket ve el ile işlemleri (manipülasyonu) yok ederek, hammaddeden son ürüne kadar tüm aşamalarda gereği gibi işleme ve depolamayı sağlamak.

Bina ve arazilerin etkin bir şekilde kullanılması ya da bunlardan en yüksek verimliliğin elde edilmesi, özellikle bir işletmenin gelişmekte olması ve daha geniş çalışma alanına gereksinim duyması halinde, maliyetlerin düşürülmesini sağlayacak önemli bir kaynaktır. Arazi satın alınmadan veya binalar yapılmadan önce ilk belirlemelerde yapılabilecek bir tasarruf, arazi ve binalara yatırılacak sermaye miktarında, malzemelerde, özellikle ithal edilebilecek aksamda, gelecekteki bakım masraflarında ve bir o kadar da vergilerde bir azalma sağlayacaktır.

Daha yüksek bir verimlilik düzeyine ulaşmak için işçilikte de daha etkin, daha az zaman gerektiren ve daha güvenli yöntemlere başvurulmalıdır.

Verimliliği arttırmak için mutlaka daha çok, daha hızlı ve daha uzun süre çalışması gerekmez. Aksine bu durum verimliliği azaltıcı etki yapabilir. Çünkü bu nitelikte bir çalışma düzeni, aşırı yorgunluğa, iş kazalarına ve ürünün kalitesinin düşmesine neden olur.

Sonuç olarak verimliliğin artırılması için işletmelerde bütün durumlarda uygulanabilecek tek bir yol gösterilemez. Bu yüzden yöneticilerin, işletme koşullarına en uygun düşen yöntemleri benimsemesi ve uygulaması gerekecektir. Kolaylık sağlaması bakımından işletmede verimliliği arttıran faktörleri gruplandırarak olursak, bu amaçla üç temel verimlilik faktörü grubu oluşturulabilir;

- ⇒ İşle ilgili
- ⇒ Kaynakla ilgili
- ⇒ Çevreyle ilgili

Bu temel grupların, yöneticilerin denetleyebilecekleri faktörleri ayırt edecek şekilde sınıflandırılması gerekir. Çünkü daha önce de değinildiği gibi, işletmenin elindeki kaynakları en iyi şekilde kullanması, iyi bir organizasyonun kurulmasına bağlıdır. Verimlilik artışında en önemli unsur, işletmenin düzenli çalışmasını sağlayacak işbölümünü, yetkileri ve sorumlulukları belirleyen organizasyonun kurulmasıdır. Bunu da sağlayacak olan kişiler yöneticilerdir. Böyle bir sınıflandırma, analiz edilmesi gereken faktör sayısını büyük ölçüde azaltacak ve yöneticilere yardımcı olacaktır.

Bu doğrultuda verimlilik faktörleri iki temel gruba ayrılır:

- ⇒ *Dış faktörler*
- ⇒ *İç faktörler*

Dış faktörler, bir işletmenin denetimi dışında, iç faktörler ise işletmenin denetiminde olan faktörlerdir..

İç faktörler, sabit ve esnek faktörler olmak üzere iki kısımda incelenir:

Sabit faktörler;

Ürün: Ürünün çıktı olarak gerekli özelliklere uygunluk derecesi o ürünün verimlilik faktörü olarak verilir. İşletmeler elde ettikleri ürün/hizmetleri müşterilere satabilmek için bunları ilgi çekecek ve kullanışlı bir kaliteye sahip olarak tasarlamalıdır.

Fabrika ve Teçhizat: Verimlilik artırma programlarında aşağıdaki hususlar kritik bir öneme sahiptir. Bunlar;

- ◆ İyi bir bakım sisteminin kurulması
- ◆ Fabrika ve teçhizatın en iyi koşullarda çalıştırılması
- ◆ Darboğazların giderilerek kapasitelerin artırılması
- ◆ Boş zamanları azaltarak mevcut makine ve teçhizatın etkin olarak kullanılması

Fabrika ve teçhizatın verimliliği, kullanma, yaş, modernizasyon, maliyet, yatırım, fabrikada üretilen teçhizat, kapasiteyi sürdürme ve artırma, stok kontrolü, üretim planlama ve kontrolü vb. konulara özen gösterilerek artırılabilir.

Teknoloji: İnsan ve makinaların boş zamanlarını ve fazla mesai harcamalarını azaltan, daha az hammadde ve mamul atığına neden olan, otomasyon (verimliliği arttırmadaki önemi “1.3. Verimliliği Arttırma Yolları” konu başlığında bulunabilir) ve seri üretimle zamanı en ekonomik kullanabilen teknoloji faktörü, işletme verimliliğinin artırılmasında önemli bir faktördür.

Malzeme ve Enerji: Malzeme verimliliği çeşitli yönlerden verimliliğe etki etmektedir. Bunlar; Doğru malzeme seçimi, malzeme kalitesi ve kontrole bağlı olarak artan malzeme getirisi, fire ve hurdaların denetimi ve bunların yararlı şekilde kullanımı, ön

işlemlerle malzeme kalitesinin artırılması, aşırı stokta tutmanın azaltılması, malzemeye bağlı olarak enerji kaynaklarının etkin olarak kullanımı.

Esnek Faktörler;

İnsan: Verimlilik artırma çabalarının temel kaynağı insandır. Verimlilik artışı sağlamak için insan faktörüne gerekli önem verilmelidir ve çalışanların kendilerini işe vermesini sağlayıcı çalışmalar yapılmalıdır. İnsanların motivasyonunu artırıcı çalışmalar yapılmalı ve çalışan ödüllendirilmelidir.

Organizasyon ve Sistemler: İyi bir örgüt sistemi, verimlilik artırma çalışmalarını büyük ölçüde desteklemektedir. Bir örgütün dinamik olarak çalıştırılması, amaçlarını gerçekleştirmeye yöneltilmesi ve yeni amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için zaman zaman yeniden örgütlenmesi, bu durumun sürdürülmesi ve gerekli elemanların yeniden sağlanması bir zorunluluk haline gelmiştir. Örgütlerin çoğunda görülen düşük verimlilik örgütün katılığından yani pazardaki ve teknolojideki gelişmelere kayıtsız kalınmasıdır. Koşulların değişmesine rağmen, yönetim kadrosundaki insanların değişim istememesi sonucu hep aynı prosedür devam etmektedir. Verimlilik artışı için sistem tasarımında dinamizm ve esneklik sağlanmalıdır.

İş Metotları: Özellikle sermayenin az olduğu ara teknoloji ve emek yoğun yöntemlerin kullanıldığı işletmelerde iş metodu tasarımı oldukça önemlidir. İş metodu, işin yapılma biçimini, yapılacak hareketleri, kullanılacak araçları, iş yeri düzenini, malzeme akış sistemini ve makinelerin kullanımını geliştirerek, verimliliği arttırmak açısından oldukça önemlidir.

Yönetim Biçimleri: İşletmelerde meydana gelen verimlilik artışında veya düşüşünde en büyük sorumluluk yönetime aittir. Yönetim biçimleri ve uygulamaları, örgütsel tasarımı, personel politikası, işlerin planlanması ve kontrolü, bakım ve satınalma politikaları, bütçe sistemleri ve maliyet kontrol tekniklerini etkilemektedir.

Verimliliği etkileyen dış faktörler ise, hükümet politikalarını, kurumsal mekanizmaları, siyasi, ekonomik ve sosyal koşulları, iş ortamı, finansman, enerji, su, taşıma, iletişim ve hammadde sağlama olanaklarını kapsamaktadır.

Dış faktörler ise üç bölümde incelenmektedir:

Yapısal Düzenlemeler;

Toplumun yapısal değişimi genellikle ulusal verimlilik düzeyini ve işletme verimliliğini etkilemektedir. Ancak, bu etkileşim karşılıklı olmaktadır. Yapısal değişiklik verimliliği etkilediği gibi, verimlilikteki değişimler de toplum yapısını etkilemektedir. Bu nedenle, yapısal değişiklikler ekonomik ve sosyal değişiklikler olarak incelenebilir. Ekonomik değişikliklere örnek olarak tarım sektöründen üretim sektörüne geçiş, üretim sektöründen hizmet sektörüne geçişi gösterebiliriz. Sosyal değişimlere örnek olarak ise, emek gücündeki değişimleri gösterebiliriz. Sonuç olarak yapısal değişiklikler, işletme yönetiminin kontrolü dışında olmasına rağmen verimlilik üzerinde büyük bir yetkiye sahiptir.

Doğal Kaynaklar;

En önemli doğal kaynaklar insan, arazi, enerji ve hammaddedir. Arazi fiyatı önemli değilse, arazi ucuzsa enine genişleme, aksi halde çok katlı yapı görülür.

Hükümet ve Altyapı;

Hükümet politikaları, stratejileri ve programları verimliliği büyük ölçüde etkilemektedir. Bu etkiler, devlet dairesindeki uygulamalar, yönetmelikler (fiyat kontrolü, ücret politikası), taşıma ve iletişime verilen önem ve mali önlemler-teşvikler şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Bir işletme iç faktörlerle olduğu kadar dış faktörlerle de ilgilenmelidir. Bunun sebebi, dış faktörlerin iyi bir şekilde analiz edilmesi ve kavranması halinde, işletmenin

işleyişini değiştirecek birçok faaliyetin başlatılmasının ve böylece uzun dönemde verimlilik artışının sağlanabilmesidir.

1.5. İŞLETMEDE VERİMLİLİĞİ AZALTAN GEREKSİZ MALİYETLER

1.5.1. MALİYET VE GEREKSİZ MALİYET KAVRAMLARI

Bilindiği gibi bir işletme, kuruluş aşamasında üretilen mal ve hizmetler tüketiciye ulaşıncaya kadar, hatta çoğu zaman tüketiciye tesliminden sonra da bir takım maliyetlere katlanmak zorundadır. Tüm bu maliyetlerin toplamı ise, işletmenin toplam maliyetini ifade etmektedir

Ekonomi ve işletme kitaplarında maliyet kavramı ile ilgili değişik biçimlerde yapılmış pek çok tanım mevcuttur.

Maliyet, işletmenin karını yükseltmek amacı ile elden çıkarttığı ya da çıkaracağı değer olarak tanımlanmaktadır(Küçükberksun, 1983).

Maliyet, elde edilen iktisadi kıymetin değeri ya da bir değer özverisini ifade eder. Bir diğer tanıma göre maliyet, belirli bir amaca ulaşmak için katlanılan ya da katlanılması gereken özverilerin parasal olarak ifadesidir.

Başka bir tanımda ise maliyet, iktisadi kıymetler karşılığında ödenen ya da ödenebilir olan meblağdır(Yamak, 1993).

Maliyet ile gider birbirinden farklı kavramlar olmasına karşılık, literatürde bazen aynı anlamda kullanılmaktadır. Bu nedenle, karışıklığı önlemek amacıyla, gider kavramının da tanımlanması gerekir. Gider, belirli bir dönemin hâsılatının elde edilmesi amacıyla kullanılmış, tükenmiş maliyetlerdir. Maliyetler, işletmenin imalatta bulunan bölümünde oluşur. Diğer bir deyişle, yalnız imalat amacıyla elden çıkarılan iktisadi değerlerdir. Üretim faktörleri için yapılan harcamaların para ile ifade edilen değeridir. Giderler ise,

imalat ya da mamul imalatı amacına uygun olarak ya da olmayarak yapılan tüketimlerdir.

Maliyetler genellikle uzun ve kısa dönem olmak üzere iki zaman sürecinde incelenir.

Kısa dönemde maliyet, girdi fiyatları ve bina, makine, donatım vb. üretim faktörleri sabit kaldığında, değişken girdi (emek, hammadde, malzeme) kullanım miktarına bağlı olarak giderlerin ne şekilde değişeceği konularını içerir. Uzun dönemde maliyet ise, bütün üretim faktörlerinin miktar ve niteliği değiştiğinde, giderlerde nasıl bir değişme meydana geleceğini açıklar.

Toplam maliyet genellikle iki kısımda incelenir:

- ◆ *Toplam sabit maliyet*
- ◆ *Toplam değişken maliyet*

Toplam sabit maliyet, işletmenin kısa dönemde sabit üretim faktörleri için yaptığı ödemeler toplamıdır. Belirli bir zaman dönemi içinde, faaliyet hacminin azalıp çoğalmasına karşın, toplam olarak aynı kalan maliyetlere sabit maliyetler denir. Temel alınan zaman dönemi kısaldıkça, maliyetlerin daha büyük bir bölümü sabit maliyet niteliğini kazanabilir. Buna karşılık, dönem uzadıkça, daha önce sabit sayılan bazı maliyetler kısmen değişken duruma gelebilir. Bu gibi maliyetlere yarı sabit maliyetler, kademeli maliyetler veya sıçrayan maliyetler denir. Bu tip maliyetler, üretimin yapılıp yapılmamasından ve üretimin yapılması durumunda üretim düzeyinden bağımsız olarak sabittir (kira ödemeleri gibi). Toplam değişken maliyet, işletmenin değişken üretim faktörü kullanımını için yaptığı harcamalar toplamıdır. Bunlar üretim düzeyi ile doğrudan bağlantılı olarak değişirler (üretimde kullanılan malzemeler ve bazı tip işgücü kullanımları için yapılan harcamalar gibi). Toplam maliyet ise, toplam sabit ve değişken maliyetlerin toplamına eşittir(Tecer, 1982).

$$TM = TSM + TDM$$

TM: Toplam maliyet

TSM: Toplam sabit maliyet

TDM: Toplam değişken maliyet

Toplam maliyet kavramları önemli olmalarına rağmen, işletmenin kısa dönem analizinde birim ya da ortalama maliyet kavramları daha fazla önem taşımaktadır. İncelenmesi gereken birim maliyet çeşitleri: (Özevren, 2004)

- Ortalama maliyet
- Ortalama sabit maliyet
- Ortalama değişken maliyet

Bunların hesaplanması, ilgili maliyet değerlerinin toplam üretim miktarına bölünmesi suretiyle yapılmaktadır.

$$OM = \frac{TM}{Q} = \frac{TSM + TDM}{Q} = OSM + ODM$$

OM: Ortalama maliyet

OSM: Ortalama sabit maliyet

ODM: Ortalama değişken maliyet

Q: Üretim miktarı

Maliyetleri, yapısal olarak bu şekilde sınıflandırdıktan sonra, işletmenin mal ve hizmet üretmek amacıyla ne tür harcamalarda bulunması gerektiğini de belirlemek yerinde olacaktır.

Fonksiyonel açıdan maliyet türleri dört kısımdan oluşur:

- a. İmalat maliyetleri
- b. Satınalma (tedarik) maliyetleri
- c. Pazarlama maliyetleri
- d. Genel yönetim giderleri

a. İmalat Maliyetleri:

Üç temel maliyet unsurundan oluşur;

- Direkt hammadde giderleri
- Direkt işçilik giderleri
- Genel imalat giderleri

Direkt hammadde giderleri: Direkt hammadde, nihai mamullerin içersine giren ve onların temel yapısını oluşturan tüm hammaddeleri içermektedir. Hammadde yada ilk madde giderleri, imal edilen mamullerin maliyetinin hesaplanmasında kolayca belirlenebilir yada doğrudan doğruya alınarak mamulün maliyetine katılırlar. Öte yandan bazı önemsiz hammaddeler ise, direkt hammadde yerine endirekt hammadde ya da yardımcı madde olarak adlandırılır. Bu gibi maddeler, direkt hammaddelere eklenir ve bunlara nihai mamulün tamamlanabilmesi için gereksinim duyulur. Fakat bunların, nihai mamullerin imalatında, direkt hammaddelere oranla çok daha az kullanılması ve her nihai mamul için ne kadar kullanıldıklarının belirlenmesinin oldukça güç olması nedeniyle, direkt hammadde olarak adlandırılması sakıncalıdır. Yardımcı maddeler gibi, nihai mamulün esas yapısını oluşturmayan ve imalat sırasında tüketilen endirekt hammaddelere de işletme malzemesi denilir.

Direkt işçilik giderleri: Mamul maliyetinin ana unsurlarından birisini de, direkt işçilik oluşturur. Direkt işçilik, imal edilen mamullere doğrudan doğruya yüklenebilen ve mamulün temel yapısını oluşturan hammaddenin şeklini, yapısını ve niteliğini değiştiren giderlerdir. Nihai mamullerin imalatında kullanılan direkt işçilik dışında kalan ve bu mamullere doğrudan doğruya yüklenmeleri olanaksız olan işçiliklere endirekt işçilik adı

verilir. Endirekt işçilikler de, aynı endirekt hammaddeler gibi, yardımcı işçilik ve yönetici işçilik olmak üzere ikiye ayrılır. Yardımcı işçilik adından da anlaşılacağı üzere, imalat eylemlerinin düzenli bir biçimde sürdürülmesine yardım eden işçiliklerdir. Yönetici işçilik de, imalat eylemlerini yöneten kişilere ödenen giderlerden oluşmaktadır.

Direkt işçilikler imal edilen mamullere doğrudan doğruya yüklendikleri halde, endirekt işçilik olarak adlandırılan yardımcı ve yönetici işçilikler, doğrudan doğruya yüklenmezler. Bunlar gerçeğe uygun bazı yöntemlerle ancak dolaylı bir biçimde yüklenirler.

Genel imalat giderleri: Mamul maliyetinin temel unsurları (direkt hammadde ve direkt işçilik) dışında kalan tüm imalat giderlerine genel imalat giderleri adı verilir. Genel imalat giderleri; endirekt hammadde, endirekt işçilik ve mamullere doğrudan doğruya yüklenemeyen öteki imalat giderlerinin tümünden oluşur. Bunlar imal edilen tüm mamuller için ortak olarak yapıldıklarından, bunları belirli mamullere, birimlere yada işlere doğrudan doğruya yükleme olanağı yoktur. Bu giderler; endirekt imalat maliyetleri, dolaylı imalat giderleri, imalat genel giderleri, fabrika giderleri, fabrika genel giderleri ve endirekt fabrika giderleri gibi değişik deyimlerle belirtilirler.

Direkt hammadde ve direkt işçilik birleştirilerek bazen temel maliyet olarak adlandırılır. Aynı zamanda direkt işçilik ile genel imalat giderleri de birleştirilerek, değiştirme maliyeti olarak adlandırılır. Değiştirme maliyeti, hammaddenin nihai mamule dönüştürülme işleminin toplam maliyetini oluşturur.

b. Satınalma Maliyetleri:

Hammadde, malzeme vb. üretim faktörleri ve finansal olanaklar için katlanılan ve parayla ifade edilebilen özverilerdir. Bunlardan üretim faktörleri maliyetleri, imalat maliyetleri içerisine katılır. Finansman maliyetleri ise, genellikle dönem giderleri içinde gelir tablolarına aktarılır. Başka bir deyişle, maliyetleşmeden giderleştirilir. Bazı durumlarda da, imalatın finansmanı için katlanılan imalat maliyetlerine katılırlar.

İşletme bir ticaret işletmesi ise, satın alınan mamuller için katlanılan özveriler, yine mamul stok maliyetini oluşturur. Bu mamuller satıldığında, gidere dönüşür.

Satınalma maliyetleri, tedarikçilerden elde edilen parçaların, malzemelerin veya işleme süreçlerinin uygunluğunu sağlamak veya piyasaya sunulan hizmet veya ürünün kalitesi üzerinde tedarikçi uygunsuzluğunun etkisini en aza indirmek için katlanılan maliyetlerdir. Bu maliyet kapsamı içinde alt gruplar şöyle detaylandırılabilir;

- *Tedarikçi Değerlendirmesi:* Şirketin bütün kalite gereksinmelerinin karşılanabilmesi amacıyla tedarikçilerin değerlendirilmesi ve denetlenmesi için yapılan masraflardır.
- *Satınalma Siparişleri Teknik Veri İncelemeleri:* Satınalma siparişleri teknik verilerinin incelenmesinin maliyetleridir. Genellikle satınalma personelinin dışındaki kişilerce yapılır. Amaç, hassas teknik ve kalite gereksinimlerini tedarikçiye açıkça iletmektir.
- *Tedarikçi Kalite Planlaması:* Tedarikçi ürünlerinin kabul edilmesini belirlemek için gerekli testlerin ve girdi muayenelerinin planlanmasının maliyetleridir. Yenilenmesi gereken muayene ve test ekipmanlarının geliştirme maliyetleri ve gerekli dokümanların hazırlanması, bu maliyet kalemine dâhildir.

c. Pazarlama Maliyetleri:

Pazarlama maliyetleri; işletmenin piyasa şekillendirilmesi, tüketicinin satınalma davranışını ayarlama, mamulleri tüketicilerin gereksinmesini giderecek şekilde düzenleme, fiziki mal dağıtımı, işe başlama ve işe başlama öncesi dönem ile ilgili giderlerini kapsayacak bir biçimde tanımlanabilir. Başka bir deyişle, pazarlama giderleri, mamullerin mülkiyet değiştirmesini ve onların fiziki dağıtımlarını sağlayan işletme eylemlerinin bir maliyetidir. Buna göre, pazarlama giderleri, pazarlama fonksiyonlarının maliyetidir.

Pazarlama maliyeti kavramının dar ve geniş anlamları vardır. Dar anlamda pazarlama maliyeti, yalnızca satış yöneticisinin kontrolü altında olan satış giderlerini kapsar. Geniş anlamda pazarlama maliyetleri, imalat işletmelerinde; mamullerin imalatından sonra yapılan tüm eylemlerden doğan giderleri, ticaret işletmelerinde ise; satınalmadan sonra mamullerin tüketicilerin eline geçene kadar yapılan giderleri kapsar. Geniş anlamda pazarlama maliyeti, yalnızca satış giderlerini değil, satışla ilgili yönetim, finansman ve genel giderleri de içerir.

Pazarlama/müşteri/kullanıcı maliyetleri, müşterinin kalite ihtiyaç ve algılarının, şirketin ürün veya hizmetlerinde elde ettiği tatmini etkileyen faktörlerin toplanması, değerlendirilmesi ve sürdürülmesi amacıyla yürütülen faaliyetlerin maliyetleridir. Bu ana kalem aşağıdaki gibi ayrıntılandırılabilir;

- *Pazar Araştırma:* Müşterinin kalite ihtiyaçlarının belirlenmesi için yapılan tüm pazar araştırma çalışmalarının maliyetleridir.
- *Müşteri/kullanıcı kalite imaj araştırmaları:* Ürün veya hizmetin dağıtımında ve kullanımındaki kalite imajlarını saptamak için tasarlanan faaliyetlerin maliyetidir.
- *Sözleşmenin gözden geçirilmesi:* Müşteri ihtiyaçlarını belirleyen şartların gözden geçirilmesinden önce, müşteri spesifikasyonları, uygulanabilir endüstri standartları, hükümet düzenlemeleri karşısında şirketin bu ihtiyaçları karşılama yeteneğinin belirlenmesi amacıyla yapılan tüm değerlendirmelerin maliyetidir.

d. Genel Yönetim Giderleri:

Genel yönetim giderleri, işletme politikasının belirlenmesine ve işletmenin üst yönetimine ilişkin giderlerdir. Başka bir deyişle, işletmenin tümüne ilişkin hizmetlerin gerektirdiği giderler, genel yönetim giderlerini oluşturur. İşletme merkezinde yer alıp, fonksiyonları yalnızca imalatla ilgili olmayan yönetim kurulu, genel müdür, planlama gibi bölüm yöneticileri ve personeliyle uzmanlar, danışmanlar ve benzerleri için

katlanılan özveriler, merkezde kullanılan kırtasiye, kira ve sigortalar, amortismanlar vb. giderler genel yönetim giderleri içinde yer alır.

Genel yönetim giderlerinin maliyet unsuru olarak dikkate alınıp alınmaması, bir işletme politikası sorunudur. Bu giderlerin bir dönem gideri olarak, satış giderleriyle birlikte, brüt satış karından indirilmesi en yaygın olan görüştür. Ülkemizdeki uygulama, genel yönetim giderleri payının imalat maliyetine eklenmesi biçiminde olmaktadır.

Maliyet konusundaki bu açıklamalardan sonra bir işletmede toplam maliyetin, o işletmenini mal veya hizmet üretebilmesi için gerekli minimum harcamayı gösterdiği söylenebilir.

Gerçekten de toplam maliyetin, işletme açısından kabul edilen en az maliyeti ifade etmesi gerekmektedir. Ancak, çoğu zaman toplam maliyetin kapsamına daha başka masraf türleri de girmektedir. Bunlar, çeşitli nedenlerle ortaya çıkan ve işletmenin mal veya hizmet üretebilmesi için gerekli olmayan masraflardır. Bu tür masraflara “*gereksiz masraflar*” veya “*gereksiz maliyetler*” denilmektedir.

Gereksiz maliyetler, ürünün devamlılığına, kalitesine, satılabilirliğine ve güvenilirliğine zarar vermeksizin ortadan kaldırılabilen maliyetlerdir. Gereksiz maliyetleri ortadan kaldırmak veya düşük düzeye indirmek için birçok teknik geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Ancak, ürünün saydığımız niteliklerini bozacak türdeki maliyet düşürme çalışmalarının, o işletmeye faydadan çok zararı dokunacağı bir gerçektir.

Gereksiz maliyetleri ortadan kaldırmak için, bunlara neden olan unsurları belirlemek ve en çok ortaya çıkabilecekleri alanlar hakkında bilgi sahibi olmak gerekir.

1.5.2. GEREKSİZ MALİYETLERİN EN ÇOK GÖRÜLEBİLECEĞİ ALANLAR

Bir işletmede gereksiz maliyetlerin en çok ortaya çıkabileceği alanların belirlenmesi, bunları azaltmanın ön koşuludur. Zira bu alanlar saptanmadan, gereksiz maliyetleri ortadan kaldırma amacıyla kullanılacak yönetim tekniklerinin seçimi ve uygulanması

olanaksızdır. Söz konusu gereksiz maliyetler ve bunların en çok görülebileceği alanlardan bazıları şunlardır:

- a) Proje veya şartname istendiği için yapılması gereken ek çalışmadan doğan maliyetler (ürünün özellikler yüzünden artan iş kapsamından doğan maliyetler) tolerans ve yüzey işlemleri konusunda aşırı istekler, gereksiz derecede karışık konstrüksiyon veya daha ekonomik olacak bir işlemi engelleyen konstrüksiyon nitelikleri ve standartisasyon eksikliği gibi durumlardan doğan masraflardır. Ayrıca, ürün ve aksamın modeli en ekonomik süreçlerin ve yapım yöntemlerinin kullanılmasına olanak vermeyebilir. Bu özelliklerle metal eşya sanayinde ve büyük çapta üretim yapan yerlerde görülür. Aksamın modeli, yüksek verimli üretim makinelerinden yarar sağlayabilecek şekilde düzenlenmeyebilir. (Örneğin, bir metal parça, bir tek parça halinde prese verilecek yerde, kesilecek, perçinlenecek veya kaynak yapılacak şekilde hazırlanabilir) Ayrıca aynı kalitede ve güvenilirlikte daha ucuz bir parça mevcutken, daha pahalı olanı kullanıyor olabilir.

Çok çeşitli ürün üretmek veya aksamda standartisasyona gitmemek, iş gruplarının küçük olmasını gerektirir ve bu iş yüksek verimli üretim makinelerinde yapılamaz. Buna karşılık daha küçük ve çeşitli işlere uydurulabilecek makinelerde yapılması bir zorunluluk haline gelir.

Bundan başka, çok yüksek yada çok düşük olarak seçilmiş yanlış kalite standartları iş kapsamını arttırabilir. Mühendislikte daha fazla makine işini gerektiren dar tutulmuş tolerans sınırları, genellikle yanlış konulan standartlardan doğar. Bundan dolayı daha fazla geri çevrilen mal ve buna bağlı olarak da malzeme kaybı olacaktır. Diğer taraftan çok düşük kaliteli malzeme, istenilen işin çıkarılmasında güçlükler doğurur veya ürünü hazırlarken, kullanılabilmesini sağlamak için temizleme işi gibi ek işler ortaya çıkarır. Malzemenin kalitesi, makinalaşma (otomasyon) ile daha da önemli bir etmen haline gelir. Bir diğer faktör, işletmenin satınalma politikasından kaynaklanır. İşletme dışarıdan daha ucuz ve daha kaliteli ürün sağlayabilecek durumdayken o ürünü kendisinin üretmeye çalışması kaynak israfına neden olacaktır.

Ürüne bağlı olarak ortaya çıkan diğer bir masraf türü de ürünün modelinden kaynaklanır. Model o şekilde yapılır ki, bu ürüne son şeklini vermek için malzemenin fazlaca yontulması gerekir. Bu da iş kapsamını arttırır ve malzeme kaybına neden olur. Ürünün verimliliğini arttırmada ve maliyetini azaltmadaki ilk adım, projecilerin ve yönetimin denetiminde olan aşırı iş kapsamına neden olacak özelliklerin ortadan kaldırılmasıdır.

b) Verimsiz üretim yöntemlerinin gerektirdiği ek işten ileri gelen maliyetler (süreç ve yöntem yüzünden artan iş kapsamından doğan maliyetler).

Eğer yanlış tipte bir makine veya tezgâh kullanılmışsa (örneğin küçük bir torna işini, büyük bir makinede yapmak veya dar bir kumaşı çok geniş bir tezgâhta dokumak gibi) gereksiz maliyetlerin ortaya çıkması kaçınılmazdır.

Bundan başka, eğer süreç iyi işlemiyorsa, yani malzeme zamanında gelmiyorsa, malzemenin geliş hızı, akış oranı, ısısı ve yoğunluğu veya bu işlemi yürüten her hangi bir koşul uygun değilse ayrıca, üretken işçinin çalışma yöntemleri hareket, zaman ve çaba kaybına neden oluyorsa, yine gereksiz masrafların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Süreçten tam verimlilik, ancak en az hareket, zaman ve çaba kaybıyla ve en yeterli koşullar altında elde edilir. Bu amaçla işçiyi atölyede ve işyerinde gereksiz hareketler yapmaya yöneltecek bütün etmenler yok edilmelidir.

c) Yönetim planlama ve denetimdeki başarısızlık nedeniyle, işçi ve tezgâh zamanı iyi kullanılamayabilir. Bu da zaman kaybına neden olacaktır. Aşağıdaki örnekler konuya daha açıklık getirecektir;

Yönetim, planlama ve denetimdeki başarısızlık nedeniyle işçi ve tezgâh zamanı iyi kullanılamayabilir. Bu da zaman kaybına neden olur ve değişik ürünlerin üretimine geçerken makineler boş kalır(Burdurlu, 1997). İşçilerin herhangi bir işlemde hız ve ustalık kazanmalarına olanak yoktur. Ürünlerin veya ürünler içindeki parçaların olabildiğince standartlaştırılmaması da aynı sonuçları doğuracaktır.

Tüketici istek ve gereksinimlerinin, ürün geliştirme aşamasından önce saptanmaması, ürünün modelinde daha sonra bazı değişiklikler yapmayı zorunlu kılabilir. Bu da malzeme kaybına olduğu kadar, makine ve insan saatlerinin de kaybına neden olacaktır.

İş sırasının akışını planlamadaki başarısızlık ile iş için gerekli olan hammaddenin, araçların ve diğer donatımın zamanında sağlanmaması, makine ve işçilerin iş bekleme yüzünden boş kalmalarına sebep olur.

Tesisat ve makinelerin bakımlarının zamanında yapılmaması, bu makinelerin bozulmalarından dolayı gereksiz bekleme yol açar. Ayrıca makine ve tesisatın kötü koşullar altında çalışmasına göz yummak, yapılan işin kalitesiz olmasına ve düzeltilmesi için geri verilmesine neden olacağından gereksiz masraflar ortaya çıkar. Ayrıca iş güvenliği ile ilgili önlemlerin alınmaması, iş kazalarına yol açarak zaman kaybına neden olacaktır.

Yukarıda sıralanan bu etmenlerin tümü ortadan kaldırılabilirse, belli bir çıktının üretimi için en düşük düzeyde kaynak harcanmış olacağından en yüksek verimlilik elde edilmiş olur. Ancak gerçekte bu o kadar kolay bir iş değildir.

1.5.3. GEREKSİZ MALİYETLERİ AZALTMAYI AMAÇLAYAN YÖNETİM TEKNİKLERİ

1.5.3.1. SAĞDUYU TEKNİKLERİ

Birçok alanlarda maliyetleri düşürme yalnızca iyi bir muhakeme veya sağduyu kullanmak suretiyle elde edilebilir. Bu alanlarda gözden kaçırdığımız imkânların çoğu aşağıdaki nedenlere dayanmaktadır.

- ◇ Günlük yönetsel görevlerin baskısı altında bu gibi konulara zaman ayıramamaktan
- ◇ Maliyetleri düşürmenin önemini tam ve bilinçli olarak benimsememiş olmaktan
- ◇ Maliyetleri düşürmek için sistematik bir yaklaşımı uygulayamamaktan

Sağduyu tekniklerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

- a) Teşkilatta çalışan herkesin para kavramı yönünden bilinçlendirilmesi ve her yapılan işte ilgili herkes tarafından “*Maliyetleri Düşürme*” imkânlarının araştırılması.
- b) İşletmelerde ana gaye kar etmek, para kazanmaktır. Bu gaye herkes tarafından anlaşılmalı ve yapılan bütün işler bu gayenin gerçekleştirilmesine hizmet eder şekilde olmalıdır. Sırf iş yapmış olmak için iş yapılmamalıdır.
- c) İletişim - haberleşme ve koordinasyon eksikliği yüzünden mevcut “*Maliyeti Düşürme*” potansiyelinden istifade edilmelidir.
- d) İcra kademelerinde bulunan şahısların kendilerini fazla emniyete almak için fazla para sarfetmeleri önlenmelidir.
- e) Kalitede kavram kargaşasının önüne geçilmelidir.
- f) İş yükü ve zaman kısıtlamaları yönünden potansiyel vadeden “*Maliyet Düşürme*” safhalarının ele alınmaması önlenmelidir.

1.5.3.2. HEURİSTİK TEKNİKLER

Bunlar belirli bir analitik incelemeye ve/veya matematiksel modele dayanmaksızın geliştirilmiş metod, prensip ve tekniklerdir. Daha ziyade uzun yıllar boyu işletmelerde elde edilen tecrübelerin analizi, değerlendirilmesi ve sistematize edilmesiyle ortaya çıkmışlardır. İşletmeci tarafından kolayca anlaşılıp etkin bir şekilde tatbik edilebilirler.

Bu tekniklerden bazıları;

- a) İş Basitleştirme (Work Simplification)
- b) Değer Analizi (VA-Value Analysis)
- c) Maliyet, Yarar Analizi (CA-Cost - Benefit Analysis)

- d) Hata Türü ve Etkisi Analizi (FMEA-Failure Mode And Effect Analysis)
- e) Yönetim Muhasebesi (Managerial Accounting)
- f) Yönetim Ekonomisi (Managerial Economics)
- g) Sıfır Hata Programı (Zero - Defects Program)
- h) Toplam Kalite Kontrolü - Kalite Çemberleri (TQC-Total Quality Control, Quality Circles)
- i) İstatistiksel Proses Kontrolü (SPC-Statistical Process Control)
- j) Fabrika Dispozisyon Planları (Plant Layout)

1.5.3.3. YÖNETİM BİLİMİ VEYA YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI TEKNİKLERİ

Yöneylem araştırması teknikleri, bir amaca ulaşmak için yapılan uğraşlarla ilgili bir çok fikir özünü içeren ampirik ya da kesin ve bilimsel şekilde belirlenmiş sistem ve yöntemlerden oluşmaktadır.

Bu tekniğin neyi keşfetmeye, neyi değerlendirmeye ve neyi düzeltmeye çalıştığına bakarak, sistemin statik ve dinamik elemanları bulunur. Bu açıdan yönetim tekniklerinden bazıları şunlardır:

- a. Keşfetmek ya da teşhis (detection) teknik ve yöntemleri

Girdi-Çıktı Analizi (Input-Output Analysis)

Eylemlerin Örnekleme Yöntemi ile Analizi (Activity Sampling)

Kontrol Listesi (Check List)

Piyasa Araştırması (Market Research)

Başabaş Analizi (Breakeven Analysis)

- b. Değerlendirme (evaluation) teknik ve yöntemleri

İş Değerlendirmesi (Job Evaluation)

Rasyo Analizi (Management Ratios)

Risk Analizi (Risk Analysis)

Maliyet-Fayda Analizi (Cost - Benefit Analysis)
Yönetim Muhasebesi (Managerial Accounting)
Yönetim Ekonomisi (Managerial Economics)

c. Geliştirme (improvement) teknik ve yöntemleri

Hareket Etüdüleri (Motion Study)
Zaman Etüdüleri (Time Study)
İş Basitleştirme (Work Simplification)
Değer Mühendisliği, Değer Analizi (Value Analysis)
Standartlaştırma (Standardization)
Sistem Analizi ve Sistem Dizaynı (System Analysis and System Design)
Hata Türü ve Etkisi Analizi (Failure Mode And Effect Analysis)

d. Optimizasyon (optimization) teknik ve yöntemleri

Lineer programlama, kadratik (Lineer programing, Quadratic programing, Sensivity analysis)
Dinamik Programlama (Dynamic Programing)
Benzeşim Tekniği (Simülasyon)
Oyun Teorisi (Game Theory)
Olasılık Teorisi ve Matematiksel İstatistik (Probability Theory and Mathematical Statistics)
Kuyruk Analizi, Bekleme Hattı Teorisi (Quening Analysis)
Sistem Dinamiği, Endüstri Dinamiği (System Dinamics, Industrial Dinamics)
Endüstri, Matematik ve Yöneylem Araştırması (Operation Research)
Heuristik Programlama (Heuristic Programming)

e. Planlama ya da spesifikasyon (specification) teknik ve yöntemleri

Stratejik Planlama (Strategic Planning)
İşgücü Planlaması (Labour Utilisation)

Şebeke Analizi (Network Analysis)
İmalat Planlaması (Production Planning)
İmalat Hattı Dengelenmesi (Production Line Balancing)
Proses Akım Şemaları (Process Flow Chart)
Yerleşim Düzenlemesi (Plant Layout)

f. Kontrol (control) teknik ve yöntemleri

İmalat Kontrolü (Production Control)
Kalite Kontrolü (Quality Control)
Sıfır-Hata Programı (Zero-Defects Program)
İstatistikî Kalite Kontrolü (Statistical Quality Control)
İstatistik Analizler (Statistical Analysis, Statistical Process Control)
Envanter Kontrolü, Stok Kontrolü (Inventory Control)
Nakit Kontrolü (Cash Control)
Standart Maliyetleme ve Bütçesel Kontrol (Standart Costing and Budgetary Control)
Yönetim Denetimleri (Management Control)

g. İletişim (communications) teknik ve yöntemleri

Mülakat ve Danışmanlık (Interviewing and Consultation)
Operasyonel (İşlemsel) Oyun Modelleri (Operational Gaming)

Gereksiz maliyetleri azaltmayı amaçlayan yönetim teknikleri ve bunların içinde değer analizinin yerini gösterdikten sonra, hangi alanlarda hangi yöntemlerin kullanıldığını sınıflandırmak ve yine değer analizinin yerini işaretlemek yararlı olacaktır. (*Çizelge 1.1.*)

Çizelge 1.1. Maliyet Azaltma Plan Örneği

ÇALIŞMA ALANI	YAPILACAK İŞLER/TOPLANABİLECEK YÖNTEMLER
A- İşletme Politikası	Kar optimizasyonu-uygun mamul karışımı (doğrusal programlama), fiyatlama politikası, fabrika ve ambar yeri seçimi, işletme stratejisi vb.
B- Örgüt a. Yapı b. Personel c. Eğitim	Örgüt planlama, amaçlara göre yönetim, liyakat takdiri, eğitim vb.
C- Genel Giderler a. İşletme b. Büro	İş ölçümü, iş basitleştirme, bilgi işlem, büro yerleşim düzeni, vb.
D- İşçilik a. Direkt b. Endirekt	İş bölümü, teşvik sistemleri, hareket ve zaman analizi, metod analizi, bekleme hattı modelleri, doğrusal programlama, iş basitleştirme, nezaretçi eğitimi vb.
E- İşletme Yöntemleri	İş ve zaman analizi, yerleşim düzeni analizi, yöntem mühendisliği, takım dizaynı, planlı bakım vb.
F- Malzeme Yönetimi	<i>Değer analizi</i> , stok kontrolü, sınıflama ve kodlama, artık değerlendirme, malzeme kullanım oranı ve fire kontrolü, standartizasyon, çeşit azaltma vb.
G- Kontrol Sistemleri	Bütçe kontrolü ve standart maliyetleme, işçilik kontrolü ve produktivite raporlaması, kalite kontrolü, üretim planlama ve kontrolü, malzeme kullanım kontrolü ve stok kontrolü.
H- Yeni Mamuller	Proje ve mamul araştırma, başabaş analizi, indirimli nakit yöntemleri, piyasa araştırması, üretim mühendisliği, standardizasyon, çeşit azaltma, PERT vb.

Verimliliği düşüren gereksiz maliyetler ile bu gereksiz maliyetleri indirmek için kullanılan yönetim teknikleri ve hangi tekniklerin hangi alanlara uygulandığını gördükten sonra, bu tekniklerden biri olan Değer Analizi konumuza geçebiliriz.

2. VERİMLİLİK ARTTIRMA TEKNİĞİ “DEĞER ANALİZİ”

İkinci Dünya Savaşından hemen sonra, General Electric firmasının satınalma bölümünden Lawrence Miles’in bulup geliştirmesinden beri, Değer Analizi / Değer Mühendisliği, ileri ülkelerde temel bir satınalma aracı olarak kabul edilmiştir. Bir ürünün tüm ömrü boyunca sürekli değerlendirilmesi tekniğine General Electric tarafından öncülük edilmiş, fakat 60 ve 70’li yıllarda bu teknik A.B.D.’de süratle yayılmış ve 1980’lerde hemen hemen dünyanın tüm rekabetçi üretim şirketlerinde benimsenerek uygulanmıştır.

Değer Analizi / Değer Mühendisliği, bir ürün, bir proses veya hizmetin geliştirilmesinde veya daha iyileştirilmesinde önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Günümüz şirketlerinde ise; sürekli iyileştirme çalışmalarıyla, Değer Analizi çalışmaları arasında bir uyumsuzluk yoktur. Tam aksine, sürekli iyileştirme ve Değer Analizinin aynı şeyler olduğu düşünülmelidir(Dessler, 2001).

Günümüzde, Değer Mühendisliği çalışmalarında, ürün veya hizmetin tasarımı aşamasında, müşteri beklentilerine yönelik olarak incelenmesi gerekir. Bunun yanı sıra, Değer Analizi çalışmalarıyla da, mevcut ürünlerin maliyetlerini düşürme fırsatı vardır. Burada yapılacak olan faaliyet; ürünün ilgili fonksiyonlarını ortaya çıkararak, kaliteden ödün vermeden bu fonksiyonların en az maliyetle elde edilmesini ve gereksiz fonksiyonların maliyetlerinin de belirlenerek yok edilmesine yöneliktir(Çiğdem, 1996).

2.1 DEĞER ANALİZİ NEDİR?

Değer Analizi / Değer Mühendisliği, eski davranış üzerine kurulmuş yeni bir tekniktir. Değeri satın almaya giden herkes, her zaman için bu davranışı kullanır. Değer Mühendisliği, değerini ürün içerisine kattığının güvencesini sağlayan organizeli bir yöntemdir(Smith, 1999). Bir ürün içerisinde, bu değerini katılmasının birilerinin görevi olduğunun ve bunun için zamanını ve gayretini kullandığının güvencesidir.

Belirli bir ürünü imal etmek için yapılan harcamalar çeşitli etkenlerin etkisiyle artmakta; diğer yandan da gittikçe güçlenen rekabet faktörü satış fiyatı seviyesinin sabit tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle İkinci Dünya Savaşından beri maliyet düşürme çabaları artmış ve Değer Analizi / Değer Mühendisliği geliştirilmiştir. Değer Analizi / Değer Mühendisliği, temel bir ifadeyle söylemek gerekirse; düşünmenin düzenlenmiş bir tarzıdır. Parçalar, komponentler, ürünler, donanımlar, prosedürler, hizmetler gibi parayla sağlanan her şeyin yerine getirdiği fonksiyonların değerlendirilmesi hedefini içerir. Değer Analizi / Değer Mühendisliği, esas olarak ürünün yapıma şeklini ve kullanılan malzemeyi geliştirmek amacıyla; gerekli ürün fonksiyonunun en az maliyetle sağlanmasını amaçlayan bir mühendislik ve maliyet düşürme tekniğidir. Maliyet düşürmeye yöneldiğinde, ürünün bütün temel güvenilirlik, performans ve bakım yapılabilirlik özelliklerinin tam olarak sağlanmasını da göz önünde bulundurur(Koç, 1991).

Birçok işletmenin ismini yeni duymaya başladığı belki de ismini bilmeden uygulamaya çalıştığı değer analizi, gereksiz maliyetler ile mücadele etmek için kullanılan bir yöntemdir. Değer analizini çeşitli şahıs ve kuruluşlar çeşitli şekillerde tanımlamaktadır. Bu tanımlamalardaki ortak nokta, değer analizinin maliyetleri azaltarak verimliliği arttırmayı amaçlayan bir yöntem olmasıdır(Hodge, 2002).

Değer Analizi ile Değer Mühendisliği arasındaki fark; Değer analizi mevcut bir üründe uygulanır, Değer Mühendisliği ise ürünün tasarımı esnasında uygulanır. Teknikler arasındaki tek fark uygulandıkları evrelerdir. Değer Analizi / Değer Mühendisliğinin babası Lawrence D. Miles, Değer Analizini şöyle tanımlamaktadır;

“Değer Analizi, belirli bazı özel tekniklerin, çok miktarda bilginin ve öğrenilmiş bir grup becerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilen bir düşünce tarzıdır. Kalite, kullanım, görünüm ve müşteri isteği katkısı bulunmayan gereksiz maliyetlerin etkin bir şekilde belirlenmesini amaçlayan, organize bir yaratıcı yaklaşımdır”.

Değer Mühendisliği tanımı ise, A.B.D.’deki en geniş organize olmuş askeri satınalma kurumu olan, Savunma Bakanlığı Silahlı Hizmetler Tedarik Talimatında şöyle belirtilmektedir: (Miles, 1961)

“Bir ürün fonksiyonlarını, en düşük toplam maliyetle, gerekli bir fonksiyona ulaşmak amacıyla incelemeye yönelmiş organize bir çabadır”(Neeley, 2002).

Değer Analizi, ürün veya hizmeti, gerekli fonksiyonları yerine getirecek şekilde en uygun değerde ve en düşük maliyetle elde etmeye çalışan sistemli bir teknikler bütünüdür(Smith, 1999). Değer Analizi, amacı gerçekleştirirken iş planına benzer bir yöntemi kullandığından sistemlidir, denilebilir. Bu sistem içerisinde, üzerinde çalışılan konuya, şirketin bütün bölümlerinin sorunu olarak bakılır. Böylece şirketin bir bütün olarak çıkarlarını gözetmesi, bölümler arası işbirliği ve dengeyi gerçekleştirmesiyle, Değer Analizine diğer tekniklere oranla bir üstünlük sağlar(Koç, 1991).

Değer Analizi, en düşük maliyetle gerekli fonksiyona ulaşmayı sağlayan organize ve yaratıcı bir yaklaşımdır. Alternatif malzemelerin, yeni proseslerin ve kaliteli üretim olanaklarının sistemli kullanımını sağlar. Mühendislik, üretim ve satınalma bölümlerinin dikkatini, şirketin ana hedefi olan daha düşük maliyetlerle eşdeğer fonksiyonların sağlanması üzerinde yoğunlaştırır. Bu amaca yönelik olarak adım adım işlemler içerir(Dessler, 2001).

Değer Analizi kaliteyle yakın ilişkisi olan bir kavramdır. Bundan amaç ürün fakirleştirilmesi değil, fakat en düşük olası fiyatla müşteriyi tatmin etmektir. Değer Analizi ürünün gerekli fonksiyonlarının en az maliyetle yerine getirilmesini sağlar(Drury, 2003).

Değer Analizi, klasik maliyet düşürme teknikleri için bir alternatif değildir. Klasik maliyet düşürme tekniklerinin amacı, her ne pahasına olursa olsun maliyeti düşürmek olmasına karşılık, Değer Analizinin birincil, temel ve esas ilgisi fonksiyonlarıdır. Amaç, hangi seçeneğin en iyi değeri üreteceğini saptamak ve gerekli fonksiyonların en düşük maliyetle elde edilmesine çalışmaktır. Bunun için de, ürünün hangi fonksiyonlarının

gerekli olduğuna karar verilmesi ve buna bağlı olarak ta gereksiz maliyetlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Yani asıl amaç bir ürünün verimli olarak üretilmesinin araştırılması değil, o ürünün görevinin, yani esas fonksiyonlarının ne olduğunu saptamak ve onu en düşük maliyetle gerçekleştirmektir. En düşük maliyet, yerine getirilmesi gereken tüm fonksiyonları göz önüne alarak ulaşılan bir maliyet olmalıdır. Amaç, en düşük maliyetle elde edilen ürünün uzun dönemde başarısı olduğundan, gereksiz maliyetlerin belirlenerek ortadan kaldırılması sırasında kalite, güvenilirlik, müşteri beklentisi ve çekicilik gibi etkenlerden hiçbir fedakârlık yapılmamalıdır.

Değer Analizi, üretilen ve satın alınan malzemelerde maliyeti düşürmeyi amaçlayan organize bir çabadır. Değer Analizi çalışmasında; Ürünün fonksiyonları nelerdir? (Çiğdem, 1996) Bu fonksiyonlar gereklidir? Bu fonksiyonun maliyeti nedir? Aynı fonksiyonu başka hangi ürün yerine getirebilir, bunun maliyeti ne olacaktır? Soruları sorularak cevapları bulunmaya çalışılır. Zekice uygulandığı, ihtiyatlı yönetildiği ve dürüstçe rapor edildiğinde, Değer Analizinin kendi masrafları Değer Analizi dahil olmak üzere, üretim giderlerinde %15 ile %25 arasında tasarruf sağlamaktadır. Başka bir şekilde söylemek gerekirse, Değer Analizinin, herhangi bir yerde 2:1 ile 20:1 arasında geri dönüş sağladığı raporlanmıştır(Lewitt, 2003).

Bir ürün içerisindeki yüksek maliyet unsurları dikkatle incelendiğinde, Pareto Kanuna göre, çoğu kez parçalardan %20'sinin ürün maliyetinin %80'ini oluşturduğu görülecektir. Bu durum özellikle satınalma açısından önemlidir.

Değer Teknikleri, ürün veya parça maliyetini düşürmenin yanı sıra, aynı zamanda bunların sonuçlarını Değer Analizi göz önüne alırlar. Bu teknikler yalnızca bir maliyet düşürme tekniği olmayıp, şirketin ekonomik kazancının ve kaynak kullanımının iyileştirilmesini hedefler. Böylece şirket sisteminin karlılığını sağlarlar(Dessler, 2001).

Değer Analizi, bir şirketin üretim, mühendislik, satınalma, pazarlama ve yönetim gibi bütün bölümlerinde kullanılabilir. Hammadde ve yardımcı malzeme temini aşamasından, ürün aşamasına kadar olan tüm aşamalarda ve ürünün pazarlanmasında uygulanır. Bu aşamalardaki gereksiz maliyetleri ortaya çıkarmayı amaçlar(Özevren,

2004). Bir işletmenin yarattığı değer rakiplerinin yarattığı değerden daha fazla olmalıdır. Aksi takdirde işletme değer yaratsa bile rekabet avantajı sağlayamaz(Ülgen, 2004).

Değer Analizi, alternatif malzemeleri, yeni proseslerin ve kaliteli üretim olanaklarının sistemli kullanımını sağlayarak, mühendislik, üretim ve satınalma bölümlerinin dikkatini, işletmenin ana hedefi olan, daha düşük maliyetler ile işlerlik sağlaması üzerinde yoğunlaşır.

Değer analizi bir ürünün kendinden bekleneni sağlama derecesini araştırmak olarak tanımlanabilir. Değer analizi bu amaçla herhangi bir ürünün amaç ve işlevlerinin belirlenmesi, bu amaç ve işlevlerin hangi yollarla en iyi şekilde elde edilebileceğinin araştırılmasıdır. Dolayısı ile, bir ürünün kendinden beklenen işlevlerin maliyetini en aza indirebildiği ölçüde değeri en çoklanmaktadır. Buna göre ürünün değeri; ürünün yerine getirmesi beklenen temel işlevleri güvenle yerine getirmesini sağlayan en düşük maliyet olarak tanımlanabilir(Tümer, 1978).

Bu şekilde değer analizi, maliyet düşürme tekniklerinden bir noktada ayrılmaktadır. Maliyet düşürme teknikleri; ürünün yapımında kullanılan malzemede, üretim yöntemlerinde ve tasarımda yapılacak değişikliklerle maliyet indirimi sağlar. Buna karşın ürünün işlevlerini en iyi nasıl yerine getirebileceği ile değil, yalnız ve yalnız maliyet indirimi ile ilgilenir.

Değer analizi ürün, işlem ve hizmeti, gerekli fonksiyonları yerine getirebilecek şekilde, optimum değerde ve en düşük maliyetle elde etmeye çalışan sistemli bir teknikler bütünüdür. Sistemlidir çünkü değer analizi bu amacı gerçekleştirirken iş planı denilen bir planı kısmen veya tamamen kullanmaktadır. Bu plana her zaman tamamen uyulmasa da, olabildiğince sadık kalınması, üzerinde çalışılan konuya, işletmenin bütün bölümlerinin sorunu olarak bakılmasını sağlar. Bu da işletmenin bir bütün olarak çıkarlarını gözetmek, bölümler arası eşgüdümü (koordinasyonu) ve dengeyi sağlamak açısından, değer analizine diğer tekniklere oranla bir üstünlük kazandırır.

Değer analizinin daha başka tanımlarını yapmakta mümkündür.

- Değer analizi ürün kalitesini değiştirmeden, aynı işlerliği ve güvenilirliği daha düşük bir maliyetle elde etmek için düzenlenmiş bir yaklaşımdır.
- Değer analizi mamul için gerekli olan elemanların mamul masrafını mümkün olan en az miktarda yapmak ve bu şekilde esas fonksiyonu gerçekleştirmek için oluşturulmuş bilimsel bir metottur.
- Değer analizi malzemelerde ve satın alınan kısımlarda maliyeti düşürmeyi amaçlayan organize bir çabadır.

Değer analizinde dizayn edilecek mamul için çeşitli faktörler göz önüne alınarak şu sorulara cevap araştırılır(Kobu, 1996);

1. Mamul nedir?
2. Maliyeti ne olabilir?
3. Kaç paradan oluşur?
4. Fonksiyonlar nelerdir?
5. Üretilebilecek miktar nedir?
6. Aynı fonksiyonlar başka yoldan yerine getirilebilir mi?
7. Alternatiflerin maliyeti arasında ne fark vardır?
8. Yeni görüşler getirilebilir mi?
9. Uygulamada karşılaşılabilecek güçlükler nelerdir?

Değer analizinin temel sorularına cevap araştırırken mamulün üç tip değeri olduğu varsayılır. Bunlar; (Özevren, 2004)

1. Maliyet Değeri
2. Kullanış Değeri
3. İtibar Değeridir.

Maliyet değeri işçilik, malzeme ve genel masraflar payı toplamıdır. Kullanış değeri mamulün gördüğü işin (yarattığı faydanın) değeri ile ölçülebilir. İtibar değeri ise alıcının mamule sahip olmak için ödemeye hazır olduğu miktardır. Değer analizinde bu maliyetler arasında en uygun denge noktasının (veya bölgesinin) bulunmasına çalışılır. Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere değer analizi, mevcut analiz yöntemlerinin değişik bir görüşle daha sistematik olarak uygulanmasından ibarettir.

Değer analizi bir işletmenin üretim, mühendislik, satınalma, pazarlama ve yönetim gibi bütün bölümlerinde kullanılır. Hammadde ve yardımcı malzeme temini aşamasından, mamul aşamasına kadar olan tüm aşamalarda ve mamulün pazarlamasında uygulanır. Bu aşamalardaki gereksiz maliyetleri ortaya çıkarmayı amaçlar.

Değer Analizi, mamul veya hizmet değerini arttırmak amacıyla, bütün işletme çevrimi boyunca mevcut olabilen, gereksiz harcamaları aramak ve azaltmak için kullanılan bir düşünce sistemidir. Genellikle işletme içinde hemen her bölüme uygulanmakla birlikte değer analizi, hammadde maliyeti yüksek olan mamuller üzerinde olumlu bir sonuç vermez. Örnek olarak bazı ilaçlar veya kimyevi maddeler inşaat demiri gibi mamuller üzerinde olumlu bir sonuç vermediği gözlenmiştir.

Değer Analizinin en önemli fonksiyonu, maliyetlerin düşürülmesidir. Değer Analizi etkisini aşağıdaki konuları gerçekleştirerek gösterir(Kobu, 1996).

- I. Gereksiz parça ve operasyonların eliminasyonu
- II. Standardizasyon
- III. Ambalaj şeklinin geliştirilmesi
- IV. Sevkiyat metotlarının düzeltilmesi
- V. Daha etkili stok kontrolü
- VI. Daha etkili malzeme
- VII. Daha etkili konstrüksiyon
- VIII. İmalat metotlarının geliştirilmesi

Değer analizinde sonuca ulaşmak, başarılı uygulamalarla mümkün olacaktır.

2.2 DEĞER KAVRAMI

2.2.1 DEĞERİN NİTELİĞİ VE ÖLÇÜMÜ

İnsanlar, değeri soyut olarak algırlar ve ihtiyaçlarını tatmin edecek ürünleri elde etmek için yönlendirilirler. Ürünlerin değeri, onların göreceli önem ve maliyetleridir. Değer ölçme teknikleri de elemanları önem ve maliyetlerine göre nicelendirmek için kullanılırlar. Üründeki parçaların değerlerine sayısal ağırlıklar atamak, bunların değerlerini saptar ve hangi alanlarda iyileştirme ihtiyacı olduğunu açığa çıkarır.

Toplam değer kavramı, müşterinin, satıcının ve üreticinin ihtiyaçlarının tanımlanmasına dayanır. Buna yönelik olarak her ürün için fonksiyon analizi yapılır. Fonksiyon analiz şemaları, bir tasarımın her bir parçası için bu ihtiyaçların nasıl, niçin ve ne kadar maliyetle karşılanacağını tanımlamak için kullanılırlar. Değer ölçme teknikleri, yeni sistem tasarımlarının değerlerinin niceliklendirilmesi için kullanılırlar. Değer ölçme, önceliklendirme ve karar almada esas oluşturmalıdır ve dünya üzerindeki karmaşık problemlerin yaratıcı çözümlerine öncelik edebilir. Değer düşüncesi şirket içindeki pazarlama, üretim, araştırma, ürün geliştirme ve mühendislik bölümlerinde çalışanları etkin bir şekilde birbirlerine bağlayacaktır. Değer iyileştirmesi verimlilik ve kalite arasında kuvvetli bir bağı sağlayacaktır(Çiğdem, 1996).

Değer, ürün veya hizmetlerin doğal olarak kendilerine ait olan bir nitelik veya özelliğidir şeklinde, hatalı bir tanımlamaya sahiptir. Eski Yunan felsefesindeki bu yanlış tanıma karşılık, bugünkü mühendis ve ekonomistler birbirlerine benzer şekilde, değeri bir ürün veya hizmetin sahip olduğu niteliklerle ilgili olarak görürler. Hatta, günümüzün reklamcıları bu nitelikleri canlılardaki özellikler türünden ifade ederler; otomobilleri tay gibi, benzin deposu içindeki malzemeleri kaplanlar gibi tanımlarlar. Bütün bunların ötesinde, değer bir maddenin niteliği olmasının ötesinde, insanların davranışlarını yöneten bir güçtür.

Değer, insan faaliyetlerini yönlendiren birincil kuvvettir. İnsanlar değer ile kalitenin anlamını sıkça birbirleriyle karıştırırlar. Kalite, bir ürün veya hizmetin değerini arttıran

veya azaltan bir özelliktir. Kalite, güvenilirlik, servis yapılabilirlik, bakım yapılabilirlik ve diğerleri, bir ürün veya hizmetin nitelikleridir. Değer bütün bu niteliklerin yanı sıra daha başkalarını da içerir. Değer ve kalitenin karıştırılması sonucu, gereksiz özellikleri olan pahalı ürünlerin satın alınmasına öncülük edebilir.

İnsanlar değer ile fiyatı Değer Analizi birbirlerine karıştırırlar ki, bu Değer Analizi düşük kalite ve güvenilirlikteki ürünlerin ucuz satışlarına öncülük edebilir.

Değeri mal ve hizmetlere verdiğimiz nispi önem olarak tanımlayabiliriz. Dünyada bir tek çeşit mal olsa idi o malın faydasından söz edilirdi. Fakat bir mal ile karşılaştırılacak diğer bir mal olmadığından “değerinden” söz edilemezdi. Ayrıca değer subjektif yani kişi ile ilgili bir kavramdır.

Bir mamul, değer üreticisi ve alıcısı için aynı şeyi ifade etmez. Alıcının ve üreticinin değer hakkındaki görüşü zamana, yere ve kullanıcıya göre değişir. Değerin çok fazla çeşitleri olmasına rağmen değer analizi özellikle dört temel ekonomik değer ile ilgilenmektedir. Bunlar maliyet değeri, değişim değeri, kullanım değeri ve etkileyici değerdir. Bunları kısaca şu şekilde açıklayabiliriz.

2.2.2 DEĞER KAVRAMLARI

2.2.2.1 Maliyet Kavramları (Cost Value)

Bir mamulün üretilmesi için gerekli malzeme, işçilik ve diğer tüm masrafların toplamıdır. Bir malın ölçüleri belirlenmişse, o malın üretimi için gerekli işçilik maliyetlerini ve üretimde kullanılacak malzemenin maliyetini bulmak kolaydır. Ancak direkt masrafların hesaplanması güçtür. Bu masraflar, malın üretimindeki direkt olarak yapılan masraflar ile malın karlılık durumunun korunabilmesi ve pazarlama masrafı gibi bazı masrafların yeterince karşılanması için mamulün birim başına düşen masraf hissesidir(Gage, 1983).

Maliyet değeri aşağıdaki şekilde bir formül ile ifade edilebilir:

Maliyet Değeri = Satın alma Değeri + Üretim Masrafları + Pazarlama Masrafları.

Kısaca, maliyet değeri kullanım, etkileme ve değişim değerlerini oluşturma için harcanan kaynakların parasal tutarıdır. İşletmeler, kullanım, etkileme ve değişim değerlerini maksimize etmeye çalışırken maliyet değerini minimum düzeyde tutmaya çaba sarf ederler.

2.2.2.2 Değişim Değeri (Exchange Value)

Bir malı yada hizmeti diğerine tercih etmemize neden olan niteliklerin parasal ölçüsüdür. İki kişi arasında oluşan bir değişim işleminde taraflardan her biri, vermeyi kabul ettiği mala karşılık almak istediği mala daha büyük bir önem verir. Yani daha fazla bir değişim değeri biçer. Çünkü değişim işlemine giren bir kimse kendisinin bu işlem sonucunda satın aldığı malı, başkasına daha yüksek fiyatla satabileceğini düşünmektedir. Bundan dolayı böyle bir işleme girer.

2.2.2.3 Kullanım Değeri (Use Value)

Kullanılışı, işi yada hizmeti ortaya koyan özelliklerin ve niteliklerin toplamı olarak ifade edebiliriz. Kullanım değeri, bir kullanımı, işi veya hizmeti başarılı kılan, performansını arttıran ve satın alınabilirliğine katkıda bulunan nitelik ve özelliklerin parasal ölçüsüdür.

Örneğin oturduğumuz sandalyenin görevi belli bir ağırlığı taşımaktır. Kullanım değeri ise, onun bu belirli ağırlığı taşıyabilmesinden kaynaklanır. Bundan dolayı belli bir ağırlığı taşıyacak şekilde üretilmesi, yani görevi yerine getirecek şekilde imal edilmesi gerekir. Çeşitli nedenlerden, kullanımın gerektiğinden fazla malzeme ile yapılmış olması onun kullanım değerini arttırmaz.

Değer Analizi teorisi, bir ürünün kullanım değeri, bu ürünün fonksiyonunu inceleyerek (Ne yapar? Ne işe yarar?) ve diğer benzer ürünlerle karşılaştırma yaparak saptamaya çalışır. Bu yolla, kullanım değeri parasal olarak kabataslak bir biçimde ölçülebilir.

2.2.2.4 Etkileyici Değer (Esteem Value)

Müşteride bir mamul veya hizmeti satın alma isteği uyandıran özelliklerin ve çekiciliklerin toplamıdır. Alıcının istediği görünüşü, özellikleri ve çekiciliğini saptayan en düşük maliyettir. Genellikle kişiler, bir mal satın alırken onun esas fonksiyonu, yanında diğer bir takım özelliklerine önem verirler. Bu durumun özellikle pazarlama açısından önemi çok fazladır. Tüketiciler satın alacakları mal aracılığıyla kendilerini üyesi bulunmayı arzu ettikleri sosyal grubun içinde göstermeyi isterler. Örneğin sanat eserleri, takılar, kravatlar ve benzeri ürünler belki sosyal statü ve beklide güzellik ve çekicilikten dolayı kullanılır. Bunlar dışında hiçbir fonksiyonları yoktur. Yine lüks bir otomobil satın alan kişi kendisinin üst sosyal gruba ait olduğunu göstermeye çalışır. Burada ön plana çıkan bir takım psikolojik etmenlerdir. Yoksa taşıma işlemi daha mütevazı bir araç vasıtasıyla sağlanabilmektedir.

Kişiler satın aldıkları ürünün kullanım değerinin yanı sıra itibar sağlayıcı özelliklerinden de vazgeçmedikleri sürece değer analizi bir malın etkileyici değerini görmezlikten gelemmez (Koç, 1991).

2.2.3 DEĞERİN ÖNEMİ

Yoğun rekabetin yaşandığı serbest piyasa ekonomilerinde, işletmelerin uzun dönemde başarılı olmaları, tüketiciye en iyi değeri istenilen fiyata sunabilmelerine bağlıdır. Böyle bir ortamda tüm işletmeler tüketici istek ve gereksinimlerini tatmin edecek ürünler ortaya koymaya çalışmakta ve aralarındaki rekabetten dolayı da, en iyi değeri en uygun fiyatta sunmak zorunluluğunu hissettirmektedirler.

Değeri, bir ürünün kullanımına uygunluğunun (faydası), kullanana getirdiği ekonomik yüke oranı olarak ta tanımlamak mümkündür.

$$\text{DEĞER} = \frac{\text{KULLANIMA UYGUNLUK (FAYDA)}}{\text{EKONOMİK YÜK}}$$

Burada, ürünün faydası, ürünün ayırt edici özelliğinin müşteri tarafından algılanan öneminin, müşteri memnuniyeti (tatmin düzeyi) ile çarpımına eşittir. Müşteri tarafından algılanan önem, normal olarak ürün şartnamesinde belirtilen, örneğin sürat (genelde maksimum), yakıt tüketimi, görünüş, güvenilirlik gibi toplam niteliklerin, 100 tam puan üzerinden her bir nitelik için müşteri tarafından takdir edilen göreceli önemidir, ki bunlar tüm dünyada yapılmış anketlerle, pazardan toplanmış verileri içerir. Bir analizde, bütün ürünler için bu önem değeri aynıdır ve bunlar 1 ile 100 arasında sayısallaştırılırlar(Lewitt, 2003).

Tatmin düzeyi ise, her bir ürün için müşterinin belirtilen niteliklerden, yani ayırt edici özelliklerden ne kadar memnun kaldığını belirtir. Müşteri memnuniyetini belirten bu hususlar da 1 ile 10 arasında sayısallaştırılır ve bu veriler de Pazarlama Bölümünden sağlanırlar. Bu veriler, Pazarlama Bölümü tarafından, bazı uzmanlaşmış dergiler veya gazetelerden alınacağı gibi, doğrudan müşterilerle yapılan anketlerle de temin edilebilir. Toplanan bu veriler, Değer Mühendisliği için bir simülasyon aracıdır. Mevcut bir ürün için bu verilere sahip olmak çok kolaydır(Heller, 1971).

ÖRNEK

$$\text{DEĞER} = \frac{\text{ÖNEM} \times \text{TATMİN DÜZEYİ}}{\text{SATINALMA MALİYETİ} + \text{AMORTİSMAN (değerden düşme)} + \text{İŞLETME MALİYETLERİ}}$$

$$\text{ÖNEM} = \text{MÜŞTERİCE ALGILANAN ÖNEMİ BELİRTİR.}$$

$$(\text{ÖLÇEK } 1 \div 100)$$

$$\text{TATMİN DÜZEYİ} = \text{MÜŞTERİ TATMİNİNİ BELİRTİR}$$

$$(\text{ÖLÇEK } 1 \div 10)$$

Bir üründeki bir nitelik için fayda, önem ile tatmin düzeyinin çarpımıdır ve bu değer QFD'deki müşteri algılamasının benzeridir. Değeri bulmak için, her bir şirketin ürününe ait toplam fayda, ürünün satın alma maliyetine bölünür. Fayda matrisi ile değişik şirketlere ait rakip ürünlerin değerleri hesaplanır ve kıyaslama sonucu en yüksek değere sahip ürün belirlenir. Buradaki örnekte Şirket 1'in ürünü en yüksek değere sahip olarak bulunmuştur.

FAYDA MATRİSİ

Örnek: OTOMOBİL

Çizelge 2.1 Otomobil örneği için niteliklerin şirketler için tatmin düzeyi önemi ve faydası.

NİTELİK	ÖNEM	ŞİRKET 1		ŞİRKET 2		ŞİRKET 3	
		TATMİN DÜZEYİ	FAYDA	TATMİN DÜZEYİ	FAYDA	TATMİN DÜZEYİ	FAYDA
SÜRAT	30	7	210	7	210	6	180
YAKIT TÜKETİMİ	30	6	180	7	210	8	240
ÇEKİCİLİK	20	8	160	7	140	8	160
GÜVENİLİRLİK	20	7	140	7	140	7	140
TOPLAM FAYDA	100		690		700		720
SATINALMA MALİYETİ (MİL)		8		11,5		10	
DEĞER		86,25		60,87		72	

Ürünün her bir ayırt edici özelliğinin (nitelik), müşteri beklentisini karşılayıp karşılamadığını irdelemek için bir *Beklenti Matrisi* oluşturulur. Beklenti Matrisinin düşey eksenini *Önem*, yatay eksenini ise *Tatmin Düzeyi*'dir. Buradaki eksenlerin her ikisi de müşteri yönünden önem ve tatmin düzeyini belirtir. Burada oluşturulan matriste dört bölge vardır. *Düşük Öncelikli Bölgeler* 'de, müşterinin tatmin düzeyinin yetersiz olmasına karşılık, müşteri için ürünün bu niteliklerinin önemi de oldukça düşüktür. Müşteri için düşük önemde nitelikler olduğundan, müşteri tatmin düzeyini arttırmak için herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç yoktur. Burada yapılacak bir çalışma gereksizdir.

Daha Çok Yapmalıyız'daki ürün niteliklerinden müşteri beklentileri yani niteliklerin müşteri için önemi *Yüksek* veya *Çok Yüksek* olmasına karşılık, müşterinin bu niteliklerle ilgili tatmin düzeyi yani memnuniyeti *Yetersizdir*. Buradaki niteliklerin müşteri için büyük önemi vardır, bu nedenle bunların kalitelerinin iyileştirilmesi için çaba sarf edilmelidir. Bu bölge Değer Analizi için birinci öncelikli olarak çalışılacak bölgedir, yani iyileştirilmesi gereken tehlikeli bir bölgedir.

BEKLENTİ MATRİSİ

Ö N E M	ÇOK YÜKSEK	DAHA ÇOK YAPMALIYIZ	BU ŞEKLİYLE DEVAM EDELİM	
	YÜKSEK			
	BİRAZ YÜKSEK	DÜŞÜK ÖNCELİKLİ BÖLGELER	BELKİ DE ÇOK YAPTIK	
	OLDUKÇA DÜŞÜK			
		YETERSİZ	İYİ	EN ELVERİŞLİ
		TATMİN DÜZEYİ		

Şekil 2.1: Önem ve tatmin düzeyi ile belirlenen Beklenti matrisi

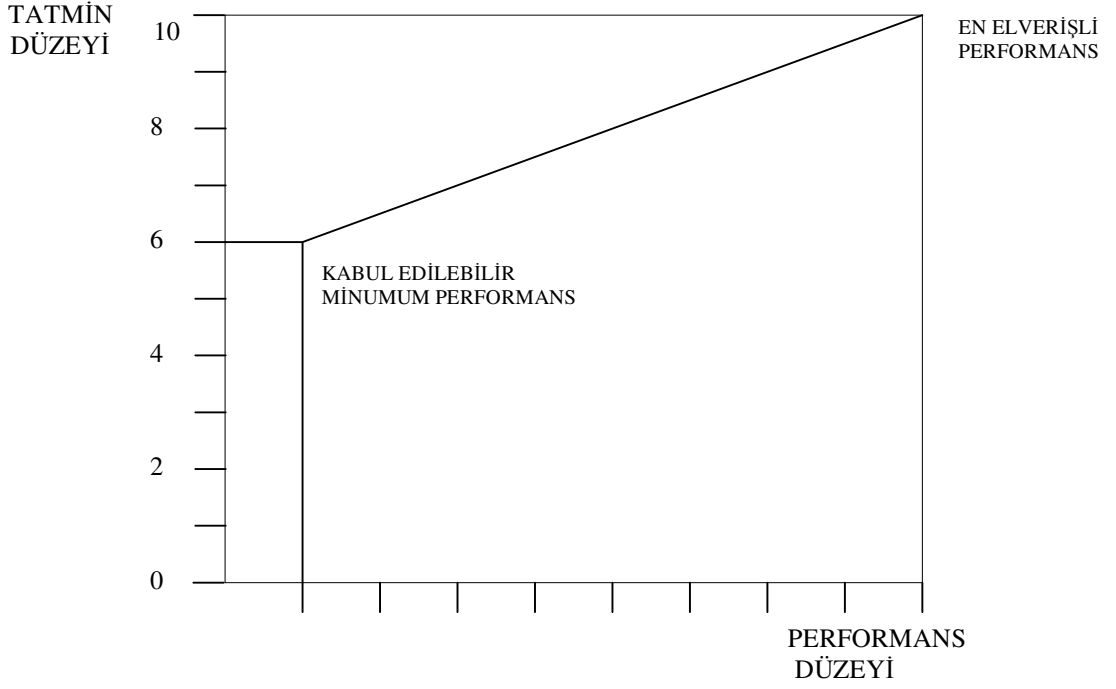
Bellki de Çok Yaptık'daki ürün niteliklerinin müşteri için önemi *Oldukça Düşük* veya *Biraz Yüksek* olmasına karşılık, müşterinin bu niteliklerle ilgili tatmin düzeyi yani memnuniyeti *İyi* veya *En Elverişli*'dir. Buradaki nitelikler müşteri için önemsizdir, fakat buna karşılık müşteriye beklentisinin ötesinde olanak sunulmaktadır. Bu nedenle, bu bölgedeki niteliklerin maliyetleri düşürülmelidir. Bu bölge Değer Analizi için ikinci öncelikli olarak çalışılacak bölgedir, yani bu bölgedeki belirli nitelikler düşürülerek, tatmin düzeyi azaltılabilir.

Bu Şekliyle Devam Edelim'deki ürün niteliklerinin müşteri için önemi *Yüksek* veya *Çok Yüksek* olmasına karşılık, müşterinin bu niteliklerle ilgili tatmin düzeyi yani memnuniyeti *İyi* veya *En Elverişli*'dir. Buradaki nitelikler müşteri için önemlidir ve müşteri bunlardan memnundur. Bu nedenle rakip firmaların ürünlerindeki niteliklerle kıyaslama yapılarak bunların müşteri için önemi de göz önüne alınarak, bunların aynı şekilde sürdürülmesi düşünülebilir.

Ürünün her bir niteliği için, Beklenti Matrisi üzerinde önem ve tatmin düzeylerine göre bir nokta işaretlenir ve bütün nitelikler için pek çok noktalar elde edilmiş olur. Daha sonra, yüksek öncelikli olarak hangi bölgelerde faaliyet gösterileceği hususunda karar verilir.

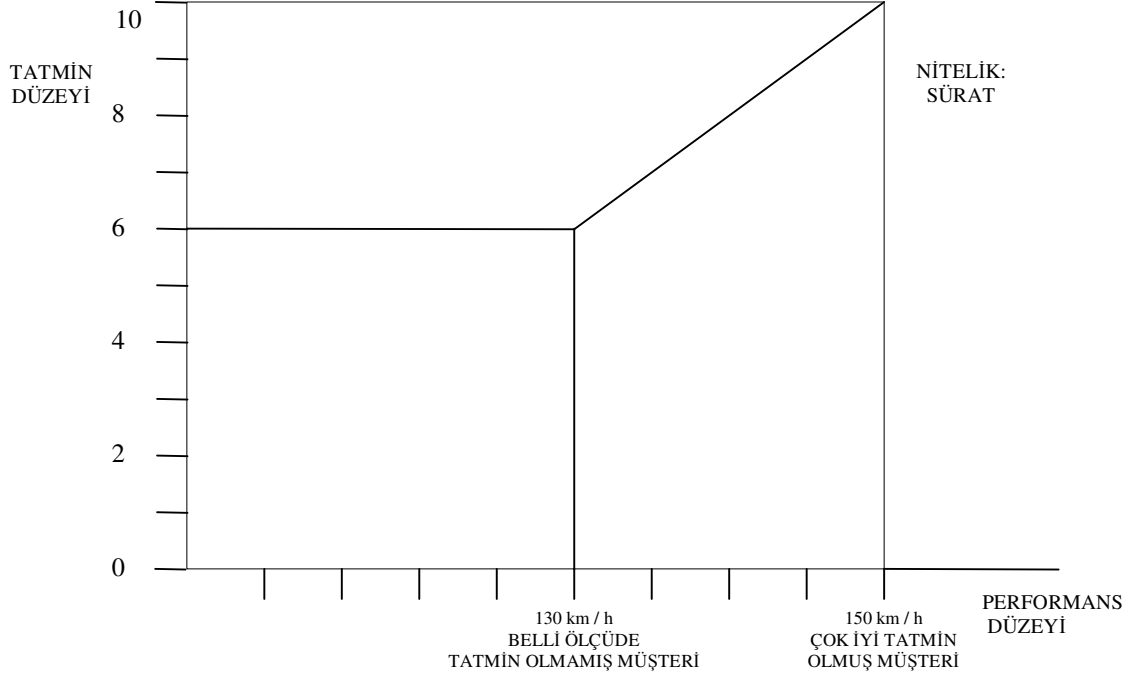
Değer Analizi için gerek önem, gerekse de tatmin düzeyinin belirgin olmasına karşılık, yeni ürün tasarımı için kullanılacak olan Değer Mühendisliği için tatmin düzeyi belirgin değildir. Bu nedenle, pazar verileri bilinmediğinden *Fayda Eğrisi* adı verilen bir simülasyon aracına gereksinme vardır ve bu eğri kullanılır. Bu fayda eğrisi grafiğinin iki eksenidir: Düşey eksen *Tatmin Düzeyi*, yatay eksen ise ürün niteliğinin karşılığı olarak *Performans Düzeyi*'dir.

FAYDA EĞRİSİ



Şekil 2.2 Tatmin ve performans düzeyi ile ilgili Fayda Eğrisi

Üründe tasarlanmış olan performans düzeyine karşılık, bu eğri kullanılarak hedef tatmin düzeyi bulunur. Piyasada mevcut rakip ürünlere göre, müşterilerden sağlanan verilerle, müşteriye en yüksek memnuniyeti sağlayan tatmin düzeyine karşılık en yüksek performans düzeyinin kesiştiği nokta *En Elverişli Performans* noktasını, müşteriye düşük memnuniyeti sağlayan tatmin düzeyine karşılık düşük performans düzeyinin kesiştiği nokta da *Kabul Edilebilir Minimum Performans* noktasını oluşturur. Bu iki nokta arasında çizilecek eğik doğru *Fayda Eğrisi*'dir. Pazar verileri bilinmediğinden, bu eğri kullanılır. Fayda Eğrisi üründe göz önüne alınacak bütün ölçülebilir nitelikler için kullanılmalıdır.

ANAHTAR KAVRAMI:**ÖRNEK:**

Şekil 2.3 Otomobilde Sürat niteliği için Fayda Eğrisi

Yeni ürünler için belirlenen bütün nitelikler için; rakip ürünlerin *Fayda* değerlerinden yararlanılarak, her bir niteliğin tatmin düzeyi hesaplanır. Bu tatmin düzeylerine göre birer hedef belirlenir ve belirlenen bu tatmin düzeylerine karşılık, üretilecek ürünün performans düzeyleri, fayda eğrisi kullanılarak bulunur. Bulunan bu veriler ürünün tasarım değerleridir.

Diğer bir yol da; ürünün her iki niteliği için bir performans değeri seçilir (örneğin, sürat 140 km / h.), fayda eğrisi kullanılarak her bir nitelik için bir tatmin düzeyi değeri belirlenir ve daha sonra Değer Analizi fayda hesaplanır.

Genelde, Değer Analizi için bu tür eğrilere ihtiyaç yoktur. Çünkü genelde bu tür verileri pazardan toplamak mümkündür.

Alıştırma: 1

Ürün; bir otomatik kol saatidir ve fiyatı yaklaşık 250 Dolar olan saatlerin sektöründe yeni bir kol saati tasarlanacaktır(Çiğdem, 1996).

İstenenler:

1. Fiyatı yaklaşık 250 Dolar olacak olan otomatik kol saati ile ilgili niteliklerden en az 10 adedi listelenecektir. Burada, Değer Mühendisliği ekibi müşteri tarafında olacak ve müşterinin sesi gibi davranacaktır. Niteliklerin belirlenmesi için ekip tarafından Beyin fırtınası yapılacaktır.
2. Her bir nitelik için bu önem sayısı belirlenecektir. Burada sektörün önemleri göz önüne alınacaktır. Bunun için ekip tarafından Nominal Grup Tekniği ve Öncelik Matrisi kullanılacaktır.
3. Fayda eğrisi kullanılarak Tatmin Düzeyi belirlenecektir.
4. Fayda matrisi hesaplanacaktır.

Çözüm:

1) Saatin sahip olması gereken nitelikler ekip Beyin fırtınası ile bulunmuştur.

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Doğruluk | 9. Güvenilirlik |
| 2. Kadranı aydınlatma | 10. Garanti süresi |
| 3. Görünüş | 11. Ayarlanabilir kordon |
| 4. Alarm | 12. Kolay ayarlanabilme |
| 5. Takvim | 13. Isıya direnç |
| 6. Su geçirmezlik | 14. Hesap makinesi |
| 7. Darbeye direnç | 15. Telefon belleği |
| 8. Pil ömrü | |

2a) Nominal Grup Tekniği kullanılarak niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi:

Çizelge 2.2. Saat örneği için nominal grup tekniği kullanılarak niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi

	1.	2.	3.	4.	5.	Toplam	Sıra
	<i>Şahıs</i>	<i>Şahıs</i>	<i>Şahıs</i>	<i>Şahıs</i>	<i>Şahıs</i>		
1. Doğruluk	8	8	8	8	6	38	1
2. Kadranı aydınlatma	-	1	1	1	3	6	8
3. Görünüş	6	7	7	5	8	33	2
4. Alarm	-	-	-	2	2	4	11
5. Takvim	5	6	-	3	1	15	5
6. Su geçirmezlik	7	5	6	6	5	29	3
7. Darbeye direnç	1	-	5	-	-	6	9
8. Pil ömrü	-	-	3	-	-	3	12
9. Güvenilirlik	4	-	4	7	7	22	4
10. Garanti süresi	-	2	2	4	-	8	7
11. Ayarlanabilir kordon	3	4	-	-	4	11	6
12. Kolay ayarlanabilme	2	3	-	-	-	5	10
13. Isıya direnç							
14. Hesap makinesi							
15. Telefon belleği							

2b) Öncelik Matrisi kullanılarak niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi:

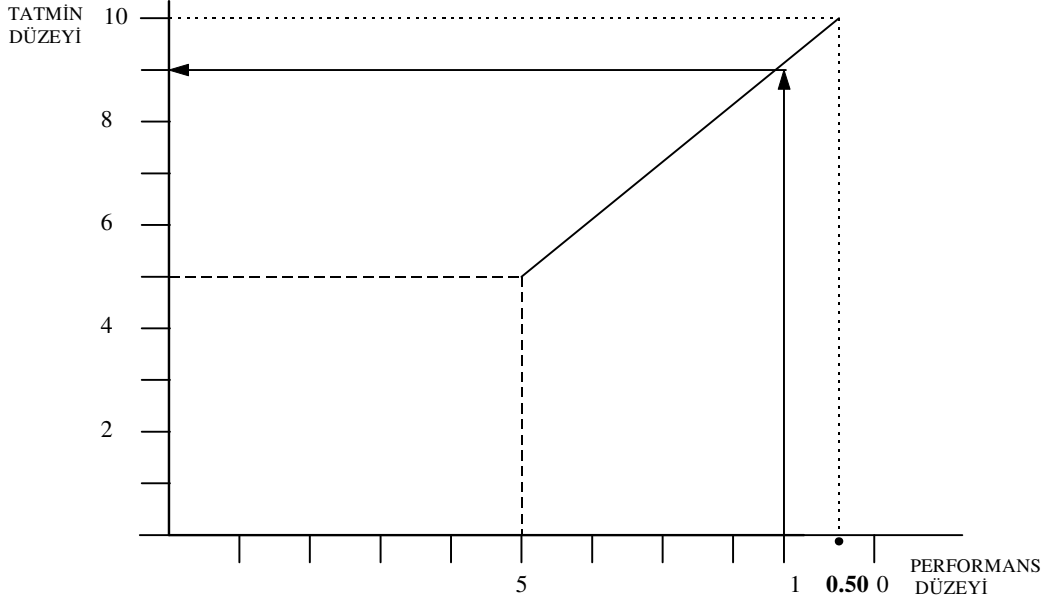
Çizelge 2.3. Saat örneği için niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi

	Doğru.	Gör.	Su Geçirm.	Güven.	Takvim	Ayarlı Kord.	Garan. Süresi	Aydın.	Darb. Direnç	Alarm	Toplam +1	%	Sıra
1 Doğruluk		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9+1	18,5	1
2 Görünüş	0		0	1	1	1	1	1	1	1	7+1	15	3
3 Su Geçirmez	0	1		1	1	1	1	1	1	1	8+1	17	2
4 Güvenilirlik	0	0	0		1	1	1	1	1	1	6+1	13	4
5 Takvim	0	0	0	0		1	0	1	1	1	4+1	9	6
6 Ayarlı Kordon	0	0	0	0	0		0	0	1	0	1+1	4	8
7 Garanti Süresi	0	0	0	0	1	1		1	1	1	5+1	11	5
8 Aydınlatma	0	0	0	0	0	0	0		1	1	2+1	5,5	7
9 Darbeye Direnç	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0+1	2	9
10 Alarm	0	0	0	0	0	1	0	0	1		2+1	5,5	7
											54	100	

3) *Fayda Eğrileri*'ni kullanarak *Tatmin Düzeyleri*'nin hesaplanması.

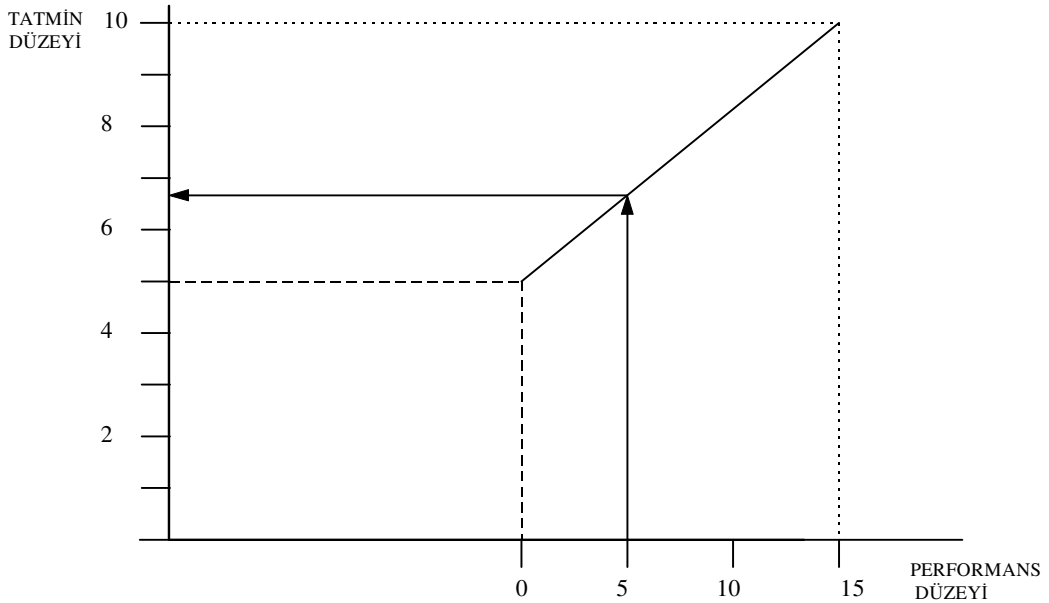
1. Doğruluk: Piyasada bu sektör içerisinde bulunan saatlerde, en iyisi 0,5 saniye / gün ve en kötüsü 5 saniye / gün olarak bulunmuştur. Yeni tasarım için performans düzeyi 1

saniye / gün olarak kararlaştırılmıştır. Buna göre fayda eğrisi kullanılarak tatmin düzeyi 9 olarak bulunur.



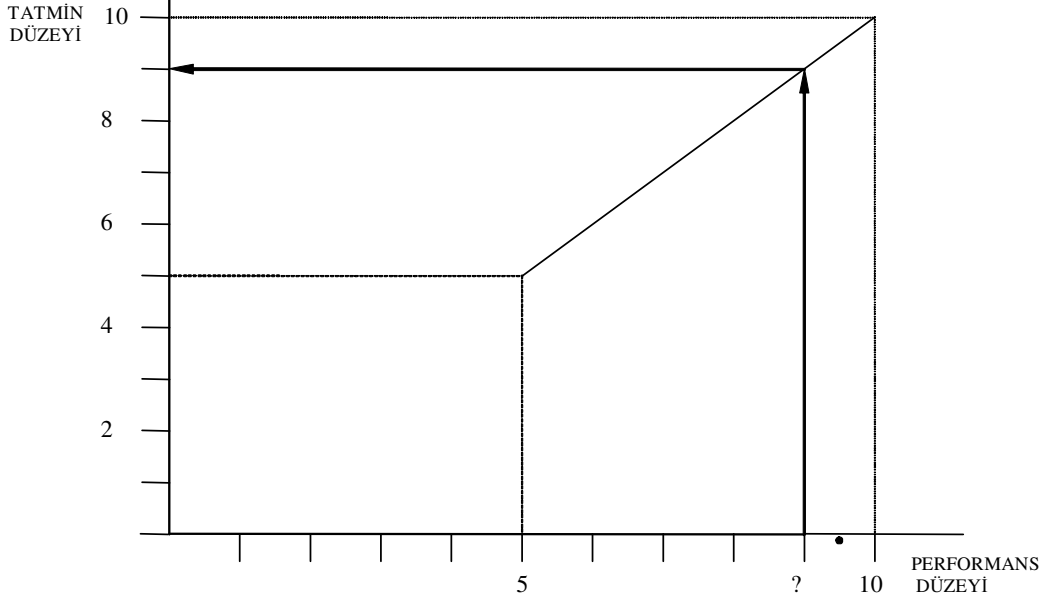
Şekil 2.4 Doğruluk niteliği için fayda eğrisi

2. Su Geçirmezlik: Duş altında su ile temas halinde olduğunda, piyasada bu sektör içerisindeki saatlerde en iyisi 15 dakikada, en kötüsü de anında su geçirgenliğine sahip bir performans düzeyine sahiptir. Yeni tasarım için performans düzeyi 5 dakika olarak kararlaştırılmıştır.



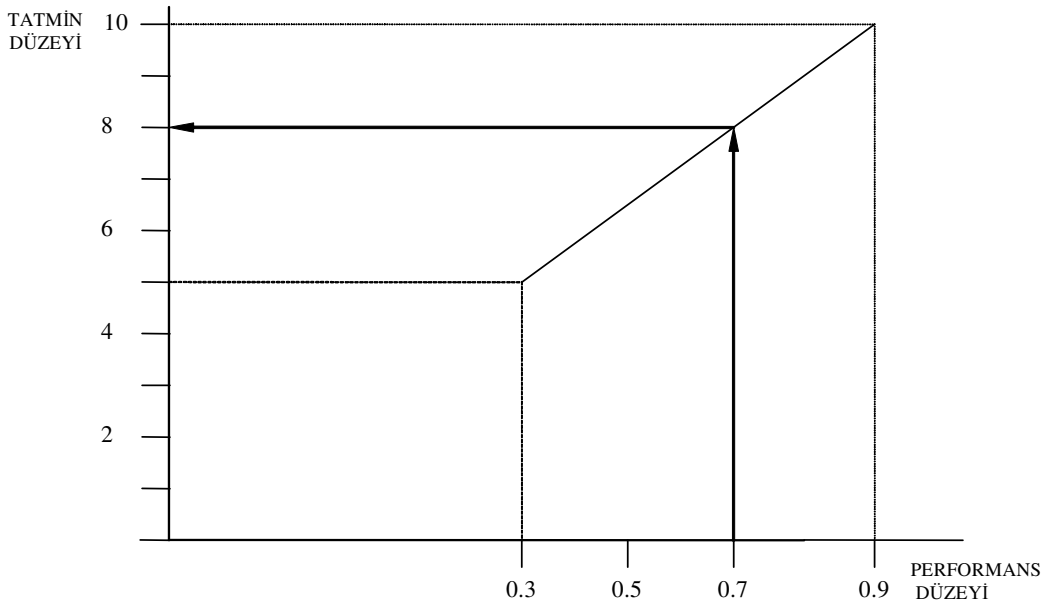
Şekil 2.5 Su geçirmezlik niteliği için fayda eğrisi

3. **Görünüş:** Görünüşü sayısallaőtırmak mümkün değildir, fakat piyasada mevcut saatlerin en çok beğeni kazanan görünüőüne göre performans düzeyinden hareketle, fayda eğrisi kullanılarak bir tatmin düzeyi değeri bulunabilir.



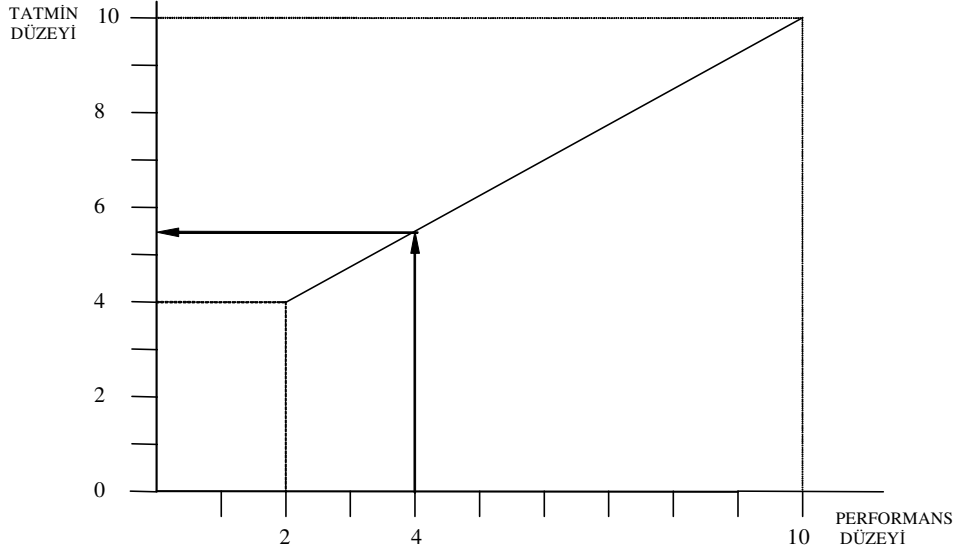
Şekil 2.6 Görünüş niteliği için fayda eğrisi

4. **Güvenilirlik:** Piyasada bu sektördeki mevcut saatlerde güvenilirlik oranının 0.3 ile 0.9 arasında olduğu belirlenmiştir. Yeni tasarımda güvenilirlik 0.7 olarak kararlaştırılmıştır.



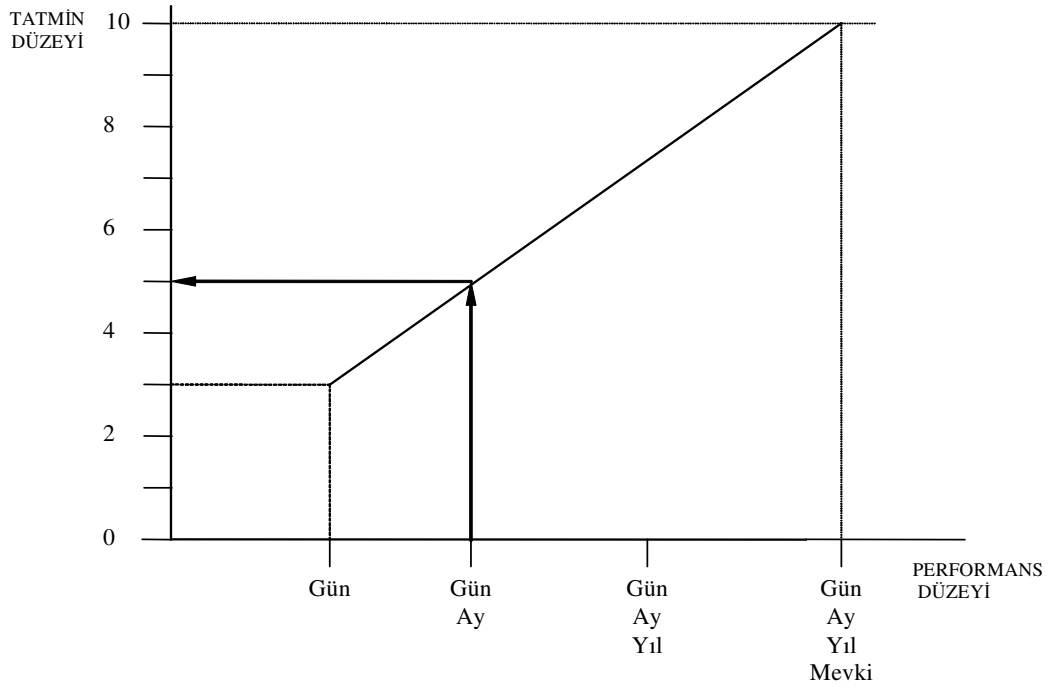
Şekil 2.7 Güvenilirlik niteliği için fayda eğrisi

5. **Garanti Süresi:** Piyasada bu sektördeki mevcut saatlerde garanti süresi 2 yıl ile 10 yıl arasında değişmektedir. Yeni tasarımda, garanti süresi 4 yıl olarak kararlaştırılmıştır.



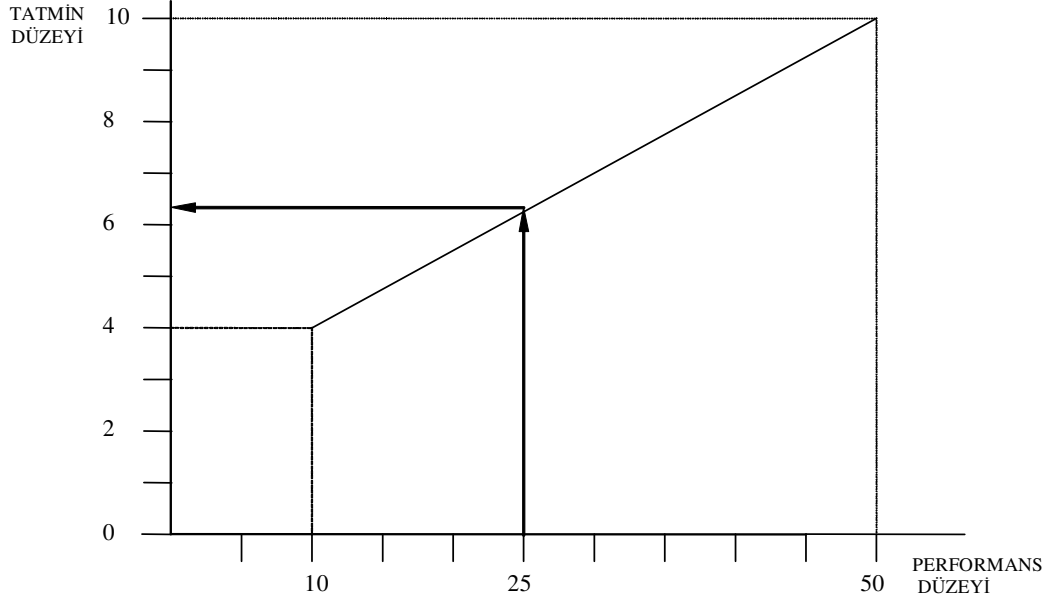
Şekil 2.8 Garanti Süresi niteliği için fayda eğrisi

6. **Takvim:** Piyasada bu sektördeki mevcut saatlerde (gün), (gün-ay), (gün-ay-yıl), (gün-ay-yıl-mevki) bilgileri mevcuttur. Yeni tasarımda, müşterilere (gün-ay) bilgilerinin verilmesi kararlaştırılmıştır.



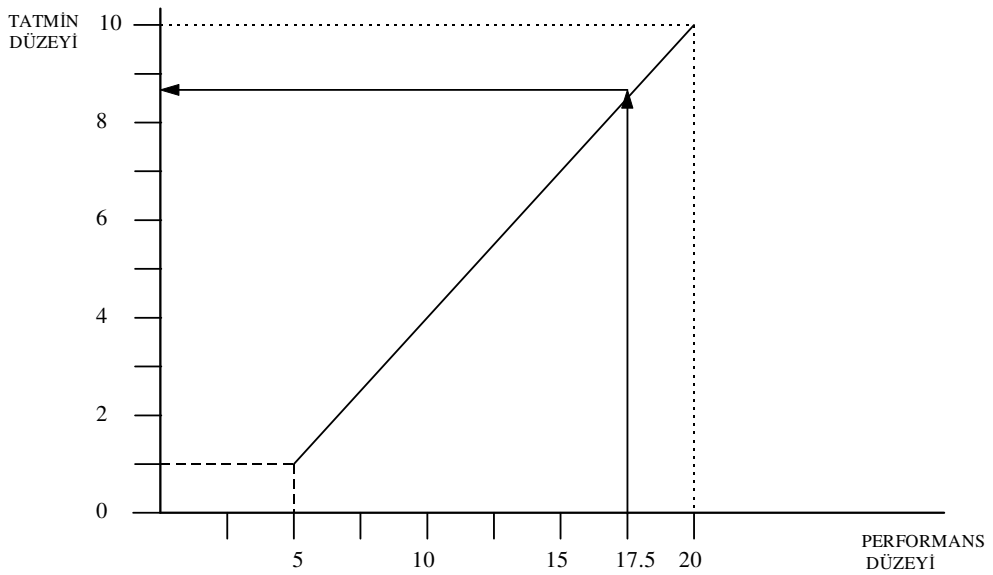
Şekil 2.9 Takvim niteliği için fayda eğrisi

7. Aydınlatma: Piyasadaki bu sektördeki mevcut saatlerde ekranın aydınlatılması sonucu, kadranın görülebilirliği 10 cm. ile 50 cm. arasında değişmektedir. Yeni tasarım için performans düzeyi 25 cm. olarak kararlaştırılmıştır.



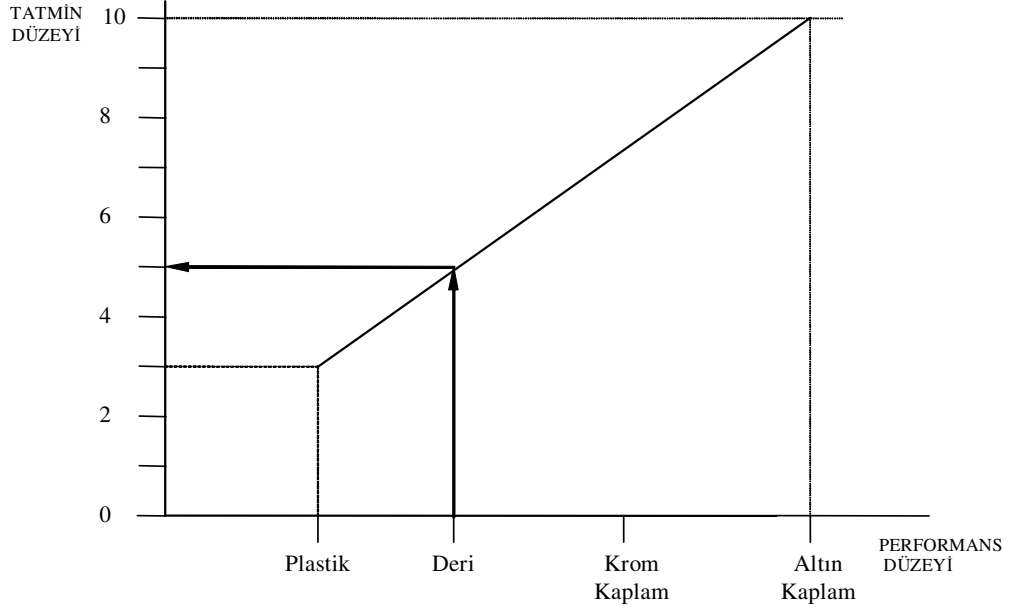
Şekil 2.10 Aydınlatma niteliği için fayda eğrisi

8. Alarm: Piyasada bu sektördeki mevcut saatlerde alarm zilin sesi 5 db. İle 20 db. Arasında değişmektedir. Yeni tasarım için performans düzeyi 17.5 db. olarak kararlaştırılmıştır.



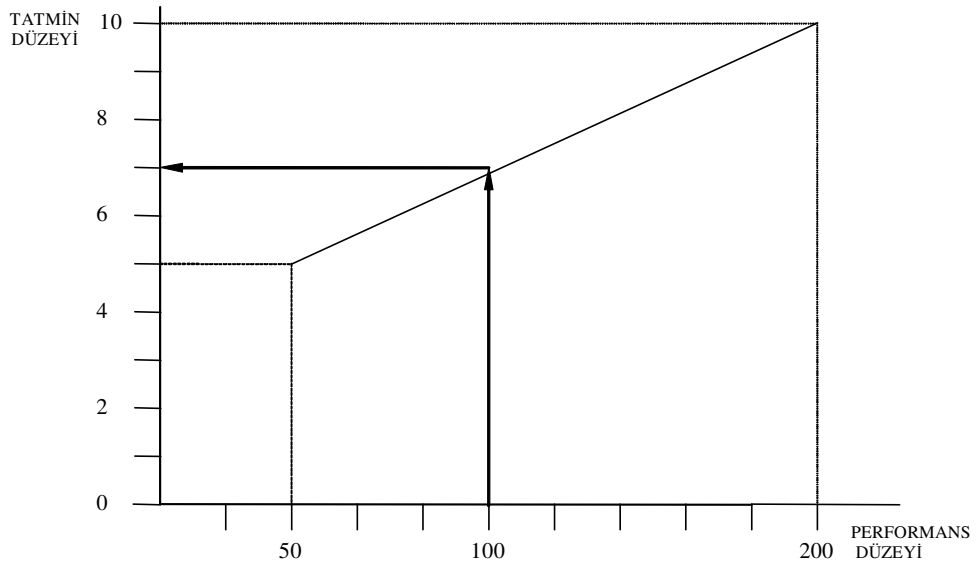
Şekil 2.11 Alarm niteliği için fayda eğrisi

9. **Ayarlı Kordon:** Piyasada bu sektördeki mevcut saatlerde (plastik), (deri), (Krom kaplamalı metal) ve (altın kaplamalı metal) kordonlar mevcuttur. Yeni tasarım için deri kordon kararlaştırılmıştır.



Şekil 2.12 Ayarlı Kordon niteliği için fayda eğrisi

10. **Darbeye Direnç:** Piyasada bu sektördeki mevcut saatlerde, düşey düşme mesafesi 50 cm. ile 200 cm. arasında değişmektedir. Yeni tasarım için performans düzeyi 100 cm. olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.13 Darbeye Direnç niteliği için fayda eğrisi

4) Fayda matrisinin hesaplanması:

Çizelge 2.4 Saat Örneği için niteliklerin fayda matrisinin hesaplanması

	ÖNEM	TATMİN DÜZEYİ	FAYDA
1 Doğruluk	18,5	9	166,5
2 Görünüş	15	9	135
3 Su Geçirmez	17	6,5	110,5
4 Güvenilirlik	13	8	104
5 Takvim	9	5	45
6 Ayarlı Kordon	4	5	20
7 Garanti Süresi	11	5,5	60,5
8 Aydınlatma	5,5	6	33
9 Darbeye Direnç	2	7	14
10 Alarm	5,5	8,5	46,75
TOPLAM FAYDA			735,25
SATINALMA FİYATI (DOLAR)			250
DEĞER			2,941

2.3 DEĞER ANALİZİNDE FONKSİYONEL YAKLAŞIM

Fonksiyonel yaklaşım, maliyetleri aşağıya çekmek amacıyla üzerinde çalışılan ürün veya prosese geniş bir perspektif ile bakabilmeyi içerir(Burdurlu, 1997).

Bu perspektif tasarım ve malzeme dâhil, fonksiyonu oluşturan tüm unsurların {fonksiyonun noksansız sağlanması koşuluyla} değiştirilebileceğini kabul eder. Dolayısıyla değer analizi yönteminin, tasarım ve malzeme teminine bakışı, ürünü değişmez kabul ederek tüm ilgisini ucuz birim fiyat arayışlarına yönelten klasik bakış açısının ötesinde bir mühendislik formasyonunun varlığını gerektirir(Koç, 1991).

Bir mamulün en düşük toplam maliyeti sağlayacak şekilde dizaynı ve üretimi amacıyla, değer analistlerinin fonksiyon bilincine sahip olmaları gerekmektedir. Fonksiyonel yaklaşımdan en fazla faydayı elde etmek için değer analizi çalışması “araştırma - geliştirme” aşamasında başlatılmalıdır. Bir ürüne değer analizi uygulanırken geçirilecek aşamalara fonksiyonel olarak bakabilmek için şu hususlar göz önüne alınmalıdır:

- Başlangıçta ürünün tam olarak fonksiyonu göz önüne alınmalı, diğer parça ve bölümler ile ilgilenilmemelidir. Amaç, aynı fonksiyonu, en düşük maliyetle aynı kalite ve güvenilirlikte yerine getirmektir(Fallon, 1991). Eğer değer mühendisi işe, uygulanmakta olan iş akışını analiz ederek başlarsa, kendisini otomatikman kullanılan yöntemle bağlamış olacaktır. Bu nedenle başlangıçta iş akışı dikkate alınmamalıdır.
- Üretim sürecinin tüm aşamalarında, yani hammaddeden son ürün aşamasına kadar yaratılan fonksiyonlar göz önüne alınarak bunların tüketicinin istek ve gereksinmesini karşılayıp karşılamadığı incelenir. Eğer gereksiz bazı fonksiyonlar mevcutsa, duruma göre ya tümüyle ürün veya montaj grubu ya da parça ortadan kaldırılır. Gerekli olmayan bir fonksiyon için maliyet düşürme çalışması yaparak zaman ve para harcamaya gerek yoktur.
- Mevcut üründe yapılması düşünülen değişikliğin getireceği ek maliyet göz önüne alınır. Bütün çalışmalar, ekonomik olmaktan uzak bir değişime ilişkin de yapılıyor olabilir. Değişimde sağlanacak fayda, bu iş için katlanılacak mali yükten, kısa dönemde olmasa da uzun dönemde daha fazla olmalıdır.
- Mevcut ürünle ya da işlemlerle ilgili problemi çözecek yeni bir yöntem aranırken, işletmenin tüm bölümlerindeki ilgililerin görüşlerinden yararlanılmalıdır. Çünkü ürünün dizaynından sonra piyasaya yeni ve daha ucuz bir malzeme çıkmış olabilir ya da ürünün fonksiyonuna ilişkin yeni fikirler geliştirilmiş olabilir. İşletme içindeki ilgililerin görüşlerinin alınmasıyla daha etkin ve verimli yöntemlere ulaşılabilecektir.

Değer analizinde fonksiyonel yaklaşımı daha iyi anlayabilmek için öncelikle fonksiyon kavramını inceleyelim.

2.3.1 FONKSİYON KAVRAMI

2.3.1.1. FONKSİYON NEDİR?

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden günümüze değin, ürünlerin genellikle herhangi bir gereksinimi karşılamak amacıyla üretildiği ve hemen hemen her ürünün yaratılmasında “kullanım” fonksiyonunun göz önüne alındığı görülmektedir. Gereksinimler değıştikçe ve yenileri ortaya çıktıkça, bu gereksinimleri giderecek ürünlerin fonksiyonları da değıştirilmekte veya mevcut ürünlere yeni fonksiyonlar, özellikler kazandırılmaktadır.

Bu çerçeve içinde fonksiyon, ürün veya hizmete kazandırılmış özellikler tarafından belirlenen performans (işlerlik + işlev) düzeyidir. Fonksiyon, belirlenmiş performans düzeyine ulaşmak için ürün veya işlemin görevi ve amacıdır(Fallon, 1971).

Gereksiz masraflarla mücadele, fonksiyonların tanımlanması ve başlıcalarının ayrılması yoluyla yapılması değer analizinin başlıca prensiplerindendir. Eğer bir mamulün fonksiyonu onun üretimini ve satışını sağlayan faktörlerse, değer analizinin amacı, nitelik hakkında objektiflik prensibinden ayrılmadan, bir işin güvenilir şekilde yürütülmesi için en ucuz yolun bulunması olarak ifade edilebilir.

Fonksiyon, bir ihtiyacı karşılamak için ürün veya işlemin üstlendiği görevdir. Fonksiyon kavramı, değer analizinin ana amacıyla yakın ilişkilidir. Değer analizinin ilk adımı, ürünün fonksiyonunun belirlenmesi ve bunların değerlendirilmesidir. Üreticinin temel görevi, ürüne bir fonksiyon kazandırmaktır. Bir ürünün kendisi amaç değil, vereceği fonksiyon amaçtır. Daha önceki bölümlerde söz edilmiş olan kullanım değeri, tercih değeri ve değışim değerinin her biri fonksiyonla ilgilidir.

Üreticinin karşılaştığı en önemli sorunlardan biri de, ürettiği mamule bir fonksiyon kazandırmaktır. Çünkü mamulün alıcısı olarak tüketici için önemli olan, mamulün bizzat kendisinden önce, o mamulden sağlamayı umduğu faydadır. Bu nedenle üreticinin amacı, ürettiği mamulün herhangi bir gereksinmeyi karşılaması için ona bir fonksiyon kazandırmak ve sonuçta fayda yaratmak olmalıdır.

Fonksiyon kavramının, değer analizinin ana amacı ile çok yakın ilişkisi vardır. Bilindiği gibi değer analizinin ana amacı, ürünün, gerekli fonksiyonları, kalite, güvenilirlik ve satılabilirliğine zarar vermeksizin en düşük maliyetle yerine getirmesini sağlamaktır. Bunun içinde öncelikle ürünün fonksiyonlarının belirlenmesi ve bunların değerlendirilmesi gerekecektir.

Fonksiyonel yaklaşımda, tasarımcılara önemli görevler düşer. Tasarımcı üzerinde çalıştığı ürünün, tüketicinin hangi gereksinmesini karşılayacağını bilmeli ve bu gereksinmeyi en kısa yoldan karşılamak amacıyla ürüne gerekli fonksiyonları kazandırmalıdır. Ayrıca bu ürünün kullanım alanını da dikkate alınmalıdır.

Ancak üretilen ürünlerde, kullanım fonksiyonunun yanı sıra uygun oranda etkileyici fonksiyonun da varlığı genellikle büyük önem taşır, zira satın alınabilirlik niteliği bir bütündür. Bu bütün içinde, işlevleri kapsayan temel fonksiyonlar kadar, estetik unsurları da içeren tali unsurların da vazgeçilmez payı mevcuttur. Ürünler genellikle her iki değeri de bir arada taşımakla birlikte, bunların oranları ürünün cinsine göre farklılık göstermektedir. Örneğin, bir çekiçte kullanım değeri, etkileyici değere oranla daha önemlidir. Buna karşılık modanın hâkim olduğu bir giyim eşyasında, kullanım değeri kadar, etkileyici değer de önem kazanmaktadır.

Çekicinin ana fonksiyonu çivi çakmaktır. O halde burada asıl önemli olan, çekicinin çivi çakma fonksiyonunu en etkin ve güvenilir bir biçimde ve en düşük maliyetle yerine getirmesini sağlamaktır. Çekicinin tasarımında ve üretiminde bu esasa uyulur ise, ürünün kullanım değeri maksimize edilmiş ve ürüne kullanım fonksiyonu kazandırılmış olacaktır.

Bir moda malı olan bayan elbisesinin ise, öncelikle iki fonksiyonu dikkati çekmektedir. Bunların ilki, vücudu dış etkilere korumak, diğeri ise, vücudu süslemek şeklinde belirtilebilir. Yani ilkinde kullanım, ikincisinde etkileyici değer ağırlık taşımaktadır. Genellikle böyle bir mamulde her iki fonksiyonun da eşit ağırlık taşıdığı hatta çoğu zaman ikincisine daha çok önem verildiği görülmektedir. Buna bağlı olarak eğer, yalnızca kullanım değeri düşünülerek fonksiyonlar belirlenirse, ürünün çekicilik

fonksiyonu bulunmayacağından tüketiciler tarafından ürüne yeterli ilgi gösterilmemesi doğal karşılanmalıdır. Bunun tersi düşünüldüğünde de sonuç aynı olacaktır. O halde fonksiyonlar belirlenirken, ürünün öncelikle taşıması gereken değerlerin ve bunların oranlarının göz önüne alınması gerekmektedir.

Değer analizinde ürünün veya işlevin fonksiyonunun olabildiğince kısa bir şekilde ifade edilmesi amaçtır. Bunun faydası, kısa tanımlamalar gereksiz bir takım bilgileri içermediğinden, istenen fonksiyonun daha açık bir biçimde anlaşılmasını sağlayacaktır(Crow, 2003). Fonksiyonun iki kelime ile ifade edilmesi gerçek gereksinmelerin ortaya çıkarılmasına yardım edeceği gibi, fonksiyonları yerine getirecek alternatif çözüm olanaklarının kısıtlanmasını da engellemiş olacaktır.

Yalnız burada dikkat edilecek bir konu, fonksiyonun iki kelime ile ifadesi, analizi yapılacak fonksiyonu tam anlamıyla ifade etmesi gerekmektedir. Ayrıca dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da, ürünlerin birden fazla fonksiyona sahip olmaları durumunda mamulün “*kullanım değeri*” ve “*itibar sağlayıcı değeri*” arasındaki farkın tanımlanmasında hangi fonksiyonun birinci planda olduğunun önemle belirlenmesidir.

Örnek olarak, kadın gece ayakkabısını ve otomatik ekmek kızartma makinesini ele alırsak, bu ürünlerin görevleri şöyle ifade edilir.

<u>Ürün</u>	<u>Fonksiyon</u>
Kadın gece Ayakkabısı	Ağırlığı Taşır
Kadın gece Ayakkabısı	Ayakları Korur
Kadın gece Ayakkabısı	Bacağı Süsler
<u>Ürün</u>	<u>Fonksiyon</u>
Otomatik Ekmek Kızartma makinesi	Sıcaklık Verme
Otomatik Ekmek Kızartma makinesi	Sıcaklığı Ayarlama
Otomatik Ekmek Kızartma makinesi	Elektriği Kesme
Otomatik Ekmek Kızartma makinesi	Masayı Süsleme

Burada unutulmaması gereken görüş, temel fonksiyon minimum maliyet ile elde edildiği zaman ekonomik olarak maksimum değere ulaşılacaktır.

Bu tanımlama aşağıda formüle edilmiştir:

$$V_{\max} = \frac{F}{C_{\min}}$$

Burada;

V_{\max} : Maksimum değer

C_{\min} : Minimum maliyet

F : Fonksiyon

2.3.1.2 FONKSİYONUN İKİ KELİME İLE TANIMI

Değer analizinde ürünün veya işlemin fonksiyonunun olabildiğince kısa bir şekilde ifade edilmesi esastır. Bu amaçla fonksiyonun tanımında genellikle özne ve fiilden oluşan bir cümlenin kullanılması gerekmektedir. Bu konuda aşağıda bazı örnekler verilmektedir.

<u>Ürün</u>	<u>Özne</u>	<u>Fiil</u>
Ayakkabı	Ayağı	Korumak
Ayakkabı	Ayağı	Süslemek
Çekiç	Çivi	Çakmak
Kol Saati	Zamanı	Göstermek
Kol Saati	Bileği	Süslemek

Fonksiyonu kısa bir şekilde ifade etmenin iki faydası bulunmaktadır.

- Fonksiyonu bu şekilde ifadesi gereksiz birtakım bilgileri içermediğinden, istenen fonksiyonun daha açık bir biçimde anlaşılmasını sağlar. Bu amaçla

fonksiyon belirlenirken hangi bilginin önemli olup kullanılacağı ve hangi bilginin gereksiz olduğunun saptanması gerekmektedir. Fonksiyonun iki kelime ile ifadesi, gerçek gereksinimlerin ortaya çıkarılmasına yardım eder.

- b. Fonksiyonları yerine getirebilecek mümkün alternatif çözümlerin gereksiz yere kısıtlanmaması sağlanmış olur. Fonksiyonların bu şekilde ifadesi, fikir tartışmalarında kişilere serbestlik getirerek daha çok fikrin ortaya atılması için ortam hazırlarlar. Böyle bir ifade tarzında fiil, eğer görevin ölçüsünü temsil edebiliyorsa, alternatif çözümlerin ortaya çıkması daha kolaylaşacaktır. Yalnız burada fonksiyonun iki kelime ile ifadesi, analiz edilebilecek fonksiyonu tam anlamıyla açıklamaya yeterlidir?, şeklinde bir soru akla gelebilir. Bu soruya cevap verebilmek için, bir fonksiyonu tam olarak ifade edebilecek gerekli minimum bilginin ne olduğunu belirlemek gerekmektedir. Genellikle iki parçalık bir cümle istenen bu en az bilgiyi verebilir.

Uzun fonksiyon tanımlamaları, rasyonel dizayn değişimi yapılırken zorluk yaratmaktadır. Bu nedenle fonksiyon iki kelime ile tanımlanmalı ve tanımlamada şu kurallara dikkat edilmelidir(Çiğdem, 1996);

- Kullanıcının ürün veya hizmetten beledikleri belirtilmelidir. Ürünün ayırt edici nitelikleri, kalitesi ve karakteristik özelliklerinden beklenen performans ölçüleri belirlenmelidir. “*Ürüne neden ihtiyaç duyulur ?*” sorusuna cevap bulunur.
- Sadece bir isim ve bir fiil kullanılarak fonksiyon belirtilir. Kullanılan fiil “*ne yapar ?*”, kullanılan isim “*neyi / neyle yapar ?*” sorularına cevap verirler. Eğer mümkünse isimler ölçülebilir, fiiller ise hareket / işlem orjinli olmalıdır.
- “*Sağlar, tedarik eder, verir, hazırlar*” gibi direkt olmayan fiiller kullanılmalıdır. Bu tür fiiller ürün hakkında oldukça az bilgi verebilirler.

- “*Geliştirmek, maksimize etmek, optimize etmek, önlemek, %100*” gibi bir amaç güden kelimeler de kullanılmamalıdır.
- İki kelimelik kombinasyonların arasından en iyileri seçilmelidir.

Örnek: Bu örnek fonksiyonun doğru tanımlanmasının önemini göstermektedir.

Tipik bir elektronik montaj parçası olan tüp bloğundan beklenen iki temel fonksiyon vardır:

☞ Tüpleri tutmak

☞ Isıyı emmek

Bu tüp bloğu alüminyum alaşımlı tabakalardan imal ediliyordu ve de yaklaşık olarak maliyeti 8 \$/adet idi. Bir değer mühendisliği çalışmasından sonra, üretim miktarı artmasının yanında maliyet 2,35 \$/adet seviyesine geldi. Ayrıca küçük parçalardan oluşan dizayndan vazgeçilmiş, fazladan fabrikasyon ve de montaj maliyetlerinden kurtulmuş olunmaktaydı. Üretilen ikinci tüp birinciye benziyordu. Fakat maliyeti çok düşüktü. Tüp bloğunda yapılan bir test, tüpü dizayn eden kişinin değer mühendisliği tekniklerini kullanmadığını ortaya koydu. Eğer kullanmış olsaydı gereksiz maliyetler ortaya çıkmazdı. Fonksiyonu tanımlama aşamasına gelindiği zaman “*Tüpleri tutma*” fonksiyonunun tek temel fonksiyon olduğu ortaya çıktı. “*Isıyı emme*” bu tüp bloğu için gereksiz bir fonksiyon idi ve de o zaman sadece “*Tüpleri tutma*” işi için tüp bloğun lüzensüz olduğuna karar verildi. Çok daha basit yapıda parçalarla sorun çözülebilirdi ve de tel raptiyelerin kullanımına karar verildi. Bir ve iki tüp tutulabilecek şekilde iki ayrı tel raptiyenin toplam maliyeti 53 cent/çift idi. Sonuçta yeni yapılan üretim anlaşmasında çok daha fazla ürün siparişi, malzeme ve işçilikten tasarruf sağlandı.

2.3.1.3. FONKSİYON TANIMLAMASININ KURALLARI

Bir ürün veya hizmet için kullanıcının ihtiyaçları belirlenir. Ürünün yapılması gerekenleri tanımlayan özellikleri, nitelikleri veya karakteristikleri nelerdir? Bu ürün neden gereklidir? Üretim sürecinin tüm aşamalarında, yaratılan fonksiyonlar göz önüne alınarak bunların tüketici istek ve ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığı incelenir.

Fonksiyon, ürünün kullanım amacına dayanır. Fonksiyon tanımları, bir ürün ve onun tüm parçaları için türetilmelidir. Parçaları ve fonksiyonlarını listelerken, soyutlanma dereceleri aynı düzeyde tutulur. Örnek olarak, bir keçeli kalemin analizi sırasında parçalar uç, mürekkep, gövde, ön kapak ve arka kapak gibi tek bir birleştirme çizgisinde tutulabilir.

Fonksiyonlar, nesnelerin doğal ve karakteristik özellikleri ile ortaya çıkarlar. Fonksiyonları nesnelerin belirli ihtiyaçları yerine getiren özellikleri olarak Değer Analizi tanımlamak mümkündür. Fonksiyonların tanımlanması güç bir iş olabilir ve pek çok beceri ve uygulama gerektirir. Fonksiyon bir hareket değil, fakat hareketlerin amacıdır. Fonksiyon kategorileri aynı fonksiyonların defalarca birçok durumda ortaya çıkması sonucu deney ve gözlemlerle geliştirilebilir.

Miles, fonksiyonların “temel” ya da “ikincil” olarak sınıflandırıldıkları basit bir sistem geliştirmiştir. Bir temel (birincil) fonksiyon, ürün tasarlanmasında veya yaratılmasındaki ana amaç, yani ürünün varlığının ana sebebidir. Ürünün çıktısını, kullanıcının ihtiyacına göre tanımlar. Yani belli bir ihtiyacı karşılaması amacıyla üretilmesi düşünülen ürünün birincil fonksiyonu, söz konusu ihtiyacı karşılamaktadır. Temel fonksiyon, bir ürünün üretilmesini ve satılmasını sağlayan fonksiyondur. Temel fonksiyonu belirlemek için şu iyi bir sorudur: Eğer bu fonksiyonu üründen çıkarırsanız, ürünün amacı hala yerine getirilebiliyor mu? Kişilerin veya grupların görüş açısına göre, bir ürünün temel fonksiyonları farklılıklar gösterebilir. Buna bağlı olarak, ürünün bir

veya birden çok temel fonksiyonu olabilir. Örneğin, bir buzdolabının temel fonksiyonu bazı kişilerce “*yiyecekleri bozulmadan saklarken*”, bazıları için “*buz yapar*”, “*yiyecekleri depo eder*”, “*içecekleri soğutur*”, “*hayat standardını yükseltir*”, “*mutfağı süsler*” veya bir başkası için de bunların hepsi aynı derece önemlidir(Gage, 1983).

Diğer yandan “ikincil” fonksiyonlar, temel (birincil) fonksiyonları destekleyerek onların oluşmasını sağlarlar, yani temel fonksiyonların yerine getirilmesini destekleyen fonksiyonlardır. Genellikle, belirli bir tasarım yaklaşımının seçilmesi sonucunda var olurlar. İkincil fonksiyonlar güvenilirliği veya uygunluğu geliştirebildikleri gibi, tamamen hassasiyet veya estetik fonksiyonlara da hizmet edebilirler. Geliştirme, eleme ve yaratıcılık için ikincil fonksiyonlar esas adaylardır. Fonksiyonları temel ve ikincil olarak sınıflandırmak, atıl veya gereksiz fonksiyonları ve bir ürünün fonksiyonlarının maliyetini belirlemek için çok yararlıdır. Çünkü birçok üründe ikincil fonksiyonlar için, temel ve zaruri fonksiyonlara ödenenden daha çok para ödenmektedir. Bazı ikincil fonksiyonları gereksiz veya değiştirilebilir olabileceğinden, bu her zaman maliyet ve performans gelişim olanağını işaret eder. Ürün tasarımı esnasında hiç gereği olmayan veya istenmeyen bir fonksiyon ortaya çıkarsa, ürüne, kalite, güvenilirlik ve satılabilirlik açısından hiç bir avantaj sağlanmıyor ve ortadan kaldırılmasının da ürüne zarar vermeyeceği düşünülüyorsa, bu fonksiyonu yaratan parçanın maliyetinin düşürülmesine uğraşmaktansa, parça tümüyle ortadan kaldırılmalıdır.

Fonksiyon analizinde, bir ürün “*kullanım*” fonksiyonunun yanı sıra “*estetik*” fonksiyonu da çok önemlidir. Bu fonksiyonların önemi, ürüne ve kullanıcıya göre farklılıklar gösterir. Bir ürüne somut olarak konulan estetik fonksiyonlar, müşteriyi memnun ederler. Estetik fonksiyonlar da, kullanım fonksiyonları gibi, tam olarak belirlenebilir ve tanımlanabilirler. Kullanım fonksiyonuna müşterinin talebi ve ödeme isteği belirgin olmasına karşılık, estetik fonksiyon için müşterinin nasıl ve ne şekilde mutlu olacağını belirlemek çok daha zordur. Bununla beraber, mevcut olan bu zorluk aynı zamanda en geniş fırsatı da yaratmaktadır. Bu husus, tamamen müşterinin ürün ve hizmetten neyi

bekliyor ve ne için ödeme yapmaya istekli olmasına bağlıdır. Örneğin, stil ve modayı daima ön planda tutan bir kadın ayakkabı üreticisi şirkette, kadın ayakkabıları konusunda fonksiyon analizini uygulamışlardır. Bir kadın gece ayakkabısının fonksiyonları; “ağırlığı taşır”, “ayakları korur”, “bacağı süsler” şeklinde ifade edilebilir. Bazı durumlarda, ürünün kullanım fonksiyonu ile estetik fonksiyonu arasındaki farkın tanımlanması ve kadın ayakkabısı konusunda hangisinin öncelikli olduğunun görülmesi istenir.

2.3.1.4. İSİM - FİİL TEKNİĞİ

Değer Analizi / Değer Mühendisliği çalışmasının belki de en kritik adımı fonksiyon analizi aşamasıdır (Tasarım ve Proses HTEA'nın da en kritik adımıdır). Bir parçanın yanlış olarak isimlendirilmesi veya daha önemlisi bir parça fonksiyonunun tanımlanmasında yapılacak hata, gereksiz parça maliyeti ile sonuçlanacaktır. Değer Analizi / Değer Mühendisliğinin, diğer maliyet düşürme gayretlerinden en önemli farkı, gerekli fonksiyonların belirlenmesi, analizi ve daha sonraki değerlendirmenin önemidir. Ürün ve parça fonksiyonlarının doğru olarak belirlenmeleri halinde, ürün ve parça maliyetlerinde çok önemli düşürme fırsatları yakalanacaktır (Shilito, 1982).

Fonksiyon analizinde, ürün veya proses fonksiyonunun olabildiğince kısa bir şekilde ifade edilmesi esastır (Delta, 2002). Bu nedenle, fonksiyon tanımında genellikle isim ve fiilden oluşan bir cümlenin kullanılması gerekmektedir. Bir fonksiyonu anlatmak için sadece bir isim ve bir fiil kullanılır. Bir fonksiyon tam bir cümleyle belirlenmelidir.

Gerçekten müşterinin tam istediği bu mu?

Gerçekten müşteri bunun için ödediğine mi inanıyor?

Gerçek fonksiyonun o olduğu söyleninceye kadar, cümleler geliştirilir ve açıklığa kavuşturulurlar. Fonksiyonun ne yaptığı bir fiille, ne için yaptığı da bir isimle tanımlanır. Fiil şu soruyu cevaplamalıdır: “*Bu ne iş yapar ?*”. İsim de şu soruyu

cevaplamalıdır: “*Onu neyle ya da ne ile yapar ?*”. Mükünse, isimler ölçülebilir ve fiiller de gösterilebilir veya faaliyete yönelik olmalıdır. Bir fonksiyon, uygun bir isim ve fiil bileşimiyle ifade edilemediği sürece uygun olarak tanımlandığı varsayılmaz. Bu bileşim, ürünün çalışması ve bir gereksinmeyi karşılamak için gerekli olan özellikleri en doğru şekilde belirler. Bir yazar kalemi yazı yazmak, bir matematikçi hesap yapmak, bir ressam resim çizmek amacıyla da kullansa, kalemin fonksiyonu bir kâğıt üzerine “*iz bırakmaktır*”(Çiğdem, 1996).

İki kelimelik bileşimler kullanılarak temel fonksiyona kadar gidilebilir. Ayrıca, bu tür ifadenin başka yararları da vardır. Bu tür ifade gereksiz birtakım bilgileri içermediğinden, istenen fonksiyonun daha açık bir biçimde anlaşılmasını sağlar ve gerçek gereksinmelerin ortaya çıkarılmasına yardım eder. Bunun yanı sıra, fonksiyonları yerine getirebilecek olası alternatif çözümlerin gereksiz yere kısıtlanmaması sağlanmış olur ve fikir tartışmalarında kişilere serbestlik sağlayarak daha çok fikrin ortaya atılması için ortam hazırlar.

	<u>Bazı Fiiller</u>	<u>Bazı İsimler</u>	
İçerir	Yerine yerleştirir	Piston	Titreşim
Hareket eder	Emniyete alır	Kontaklar	Hacim
Kısaltır	Boşluk yaratır	Tork	
Destekler	Döner	Suviç	
Korur	Birleştirir	Akım	
Önler	Kapatır	Toz	
Harekete geçirir	Yalıtır	Panel	
Zamanlar	Ateşler	Boya	
Kontrol eder	Süzer	Pas	
Azaltır	Monte eder	Gürültü	
Hafifletir	Sınırlar		

Cümlelerde fiiller iki fonksiyon yerine getirirler: hareketi ifade ederler veya bir durumu belirtirler.

Hareket Fiilleri

Nakleder
Destekler
Durdurur
İletir
Depolar

Durum Belirten Fiiller

Kolaylaştırır
Artırır
Sağlar
Kontrol eder
Sınırlar

“Sağlar, verir, donatır ve hazırlar” gibi geçişli veya dolaylı fiiller, çok az bilgi içerdiklerinden, kullanılmamalıdır.

İsimler, bir kişi, yer, şey, nitelik, faaliyet veya fikri isimlendirme fonksiyonunu yerine getirirler. Bu nedenle, fonksiyonel tanımlamanın isim parçası fiilin hedefidir; fiil hareketinin yönlendiği nesneyi gösterir.

Fonksiyonların belirlenmesinde, çalışılacak özneye göre düşünmek yararlıdır. Böylece, fonksiyon bir isim (fiilin doğrudan amacı olan) ve bir fiil ile ifade edilir(Çiğdem, 1996).

Çalışmanın ÖznesiFonksiyonlar

	<u>İsim</u>	<u>Fiil</u>
Şaft	Torku	Nakleder
Tel	Akımı	Geçirir
Boya	Paslanmayı	Önler
Ayakkabı	Ayağı	Korur
Çekiç	Çiviyi	Çakar
Kalem	İz	Bırakır

Fonksiyonun uygun olarak belirlenmesinde diğer bir anahtar da, öncelikli olarak bir hareket fiili ve ölçülebilir bir isim aramaktır(Koç, 1991). Daha fazla yarar sağlamaları bakımında ölçülebilir parametrelere sahip bir isim ve fiil kullanan fonksiyonlar belirlenmelidir. Bu yaklaşım, pek çok durumda, daha özgül ifadelerle belirlenmiş fonksiyonlar için elverişli ölçümlerini destekler ve izin verir. Bazı örnekler:

Akımı geçirir	Hacmi içerir
Torku naklede	Voltajı yalıtır
Voltajı yükseltir	Titreşimi azaltır
Isıyı geçirir	Ağırlığı destekler

Bu fonksiyonel tanımlamalar, genellikle çalışmanın daha önemli parçalarının özellikleridir. Ölçülebilir isimlerin kullanılması, aynı zamanda değişik alternatiflerin değerlerinin sayısallaştırılmasının bir yolunu sağlar. Bu isimlendirme sistemi kullanıldığında, bundan sonraki esaslı adım açık olarak ortaya çıkar. Ne kadar akım? Hangi koşullar altında? Ne kadar tork ? Hangi koşullar altında? Ne kadar hacim? Hangi koşullar altında?

Her bir kg. ağırlığı desteklemek için TL. harcaması.

Her bir inç-lb. torku nakletmek için TL. harcaması.

Her bir yükseltme katsayısı kadar voltajı yükseltmek için TL. harcaması.

Her bir K.Calori ısıyı geçirmek için TL. Harcaması.

Müşteri memnuniyetini sağlayan ve estetik fonksiyon olarak adlandırılan pek çok fonksiyon da sayısallaştırılmazlar. Estetik bölge içerisinde daha özel fonksiyon isimleri, sık sık bazı daha iyi çözümlerin gelişmesine yardım eder. Aşağıda ölçülemeyen bazı örnekler görülmektedir.

Görünüş sağlar	Şekil sağlar	Renk sağlar
Özellikler sağlar	Uygunluk sağlar	Gürültüyü azaltır
Boyutları azaltır	Kalınlığı azaltır	Gerekli zamanı azaltır
Gerekli beceriyi azaltır	Hasarı önler	Çalışmayı iyileştirir
Montajı iyileştirir	Faaliyetleri planlar	Saygınlık verir

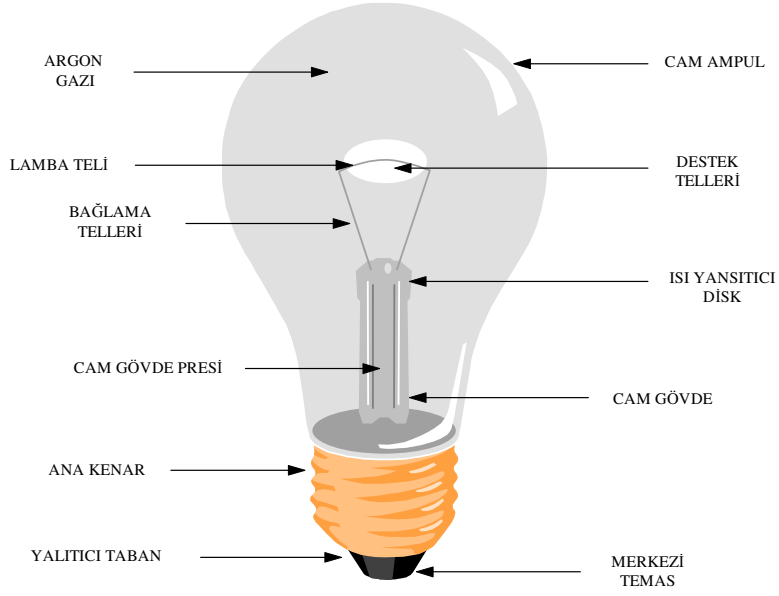
En geniş seçim alternatiflerine izin verebilmek için, gerek ölçülebilir, gerekse de ölçülemeyen fonksiyonel tanımlar yeteri kadar çok olmalıdır. İki kelimelik bileşimlerin uzun bir listesi yapılır ve içlerinden en iyileri seçilir. “*Geliştirmek, maksimize etmek,*

optimize etmek, önlemek, en az, en çok ve %100” gibi hedef belirten kelime ve tanımlar kullanılmamalıdır.

Bütün bu anlatılanların, fonksiyonel tanımlamaların yaratılmasında büyük yardımı olmasına karşılık, en iyi tanımlamalar son analizde ekibin kendi yargısının sonucu ortaya çıkacaktır. Ekipte görev yapan kişiler, fonksiyonel tanımın; şartnamenin, gereksinmelerin, ürünün veya çalışılan özelliğin tam anlamıyla temsil edildiğine kani olmalıdır.

Fonksiyon analizi, bir ürünün var oluş nedeni göz önüne alınarak, ilk olarak ürün üzerindeki parçaları listeleterek ve sonra da her bir parça için fonksiyon belirleyerek oluşturulur. Daha sonra fonksiyonlar ürünün performansına yönelik temel (birincil) veya ikincil (gerekli, istenmeyen, estetik vs.) olarak sınıflandırılırlar. Burada, fonksiyon analizi sıradan bir elektrik ampulünün birleşimi incelenerek gösterilecektir.

10 parçanın birleşiminden oluşan bir elektrik ampulünü gösteriyor. Bir tungsten (volfram) lamba teli, içinde asal argon gazı bulunan hava geçmez cam ampulün merkezine oturtulmuştur. Elektrik, lamba telinden geçtiğinde ısı ve ışık üretilir. Ortada lamba teli ve ısı yansıtıcı diskin asılı durduğu tel çerçeveyi destekleyen camdan gövde vardır. Bu gövde, elektriği metal bir tabandan lamba teline ve oradan da gerisin geriye lambanın ortasındaki bir temas yerine ileten bağlama tellerini ihtiva eder. Montaj sırasında oluşturulmuş bir cam kol presi tellerin birleştiği yere bağlanır ve onu destekler. Bağlama telleri lamba teline tutturulmuş ve cam gövde ile desteklenmekte ve yalıtılmaktadır. Taban kenarına, standart bir lamba duyuna dönerek vidalanabilmesi için yiv açılmıştır. Tabandaki bir yalıtıcı taban, kenar ile merkezi temas yeri arasında kısa devreyi önler ve cam kolu destekler. Ampul camı oksidasyonu önleyen argon gazını içerir, tungsten’in buharlaşmasını azaltır ve üretilen ısı ve ışığı geçirir. Ampulün içindeki her bir parçanın fonksiyonları *Tablo2.5.*'de gösterilmektedir.



Şekil 2.14.:Elektrik Ampülü Montajı

Çizelge 2.5.: Elektrik Ampulünün Bileşenlerinin Fonksiyonları

PARÇALAR	FONKSİYONLAR	TEMEL	İKİNCİL
Lamba teli	Işık üretir Enerjii dönüştürür	x	x
Destek telleri	Lamba telini destekler		x
Bağlama telleri	Akımı iletir		x
Cam gövde	Telleri destekler İletkenleri yalıtır Diski taşır		x x x
Isı yansıtıcı disk	Isıyı yansıtır		x
Merkezi temas	Akımı iletir		x
Yalıtıcı taban	İletkenleri yalıtır		x
Ana kenar	Akımı iletir Lambayı taşır		x x
Cam ampul	Oksijeni dışlar Argon gazını içerir Isı ve ışığı geçirir		x x x
Argon gazı	Oksidasyonu önler Buharlaşmayı geciktirir Isı ve ışığı geçirir		x x x

Fonksiyonların bu şekilde sınıflandırılıp tanımlanması metodu yaygın olarak yaklaşık 20 yıl kullanılmıştır. Fonksiyonlar bir ürünün içindeki parçalar için tanımlanıp, temel (birincil) veya ikincil olarak sınıflandırılıyordu. Sınıflandırmalar tecrübe ve eğitilmiş tahmin işine dayanıyordu. Bu fonksiyon sınıflandırması bir fonksiyonun diğeri ile olan ilişkisini göstermiyordu. Üstelik fonksiyonlar sadece parçalardan geldiği için, birçok faaliyet fonksiyonları gözden kaçabiliyordu. Cam kol presin fonksiyonunun yukarıda belirtilmediğine dikkat ediniz.

İyi bir tasarım uygulamasının sonucu olarak, genelde birçok ürünün birden fazla fonksiyonu vardır. Bir Değer Analizi / Değer Mühendisliği çalışmasında, her bir özellik ve parça, bütün fonksiyonları belirleyecek şekilde analiz edilir. Uygun bir fonksiyon analizinin anahtarı, ürünün son kullanım amacının bilinmesinde yatar ki bu çalışılan nesnenin varlık nedeni ile bir tutulur. “*Son kullanım*”, nesnenin yerine getirmesi anlamındaki gereksinmeyi tanımlar. Fonksiyon, bir gereksinmeyi karşılamak için neyin gerektiğini söylerken, son kullanım veya amaç sadece bir gereksinim ifadesi olduğundan, son kullanım kavramı ile fonksiyon kavramı birbirlerinden farklıdır.

Aşağıda Çizelge 2.6’da bu kavramlarla ilgili bazı örnekler verilmiştir.

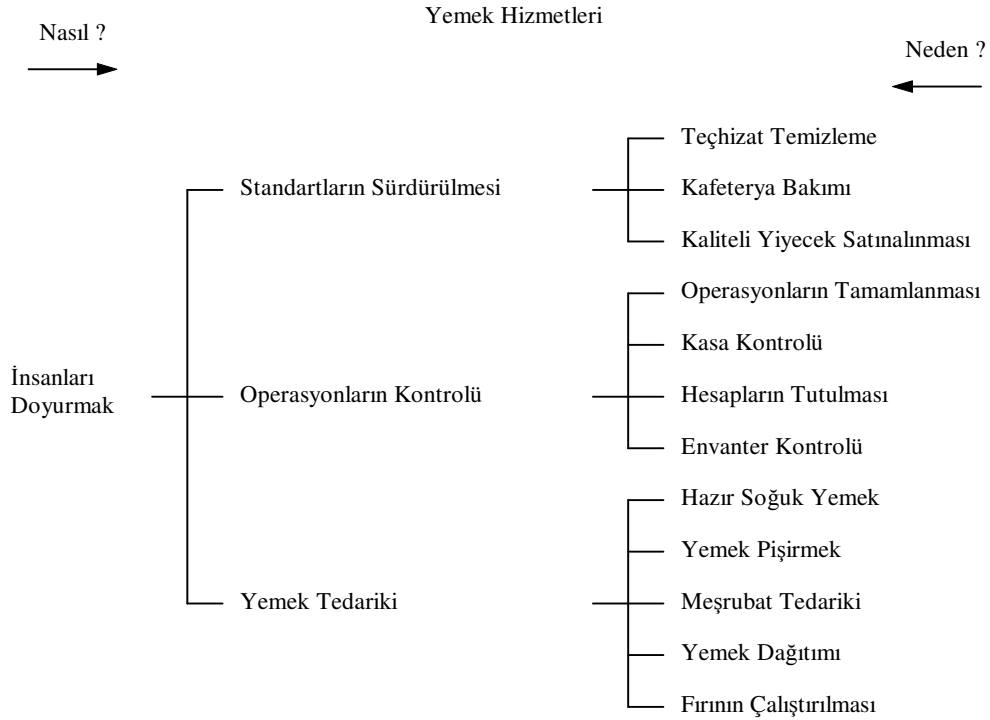
Çizelge 2.6: Cisimler Amaçları ve Birincil Fonksiyonları

CİSİM	AMAÇ	BİRİNCİL FONKSİYON
Kalem	Yazı yazar	İz bırakır
Çakmak	Sigara yakar	Isı üretir
Daktilo	Yazı yazar	Yazı karakterleri basar
Kapak	İçeriği korur	Maddeleri dışlar
Kayıt cihazı	Sesleri kaydeder	Ses vuruşlarını kaydeder
Kablo muhafazası	Kabloların dolaşmasını önler	Kabloları içerir
Telefon	Uzaktan haberleşme	Konuşmayı sağlar
Telex	Uzaktan haberleşme	Yazı karakteri gönderir
	NE İÇİN KULLANILIR	NASIL YAPILIR

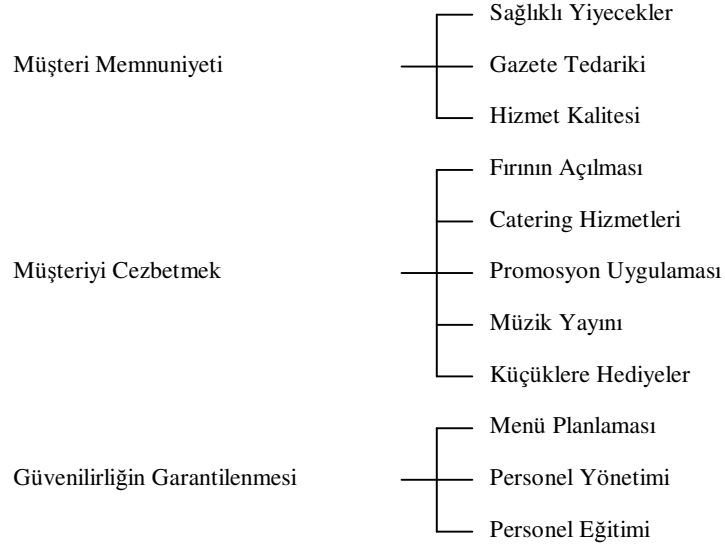
Birincil fonksiyon cismin amacının yerine getirilmesi olanağını sunar, yani cismin varoluş amacının gerçekleştirilmesini sağlar. Birincil veya temel fonksiyon, ürünün çalışması ve istenen amacın yerine getirilmesinde mutlak surette esastır. Diğer taraftan, ikincil fonksiyonlar ise, estetik, görünüş, rahatlık ve ürünün satılmasına yardım için gerekli olanlardır. Bu iki tür fonksiyonun sınıflandırılması, fonksiyon analizinin önemli bir kısmıdır. Kapsamlı bir Değer Analizi / Değer Mühendisliği çalışmasında, incelenen her bir parçanın tüm fonksiyonları belirlenmeli ve daha sonra da birincil ve ikincil fonksiyonlar olarak sınıflandırılmalıdır. Her ne kadar fonksiyonların birincil (temel) ve ikincil olarak Miles tanımlaması kullanışlı bir teknik olsa da, bunların ilişkilerini ortaya koyacak ürün ve faaliyet fonksiyonlarını içerecek bir yol olmalıydı. Bunu sağlayacak bir yöntem 1960'larda geliştirildi.

Örnek:

Yemek hizmetlerinin temel ve yardımcı fonksiyonları açısından incelenmesi.



Şekil 2.15: Temel Fonksiyonlar



Şekil 2.16.: Yardımcı Fonksiyonlar

2.3.2. FONKSİYONLARIN SINIFLANDIRILMASI

Fonksiyonları nesnelerin belirli gereksinimleri yerine getiren özellikleri şeklinde tanımlamak mümkündür. Fonksiyonlar, nesnelerin doğal ve karakteristik özellikleri ile ortaya çıkarlar.

Fonksiyonlar, genellikle üç grupta incelenir (Ward, 1978).

2.3.2.1. TEMEL FONKSİYONLAR:

Temel fonksiyon, bir mamulün tasarım edilmesindeki ana amaç olarak açıklanabilir. Belli bir gereksinimi veya hizmeti karşılamak amacıyla üretilen Mamulün temel fonksiyonu, bu gereksinmelere karşılık vermektir. İnsanların kullanım alanlarına ve görüş açılarına göre mamullerin temel fonksiyonları farklı olarak bir bayanın gece kıyafetinde kullandığı saati verebiliriz. Bazı kişiler bu mamulün temel fonksiyonunun, zamanı göstermek olduğunu, bazı kişiler ise mamulün temel fonksiyonunun, sosyal sistem içerisinde “ayrıcalık sağlamak” olarak görülebilir. Başka birisi değer analizi her ikisini de her ikisini de temel fonksiyon olarak kabul edebilir.

Değer analizinde gereksiz maliyetlerin ortadan kaldırılması, ürün veya işlemin temel fonksiyonunun gerçekçi bir şekilde saptanmasına bağlıdır. Burada önemli olan, işletme içinde karar alıcı ve uygulayıcıların, ürünün fonksiyonu konusunda fikir birliğine varmalarınıdır. Ürünün fonksiyonu ise tüketici istek ve gereksinmelerinin ortaya çıkardığı unsurdur. Temel fonksiyonu belirlemek için en iyi sorulacak soru: “Eğer üründen bu fonksiyon alınırsa, ürün hala yerine getireceği beklentileri sağlayabiliyor mu?” olmalıdır.

2.3.2.2. İKİNCİL FONKSİYONLAR:

İkincil fonksiyonlar, temel fonksiyonları destekleyen fonksiyonlardır. Bazen ikincil fonksiyonlar tüketicinin algısına göre temel fonksiyon görevini üstlenebilir. Temel fonksiyonların yerine getirilmesi genellikle ikincil fonksiyonların varlığına ve etkinliğine bağlıdır.

Örnek olarak bir çakmağı ele aldığımız zaman, çakmağın temel fonksiyonu olan “ateş yakmak” görevinin yerine getirilmesi bu mamuldeki bazı parça ve mamullerin (çakmak taşı, yakıt deposu, yay vb.) varlığına bağlıdır. Tüm bu parça ve bölümlerin her birinin fonksiyonu, ikincil fonksiyonlar olarak adlandırılır.

2.3.2.3. GEREKLİ OLMAYAN FONKSİYONLAR:

Bu çeşit fonksiyonlar ürünün, ne temel ne de ikincil fonksiyon olarak gereksinme duymadığı fonksiyonlar olup mamulün dizaynı veya üretimi sırasında hiç gerek olmayan bir fonksiyon sağlanmış olabilir. Bu fonksiyon mamule kalite ve satılabilirlik açısından hiç bir avantaj sağlamıyorsa, bu fonksiyonu oluşturan parça ve bölümün maliyetinin düşürülmesi yerine, bunun tümüyle ortadan kaldırılması daha mantıklı yol olacaktır(Koç, 1991).

Temel fonksiyonu “ışık vermek” olan bir el feneri örneğini ele alalım. El feneri için gerekli olan parçalar ve fonksiyonları genellikle şunlardır:

Fener	Işık verir
Cam	Ampülü korur
Arka kapak	Yayı korur
Arka kapak ve gövdedeki yivler	Gövdenin içine erişimi sağlar
Ampul	Işık verir
Ön kapak	Camı tutar
Ön kapak ve gövdedeki yivler	Gövdenin içine erişimi sağlar
Pil	Enerji verir.

Örnekten de anlaşılacağı gibi arka ve ön kapaktaki yivler, aynı fonksiyonu yerine getirmektedir. O halde bu parçalardan birinin ortadan kaldırılması, mamulün üretimini kolaylaştırma ve maliyetini düşürme açısından yararlı sonuçlar verebilecektir.

Mamul tasarım aşamasından geçip üretime geçildikten sonra, mamul hayat eğrisinin herhangi bir noktasında mamulde değişiklik yapmak fazla bir ekonomik avantaj sağlamayacaktır. Bu yüzden bir mamule değer analizi uygulanırken, mamulün tasarımından üretimine ve pazarlamasına kadar, bütün aşamalarında fonksiyonel yaklaşım ekonomik alanda büyük avantajlar sağlayacaktır.

Değer analizi uygulanırken geçirilecek aşamalara fonksiyonel olarak bakabilmek için aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır:

- İlk olarak ürünün temel fonksiyonu ile ilgilenilmeli, diğer parçalarla ilgilenilmemelidir. Amaç en düşük maliyetli yöntemle fonksiyonu sağlamaktır. Eğer değer mühendisi işe, uygulanmakta olan iş akışını analiz ederek başlarsa, kendisini otomatikman kullanılan yöntemle bağlamış olur.
- Mamulün fonksiyonlarının, tüketici istek ve gereksinmesini, üretim sürecinin tüm aşamalarında karşılayıp karşılamadığı incelenir. Kısaca fonksiyonların

analizi yapılarak, eğer gereksiz fonksiyonlar mevcutsa, bu fonksiyonların ve bunları gerçekleştiren parçaların elenmesine gidilerek maliyetler azaltılır.

- c. Mamul üretilip piyasaya sürüldükten sonra, mamulde yapılması gereken değişikliğin bir ek maliyeti vardır. Bu değişimin maliyeti ile değişimden sonra azalacak olan maliyet miktarları karşılaştırılmalıdır. Çalışma, ekonomik olmayan bir değişim üzerinde yapıyor olabilir.
- d. Var olan ürünle ilgili bir değişim söz konusu olduğu durumda yeni bir yöntem aranırken, değişiklik işletmenin tüm departmanlarına mal edilmelidir. İşletme içindeki ilgililerin görüşlerinin alınmasıyla, daha etkin ve verimli yöntemlere ulaşılabacaktır.

2.3.3. FONKSİYON ANALİZİ

Fonksiyon analizi, bir bütünün, şekline ve malzemesine bakılmaksızın, grup içerisindeki değişik parçaların nasıl davrandıklarına ilişkin bir analizdir. Fonksiyon analizi, bir ürün veya hizmetin performans ve kullanışlılığını analiz etme tekniğidir (Crow, 2003). İnsanlar için gereksinimler değiştikçe ve yenileri ortaya çıktıkça, bu gereksinimleri giderecek yeni tasarımlar ortaya konulur. Bu tasarımlarda, ürünlerin fonksiyonları değiştirilir veya mevcut ürünlere yeni fonksiyonlar kazandırılır. Fonksiyon analizi, Tasarım ve Proses HTEA da kullanılan çok önemli bir metodoloji olmasının yanı sıra, Değer Analizi / Değer Mühendisliğini diğer maliyet düşürme süreçlerinden ayıran en önemli farktır ve bunların en önemli unsurunu oluşturur. Bir ürün ve onun parçaları için, *nedir* sorusu sorulduğunda, ürün ve parçalarının fiziksel görünümü ortaya çıkar. Bir ürün ve parçalarının oluşturduğu bu fiziksel görünüm teknolojik eskimeye maruzdur. Bir ürün ve parçaları için, *ne yapar* sorusu sorulduğunda, bu ürün ve parçaların her zaman için geçerli olan fonksiyonel görünümü ortaya çıkar. Fonksiyon analizini kavramsallaştıran Larry Miles'in düşüncesine göre; bir ürünün fonksiyon amacını daha iyi yerine getirmesi için bir yol geliştirerek maliyetinde %30'un üzerinde bir tasarruf sağlanabilmektedir. Halbuki, bir ürün maliyetini dökümanate ederek maliyetler sadece %5, malzeme ve metot seçimindeki gelişme ile de %10 daha indirilebilmektedir.

Fonksiyonel düşünce ile ilgili, 1967 Aralık sayısında S.A.V.E. Communications (*) yayınında şu ifadeler vardır:

Bir gazete satın almazsınız - haberleri satın alırsınız.

Hayat Sigortası satın almazsınız - diğerleri için güvence satın alırsınız.

Gözlük satın almazsınız - görüş satın alırsınız.

Tente satın almazsınız - gölge satın alırsınız.

Fikre sahip olabilmek için, aşağıdakileri deneyiniz:

Bir kalem ne içindir?..... Yazı yazmak için. Hayır. İz bırakmak için.

Bir başkası:

Bir çakmak ne içindir?.. Sigaraları yakmak için. Hayır. Isı üretmek için.

Fonksiyon, araçları tanımlamadan hangi ihtiyaçların başarıyla yerine getirilmesinin gerektiğinin genel bir ifadesidir. Sonuç olarak herşey, tüm ürünler, süreçler, hizmetler ve prosedürler fonksiyonlarla tanımlanabilir. Bunun için anahtar soru olarak: “*Bu ürün / parça ne yapar?*” sorusu sorulur. Bu yaklaşım, bir parça daha az maliyetle nasıl yapıldıktan ziyade, daha az maliyetle temel fonksiyona nasıl ulaşılır şeklindedir.

Fonksiyon analizi, böylece disiplinler arası ve teknolojiler arası iletişimi evrensel veya ortak bir dil sağlama yoluyla kolaylaştırır. Fonksiyon analizi, gereksiz maliyetlerden sakınma ve “*daha iyi bir yol*” için daha çok seçimlere olanak vermesi nedeniyle, kritik bir aşama olarak gösterilmelidir. Bir ürün veya parçanın fiziksel görünümü, nesneyi parçalara ayırır. Düşüncelerimize daha yakındır ve daha geniş olarak kullanılır. Fonksiyonel görünüm ise, nesneyi “*faaliyetlere*” böler, daha düşünsel yani kavramsaldır ve daha az kullanılır. Nesnedeki bu faaliyetler, fonksiyon analizi ile temel (birincil) ve ikincil fonksiyonlar olarak belirlenirler. Fonksiyon analizi; fonksiyonun anlamsal açıklamasını kullanan, tanımsal ve yapısal tekniklerden oluşur. Bir cismin ayrıntılı olarak, performans ve faydasını tanımlamak için bir temel oluşturur. Fonksiyon

* Society of American Value Engineers

analizi, aynı zamanda bir ürünün fonksiyonlarının yerine getirilmesi için alternatif yollar yaratarak tasarım değişimi için temel hazırlar.

Fonksiyon analizinde bir ürün ve onun tüm parçaları fonksiyonlara dönüştürülür. Fonksiyonların açık, kısa ve öz olarak anlatılmaları için, sadece iki kelime, bir isim ve bir fiil kullanılır(Çiğdem, 1996). Tasarım değişikliğinde rasyonel bir yaklaşımı güçleştirdiğinden fonksiyon tanımlamaları uzun yapılmaz ve sıfat ve zarf gibi zihni karıştıran tanımlamalar kullanılmaz. Fonksiyonun iki kelime ile ifadesi, gerçek ihtiyaçların ortaya çıkarılmasına yardım eder.

Bir ürünün fonksiyonel görünümü, ürünün fiziksel yapısını önemsemez ve şunların üzerine dikkati toplar: Bir ürünün varoluş nedeni. Bu nedenle, bu ürün, istenilir, satın alınır ve kullanılır.

Değer kavramının ölçüsünün kesin bir ölçüm olmayıp, izafi olması fonksiyonların değerlendirilebilmesi için karşılaştırma yaklaşımlarının kullanılmasını gerektirir. Fonksiyonun güvenilir şekilde ve en iyi maliyetle gerçekleşip gerçekleşmeyeceği yalnız karşılaştırma yoluyla ortaya çıkabilir. Analize tabi tutulan parçalar ve işlemler ne kadar geniş kapsamlı ve karmaşık olursa her fonksiyona en iyi değeri vermeyi amaçlayan analizler için gerekli olan karşılaştırma imkânı da o kadar fazla olur. Bu da esas ünitenin parçalara, kısımlara ayrılmasıyla ortaya çıkan bir seri temel fonksiyonların analiz edilmesi anlamına gelir. En önemli sorun, mevcut yöntemin tek seçenek olduğu düşüncesine sahip olmaktır. Başka bir deyişle diğer sanayilerde ve işletmelerde aynı fonksiyonun nasıl yerine getirildiği incelenmeli ve değerlendirilmelidir.

Fonksiyonların belirlenmesi değer analizinin ana silahıdır. Bazı durumlarda, bu aşamanın iyi değerlendirilmesi, daha iyi değer oluşturacak fikir ve bilgileri ortaya çıkarır.

Fonksiyon analizi, bir ürünün ya da hizmetin kullanılabilirliğini ve performans analizini ortaya çıkarmak için kullanılan teknikleri içermektedir(Ward, 1978). Fonksiyon analizi, değer analizinin değer disiplinlerini diğer dizayn veya maliyet düşürme programlarından ayırt etmeye yarar. Fonksiyon analizi, değer analizinin mucidi Miles

tarafından bir kavram haline getirilmiştir ve de değer analizinin en önemli noktasını teşkil etmektedir. Miles'in tecrübeleri malzeme türünde ve de kullanılan metotlarda yapılan değişikliklerle maliyetin %10 aşağıya çekilebileceğini göstermiştir. Aynı zamanda ürünün esas amacına yönelik bir metot geliştirildiğinde de maliyetin yaklaşık %30 azaldığını gözler önüne sermiştir.

Tüm ürünler, malzemeler, hizmetler fonksiyonları sayesinde açıklanabilirler. Fonksiyon analizi genel bir terminoloji kullanarak disiplinler arası iletişimini kolaylaştırır. Fonksiyon analizi, fonksiyonun anlamının iyice izah edildiği tanımsal ve yapımsal teknikler tarafından meydana gelir. Performansı tanımlamak için bir temel teşkil eder ve bir ürünün kullanılabilirliğini detaylıca ortaya koyar. Aynı zamanda, ürün fonksiyonlarını daha iyi yerine getirebilmesi için alternatif çözümler ortaya koymayı sağlar.

Fonksiyon analizinde, ürün ve bileşenleri fonksiyonlara dönüştürülmektedir. Dolayısı ile ürünün varoluş nedeni göz önüne alınarak öncelikle üzerindeki parçalar listelenir ve her bir parça için fonksiyon belirlenir. Metot, fonksiyonun iki kelime ile ifade edilmesini içerir. Daha sonra fonksiyonlar temel ve ikincil olarak sınıflandırılırlar. Herhangi bir fonksiyonu yerine getirecek genellikle birden fazla seçenek vardır. Önemli olan bu fonksiyonun değerini doğru saptamak ve onu yerine getirecek en uygun seçeneği belirleyebilmektir(Miles, 1961).

Konuyu örneklerle açıklamak mümkündür;

Örneğin, 3 inch çapında ve ¼ kalınlığında arkası oyuk yuvarlak bir brans döküm parçasının maliyeti 16 dolardır. Parça bir valf spindline bağlanmıştır ve fonksiyonu da valfin elle açılıp kapanmasını sağlamaktır. Başka bir deyimle valfi açıp kapatan bir kola 16 dolar harcanıyordu. Hemen herkes 2 veya 3 dolara uygun kol valfleri görmüştü. Bu konuda yapılan değer analizi sonucunda, aynı etkinlikle benzer bir kol 60 cent'e mal edilmiştir. Bu çalışmada kolun fonksiyonu "valfi açmak"tır diye tanımlanmıştır.

Bir başka örnek, Fonksiyon analizi yapılacak ürün bir halka çeşididir. Bu halkanın montaj aşamasında, $\frac{3}{4}$ oranında genişletilmesi gerekmektedir. Bu işlem 19 \$'lık bir germe donanımı ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu fiyat satın alma bölümü tarafından belirlenen en düşük fiyattır. Halkayı germe işleminde kullanılacak parçalar, işletme ve bakım açısından elverişlidir ve güvenilirlikleri yüksektir. Ancak halkanın açılması fonksiyonu göz önüne alınarak yapılan bir inceleme sonucunda bir karşı görüş ortaya atılmıştır. Bu görüşü savunanlar 19 \$'lık fiyatı yüksek bulmuşlar ve aynı işlemin daha ucuza yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Konuyu incelemek üzere oluşturulan bir değer analizi ekibinin çalışmaları sonucunda, aynı fonksiyonun -halkayı açma- malzeme, toleranslar ve istenen özelliklerdeki bazı değişiklikler ile yine güvenilir bir firmadan 9 \$'a satın alınabilecek bir parça ile yerine getirilebileceğini saptamıştır.

Bu olayda değer analizi ekibi, germe donanımının temel fonksiyonunu "halkayı açmak" olarak iki kelime ile tanımlamış ve bu fonksiyonu yerine getirebilecek tüm malzeme ve yöntemlerin listesi yapılmıştır. Daha sonra karşılaştırılmalı inceleme tekniğine uygun olarak bu seçenekler içerisinde ekonomiklik, güvenilirlik ve performans açılarından en uygun olanı seçilmiştir.

Bu örneklerde de vurgulandığı gibi bir fonksiyonun incelenmesi sırasında en önemli sorun, mevcut yöntemin veya donanımın tek seçenek olduğu düşüncesinden kurtulmaktır. Başka bir deyişle diğer sanayilerde ve işletmelerde aynı fonksiyonun nasıl yerine getirildiği incelenmeli ve bu seçenekler değerlendirilmelidir. Yapılacak şey, toplanan çok sayıda seçenek içerisinde en uygununu seçmektir. Zaten fonksiyonel yaklaşımın amaçlarından biri de bu şekilde çok çeşitli düşünce ortaya çıkarmaktır.

2.3.4. DEĞER ANALİZİ YÖNTEMİNİN POTANSİYELİ

Değer analizi uygulamalarının sınırı nedir?

Bu sorunun cevabını örneklerle vermemiz konunun daha kolay anlaşılmasını sağlayacaktır. Kural olarak, firma faaliyetleri içinde “değer” ifade edilen herhangi bir değer analizi uygulaması için dokunulmaz değildir. Ancak yüksek maliyetli mal ve hizmetler ile iş veya imalat yöntemi veya prosesler, değer analizinin öncelikli ilgi alanlarıdır.

Mal veya hizmetin maliyet tespiti ise “Maliyet analizi” metodu ile yapılır. Değer analizi, maliyet analizinin ortaya çıkardığı verilere göre harekete geçmek durumundadır.

Maliyet analizi olarak bilinen teknik, 1928 yılında Detroit Edison Firması’ndan C. Hirsfield tarafından bir yöntem olarak endüstriye kazandırılmıştır.

Maliyet analizi, mal ve hizmetin toplam maliyetini, onu oluşturan unsurların toplamı olarak ortaya koyar. Böylece malzeme, hizmet temini ile uğraşan kişi, maliyetlerini, malzeme, işçilik, enerji ve diğer unsurlarına ayırmış olarak görebilme imkânına sahip olur. Bu da, fiyat ile maliyetler arasında bağlantı kurabilme, dolayısı ile sağlam bir pazarlık zemini yaratır.

Değer analizi metodu ortaya atılana kadar, maliyet analizi yukarıda özetlenen dar çerçevede kalmıştır.

Ancak değer analizi yöntemi ile maliyet analizi, köklü bir tasarruf programının ilk başvuru kaynağı niteliğini kazanmıştır.

Maliyet analizi ile yapılan çalışmalar, değer analizi için veri olarak kullanılır. Böylece değer analizi programına dahil edilecek unsurlar (ürün veya hizmet), önem sırasına göre listelenmiş olur. Başka bir ifade ile değer analizi, maliyet analizinin bir adım ötesine geçer. Çünkü kapsamı içinde “tasarımı değiştirmek” de vardır. Bu özellik sayesinde yapılabilecek tasarrufları aşağıdaki örneklerle açıklayabiliriz.

Örnek:

¼" ebadında; 1 ½" uzunluğunda bakır tüp parçanın toplam maliyeti 4 cent'tir. Malzeme kangal boru olarak temin edilmekte; fabrikada, doğrultma ve kesme işlemlerine tabi tutulmaktadır.

Maliyet analizi ile tesbit edilen veriler şöyledir:

Malzemenin Maliyeti : ¾ cent

Fabrikada Düzeltme ve Kesme

Operasyonların Maliyeti: 3 ¼ cent

Toplam Temin Maliyeti: 4.0 cent

Değer analizine tabi tutulacak kısım, maliyet analizinin işaret ettiği "operasyon" kısmıdır. Tüp malzemenin temin edildiği firma ile yapılan görüşmelerde, bakır tüpün, çekme işleminin akabinde otomatik olarak kesilebileceği; böylece, bu işlemin fabrikadan kaldırılabilmesi ortaya çıktı.

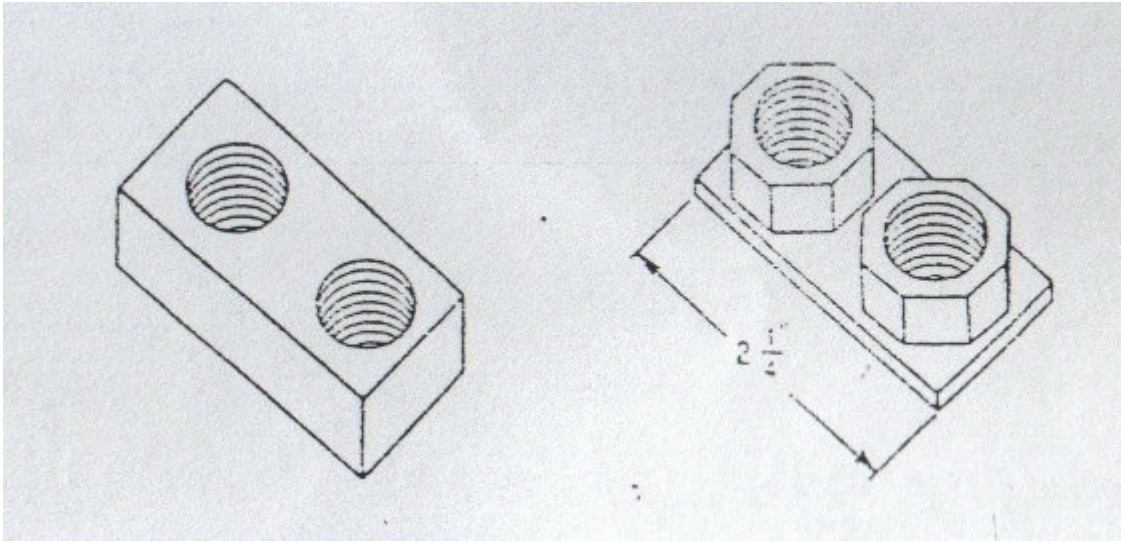
Malzemenin Maliyeti ¾	cent
Operasyon Maliyeti 0.001	cent
Kutulama ve Taşıma 0.0017	cent
Toplam Temin Maliyeti	1.02	cent

Bu örnekte ne "tasarım" ne de "malzeme" hiç bir değişikliğe uğratılmamış; ancak temin sürecinin hepsi bir bütün olarak ele alınarak, değer kaybı olduğu "operasyon" elimine edilmiştir.

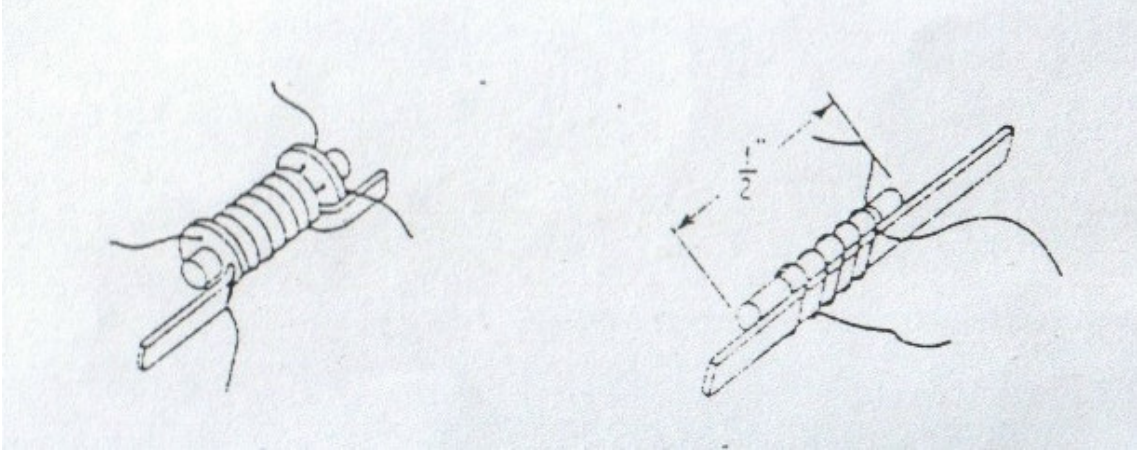
Neticeye ulaşmak için, maliyet analizi verileri etkin olarak kullanılmıştır. Aşağıdaki örnekler “malzeme” ve “tasarım” değişiklikleriyle ulaşılabilecek neticeleri göstermektedir.

Örnek:

İki adet mili sabitleme fonksiyonunu yerine getiren bir parçada yapılan basit bir tasarım değişikliği ile maliyeti $\frac{1}{4}$ 'üne indirilmiştir. Özel imalat yerine, standart elemanların kullanılması her zaman büyük tasarruflar sağlar. İlk durumda çelik içine matkapla delik delme yapılmıştır daha sonradan ise kılavuz çekilmiştir. İkinci durumda ise standart somunlar kullanılarak maliyet oldukça aşağı çekilmiştir. Sabitleme milleri ilk hali ve son hali şekil 2.17’de gösterilmektedir.



Şekil 2.17 Sabitleme mili ilk durumda, özel imalat edilmiş, ikinci durumda standart malzemeler ile imal edilmiş

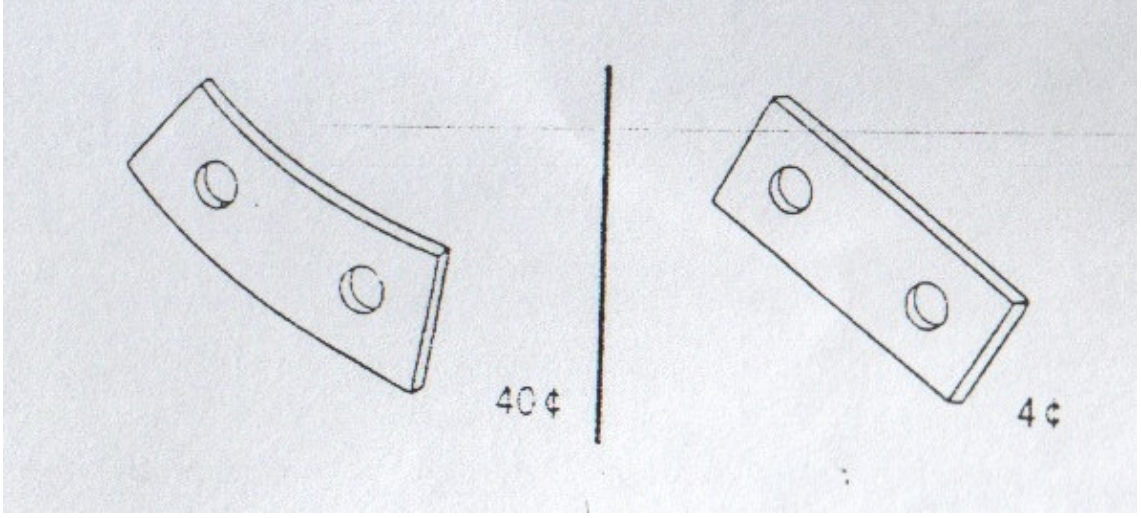
Örnek:

Şekil 2.18 Transfor motorunda yapılan bir tasarım değişikliği

Bir buğday tanesi kadar küçük bir radyo frekansı transfor motorunun fonksiyonel özellikleri değiştirilmeden, geometrik yapısında sağlanan basitleştirme ile maliyet yarı yarıya indirilmiştir. Şekil 2.18’de gösterilen bu değişiklik ile \$ 0.39 olan maliyet \$ 0.19’a çekilmiştir ve yıllık \$ 40.000 değerinde bir avantaj sağlanmıştır.

Örnek:

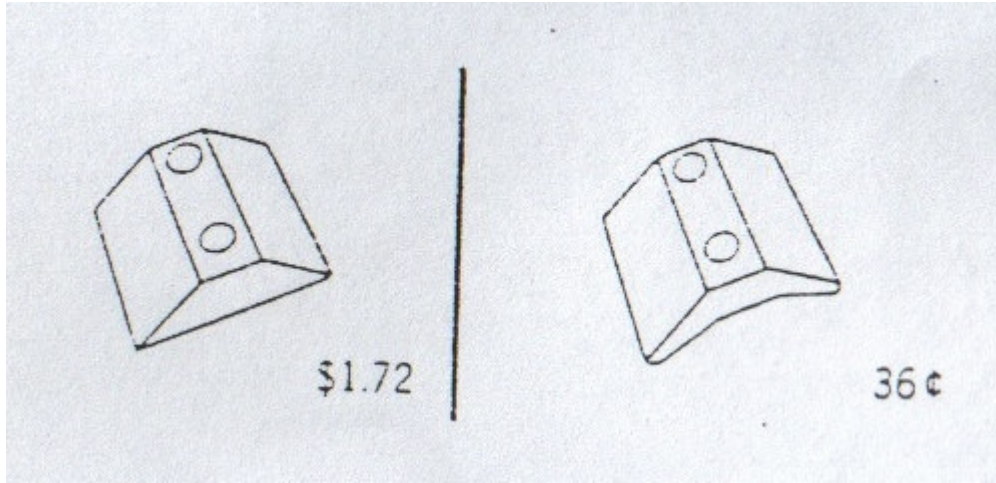
Rotor çemberinin üzerine monte edilen saç plakalar, önceden dairesel parçalar olarak imal edilmekteyken, parça geometrisinin sadeleştirilmesiyle maliyette 10 misli düşme sağlandı. Şekil 2.19’da belirtilen bu değişiklik ile birim maliyet \$ 0.40’dan \$ 0.040’a düşmüştür.



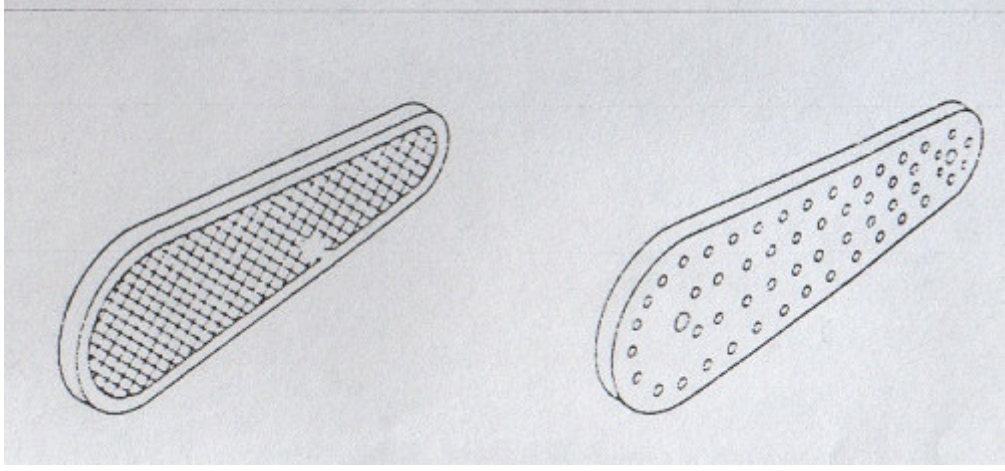
Şekil 2.19: Rotor çemberinde yapılan tasarım değişikliği

Örnek:

Bobin destek elemanı olarak kullanılan parça, kütükten talaş kaldırarak imal edilmekteyken, tasarımın hafifletilerek imalatta, döküm yönteminin belirlenmesiyle maliyet \$ 1.72'den \$ 0.36'ya çekildi. Bu durumda önceden kütük çelik olarak ağır miktarda çelik alımı ve bundan sonra talaş kaldırma, frezeleme işlemi ile birlikte oldukça uzun bir imalat programı ile maliyet çok yüksek olmaktadır. Daha sonra yapılan döküm imalatı ile birlikte hem malzemenin hem de işçilikte kar edilmiş olup yaklaşık 5 kat bir indirim sağlanmıştır.



Şekil 2.20 Bobin destek elemanındaki tasarım değişikliği

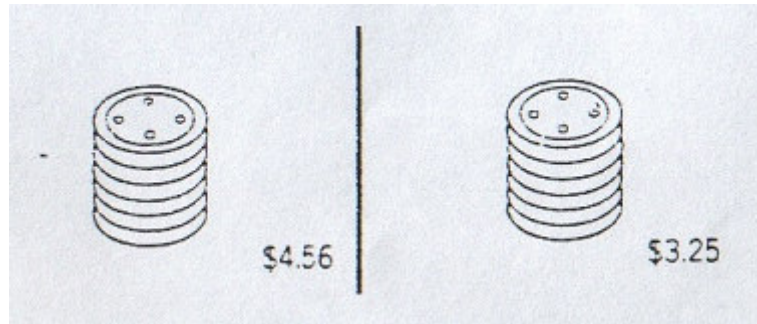
Örnek:

Şekil 2.21 Kayış muhafazasındaki tasarım değişikliği

Endüstriyel vantilatör imalatçısı, kayış muhafazasına uyguladığı değer analizi ile Şekil 2.21’de gördüğümüz parçanın maliyetini % 80 oranında düşürmüştür. Farklı imalat prosedürlerini içeren iki parçalı muhafaza, tek imalat prosedürü ile yapılabilecek tek parça olarak değiştirildi. Sadece bu parçadan \$ 25.000 tutarında yıllık tasarruf sağlanmıştır.

Örnek:

Kurşunlu porselen malzemeden imal edilmekte olan bir izalatorun -tasarımı değiştirilmeksizin- polyester ve cam elyafı solüsyonu karışımı bir malzemeden dökülmeye başlanmasıyla, üründe hafifleme ve dayanıklılık sağlanırken, maliyette de % 30’a yakın bir tasarruf gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.22 İzalatorun malzeme değişikliğinden elde edilen maliyet kazanımı

Örnek:

İmalat sahasının dışında da değer analizi çalışmalarıyla tasarruf sağlamak mümkün olmaktadır. Ambalaj malzemeleri ve ambalaj tasarımları bu konuda önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Örnek olarak bir çivi imalatçısı, ürününü tahta sandıklara paketlemektedirken, ambalaj şeklinin çift katlı oluklu mukavva kutuya dönüştürülmesi ile yılda toplam \$ 500.000 mertebesinde tasarruf gerçekleştirilebilmiştir. Bunu takiben kutu malzemesinin inceltirilip birim ambalaj hacimlerinin optimize edilmesiyle ayrıca, \$ 118.000 miktarında bir tasarruf daha sağlanmıştır.

Ambalaj malzemelerinden yapılabilecek tasarrufa bir örnek olarak ta mevcut kutuların tasarımlarında yapılabilecek değişiklikleri de gösterebiliriz. Örnek olarak alt ve üst kapakların tamamen birbiri üzerine kapandığı bir tasarımdan kısmen birbirini örten bir tasarıma geçmekle, malzemedeki %5'e varan tasarruf sağlanabilmektedir. Toz şeker, deterjan ve çeşitli gıda ürünleri imal eden firmalar (ABD) Bu yaklaşımı benimsemişlerdir.

Örnek:

Büyük depo tipi mağazalara sahip bir firma, aydınlatma masraflarını değer analizi çalışmasına tabi tutulmuştur. Öncelikle aydınlatma giderleri üzerinde maliyet analizi çalışması yapılmış, neticede toplam aydınlatma giderlerinin dağılımı, % 88 enerji, % 8 bakım ve işçilik, % 4 ampul değiştirme olarak tespit edilmiştir. Maliyet analizi ile, sarfiyata yönelik bir mühendislik çalışmasının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır.

Mühendislik grubu, kullanılmakta olan 1000 watt gücündeki cıva üniteleri sistemi ile, 500 watt - sodyum ampullerinden oluşan sistemi mukayese etmiştir. Bulgular şöyledir:

Sodyum sistemi, her watt için 125 lümen eşdeğeri aydınlatma sağlayabilirken, cıva ampullerinde bu miktarın 63 lümen olduğu saptanmıştır.

Bu nedenle, 1000 watt'lık bir ünite 500 watt ile değiştirilebilmektedir. Böylece her üniteye $1000 - 500 = 500$ watt güç tasarrufu yapılabilmektedir.

Yılda 6000 saat toplam işletme süresi ve 0.070 USD/Kw.h enerji birim fiyatı ile,

$$\begin{aligned} \text{Yıllık Tasarruf} &= 0.5 \text{ Kw} / \text{Ünite} \times 6000 \text{ Saat} / \text{Yıl} \times 0.070 \text{ USD} / \text{Kw.h} \\ &= 210 \text{ USD} / \text{Ünite} \text{ olmaktadır.} \end{aligned}$$

Her ünitenin değiştirilme bedeli ise \$ 200; ve servis ömrü ortalama 4 yıl olduğundan, ilk yıldan sonra kayda değer tasarruf potansiyelinin varlığı ortaya çıkarılmıştır.

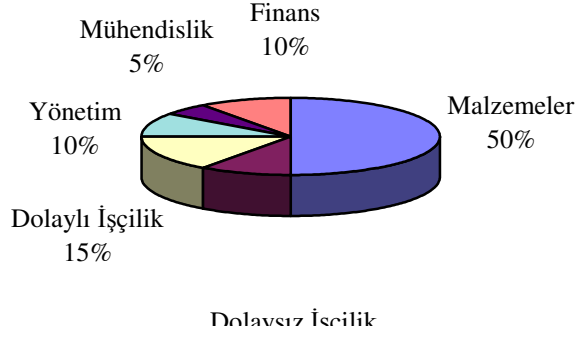
Örnek olarak, 1000 adet aydınlatma ünitesinin kullanıldığı bir işletmenin bu yolla yapacağı tasarruf, yılda \$ 210.000 olmaktadır.

Örneklerden de görüldüğü gibi değer analizi yöntemi yalnızca mamule yönelik olarak sınırlı kalmamakta, işletmede para tutan tüm işlemlere tatbik edilebilmektedir.

2.3.5. MALİYET SINIFLANDIRMASI

Değer Analizi / Değer Mühendisliği çalışmasında fonksiyon analizinin önemi büyüktür. Öncelikle ürünün istenen fonksiyonlarının tümünün ortaya konması ve karşılaştırma yoluyla değerlendirilmesi gereklidir. Daha sonra bu fonksiyonları yerine getirebilecek diğer malzemeler, prosesler ve üretim yöntemleri araştırılmalı ve bunları uygun güvenilirlik sınırları içerisinde en az maliyetle gerçekleştirecek alternatif seçilmelidir.

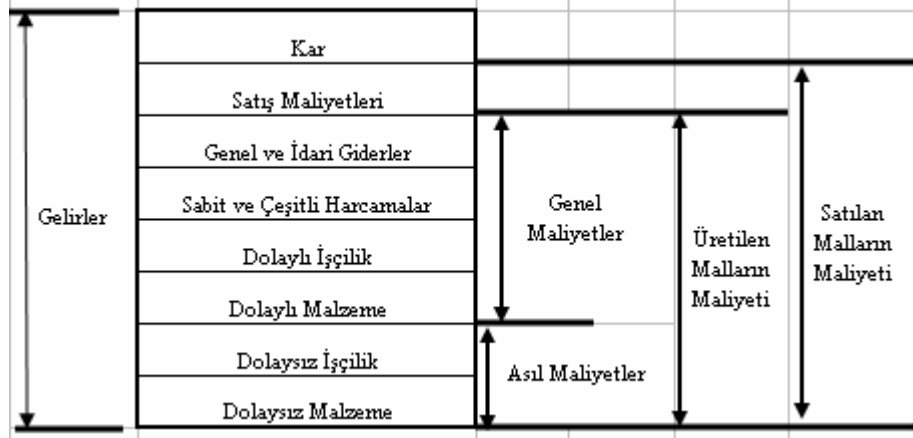
Üretim maliyeti dağılımının (*Şekil 2.23.*) incelenmesinden görülecektir ki; dolaysız işçilik, satışların %5 ile %10'unu kapsamakta ve otomasyon ile bu rakam her yıl daha da düşmektedir. Malzeme maliyetleri satışların %40 ila %50'sini ve üretim maliyetlerinin de %70'den daha fazlasını tutmaktadır.



Şekil 2.23. Ürün Maliyeti Dağılımı

Basit bir hesap; dolaysız işçilik maliyetlerindeki %10'luk bir azalmanın, satış üzerindeki karın sadece %1 artmasına, buna karşılık malzemede %10'luk bir tasarrufun, satış üzerindeki karın %5'lik bir artışına sebep olduğunu göstermektedir. Bu da demek oluyor ki, şirket karlarını malzemede tasarrufla arttırmak, dolaysız işçilik yoluyla yapmaktan 5 kat daha büyük sonuç vermektedir.

Bu nedenle öncelikle, geleneksel maliyet yapısını (Şekil 2.24.) incelemek gerekmektedir (Asqc, 1986).



Şekil 2.24: Geleneksel Maliyet Yapısı

Maliyetlerin Kullanılış Şekline Göre Sınıflandırılması:

a) Asıl Maliyetler (Dolaysız Maliyetler)

Ürün imalatı ve hizmet faaliyetlerinin temel ve standart maliyetleridir. Ürün maliyetlerine doğrudan doğruya yüklenebilirler. Dolaysız maliyetlerin üretilen birim

üzerinde tespiti mümkün olmaktadır. Örneğin bir firma ceket imal ediyor, ceketin imalinde kullanılan kumaş, iplik, iç astar, v.s. gibi doğrudan doğruya birim üretiminde sarf edilen malzemenin fiyat toplamı ile kumaşın kesilmesi ve dikilmesi gibi işçilik ücretleri dolaysız maliyetlerdir. Dolaysız maliyetler ikiye ayrılmaktadır:

1. Dolaysız Malzemeler

Üretim sırasında kullanılan ham maddeler, yarı mamul ve mamul maddelerdir ve tamamlanmış ürün veya hizmetin içine girip onun parçasını oluştururlar. Dolaysız malzeme iktisadi bakımdan anlamlıdır, üretim biriminde gözle görülebilir, doğrudan saptanması ve gider miktarının ölçülmesi mümkündür. Yukarıda verilen örnekte, ceket imalinde kullanılan kumaş, astar, iplik, düğme gibi malzemeler dolaysız malzemelerdir.

2. Dolaysız İşçilik

Üretim esnasında, dolaysız malzemeleri veya diğer girdileri tamamlanmış ürün veya hizmet durumuna çevirmek için uygulanan işçiliktir. Ürün veya hizmetin üretiminde doğrudan kullanılan ve üretim birimi ile ilişkisi açıkça görülen işçiliğe dolaysız işçilik denir. Tamamlanmış ürüne parçaları monte eden, üretim süresince bir makineyi çalıştıran veya bir hizmetin verilmesinde müşteriyle doğrudan ilişkide olan çalışanların ücretleri, vardiya ücretleri, tatil ücretleri ve ücret için ödenen vergileri içermektedir.

Özet olarak Dolaysız Maliyetler için aşağıdaki ifadeler kullanılabilir:

- Tek bir ürün, hizmet ve faaliyette katlanılan maliyetlerdir.
- Keyfi tahsis olmaksızın, tam bir kesinlikle ve tereddütsüzce yüklenen maliyetlerdir.
- Kısa dönemli kararlardan etkilenen maliyetlerdir.

b) Genel Maliyetler (Dolaylı Maliyetler)

Asıl maliyetlerin dışında kalan tüm maliyetler genel maliyet sayılır. Üretilen birime düşen dolaylı maliyet giderleri miktarının açık bir şekilde doğrudan tespiti mümkün değildir. Diğer bir ifadeyle, üretilen birimde dolaylı maliyet giderlerini doğrudan tespit

etmek güçtür. Bu bakımdan, birim başına dolaylı maliyet giderleri miktarını bulmak için toplam dolaylı gider tutarını üretilen mal veya hizmetlere belirli yöntemlerle bölmek gerekir. Örneğin, enerji giderleri dolaylı bir maliyet gideri kalemidir. Yani üretime dolaylı yoldan katıldığından üretilen birim başına enerji sarfiyatını doğrudan belirlemek mümkün değildir. Tüm enerji giderini üretilen mal veya hizmetlere bölmekle birim başına enerji gideri ve miktarı bulunabilir.

Dolaylı maliyet giderleri ile dolaysız maliyet giderleri arasındaki önemli fark, dolaysız maliyet giderleri üretim miktarı ile orantılı olduğu halde, dolaylı maliyet giderlerinin bir kısmı üretimle orantılı olmayıp, bağımsız giderlerdir.

1. Dolaylı Malzemeler

Üretim faaliyetleri esnasında kullanılan, fakat tamamlanmış ürün veya hizmetin bir parçası olarak doğrudan içine girmeyen maddelerdir. Dolaylı malzemelere örnek olarak malzeme taşımak için kullanılan koruyucu kutular, paketleme malzemeleri, makine yağlama yağları, torna kalemleri, matkap uçları, elektrot ve büro malzemeleriyle haberleşme masrafları verilebilir.

2. Dolaylı İşçilik

Tamamlanmış ürün veya hizmetler üzerinde doğrudan çalışmayan, fakat hizmetleri ürünün üretildiği süreç ile ilgili olarak çalışanların maliyetidir. Dolaysız işçilik dışında kalan, fakat üretim aşaması ile ilgili her türlü işçilik, nezaretçiler, üretim faaliyeti destek mühendisleri ve teknisyenleri, malzeme taşıyıcılar, depocular ve bina sorumlularının maliyetleri bu kapsama girerler.

3. Sabit ve Çeşitli Harcamalar

Amortisman, ısıtma, enerji, vergiler, kira, garanti giderleri, yönetici giderleri, Ar-Ge maliyetleri ve üretim faaliyetinde kullanılan varlıkların sigorta giderleri bu harcama sınıfı içerisindedirler.

Özet olarak Dolaylı Maliyetler için aşağıdaki ifadeler kullanılabilir:

- Birden çok ürün, hizmet ve faaliyetler için katlanılan maliyetlerdir.
- Türlü tahsis esaslarını izleyerek, keyfi de olsa mantığa göre yüklenen maliyetlerdir.
- Esas olarak uzun dönemli kararlardan etkilenen maliyetlerdir.

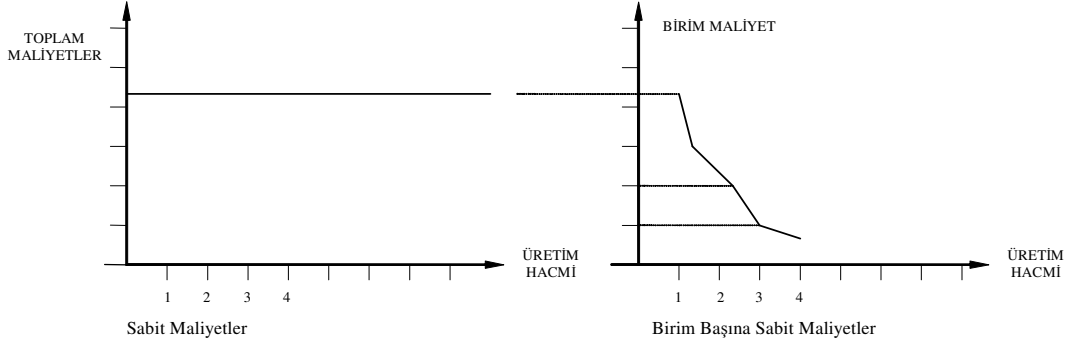
Değer Analizi için önemli olanı Dolaysız (Asıl) Maliyetlerdir ve Değer Analizinde dikkatler doğrudan Dolaysız Maliyetler üzerine yönlendirilirler: Malzeme maliyeti, üretim maliyeti, montaj maliyeti gibi. Genelde, Değer Analizi sadece Dolaysız Maliyetleri etkilemektedir. Dolaysız Maliyetlerin etkilenmesinin sonucu olarak da, Dolaylı Maliyetler etkilenirler.

Maliyetlerin Özelliklerine Göre Sınıflandırılması:

1. Sabit Maliyetler

Belirli bir zaman dilimi içinde, üretim miktarının azalıp çoğalmasına karşın değişmeyen, yani toplam olarak aynı kalan maliyetlere sabit maliyetler denir. Üretim hacmine bağlı kalmadan harcanması gereken masraflardır. Üretim tesisinin maliyeti (yatırım veya kira olarak), makine vs. gibi demirbaşların maliyeti, vergi, sigorta vb. harcamalardır.

Sabit maliyetler üretim miktarından etkilenmezler. Bununla beraber, birim maliyetler açısından bakılacak olursa, ürün birimi başına düşen pay, üretim miktarı arttıkça hızla azalır. (Şekil 2.25.)



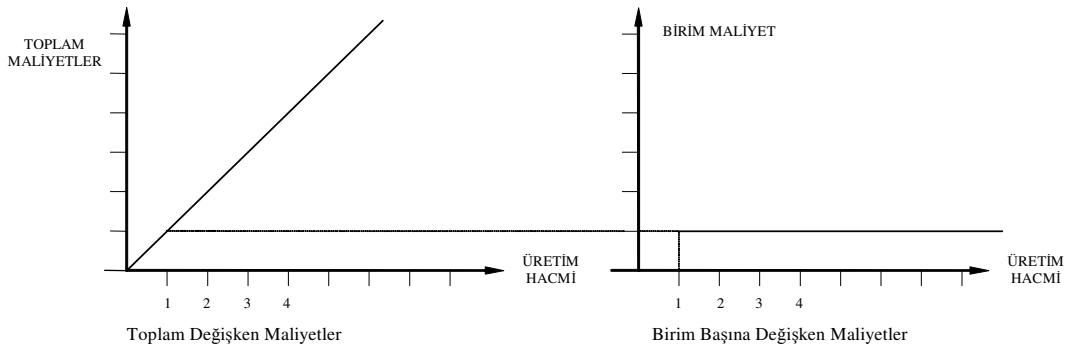
Şekil 2.25: Sabit Maliyetler

Özet olarak Sabit Maliyetler için aşağıdaki ifadeler kullanılabilir:

- Bir üretim yeteneği ve belirli bir şirket yapısına sahip olmak için katlanılan maliyetlerdir.
- Döneme sıkı sıkıya bağlı maliyetlerdir (Bu maliyetler geciktirilemezler).
- Sadece uzun dönemli kararlardan etkilenen maliyetlerdir. Amortisman, genel maliyetler ve yönetici giderleri sabit maliyet sınıfına girerler.

2. Değişken Maliyetler

Üretim hacminin azalıp çoğalması ile genel anlamda değişen, fakat birim başına değişmeyen maliyetlere değişken maliyet denir. Toplam değişken maliyet yükselen üretim hacmi ile artarken, birim başına düşen değişken maliyet miktarı sabit kalır. Dolaysız malzeme ve dolaysız işçilik harcamaları ile enerji harcamaları bu tür maliyetlerdir. (Şekil 2.26.)



Şekil 2.26: Değişken Maliyetler

Özet olarak Değişken Maliyetler için aşağıdaki ifadeler kullanılabilir:

- Bir üretim yeteneğinin kullanılmasında ve belirli bir şirket yapısından türeyen maliyetlerdir.
- Tamamen ürüne bağlı maliyetlerdir (Ürün, zaman ve yer olarak nakledilebilir, böylece depolanabilir).
- Kısa dönemli kararlardan etkilenen maliyetlerdir.

Örnek vermek gerekirse:

$$\text{DEĞER} = \frac{\text{Önem} \times \text{Tatmin Düzeyi}}{\text{Ömür Boyu Maliyeti} + \text{Amortisman} + \text{Servis Birimi Başına Maliyet}}$$

Burada;

$$\text{ÖMÜR BOYU MALİYETİ} = \text{SATINALMA MALİYETİ} + \text{İŞLEME MALİYETİ}$$

$$\text{SERVİS BİRİMİ BAŞINA MALİYET} = \frac{\text{ÖMÜR BOYU MALİYETİ}}{\text{ULAŞILAN SERVİS}}$$

Sahiplenme süresinde katlanılan maliyetlerdir.

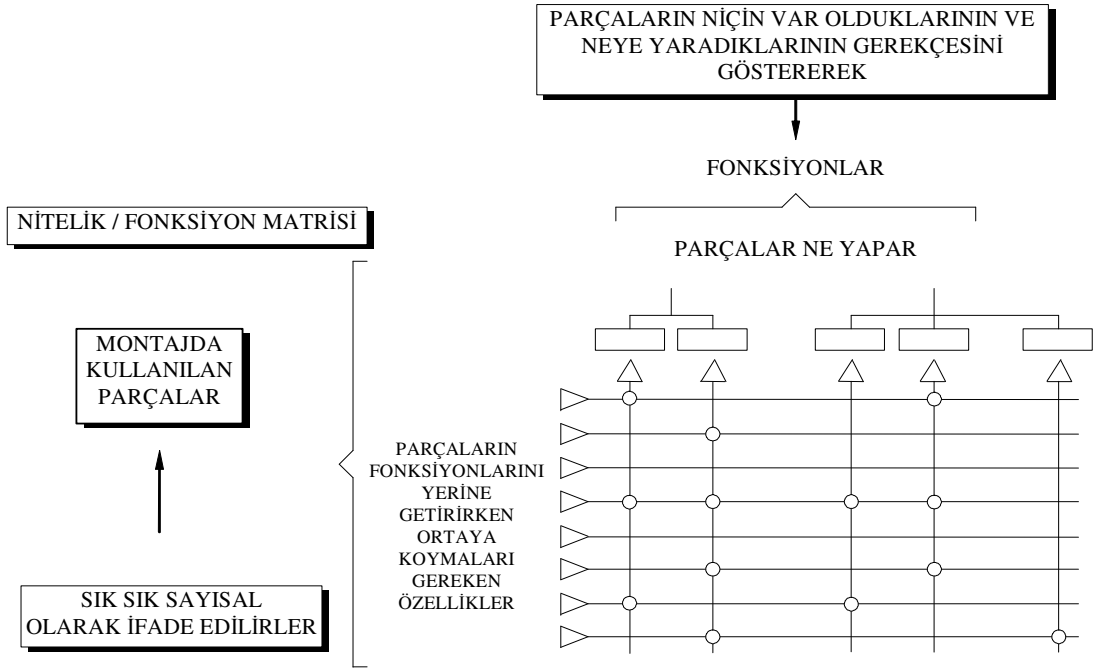
2.3.6. FONKSİYON MATRİSİ

2.3.6.1. NİTELİK / FONKSİYON MATRİSİ

Nitelikler, ürünün şartnamesinde belirtilmiş olan özellikleridir. Bunlar, genelde ürünlerdeki niteliklerin en iyi durumlarını göstermektedir. Sayısal olarak ifade edilirler.

Parçalar yönünden ise, parçaların fonksiyonlarını yerine getirirken ortaya koymaları gereken özellikler belirlenmelidir. Fonksiyonlar olarak da, parçaların niçin var olduklarının ve neye yaradıklarının gerekçeleri gösterilir.

Ürün ve / veya parçalar için bu özellikleri karşılıklı olarak gösteren tablo Nitelik / Fonksiyon Matrisi olarak isimlendirilir. (Şekil 2.27.)



Şekil 2.27: Nitelik / Fonksiyon Matrisi Analizi

Nitelik / Fonksiyon Matrisinde, Fayda; Önem ve Tatmin Düzeyinin çarpımı olarak ortaya çıkmaktadır. Önem değerleri pazardan gelmektedir. Müşteriler için birbirlerine nazaran nispi önemi belirtmektedir. Tatmin düzeyi de, 1 ile 10 arasında, bazı teknikler kullanılarak ve müşterilerle görüşmeler yapılarak belirlenmektedir.

Örnek:

Çizelge 2.7: Nitelik / Fonksiyon Matrisi

NİTELİKLER	ÖNEM	TATMİN DÜZEYİ	FAYDA	FONKSİYONLAR		
				1.1	1.2	1.3
SÜRAT	30	6	180	2	14	14
YAKIT TÜKETİMİ	20	5	100	20	0	0
ÇEKİCİLİK	30	6	180	30	0	0
GÜVENİLİRLİK	20	5	100	10	5	5
FONKSİYON TOPLAMI		22	560	62	19	19

Belirlenen Çeşitli Fonksiyonlara her bir niteliğin toplam önemi dağıtılmalıdır.

Eğer Seviye 2’de ikinci fonksiyonlar varsa, önemi 100’e tamamlamak için daha üst seviyedeki fonksiyonlara da önem puanları dağıtılmalıdır.

Nitelik / Fonksiyon Matrisinde (Çizelge 2.7.), niteliklerin önemleri belirlendikten sonra, belirlenen çeşitli fonksiyonlara her bir niteliğin toplam önemi dağıtılmalıdır. Bu dağıtım ekip tarafından, ekibin bilgi ve tecrübesine dayanarak, ürünün fonksiyonel önemine göre yapılmalıdır. Gerek önem değerlerinin, gerekse de tatmin düzeylerinin fonksiyonlara dağıtımında pazardan gelen bilgi olmadığından, bu dağıtım ekip tarafından müzakere edilerek gerçekleştirilir.

FONKSİYONLAR

1.

NİTELİKLER	ÖNEM	TATMİN DÜZEYİ	FAYDA	1.1	1.2	1.3
SÜRAT	30	7	210	20 5 100	5 1 5	5 3 15
YAKIT TÜKETİMİ	40	8	320	20 3 60	- - -	20 5 100
GÜVENİLİRLİK	30	6	180	- - -	15 3 45	15 2 30
<i>FONKSİYON FAYDASI</i>				160	50	145

Önem değerinin fonksiyonlara göre dağılımı ekip yargısıyla yapılmaktadır. Eğer Seviye 2 de ikincil fonksiyonlar varsa, önemi 100’e tamamlamak için daha üst seviyedeki fonksiyonlara da önem puanları dağıtılmaktadır. Buradaki fonksiyonlar, fonksiyon ağacının en alt sırasını oluşturanlardır.

Tatmin düzeyi sayılarının çeşitli fonksiyonlara dağıtımında da, ekip değerlendirmesine dayanarak 1 ile 5 arasında değişen değerler verilir. Her bir fonksiyon için tatmin düzeyi değeri tahsisinde kullanılan bu keyfi ölçek, değişik kıyaslamalar için aynen muhafaza edilmelidir. Nitelik / Fonksiyon Matrisine (Çizelge 2.8.) ilişkin örnek aşağıda verilmiştir. Bu verilerin dağılımında iyi bir denge sağlayabilmek için ekibin teknik bilgisi ve hayal gücü kullanılmalıdır.

Çizelge 2.8: Nitelik / Fonksiyon Matrisi

NİTELİKLER	FONKSİYONLAR			TOPLAM	
	1.1	1.2	1.3		
SÜRAT	ÖNEM	10	5	5	20
	TATMİN DÜZEYİ	3	2	3	8
	FAYDA	30	10	15	55
YAKIT TÜKETİMİ	ÖNEM	5	20	5	30
	TATMİN DÜZEYİ	3	5	2	10
	FAYDA	15	100	10	125
GÜVENİLİRLİK	ÖNEM	15	15	20	50
	TATMİN DÜZEYİ	4	5	2	11
	FAYDA	60	75	40	175
	FONKSİYON FAYDASI	105	185	65	

Buradaki anahtar kavram; önce fayda göz önüne alınacak, sonra maliyetler. Böylece, daima müşteri tatminine önem verilecektir.

2.3.6.2. MALİYET / FONKSİYON MATRİSİ

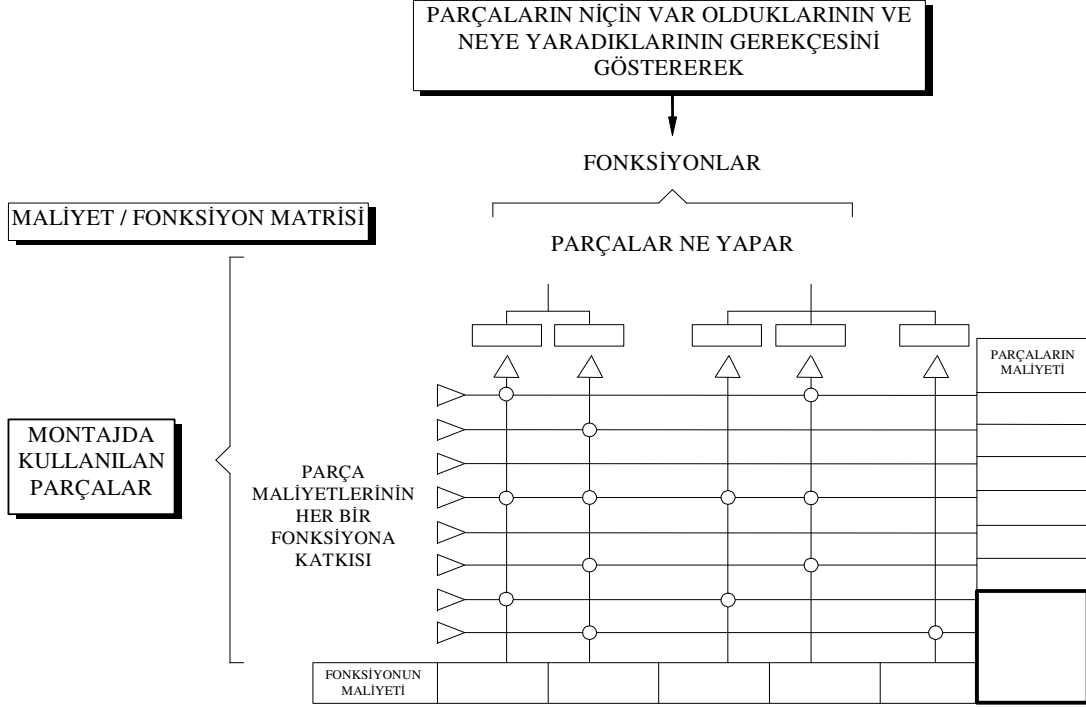
Fonksiyon maliyet analizi, “*Ne kadara mal olur?*” Temel Değer Analizi sorusunu cevaplandırır. Fonksiyon maliyetleri, malzemelerin, parçaların veya her fonksiyonun kendisini sağlamak için gerekli işçilik maliyetleri kararlaştırılarak türetilirler. Maliyetler, malzeme ve işçilik gibi gerçek maliyetleri içerebilirler. Bunlar alışılmış maliyet muhasebelendirme yöntemleriyle sağlanabilirler.

Pek çok durumda, gerçek maliyetleri bulmak mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda, gerçek maliyetlerin tahmini değerleri kullanılabilir.

Fonksiyonların maliyet değerlerini bir ekip belirliyorsa, bütün katılımcıların bir parça için verdikleri değerlerin bir ortalaması alınarak ortalama değer bulunur.

Çeşitli fonksiyonlar üzerine parçaların maliyetlerinin tahsisini yapabilmek için şu hususlarda doğru bilgilere ihtiyaç vardır:

- Zaman
- İmalat operasyonları
- Satın alma maliyetleri

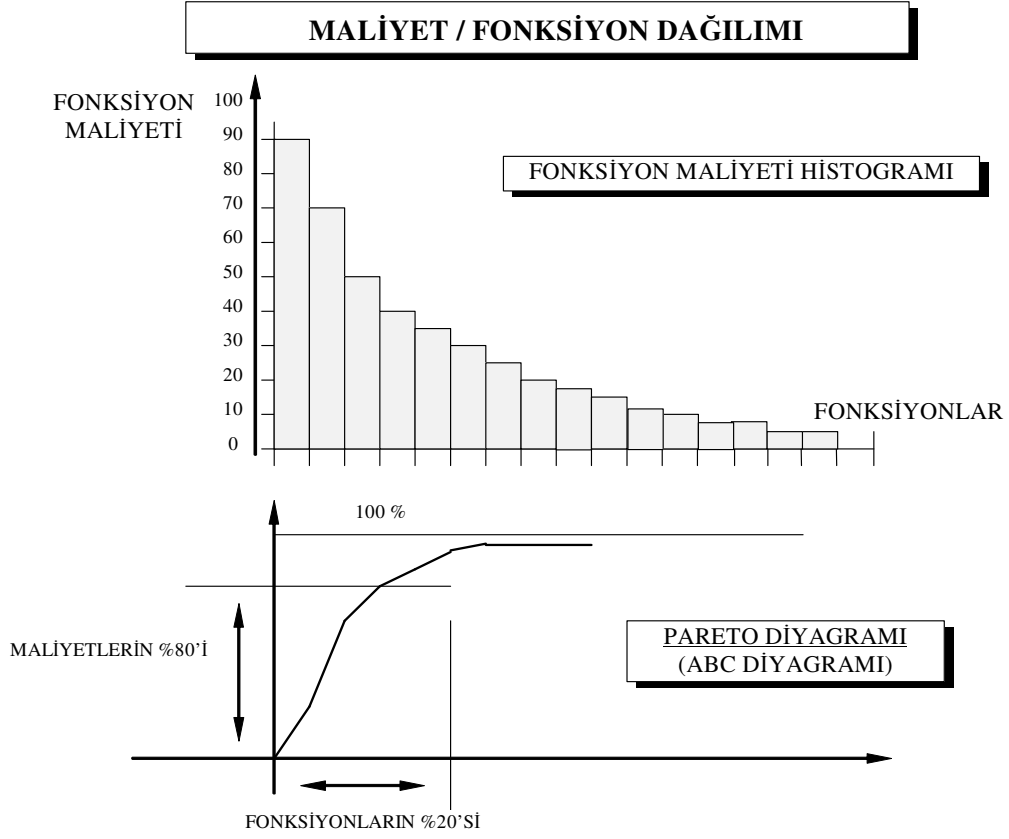


Şekil 2.28: Maliyet / Fonksiyon Matrisi Analizi

Maliyet / Fonksiyon Matrisinin analizi (Şekil 2.28.) sonucu ortaya çıkan fonksiyonların maliyetleri, fonksiyon maliyeti histogramında büyükten küçüğe doğru sıralanırlar. Pareto diyagramı (Şekil 2.29.) çizilerek; fonksiyonların en büyük maliyete sahip %20'sinin maliyetlerinin toplamı, toplam fonksiyon maliyetlerinin %80'ini oluşturacağından, kaliteyi düşürmeksizin maliyeti düşürecek (azaltacak) parçalar ve fonksiyonlar belirlenmelidir. Bu noktada, ekip “*Hangi fonksiyon önemli ve hangi parçaların maliyetleri düşürülmelidir?*” sorusunu sormaya başlamalıdır (Çiğdem, 1996).

Maliyetlendirme sonunda, hiç bir fonksiyonu kalmayan bazı parçalar olabilir. Esas olarak bunlara, eski ve başarısız projelerde karşılaşılır. Böyle durumlarda, fonksiyonu kalmayan parçaların ortadan kaldırılması yoluna gidilmelidir.

Dış kaynaklı parça sayısı yaygınlaştığında, Değer Analizini parça tedarikçisi olan yan sanayi gerçekleştirir.



Şekil 2.29.: Maliyet / Fonksiyon Dağılımı ve Pareto Diyagramı

Örnek:

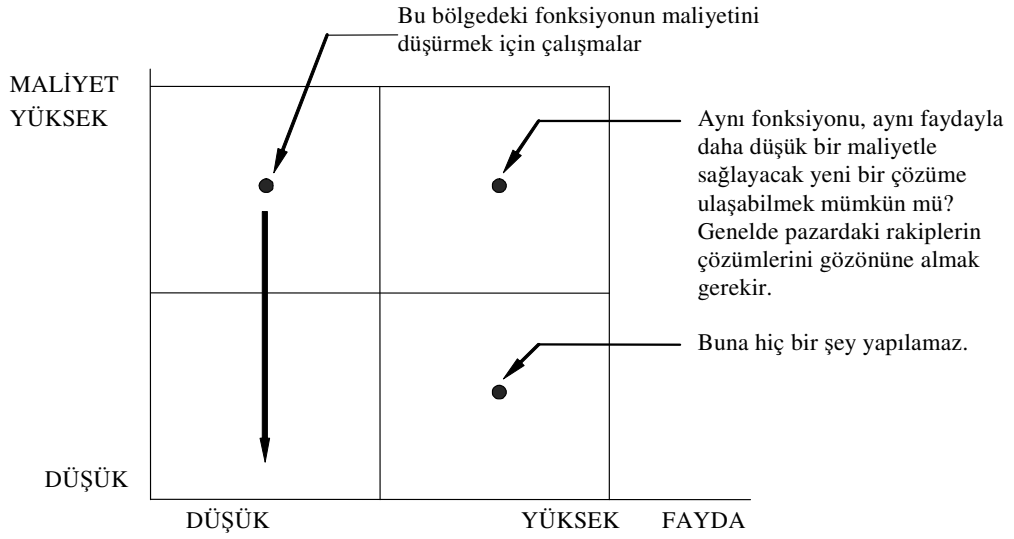
Çizelge 2.9.: Maliyet / Fonksiyon Matrisi

MALİYET / FONKSİYON MATRİSİ

PARÇA	FONKSİYONLAR 1.			PARÇALARA GÖRE TOPLAM MALİYET
	1.1	1.2	1.3	
A	150	-	1200	1350
B	-	100	500	600
C	250	-	50	300
D	500	750	-	1250
MONTAJ	700	200	200	1100
FONKSİYONLARA GÖRE TOPLAM MALİYET	1600	1050	1950	4600

Fonksiyonlara tahsis edilen toplam maliyetler, dolaysız maliyetler türündendir. Parçaların montajı için harcanan montaj maliyeti ise ayrı bir sıradadır.

Bundan sonra, Nitelik / Fonksiyon Matrisinin fonksiyon faydası verileri ve Maliyet / Fonksiyon Matrisinin (*Çizelge 2.9.*) fonksiyon toplam maliyet verileri kullanılarak ve malzeme maliyetini düşürecek faaliyetlere esas olmak üzere Fayda ve Maliyet gridi (*Şekil 2.30*) çizilerek, kıyaslama yapılır. Maliyet düşürme konusunda, ekip için hangisinin önceliği vardır? (Özevren, 2004)



Şekil 2.30: Fayda ve Maliyet Gridi

Hedef: Yüksek fayda, düşük maliyet idealdir.

Örnek olarak fiyatı 25 dolar olan bir Tükenmez kalem üzerinde bir değer analizi yapalım.

ÖRNEK:

Ürün: Tükenmez kalem (yaklaşık fiyatı 25 Dolar)

1) Tükenmez kalemin sahip olması gereken nitelikler ekip Beyin fırtınası ile bulunmuştur ve Nominal Grup Tekniği kullanılarak niteliklerin önem sıraları belirlenmiştir (Çizelge 2.10):

Çizelge 2.10 Tükenmez kalem örneği için nitelik önem sıraları

	1. Şahıs	2. Şahıs	3. Şahıs	4. Şahıs	Toplam	Sıra
1. Görünüş	1	3	4	-	8	4
2. Hafiflik	-	2	-	1	3	7
3. Narinlik	-	1	-	-	1	8
4. Yeniden Doldurulabilir	-	-	-	-	0	-
5. Yazı Kalitesi	5	4	5	3	17	1
6. Darbeye Direnç	-	-	-	-	0	-
7. Yazma Ömrü	-	-	-	4	4	6
8. Sızıntı	4	5	3	2	14	2
9. Düzgünlük	3	-	1	-	4	5
10. İşleyen Basma Düğmesi	2	-	2	5	9	3

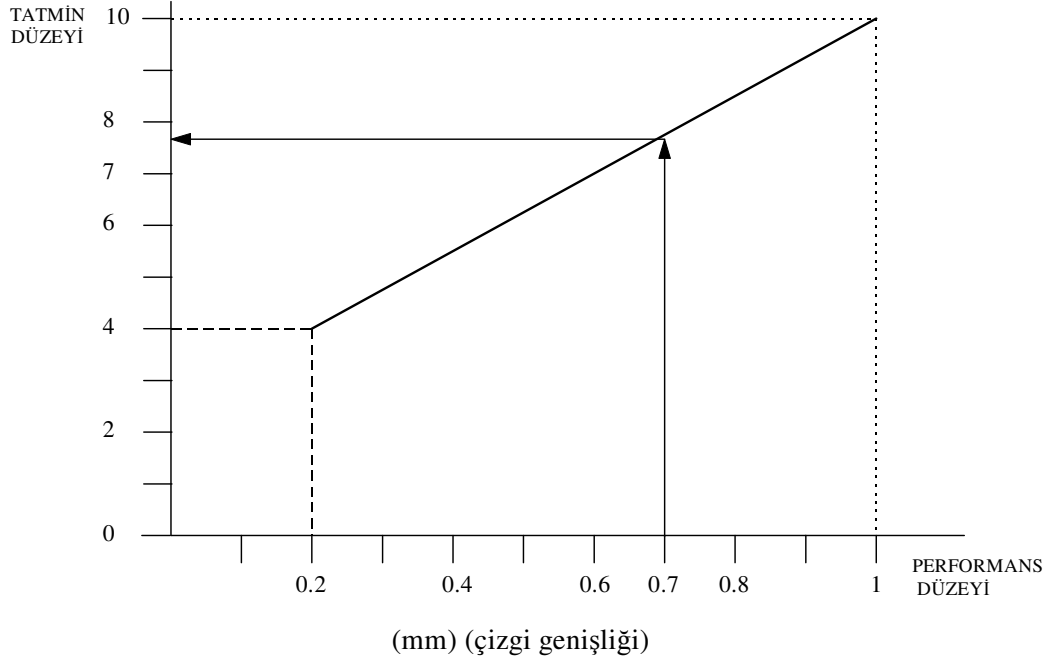
2) Öncelikli Matrisi kullanarak niteliklerin önem sıralarının belirlenmesi:

Çizelge2.11 Tükenmez kalem örneği için niteliklerin önem sıraları ve yüzdeleri

	Yazı kalitesi	Sızıntı	İşleyen Basma Düğmesi	Görünüş	Düzgünlük	Toplam	%	Sıra
1. Yazı kalitesi		0	1	1	1	3+1	26,5	2
2. Sızıntı	1		1	1	1	4+1	34	1
3. İşleyen Basma Düğmesi	0	0		1	0	1+1	13	4
4. Görünüş	0	0	0		0	0+1	6,5	5
5. Düzgünlük	0	0	1	1		2+1	20	3
						15	100	

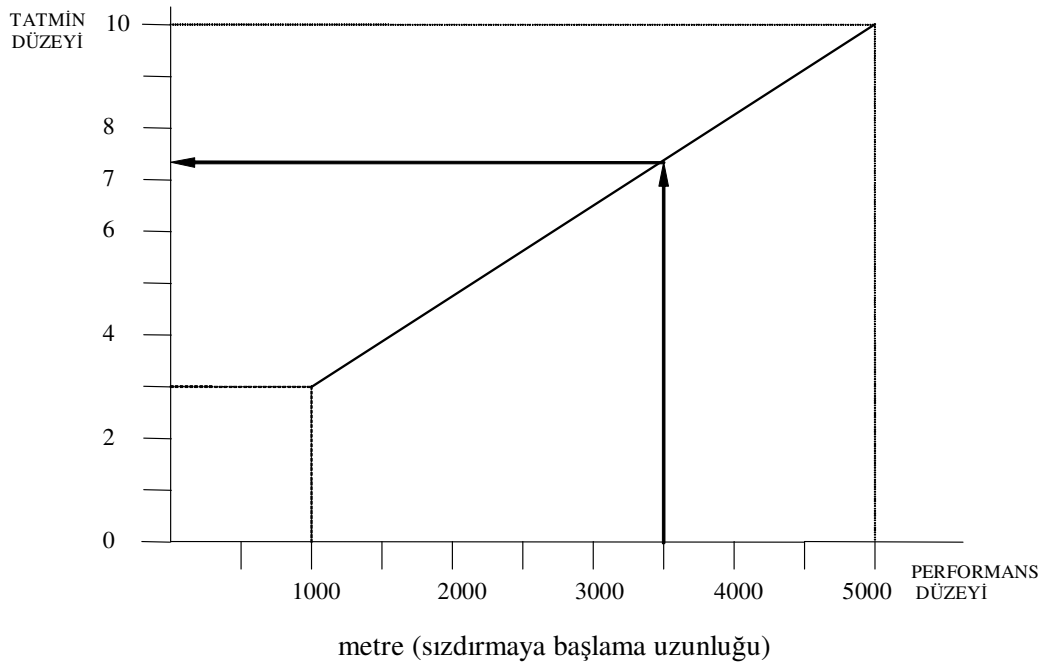
3) Fayda Eğrilerini kullanarak Tatmin Düzeyleri'nin hesaplanması.

3.1) Yazı Kalitesi



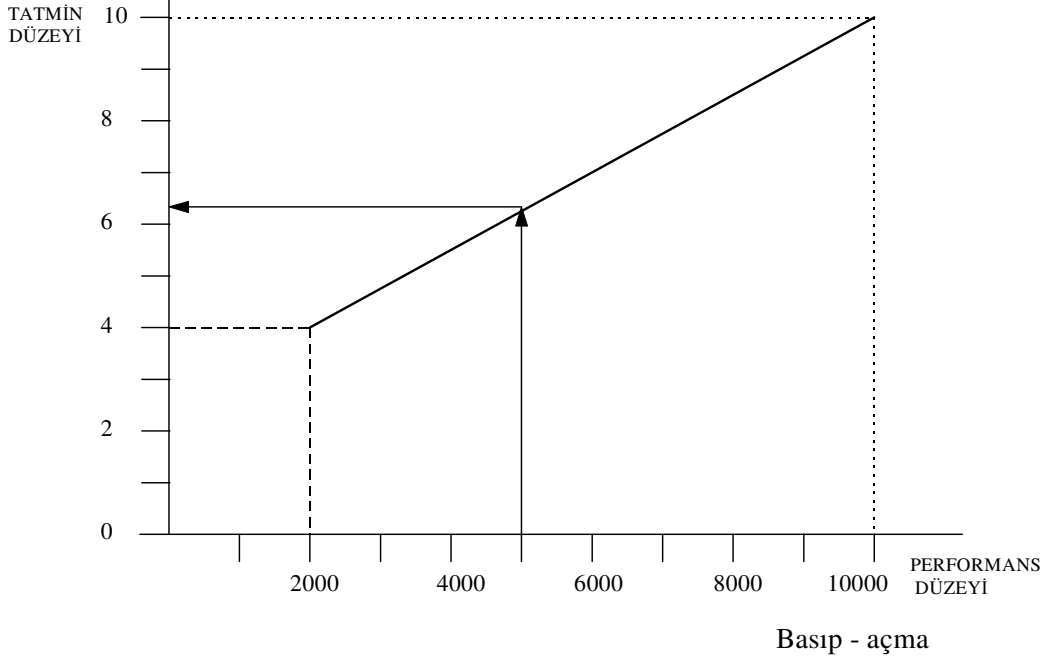
Şekil 2.31 Tükenmez kalem örneği için Yazı kalitesi niteliğinin tatmin düzeyi

3.2) Sızıntı



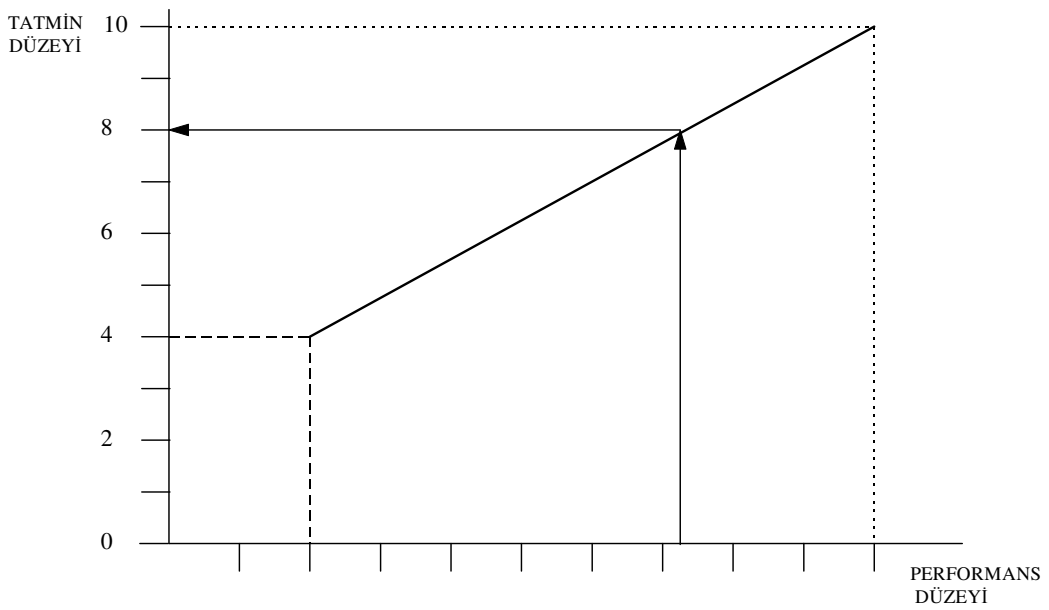
Şekil 2.32 Tükenmez kalem örneği için Sızıntı niteliğinin tatmin düzeyi

3.3) İşleyen Basma Düğmesi



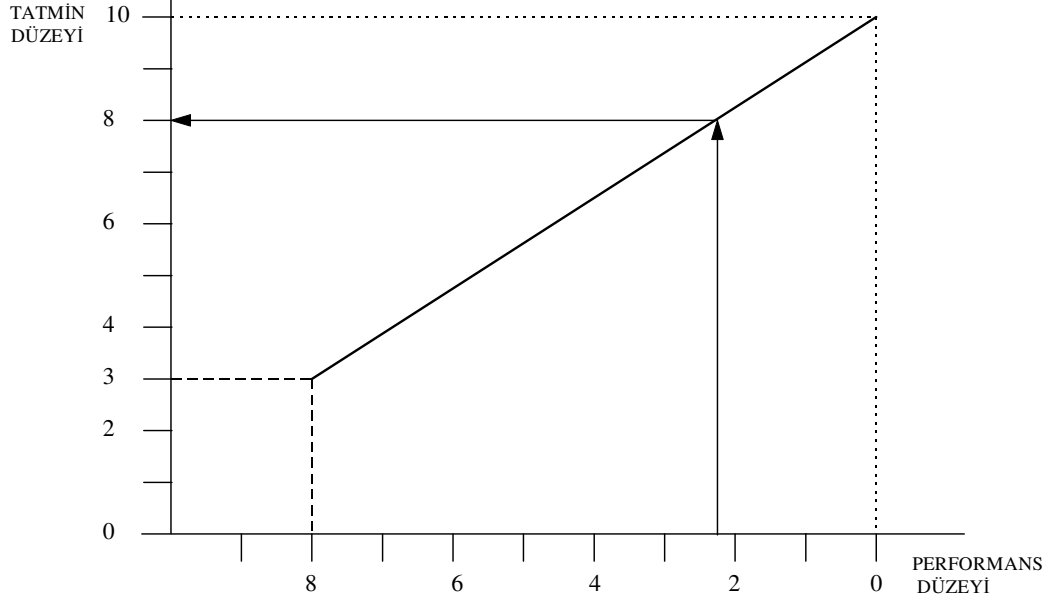
Şekil 2.33 Tükenmez kalem örneği için İşleyen basma düğmesi niteliğinin tatmin düzeyi

3.4) Görünüş



Şekil 2.34 Tükenmez kalem örneği için Görünüş niteliğinin tatmin düzeyi

3.5) Düzensünlük



(1 metredeki genişlik değışim sayısı)

Şekil 2.35 Tükenmez kalem örneği için Düzensünlük niteliğinin tatmin düzeyi

4) Fayda matrisinin hesaplanması

Çizelge 2.12 Tükenmez kalem örneği için Niteliklerin fayda matrisi

		Önem	Tatmin Düzeyi	Fayda
1.	Sızıntı	34	7	238
2.	Yazı Kalitesi	26,5	7	185,5
3.	Düzensünlük	20	8	160
4.	İşleyen Basma Düğmesi	13	6	78
5.	Görünüş	6,5	8	52
TOPLAM FAYDA				713,5
SATIŞ FİYATI (DOLAR)				25
FAYDA				28,54

5) Fonksiyon Matrisi

Tükenmez kalemin öncelikli fonksiyonlarını ve bu fonksiyonu destekleyen ikincil fonksiyonları aşağıdaki gibi belirtiyoruz.

Birincil Fonksiyon:

1. İz bırakmak

İkincil Fonksiyonlar:

- 1.1. Ergonomik bir yapı
- 1.2. Ucu yerinde tutmak
- 1.3. Mürekkep akışını düzenlemek
- 1.4. Mürekkep depolamak
- 1.5. Kalemli İliştirmek
- 1.6. Estetik bir görüntü

6) Nitelik / Fonksiyon Matrisi

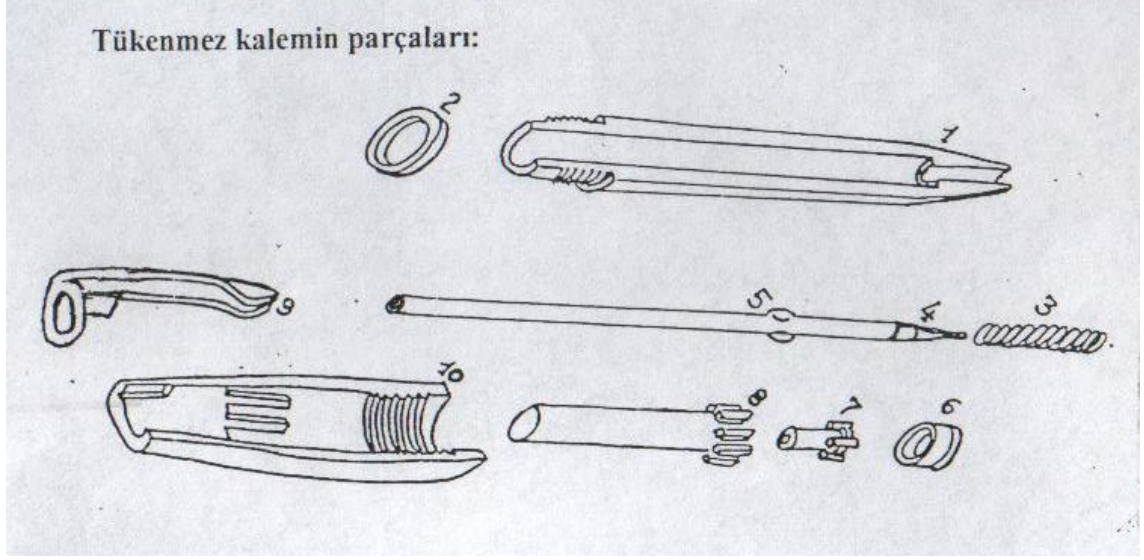
Belirtilen fonksiyonları niteliklere göre değerlendiriyoruz ve nitelik fonksiyon matrisini oluşturuyoruz. (Çizelge 2.13)

Çizelge 2.13 Tükenmez kalem örneği için Niteliklerin fonksiyon matrisi

		Fonksiyonlar						Toplam
		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	
1. Sızıntı	Önem	-	4	10	20	-	-	34
	Tatmin Düzeyi		1	4	2			7
	Fayda		4	40	40			84
2. Yazı Kalitesi	Önem	6,5	5	15	-	-	-	26,5
	Tatmin Düzeyi	2	2	3				7
	Fayda	13	10	45				68
3. Düzgünlük	Önem	4	8	8	-	-	-	20
	Tatmin Düzeyi	1	3	4				8
	Fayda	4	24	32				60
4. İşleyen Basma Düğmesi	Önem	2	8	-	-	-	3	13
	Tatmin Düzeyi	1	2				3	6
	Fayda	2	16				9	27
5. Görünüş	Önem	1	-	-	-	1,5	4	6,5
	Tatmin Düzeyi	2				1	5	8
	Fayda	2				1,5	20	23,5
FONKSİYON FAYDASI		21	54	117	40	1,5	29	

Aşağıda Tükenmez kalemin parçaları ve bu parçalara ait malzeme maliyet listesi ve maliyet fonksiyon matrisi belirtilmiştir.

Tükenmez Kalem Parçaları:



Şekil 2.36 Tükenmez kalem parçaları

Tükenmez kalemin parça adı / malzeme / maliyet listesi:

Çizelge 2.14 Tükenmez kalem örneği için parçaların malzeme üretim ve toplam maliyeti

Parça No	Parça Adı	Malzemesi	Malzeme Maliyeti	Üretim Maliyeti	Toplam Maliyet
1	Alt gövde	Antişok polistiren	2,20	2,50	4,70
2	Halka	Çelik			2,50
3	Yay	Çelik			0,50
4-5	Tükenmez uç	Polietilen ve pirinç			4,50
6	Ön mekanizma kilit parçası	Polietilen	0,03	0,40	0,43
7	Basma düğmesi	Polietilen	0,05	0,75	0,80
8	Basma düğme mekanizması	Polietilen	0,25	0,90	1,15
9	Askısı	Çelik			3,00
10	Üst kapak	Antişok polistiren	2,20	2,50	4,70
Malzeme ve Üretim Maliyeti					22,28
Montaj Maliyeti					3,00
Toplam Maliyet					25,28

7) Maliyet / Fonksiyon Matrisi

Çizelge 2.15 Tükenmez kalem örneği için Maliyet Fonksiyon matrisi

Fonksiyon	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	Parçaların Maliyeti
Parçalar							
Alt gövde (1)	1	0,5	0,2	-	1,5	1,5	4,70
Halka (2)	1	-	-	1,5	-	-	2,50
Yay(3)	-	0,2	0,3	-	-	-	0,50
Tükenmez uç (4-5)	2	0,5	0,5	1	-	0,5	4,50
Ön mekanizma kilit parçası (6)	0,1	0,1	0,23	-	-	-	0,43
Basma düğmesi (7)	0,2	-	-	0,2	0,2	0,2	0,80
Basma düğme mekanizması (8)	1	-	-	0,15	-	-	1,15
Askısı (9)	1	1	1	-	-	-	3,00
Üst kapak (10)	1,7	1	1	1	-	-	4,70
FONKSİYON MALİYETİ	8	3,3	3,23	3,85	1,7	2,2	22,28

DEĞER

$$\text{Değer} = \frac{\text{Fayda}}{\text{Maliyet}}$$

$$(1.1) D = \frac{21}{8.0} = 2.625$$

$$(1.4) D = \frac{40}{3.85} = 10.4$$

$$(1.2) D = \frac{54}{3.3} = 16.36$$

$$(1.5) D = \frac{1.5}{1.7} = 0.88$$

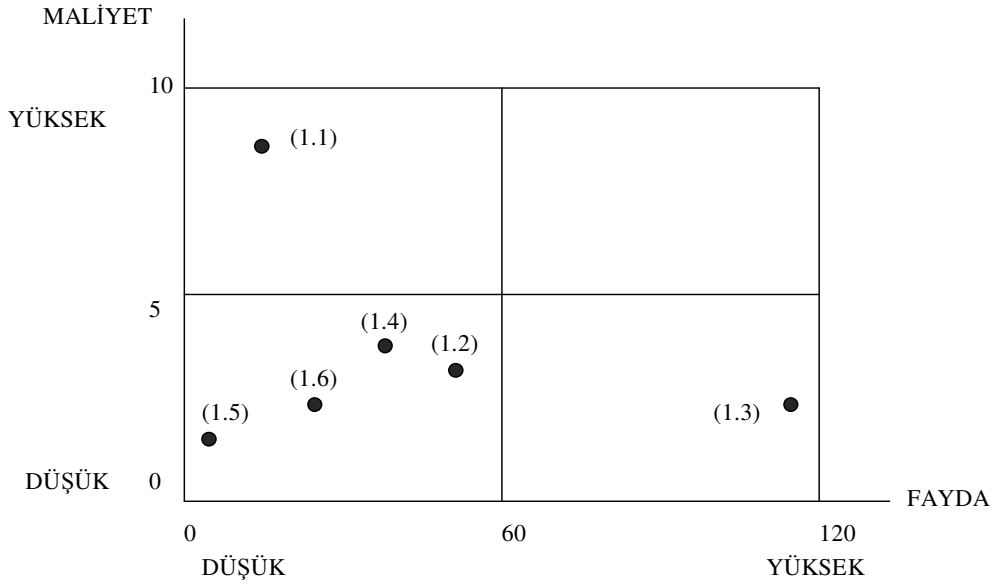
$$(1.3) D = \frac{117}{3.23} = 36.2$$

$$(1.6) D = \frac{29}{2.2} = 13.2$$

Değer fayda ve maliyetlerden hesaplandıktan sonra fayda maliyet gridi oluşturulmaktadır. Buna göre, Tükenmez kalemde bulunan ergonomik bir yapı fonksiyonu maliyet fayda gridine göre yüksek maliyeti ile sorunlu görülmektedir. Burada amaç bu fonksiyonun maliyetini düşürmek olmalıdır. Çünkü ilgili fonksiyonun faydası oldukça az olmaktadır. Bu arada (1,3) diye nitelendirdiğimiz mürekkep akışını düzenlemek fonksiyonu düşük maliyeti buna karşın yüksek faydası ile oldukça verimli görülmektedir.

8) Fayda / Maliyet Gridi:

Örneğimizde fonksiyonlar için bulmuş olduğumuz maliyet ve faydaya göre hazırlanmış gridi şekil 2.37’de görebilirsiniz.



Şekil 2.37 Tükenmez kalem örneği için fonksiyonların fayda maliyet gridi.

3. HACİM KALIPÇILIĞI

Günlük hayatımıza girmiş ve hayati önemi oldukça fazla olan parçaların büyük bir bölümü plastik maddelerden üretilmektedir. İmalatın amacı, hammadde halinde bulunan herhangi bir malzemeyi, belirli bir şekilde dönüştürmektir(Esentepeli, 1987). Başlı başına bir sanayi kuruluşunu oluşturan hacim kalıpcılığıyla plastik maddelerden, metallere ve çelik malzemelerden arzu edilen biçim ve boyutlarda pek çok parçaların üretimi yapılmaktadır. Bu parçalar mutfak eşyası, elektrik ve elektronik, otomotiv ve makine sanayisinde büyük bir boşluğu hızla doldurmaktadır(Kurt, 2002).

Hacim kalıpcılığıyla, kalıp boşluğunu değişik malzemelerden çeşitli metotlarla doldurmak suretiyle istenilen ölçü ve biçimlerdeki parçaların üretimi amaçlanmaktadır. Kalıplanacak parça boyutlarına uygun hacim (kalıplama) boşluğu bulunan ve herhangi bir kalıplama metoduyla parçanın üretimin sağlayan makine parçasına hacim kalıbı, kalıbın tasarımını, yapımını ve parçanın üretimini içeren meslek dalına hacim kalıpcılığı denir. Hacim kalıpcılığıyla seri üretim sağlanmakta, artık malzeme miktarı en az düzeye indirilmekte, işçilik ve parça maliyeti düşürülmekte. Hacim kalıpcılığı kalıplanacak malzeme ve kalıplama metotlarına sınıflandırılır, bunlardan Plastik Enjeksiyon kalıpcılığında hammadde olarak düşük sıcaklıkta eriyebilen çeşitli plastik malzemeler kullanılmaktadır(SME, 2004). Düşük sıcaklıkta eriyebilen plastiklerden mutfak eşyası, çocuk oyuncakları, elektrik ve elektronik, otomotiv sanayinde kullanılan pek çok parçalar plastik enjeksiyon kalıplarıyla üretilmektedir(Koerlsch, 1999).

Enjeksiyonla kalıplama işlemlerinde termoplastik malzemeler kullanılır. Termoplastikler yapı bakımından sıcaklık karşısında yumuşayıp akıcı hale gelirler ve soğutulduğu zaman sertleşmek sureti ile sadece fiziksel bir değişim gösterirler. Bu yüzden termoplastiklerin biçimlendirilmesinde enjeksiyonla kalıplama tercih edilir. Plastik enjeksiyon kalıpcılığı termoplastik ürünler elde edebilmek için en popüler üretim sürecidir(Yammada, 2005).

3.1 PLASTİK ENJEKSİYON KALIPÇILIĞI

Plastik Enjeksiyon kalıpçılığı günümüzde üretimin başlangıç safhasında yer alan sektör olarak bilinir. Otomotiv, Beyaz Eşya, Tekstil, Medikal Elektrik, Elektronik gibi bir çok sektörün merkezinde kalıpcılık ve özellikle plastik enjeksiyon kalıpçılığı yer almaktadır. Bugün otomotiv sektöründe ana sanayi firmaları, yeni bir model piyasaya sürecekleri zaman bu modelin her bir parçasını ayrı ayrı incelemek durumundadırlar. Her bir otomobilde yüzün üzerinde plastik parçanın bulunması yine hemen hemen aynı sayıda kalıbın olmasını mecburi kılar. Seri imalat yapılması gereken bu tür parçalar plastik enjeksiyon dışında başka bir kalıp türü veya metot ile elde edilmeye çalışılırsa hem zaman hem de maliyet açısından üretici firmaları ve dolayısı ile tüketicileri zor duruma sokar.

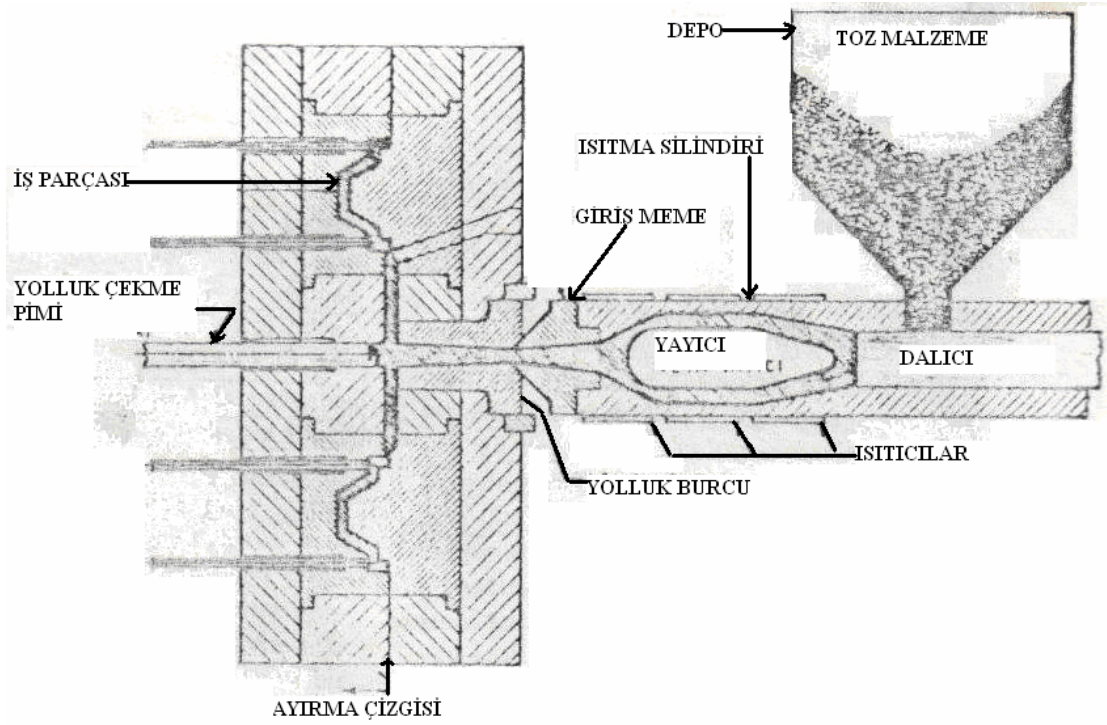
Plastik enjeksiyon kalıpçılığı ile ilgili açıklamaları bölümler halinde inceleyerek yapalım. İlerleyen bölümlerde, öncelikle Plastik Enjeksiyon kalıbının çalışma prensibi ve daha sonra plastik enjeksiyon kalıbının parçaları anlatılacak. Daha sonra ise plastik enjeksiyon kalıbı yapmak için ihtiyaç olan tezgah ve sistemleri içerir açıklayıcı bir bölüm yer almaktadır(SME, 2004).

3.2 PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI ÇALIŞMA PRENSİBİ

Enjeksiyonla kalıplama işlemi malzemenin ısıtılarak akıcı hale getirilmesi ve kapalı soğuk kalıba itilmesi, kalıp içinde soğumak suretiyle sertleşerek istenen biçimi alması prensibine dayanmaktadır(Esentepeli, 1987).

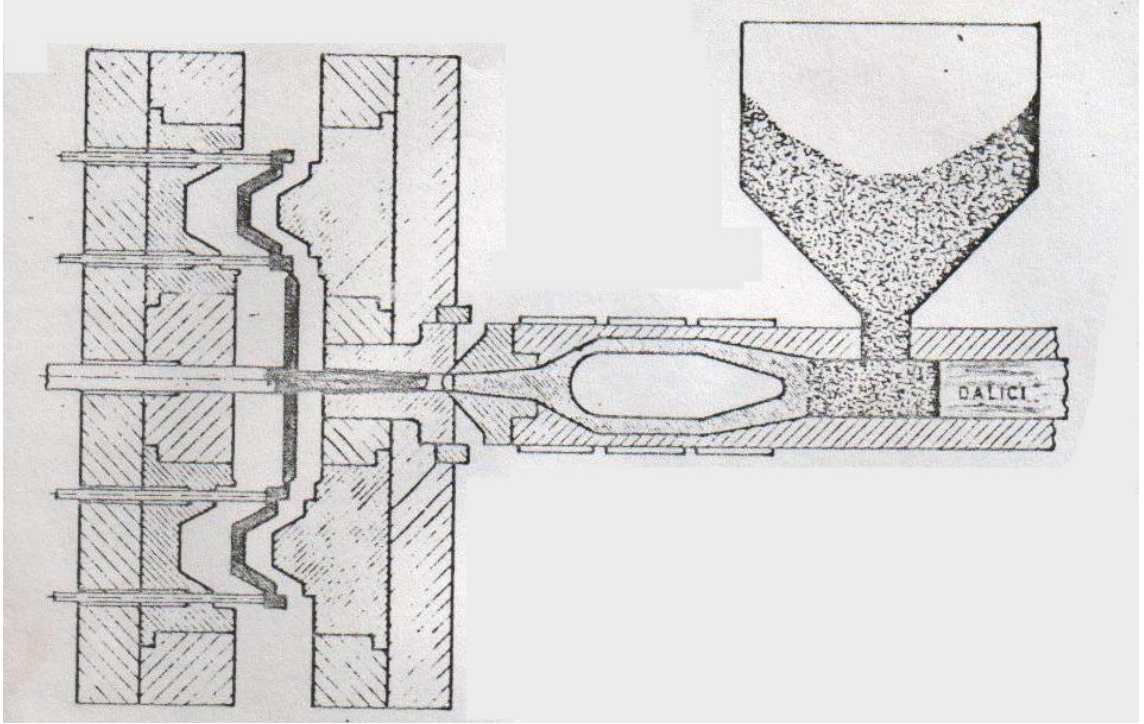
Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 enjeksiyonla kalıplamanın prensibini göstermektedir. Şekil 3.1 basit bir enjeksiyon kalıbının bir “atış” yapıldıktan sonraki durumunu kapalı olarak göstermektedir. “atış” terimi, parça, giriş dağıtıcı ve yolluklarda dâhil olmak üzere bir devrede kalıp içine gönderilen malzeme miktarı için kullanılacaktır. Malzeme; toz veya küçük parçacıklar halinde depoya konur. Depo, elektrikle ısınan bir silindir üzerindedir. Malzemenin her tarafına sıcaklık verilebilmesi için, silindir içinde malzemeyi cidarlara doğru sevk eden bir yayıcı (torpido) bulunur. Silindir içindeki ısınan malzeme yumuşar

ve koyu bir şurup haline gelir. Dalıcı bu malzemeyi memeden yolluğa oradan da kapalı durumdaki kalıbın sütun boşluklarına iter. Malzeme belirli bir soğukluktaki kalıp içinde soğur ve sertleşir(DCS, 2002).



Şekil 3.1: Enjeksiyonla Kalıplama (Kapalı Durum)

Enjeksiyon dalıcısı geri çekilir, kalıp ayırma çizgisinden açılır ve parça kalıptan çıkarılır. Kalıp açık iken, yolluk çıkarma pimi yolluğu burcundan dışarı çeker. Yolluk, meme ucunun küçük deliğindeki erimiş malzemedan şekil 3.2’de görüldüğü gibi koparak ayrılır. İş parçaları, dağıtıcılar, girişler ve yolluk bir ünite olarak kalıptan dışarı atılır. İş parçaları, yolluk ve dağıtıcılardan dar giriş kısımlarından koparılıp çıkarılır. Kalıp açık konumda ve enjeksiyon dalıcısı geri çekilmiş iken malzeme ısıtma silindirine gönderilir. Sonra kalıp kapatılır ve devre tekrarlanır. Şekil 1 ve şekil 2 basit tipte bir besleyici düzenini gösterir(DCS, 2002).



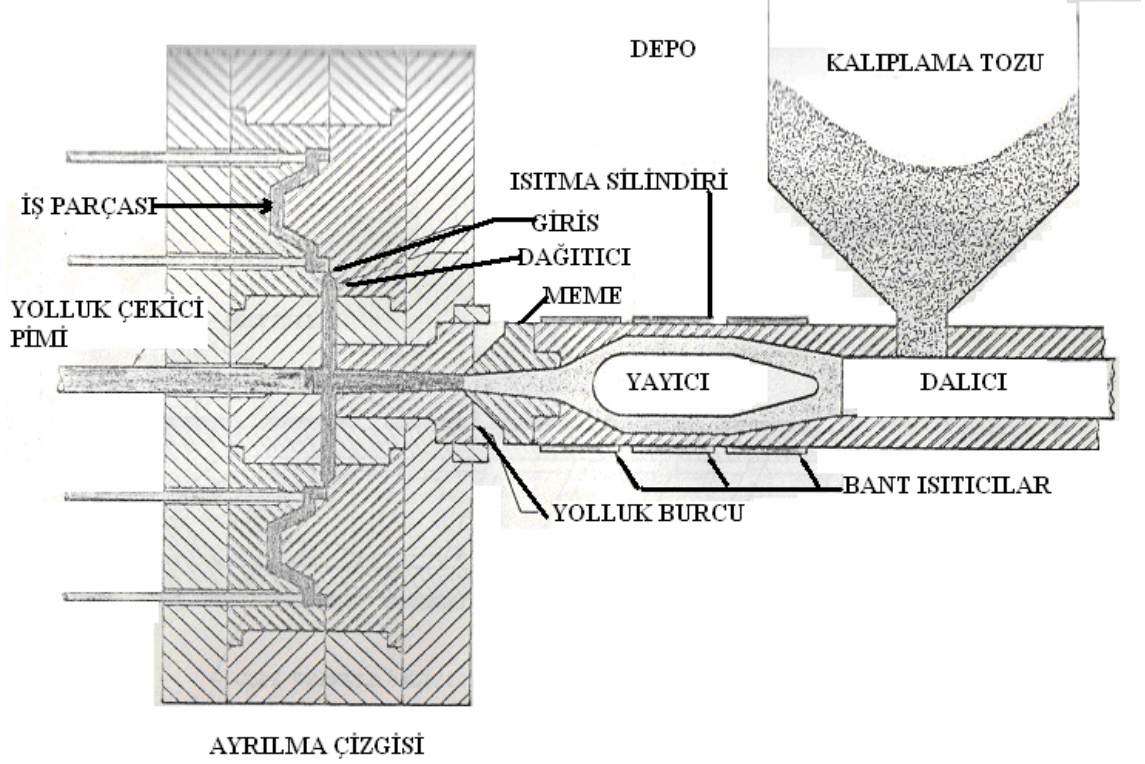
Şekil 3.2: Enjeksiyonla kalıplamadan sonra kalıbın açılmış durumu

Çok pratik ve etkili diğer malzeme besleme metotları ise hacimsel tartılı ve ön plastikleşmiş olarak ısıtma silindirine yapılan beslemelerdir.

Hemen hemen bütün enjeksiyon kalıpları yarı, yahut tam otomatiktirler. Bu husus iş parçasının ölçüsüne, kullanılmakta olan presin büyüklüğüne veya kalıpların tek veya çok iş parçası için yapılmış olmalarına bağlıdır. İş parçalarını, yolluk ve dağıtıcıları kalıptan dışarı çıkarmak için kalıbın önemli kısımlarından biri olan bir cins itici sistem kullanılır. Bütün enjeksiyon kalıpları, çeşitli parçalarına delinerek açılmış olan kanallardan su dolaştırılarak soğutulur.

Enjeksiyonla kalıplama, termoplastik malzemeler için geniş uygulama alanı olan çok etkin ve ekonomik metotlardan biridir. Bu metotla kalıplanan parçalar çok az veya hiç çapak yapmazlar böylece, zımparalama, eğeleme gibi ikinci bir işleme lüzum bırakmazlar. Termoset malzemelerin işlenmesine göre kıyaslanacak olunursa, kalıplama devresinin kısa oluşu nedeni ile çok seri üretim yapmak mümkün olur. Termoplastik malzemelerde artıklar, dağıtıcılar, yolluklar ve tamam çıkmayan iş parçaları atılmaz, bunlar tekrar kırılır ve tekrar kalıplanır(ECPFI, 1995).

Şekil 3.3'de enjeksiyon makinesinde kalıba plastiğin doldurulmasına ilişkin bir gösterim yer almaktadır.



Şekil 3.3 Enjeksiyon makinesinden kalıba hammadde yayılımı

Kalıplama tozu ile gösterilen yer aslında plastik hammaddeyi göstermektedir. Hammadde bant ısıtıcılardan geçerek yayıcı ve yolluk burcundan geçip enjeksiyon makinesinde bağlı olan kalıbın içine dolar tabi burada enjekte edilen hammaddenin ağırlığı basınç hız ve sıcaklık verileri makineye girilmesi gerekmektedir. Enjeksiyondan hemen sonra kalıp açılmaya başlar ve iticiler ile basılan plastik numune kalıptan düşer. Bütün Plastikler polimerdir. Bütün polimerlerde iki ana tipe ayrılırlar, Termoplastikler ve termosetler. Termoplastikler ısıtıldığı zaman erirler böylelikle anlıyoruz ki bu tür plastikler erir ve tekrardan kullanılabilirler. Termosetler ise ısıtıldığı zaman sertleşirler. Eğer ısıtılsa kimyasal olarak kırılır ve özelliklerini kaybederler. Bazı termosetler kauçuk ile aynı özelliktedirler ve sentetik kauçuk olarak kullanılırlar. Bunlar elastomer olarak kategorize edilirler. Aşağıda bazı genel plastikler ve onların kullanım alanı gösterilmiştir(Beaumont, 2004).

Termosetler; genel özelliği kalıcı, sert, sağlam, hafif olması, genel kullanım alanı ise otomotiv ve yapı malzemelerindedir. Örnek olarak polyesterler, epoksi ve reçineyi verebiliriz.

Elastomerlerin genel özelliği ise kauçuk özelliğinde olmasıdır. Medikal maskeler, eldivenlerde kullanılabilir. Poliüretan ve silikonlar örnek olarak verilebilir.

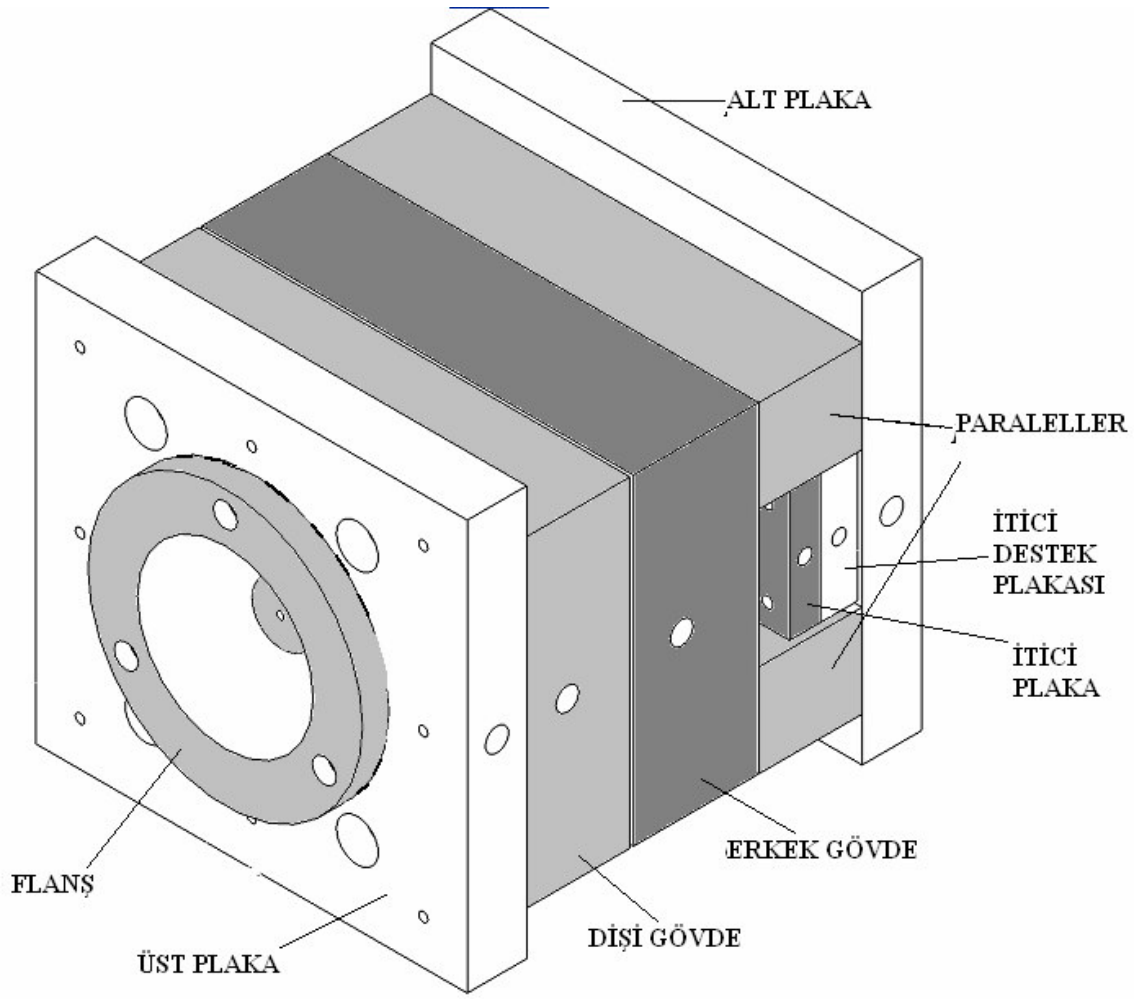
Termoplastiklerin ise genel özelliği düşük erime noktası, yumuşak ve esnek olmalarıdır. Otomotiv, beyaz eşya, tekstil, oyuncak gibi sektörlerde yoğun kullanılır. Belli başlı Elastomer türleri ise şu şekildedir; Polyethylen, Polypropylen, PVC, Polystyrene, Acrylic, Polyamide

Şimdi plastik enjeksiyon kalıbı parçalarını inceleyelim.

3.3 PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI PARÇALARI ve GÖREVLERİ

Plastik Enjeksiyon kalıpları birbirine bağlı olan ve her biri kendine ait belli fonksiyonları ihtiva eden parçalardan oluşmaktadırlar. Bu parçalar birbirlerine montaj esnasında birleştirilerek mekanik bir yapı oluştururlar. Bu yapıda her bir parçanın belli bir görevi olduğu gibi hepsinin ana fonksiyonu, uygun numuneyi enjeksiyon esnasında çıkarmaktır(Rees, 2004).

Aşağıdaki şekilde (şekil 3.4) bir plastik enjeksiyon kalıbının 3 boyutlu gösterimi ve dışarıdan görüldüğü kadarı ile parçaları gösterilmiştir. Şimdi bu parçaları ve kendilerine ait ana ve yardımcı fonksiyonlarını daha yakından inceleyelim



Şekil 3.4 Örnek bir plastik enjeksiyon kalıbı ve onun temel parçaları

3.3.1 ÜST TESPİT PLAKASI

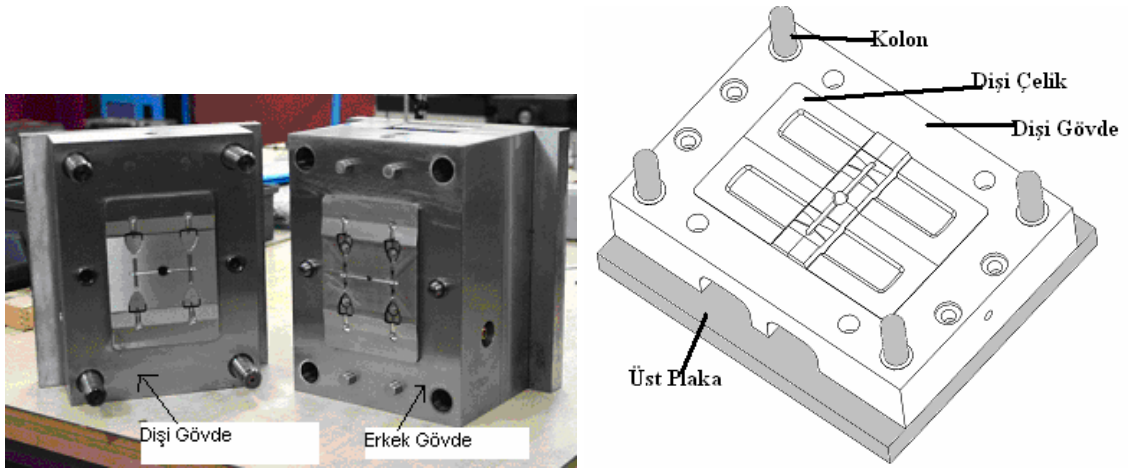
Üst Tespit plakası Plastik Enjeksiyon Kalıplarında kalıbın enjeksiyon makinesine bağlanması fonksiyonunu yerine getirir. Fonksiyonu bakımından enjeksiyon kalıbında olmazsa olmaz ekipmanlardan biridir. Bununla birlikte üzerinde flanşın yani merkezleme bileziğinin yuvası bulunur ve dolayısı ile plastiğin uygun akışına yardım eder. Genel olarak üretiminde imalat çeliği veya 1.1730 DIN kodlu plastik enjeksiyon kalıbı çeliği kullanılır.

3.3.2 FLANŞ (MERKEZLEME BİLEZİĞİ)

Flanş genel olarak bütün enjeksiyon kalıplarında bulunmakla birlikte fonksiyonu enjeksiyon makinesinin memesinin kalıbın tam merkez noktasına gelmesine yardımcı olmaktır. Flanşlar, yuvarlak malzemedan imal edilmiş olup genellikle kalıbın basılacak enjeksiyon makinesine bağlı olarak, $\varnothing 100$ veya $\varnothing 125$ olmaktadır. Üretiminde imalat çeliği veya 1.1730 DIN kodlu plastik enjeksiyon kalıbı çeliği kullanılır

3.3.3 DİŞİ GÖVDE PLAKASI

Dişi Gövde plakası kalıpta numunenin çıktığı dişi çelikleri tutmakla sorumlu plakadır. Kalıptaki önemi büyüktür. Şekil 3.5’de hem 3 boyutlu tasarımda, hem de gerçek kalıp üzerinde erkek ve dişi çelikler ve onları tutan gövde plakaları gösterilmiştir. Genellikle imalat çeliği veya 1.1730 DIN kodlu plastik enjeksiyon kalıbı çeliği kullanılarak üretilir.



Şekil 3.5: imal edilmiş bir kalıp ve bir kalıbın 3 boyutlu tasarımında dişi ve erkek gövdeler

3.3.4 ERKEK GÖVDE PLAKASI

Erkek Gövde plakası da numunenin çıkacağı erkek çelikleri tutan ve koruyan plakadır. Üzerinde enjeksiyon kalıbının belli bir dengede çalışmasına yardımcı olan kolon ve

konik kilitler bulunmaktadır. Bununla birlikte basılan plastik numunenin ittirilip düşürülmesine yarayan iticilerde erkek gövdenin içinde çalışır. İmalat esnasında imalat çeliği veya 1.1730 kodlu plastik enjeksiyon kalıbı çeliği kullanılan erkek gövde plakası enjeksiyon kalıplarında mutlaka olması gerekli bir parçadır.

3.3.5 PARALELLER (TAKOZLAR)

Paraleller genişlik olarak dar, yükseklik olarak numunenin boyutuna göre değişen bir yüksekliği bulunan plastik enjeksiyon kalıpları için olmazsa olmaz bir parçadır. Numune parçayı elde etmek için kullanılan iticilerin çalıştığı itici plakaların çalışma boşluğunu meydana getiren paraleller, kalıpta enjeksiyon basıncına karşı destek olan plakalardır. Diğer Hamil plakalarda olduğu gibi paralellerde de aynı çelik tipi kullanılmaktadır.

3.3.6 İTİCİ PLAKASI

İtici Plakası kalıpta numunenin ittirilip düşürülmesine yardımcı olan iticilerin bulunduğu ve çalıştığı plakalardır. İticilerin çapına göre açılan deliklerde yer alan iticiler, itici destek plakasının yardımı ile belli bir seviyeye kadar ilerleyip enjeksiyon makinesinin çektirmesi sayesinde eski haline dönerler bu sırada kalıp açılıp parça düşürülür. İtici plakaların imalatı esnasında imalat çeliği kullanılabilir.

3.3.7 İTİCİ DESTEK PLAKASI

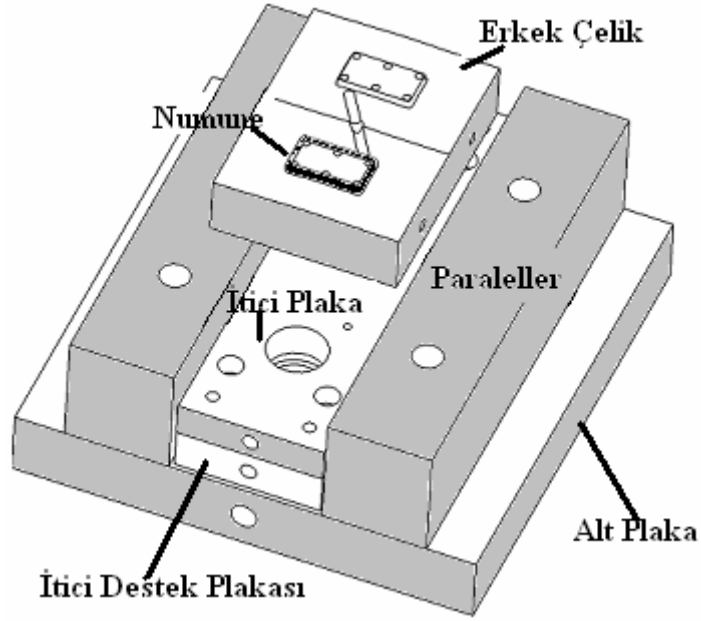
İtici Destek plakasının ana fonksiyonu iticilere ve iticilerin çalıştığı itici plakaya destek olmak ve kalıbın çalışma esnasında bunlarla birlikte hareket edip numunenin düşmesine yardımcı olmaktır. Malzemesi bütün hamil plakalarda olduğu gibi imalat çeliğidir.

3.3.8 ALT TESPİT PLAKASI

Enjeksiyon kalıbının makineye bağlanmasına yardım eden ve çalışan itici plakalara destek olan basınca karşı kalıbı koruyan plakadır. Genel olarak üst ve alt tespit plakaları en olarak diğer gövde plakalarına göre daha geniştir. Bunun sebebi, bu plakaların

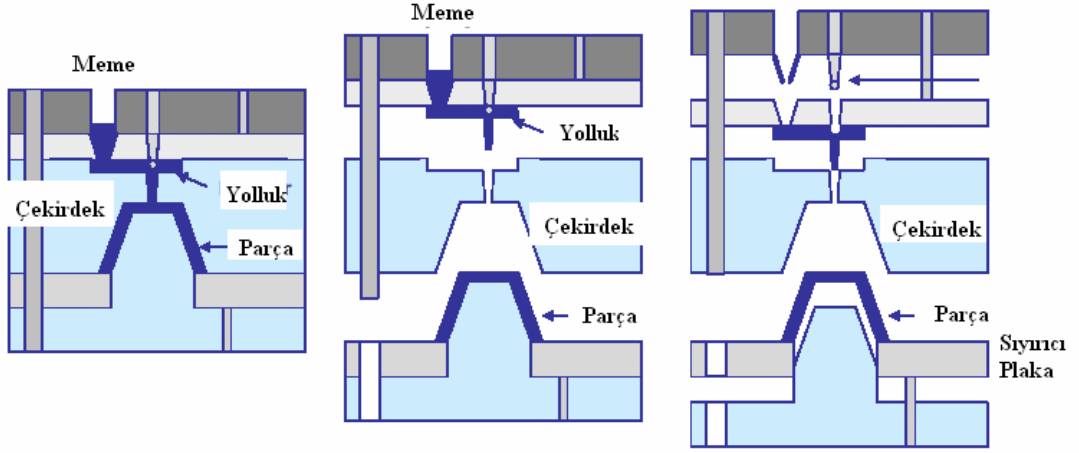
enjeksiyon makinesine pabuçlar ile bağlanmasındandır. Alt tespit plakasının tam altında $\text{Ø}40 \sim 80$ bir delik mevcuttur bu delikten kalıp enjeksiyon makinesinin iticisine bağlanır.

Aşağıdaki şekilde (şekil 3.6), örnek bir plastik enjeksiyon kalıbında Alt tespit plakası, itici Destek ve itici plakayı ve paralelleri görebilirsiniz.



Şekil 3.6: Örnek bir enjeksiyon kalıbında bulunan dişi çelik, itici plakalar ve paralellerin gösterimi

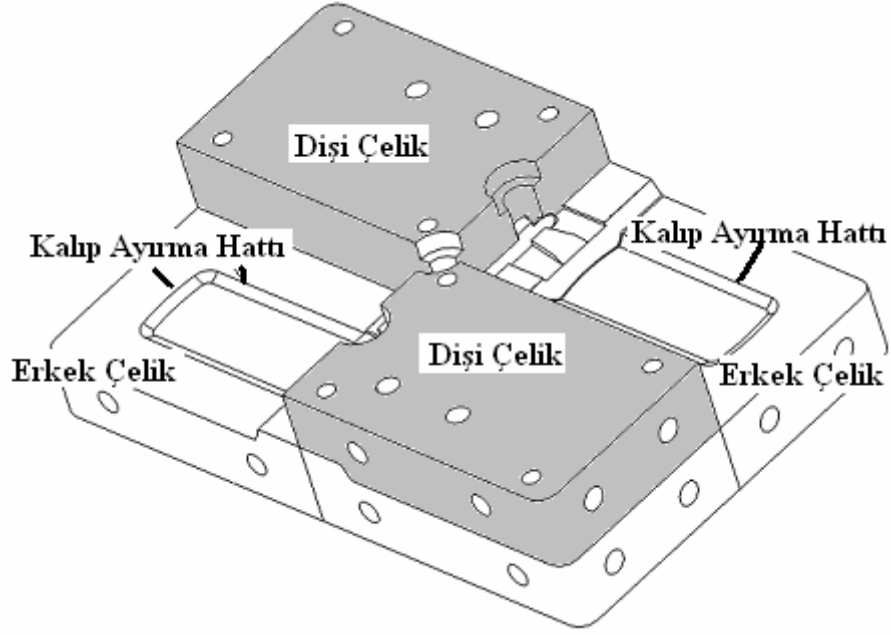
Şekil 3.6'daki enjeksiyon kalıbında dişi çelik üzerinde itici delikleri bulunmaktadır. Bu delikler sayesinde numune parça kalıptan itirilerek düşürülmekte genel prensip olarak ilk önce, enjeksiyon makinesine bağlanmış olan kalıpta alt plakanın ortasından itici desteği çalıştıran makinenin iticisi çalışır, daha sonra hareket eden itici destek plakası itici plakayı ve dolayısı ile iticileri hareket ettirir ve son olarak iticiler dolmuş olan numuneyi ittirip kalıptan düşürürler. Bazen iticiler ve itici plakalara destek olarak sıyırıcı plakalar (stripper plate) kullanılır. Aşağıdaki şekilde (Şekil 3.7) bununla ilgili bir örnek anlatılmıştır. Memeden (nozzle) gelen hammadde yolluktan (runner) geçerek çeliklere (cavity) gelmekte ve parça doldurulmakta. Kalıp açıldığı zaman sıyırıcı plakalar ve iticiler yardımı ile parça düşürülmektedir.



Şekil 3.7: Numunenin baskı sonrasında sıyrıcı plakalar ve iticilerle düşürülmesini gösteren bir örnek

3.3.9 DİŞİ VE ERKEK ÇELİK

Dişi ve Erkek Çelik plastik numunenin çıktığı çeliklerdir. Dişi çelik dişi gövde plakasında Erkek çelik ise erkek gövde plakasında yer alır. Her plastik numunede bir kalıp ayırım hattı mevcuttur, bu kalıp ayırım hattından yukarısı dişi çelikten aşağısı erkek çelikten çıkar. Bu çelikler genel olarak plastik kalıp çeliği olan 1.2738 veya 1.2312 çeliklerinden imal edilir. Eğer enjeksiyon kalıbından yüksek adetlerde üretim talep edilirse çeliklerin 1.2344 veya 1.2083 DIN Kodlu sıcak iş çeliklerinden imal edilmesi söz konusudur. Bu durumda çeliklerin ısıtma işlemi görüp yüksek sertliğe 49-50 HRC ulaşması gerekmektedir. Şekilde (Şekil 3.8) Dişi ve erkek çeliklerin gösterimi bulunmaktadır. Numunedeki kalıp ayırım hattı ve erkek ve dişi çeliklerin nasıl kapandığına dikkat ediniz.



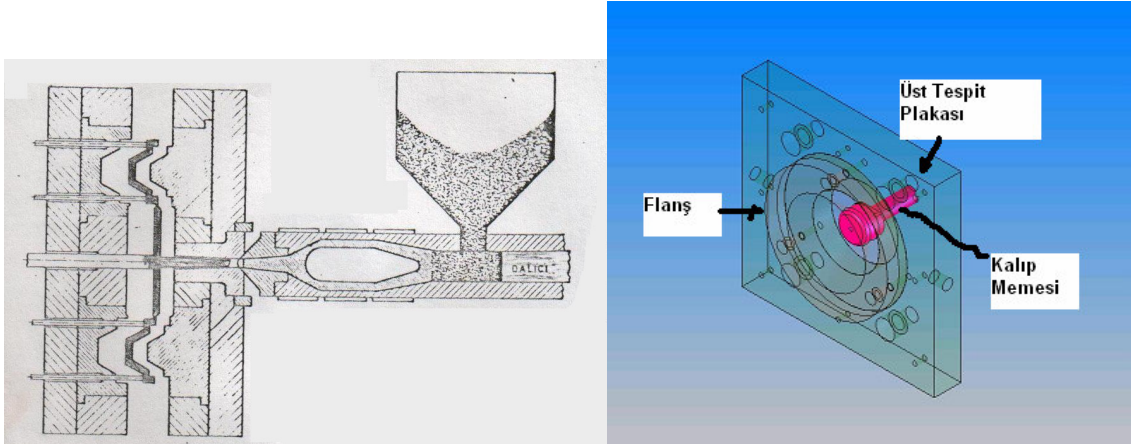
Şekil 3.8: Dişi ve erkek çelik ve numuneye ait kalıp ayırma hattı

3.3.10 KALIP EKİPMANLARI

Kalıp sadece görüldüğü üzere çelikten ibaret değildir. Bununla birlikte bir enjeksiyon kalıbının sağlıklı ve güvenli çalışması için olmazsa olmaz hırdavatlar (ekipmanlar) bulunması gerekmektedir. Bu ekipmanlar kalıbın içinde bulunup her biri kendine ait birer fonksiyon içermektedir. Sözü ettiğimiz ekipmanları aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür. Bunların çoğu bir plastik enjeksiyon kalıbında olmazsa olmaz gerekli ekipmanlardır. Bazıları ise her kalıp için mecburi değil ama fonksiyon bakımından baktığımızda enjeksiyon kalıbının ömrü ve düzgün çalışması için olması faydalıdır. Bunlar, Kalıp memesi, İticiler, Konik veya paralel kilitler, su rekorları, cıvatalar, kolonlar ve burçlar olmaktadır. Şimdi bunları sırası ile inceleyelim.

3.3.10.1 KALIP MEMESİ

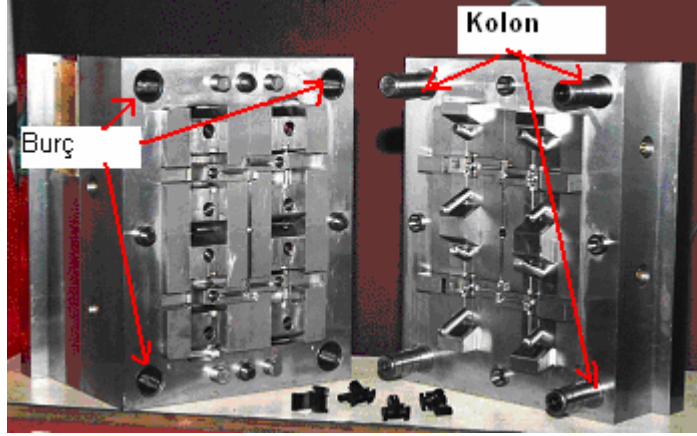
Kalıp memesi enjeksiyon kalıbında makine tarafından enjekte edilen hammaddenin kalıbın içinden geçerek çeliklerde form tutmasına yarayan önemli bir kalıp ekipmanıdır. Enjeksiyon memesinden geçen hammadde şekilde (şekil 3.9) görüldüğü gibi kalıp memesinden geçerek çeliğin içine yayılmaktadır.



Şekil 3.9: enjeksiyon kalıbı kalıp memesi

3.3.10.2 KOLON – BURÇ

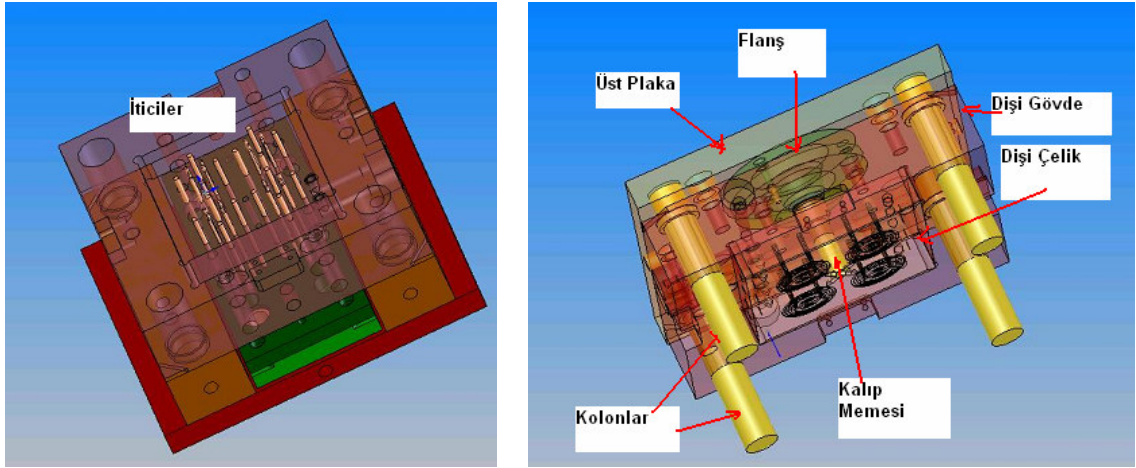
Enjeksiyon kalıplarında olmazsa olmaz ekipmanların başında gelir enjeksiyon makinesinde kalıbın dişi ve erkek tarafının açılıp kapanmasında, birbirlerine yataklama yaparak kalıbın düzgün bir eksen etrafında çalışmasını sağlar. Kolonlar genel olarak dişi gövdede burç ise erkek gövdede yer alır. Kolonların erkek gövdede, burçların ise dişi gövdede yer alması durumu da mevcuttur. Şekil 3.10'da kolon ve burçların imali yapılmış bir kalıp üzerinde gösterimi yer almaktadır.



Şekil 3.10: Örnek bir enjeksiyon kalıbı ve bundaki kolon ve burçlar

3.3.10.3 İTİCİLER

İticiler muhakkak her kalıpta olması gerekmekte, çünkü plastik numunenin kalıp açıldıktan sonra düşmesinin başka bir şekilde olması mümkün değildir. İticilerin kalıbın itici destek plakasına konulup itici plakanın ve erkek gövdenin içinden geçip erkek çeliğin üzerindeki numuneyi itirme fonksiyonu bulunmaktadır.



Şekil 3.11: Kalıbın, erkek tarafı ve iticilerin gösterimi, kalıbın dişi tarafı ve kalıp elemanlarının gösterimi

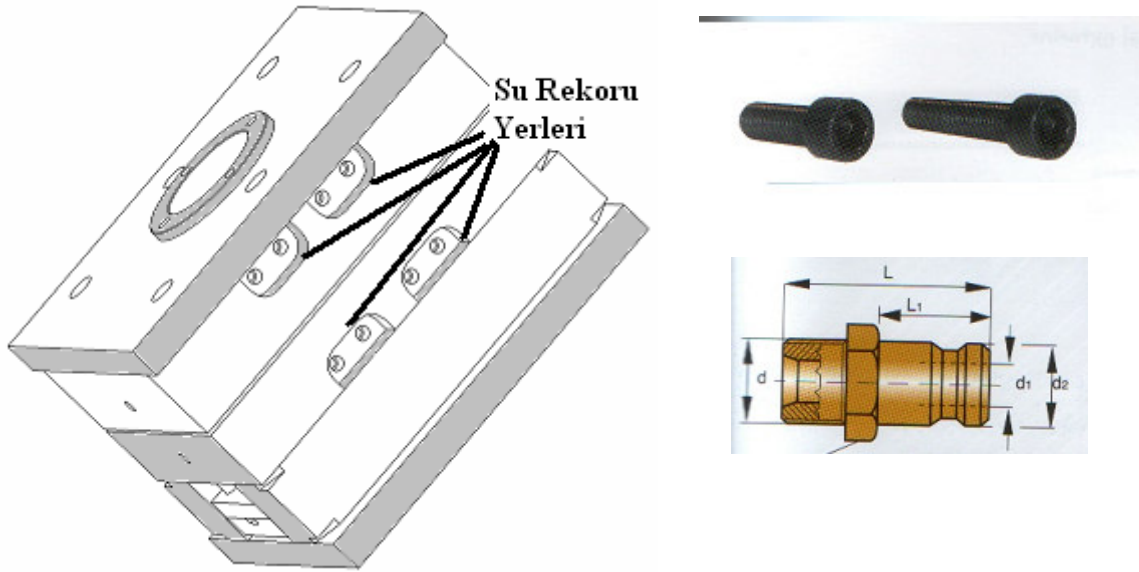
3.3.10.4 CİVATALAR

Her plastik enjeksiyon kalıbında mevcut olan civatalar, kalıbın çeliklerinin birbirlerine bağlanmasına yardım eder ve kalıbın sağlam durmasına destek sağlar. Genel olarak

piyasada bulunan imbus cıvata olarak adlandırılan cıvatalar demir malzemeden elde edilir.

3.3.10.5 SU REKORLARI

Plastik enjeksiyon kalıpları aşağı yukarı 10~15 baskıdan sonra ısınmaya başlar özellikle erkek ve dişi çelik basılan plastik hammaddeye göre çok fazla ısınır bu ise plastik numunede ölçüsel veya formsal değişikliklere sebebiyet verir. Kalıpta meydana gelen bu riske karşın üreticiler her kalıpta çeliklerin içinden geçen su yollukları yapmışlardır. Bu su yolluklarının enjeksiyon makinesinin su hortumlarına bağlanması için su rekorlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Şekilde hem kalıpta su rekorlarının nereye bağlandığını gösterir figür, su rekoru ve bununla birlikte kalıpta kullanılan cıvata gösterilmektedir.

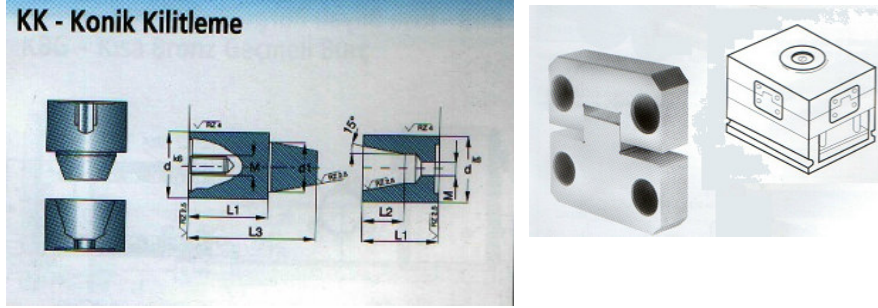


Şekil 3.12: Kalıptaki su rekoru yerlerinin gösterimi, örnek cıvata ve rekor.

3.3.10.6 KONİK KİLİTLER VEYA PARALEL KİLİTLER

Konik kilitler veya paralel kilitler her plastik enjeksiyon kalıbı için mecburi ekipmanlar değildir yalnız kullanıldığı takdirde faydası da oldukça fazladır. Plastik enjeksiyon

kalıplarında dişi ve erkek gövdelere konulan bu kilitlemelerin asıl fonksiyonu kalıplarda kapanma ve açılma durumunda birbirlerine yataklama yaparak kalıbın aynı eksen etrafında çalışmasına yardım eder. Kalıpta dengeyi sağladığı için numunenin ölçüsel doğruluğunda çıkmasına destek sağlar.



Şekil 3.13: Konik kilitleme ve paralel kilit

Şekilde konik kilitleme ve paralel kilitler gösterilmiştir. Bu iki kilit tipide kalıpta gövde bölümlerine yerleştirilir ve sabitleme görevini üstlenirler. Her ne kadar konik kilitleme ve paralel kilitler kalıpta aynı fonksiyonu yerine getirse de değer analizi yapıldığı takdirde aralarında maliyet açısından fark görülebilir bu fark dördüncü bölümde, değer analizi uygulamalarında incelenebilir.

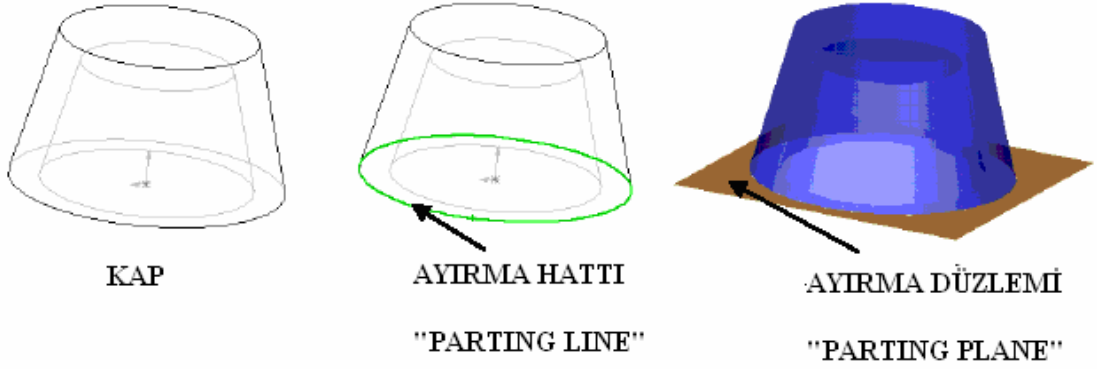
3.4 PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI İMALAT SAFHALARI

Plastik enjeksiyon kalıpları imalatı yapılırken belli bir süreç içerisinde akış gerçekleştirilir şimdi bu süreci oluşturan öğeleri inceleyelim.

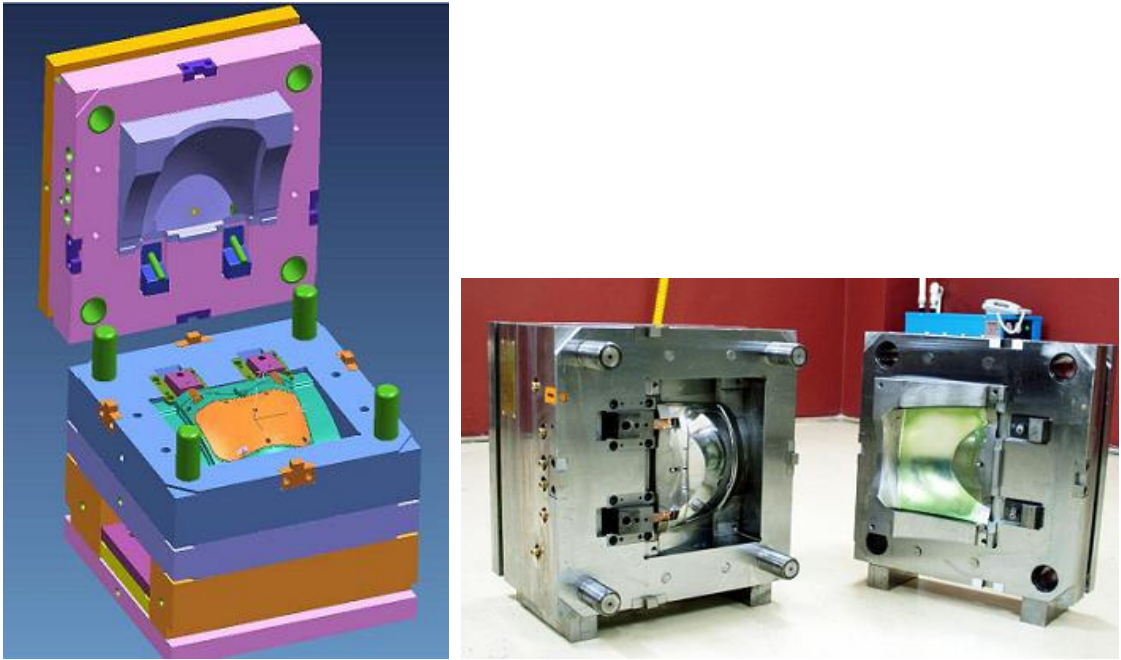
3.4.1 TASARIM

Plastik enjeksiyon kalıpları imalatı öncelikle tasarım safhasından başlar. Öncelikle enjeksiyon kalıbı yapılacak olan plastik parçanın Üç boyutlu tasarımı elde edilmesi gerekir, eğer yoksa elde olan verilere göre 2 boyut tasarım veya numune objeye göre 3 boyutlu parça tasarımı elde edilir. Parça tasarımı bittikten sonra kalıp tasarımına geçilir. Kalıp tasarımında parçanın kalıptan nasıl çıkacağı, kalıp ayırım hattı, enjeksiyon noktası,

iticilerin nasıl çalıştığı, soğutmasının nasıl olacağı, kalıp ebatlarının ne ölçüde olacağı tasarlanır bu işleme CAD (Computer Aided Design) “Bilgisayar Destekli Tasarım” denir. İlk şekilde (şekil 3.14) bir parça tasarlanırken ayırma hattının belirlenmesi ile ilgili gösterim vardır(Menges, 2001). Sonrakinde ise (Şekil 3.15), bir Enjeksiyon kalıbının 3 Boyutlu tasarımı ve buna ait gerçek modeli aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 3.14: Kalıp tasarlanırken bir ayırma hattına ihtiyaç duyulmaktadır. Örnek bir ayırma hattı



Şekil 3.15: Örnek bir enjeksiyon kalıbının tasarımı ve imalatından sonraki hali

Tasarım esnasında kalıbın nasıl yapılacağı hemen hemen kesinlik kazanır. Zaten imalata geçmeden önce kalıbın nasıl şekilleneceği tasarımda meydana gelir. Her bir enjeksiyon kalıbında değişik türde hammaddeler kullanılabilir. Bu hammaddelerin çekme payı

(shrinkage ratio) farklıdır. Örneğin, PC (Polycarbonat) hammadde için çekme payı %0,6 iken POM malzeme için %2 gibi yüksek bir değerdir. Yine, cam elyaf katkısı gibi katkılarda hammaddenin çekme oranını değiştirir. Bu çekme payı tasarım esnasında numuneye verilir ve ona göre erkek ve dişi çelik oluşturulur. Çekme payının verilmesi ölçümsel doğruluk için oldukça önemlidir(Rees, 2004).

3.4.2 ENJEKSİYON KALIBI İMALATI

Uygun bir tasarım elde edildikten sonra enjeksiyon kalıbının imalatına geçilir. Enjeksiyon kalıbı bir önceki bölümde anlatıldığı üzere birçok parçadan oluşur. Öncelikle kalıpta çeliklerin imalatına geçilir, bu çeliklerin imalatı için çeşitli tezgâhlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tezgâhları şu şekilde açıklamak mümkündür.

Konvansiyonel Freze:

Konvansiyonel freze enjeksiyon kalıpları yapan işletmelerde olması gerekli tezgahların başında yer alır. Bu tür frezelerde çeliklerin temiz ölçüsüne getirilmesi işlemi yani yüzey temizleme, delik açma, su yollukları açma, puntalama, havşa açma gibi işlemler yapılabilmektedir. Ama asıl fonksiyon bütün kalıpcı makinelerinde olduğu gibi talaş kaldırmadır.

Satın Taşlama:

Satın taşlama tezgâhları yine her kalıpcıda olması mecburi tezgâhlardandır. Taşlama tezgâhi sayesinde çeliklerdeki frezelenmiş yüzeyi $\pm 0,01$ ölçüsünde taşıyıp gönyesine getirmek mümkündür. Ana fonksiyonu da zaten budur.

CNC Freze:

CNC Freze tezgâhları da imalatçılarda olması gerekli tezgâhlardandır. CAM (Computer Aided Manufacturing) programları yapılarak çeliklere form vermek mümkündür. Sadece CAM programı ile düzgün takım kullanılarak plastik enjeksiyon kalıplarının

eliklerinin birçok işlemi yapılmış olunur. Konvansiyonel frezede yapılan bütün işçilikler CAM programı yapılarak CNC Freze tezgâhlarında yapıla bilinir. Delik delme, havuz boşaltma, bara yapmak, su yollukları açmak, çeliklerde form vermek, çeliği tasarımıdaki şekline getirmek CNC Freze tezgâhları ile mümkündür. şekil 3.16'da bir cnc freze tezghı ve bir parçanın CNC'de nasıl işlendiğini gösterir program (CAM) ıktısı yer almaktadır.



şekil: 3.16: CNC Freze Tezghı ve 3 Boyutlu parça işlemesi.

EDM (Dalma Erozyon)

CNC Freze tezgâhları ile her zaman "0" lde sonuç almak mümkün değildir. Bazen CNC Frezede takımın elik içerisinde giremeyeceği yerler olmaktadır. İşte bu durumlarda elik için uygun elektrotlar tasarlanıp takım ile girilemeyen yerlere elektrot ile Dalma Erozyon tezgâhlarında girilir ve elik ölçüye getirilir. Elektrotlar bakır veya grafit olabilir. Elektrotların aşınmasına göre aynı yere hem kaba hem de ince elektrot yapılabilir. şekil 3.17'de Dalma erezyonda kullanılacak Cnc Frezede işlenen grafit elektrot örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 3.17: Dalma erezyonda kullanılacak elektrot örnekleri.

Matkap:

Çeliklerin su yolluklarının açılmasında kullanılan bu tür matkaplar kalıpcılık işi için oldukça gereklidir. Aynı fonksiyonu konvansiyonel freze yapabilmektedir. Ancak zaman ve maliyet açısından bu tür işlemlerin matkap ile yapılması daha uygundur. Hem böylelikle konumuz olan değer analizinin de gereği olan maliyet düşürme sağlanır.

Torna:

Plastik Enjeksiyon kalıplarında yuvarlak malzemelerde yapılması gereken talaş kaldırma operasyonları Torna tezgâhlarında yapılmaktadır. Örneğin bütün flanşlar “merkezleme bilezikleri” tornada yapılır.



Şekil 3.18 Matkap ve Torna

Tel Erozyon:

Kalıpcılık sektörü adına 15 yıl kadar az bir mazisi olan bu tezgâhlar, üzerinde çalışan pirinç bir tel ile belli bir akım sayesinde çeliği kesme fonksiyonunu ihtiva eder. Tel akım sayesinde sürtünme ile çeliği istenen formda keser. Özellikle geçme lokma çelik yapılarak üretilen enjeksiyon kalıplarında tel erozyon tezgahları ihtiyaç duyulmaktadır.

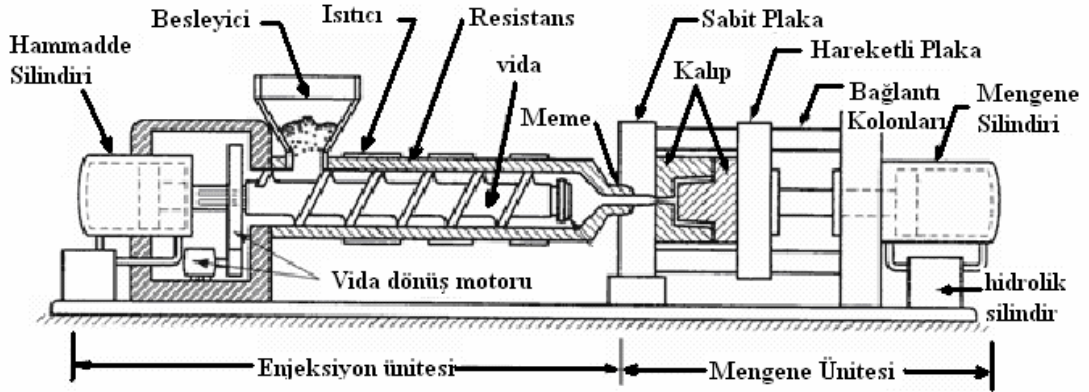
Yukarıda belirtilen tezgahlar sayesinde plastik enjeksiyon kalıbının çelikleri imal edilir. Bundan sonraki safhada ise montaja geçilmiş olunur. Tasarıma uygun olarak yapılan çelikler ile tedarikçilerden alınan diğer ekipmanların (kalıp memesi, iticiler, kolon, burç, civata, su rekorları) yine tasarım doğrultusunda montajı yapılır.

3.4.3 ENJEKSİYON KALIBI ÜRETİMİ

Montajı yani toplanması yapılmış olan plastik enjeksiyon kalıbının üretimi için plastik enjeksiyon makinelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Plastik enjeksiyon makineleri, 20 tondan 5000 tona kadar çeşitlilik göstermektedir. Yapılan enjeksiyon kalıbının büyüklüğü basılacak numunenin ağırlığı enjeksiyon makinesinin tonajını belirler. Bugün otomotiv ve beyaz eşya sektöründe 20 ~50 ton makinede basılan ufak kalıplar olduğu gibi 5000 tona kadar makinelerde basılan büyük kalıplarda mevcuttur. Tabii büyük kalıpların imalatı için o büyüklükte çelikleri işleme özelliğine sahip CNC Frezeleri, Tel erozyonları, Dalma Erozyonları olan işletmeler bulunmalıdır.

Enjeksiyon kalıbının üretimi için kalıp enjeksiyon makinesine bağlanır. Bu durumda öncelikle kalıbın üst ve alt tespit plakaları makinenin mengenerine takozlar yardımı ile bağlanır. Ardından enjeksiyon makinesinin meme boşluğuna kalıbın flanşı oturtturulur. Bu sayede enjeksiyon makinesinin memesinden kalıbın memesine malzeme transferi gerçekleşmiş olur. Enjeksiyon makinesinden kalıba kalıp kapalı iken, kalıp memesi tarafından iletilen hammadde dişi ve erkek çelik arasında form alarak sıkışır ve orada soğur. Kalıp açılması ile birlikte enjeksiyon makinesi kalıbın itici plakalarını ittirmeye başlar ve daha sonra itici plakaları ile birlikte iticiler hareket eder ve basılan plastik

numuneyi ittirir. Plastik numune düştükten hemen sonra kalıp tekrardan kapanır ve çevrim tekrarlanır. Bu tekrarlanan sürecin toplam süresine çevrim zamanı denmektedir. Şekil 3.19’da görüldüğü üzere kalıp mengene (Clamp) plakaları arasında durmakta ve enjeksiyon makinesinin memesinden (Nozzle) kalıbın memesine ve dolayısı ile çekirdeklere hammadde akışı sağlanmakta(Rees, 2002).

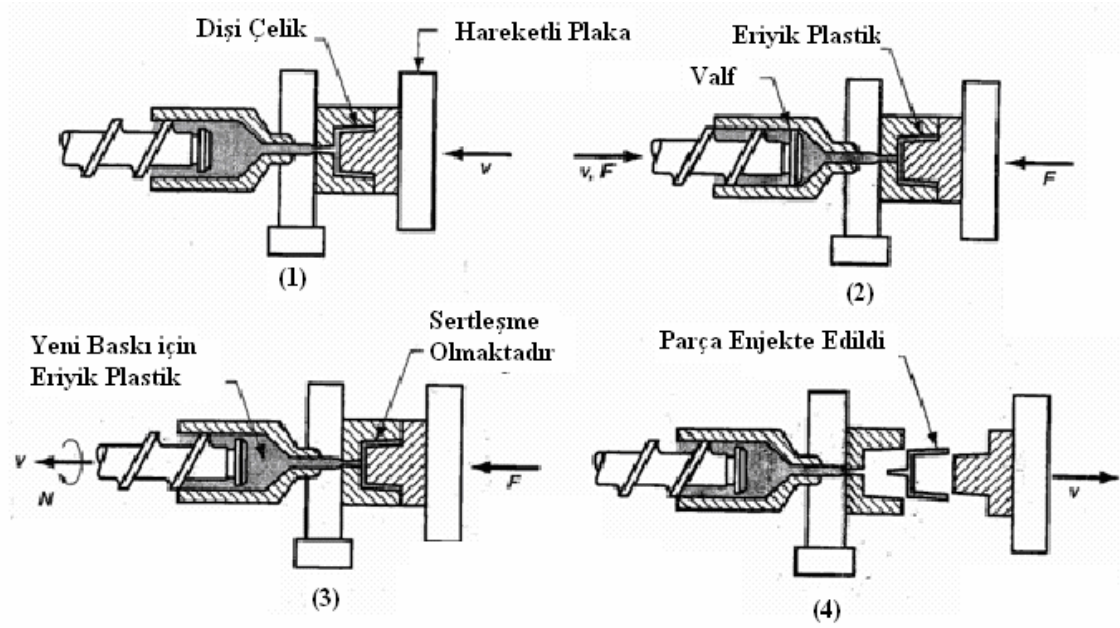


Şekil 3.19: Plastik Enjeksiyon Makinesinin gösterimi

Uygun plastik numune alabilmek için enjeksiyon makinesinin belli ayarları ile oynamak gereklidir. Bunlar arasında hammadde akış hızı (genel olarak 4 bölgede belirlenir enjeksiyon makinesinde V1, V2, V3, V4 olarak gösterilir.), hammadde basıncı, meme sıcaklığı, hammadde sıcaklığı, mal alma süresi, geri emiş süresi, soğuma süresi gibi parametreler yer almaktadır. Şekilde (3.20) Örnek Enjeksiyon makineleri gösterilmektedir.



Şekil3.20: Örnek Enjeksiyon Makinaları



Şekil 3.21 Dört ayrı kademedeki enjeksiyon makinesinin hareketi.

Üst tarafta anlatıldığı üzere, enjeksiyon makinesinde çalışmakta olan kalıbın dört safhada gerçekleştirdiği ilerlemeyi şekilde (3.21) görebiliriz. Birinci kademedeki enjeksiyon makinesi memesinden gözlere, çeliklere (cavity) mal dolmakta bu sırada hareketli olan Mengene plakası sıkıştırmaya başlıyor. 2. kademedeki hammaddenin eriyik halde görülmesi bu sırada enjeksiyon makinesi plakalardan kuvvet uygulamaktadır, üçüncü kademedeki eriyik halindeki hammadde çeliklerde soğumakta bu sırada enjeksiyon memesinin ucuna diğer baskı için yeni hammadde eriyiği gelmektedir ve son kademedeki ise hareket halindeki plaka açılmakta ve basılan numune parça iticiler sayesinde düşmektedir. Bu çevrim tekrardan birinci kademedeki başlayıp devam etmektedir(Rees, 2002).

Bölüm 3 de plastik enjeksiyon kalıpları ile ilgili genel özelliklerini anlatır bir çalışma sunulmuştur. Daha önceki bölümde “bölüm 2” anlatmış olduğumuz asıl konumuz olan Değer Analizinin plastik enjeksiyon kalıplarında uygulanması ile ilgili örnekler bir sonraki bölümde sunulmuştur.

4. PLASTİK ENJEKSİYON KALIPÇILIĞINA DAİR DEĞER ANALİZİ ÖRNEKLERİ

4.1 Örnek 1

Plastik Enjeksiyon Kalıpçılığına dair vereceğimiz ilk örneğimizde Bu sektörde faaliyet gösteren bir firmanın Arçelik A.Ş. Firmasına yapmış olduğu Plastik Enjeksiyon kalıbına ait bir çalışma yer almaktadır.

Arçelik A.Ş. Tarafından Elma Plastik Ltd. Şti Firmasına yaptırılması Düşünülen Ayarlı Ayak Tapası kalıbı 15.500.000.000 TL fiyata bu firmaya yaptırılmıştır. Örneğimizde, bu plastik enjeksiyon kalıbı için bir değer analizi yapmış bulunmaktayız ek sayfalarda bu analiz dışında Üretici firmanın ana firmaya göndermiş olduğu teklif ve Ana firmanın Üretici firmaya göndermiş olduğu sözleşme ve enjeksiyon kalıbı bilgilerini içerir yazılar mevcuttur.

02.04.2004 tarihi itibari ile Kalıpçı firmaya gönderilen fiyatlandırma teklifi ekte mevcuttur. Bu fiyatlandırma teklifi ile birlikte firmaya 3 Boyutlu Cad Datası da gönderilmiş bulunmaktadır.

Fiyatlandırma teklifinde Plastik Enjeksiyon kalıbının kaç gözlü yapılması istendiği, yıllık üretim adedinin ve hammaddesinin ne olacağı, yolluk girişinin ve soğutmanın nasıl yapılacağına dair bilgiler verilmektedir. Fiyatlandırma teklifi dışında ileriki sayfalarda Üretici firma tarafından gönderilen kalıp tekliflendirmesi ve iki firmanın karşılıklı anlaştığı fiyat üzerinden yapılan sözleşmeler bulunmaktadır.



KALIP TEKLİF İSTEME FORMU MOULD QUOTATION REQUEST FORM

FORM No

FİRMA İLE İLGİLİ BİLGİLER (Information about the firm)

Görüşülen firma (Contact firm) :
 Tel (Phone) :
 Görüşülen şahıs (Contact person) :
 Görüşmeyi yapan (Representative) : Ahmet BATU

PLASTİK PARÇA İLE İLGİLİ BİLGİLER (Plastic Part Info)

Parça tanımı (ID of the part) : Ayarlı ayak tapası
 Parça kod no (Code no) : -
 Üretim Adedi (Annual production) : 200000 ad/yıl
 Pls. hammadde (Pls raw-material) : HDPE
 Renk (Colour) : Naturel
 Çekme oranı (Shrink ratio) : Kalıpcı tarafından belirlenecek
 Yüzey Deseni (Texture) : -
 SPI No : SPI A-2
 Mold Tech. No :
 EDM No :

ETÜD (Study)

	Müşteri (Customer)	İmalatçı (Manufacturer)
Bilgiyi sağlayacak taraf (Sup. of info) :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teknik resim (Tech. Drawing) :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plastik prototip (Plastic sample) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CAD DATA

İges :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Solid :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Surface :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pls. Model (Streolithography) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kroki (Draft) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KALIP TİPİ (Type of the mould)

Standard :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Split Mold :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Side Slide (Core) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Side Slide (Cavity) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jiggle :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sıcak yolluklu (Hot runner) :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Plate :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kalıp Göz adedi (Num.of cavi.) : 1 x 4

KALIP ÇALIŞMASI (Operation of the mould)

Robot ile alınacak (With robot) :
 Parça el ile alınacak (Manuel) :
 Otomatik (Automatic) :

KALIP ÇELİKLERİ (Mould steels)

	Çelik (1) (Steel qt.)	Sertlik (Hardness)	Yüzey kal.(Surface Qu) SPI, Mold Tec, EDM No
Kal. plakaları (Mould plates)	1,1730	32-35 HRC	
Çekirdekler (Core/Cavity)	1,2738	33-35 HRC	SPI-A2
Çekirdek lokma. Core/Cav. Insert	1,2738	48-52 HRC	
Maça taşıyıcılar (Slide carriers)			
Maça lokmaları (Slide insert)			
Aşınma plakaları (Wear plates)			

YOLLUK GİRİŞ TİPİ (Gate type)

Soğuk yolluk (Cold runner)

		Göz Giriş Ad.
Kenar yolluk (edge gate)	<input checked="" type="checkbox"/>	X 1
Fan yolluk (fan gate)	<input type="checkbox"/>	X
Film yolluk (film gate)	<input type="checkbox"/>	X
Diyafram yolluk (Diaphragm gate)	<input type="checkbox"/>	X
Halka yolluk (Ring gate)	<input type="checkbox"/>	X
Dalgıç yolluk (Submarine gate)	<input type="checkbox"/>	Parçadan
Dalgıç yolluk (Submarine gate)	<input type="checkbox"/>	İtici
Dalgıç yolluk (Submarine gate)	<input type="checkbox"/>	Pimden
Muz yolluk (Banana gate)	<input type="checkbox"/>	Parçadan
Muz yolluk (Banana gate)	<input type="checkbox"/>	Pimden
Muz yolluk (Banana gate)	<input type="checkbox"/>	İtici
Diğer (Others) :		

Sıcak yolluk (Hot runner)

Sıcak meme (Hot sprue / Hot nozzle)
 (Valve gate) :
 Manifold + Hot nozzle :
 Manifold + Valve gate :
 Cool one system :

İTİCİ TİPİ (Type of ejector)

İtici pim (Ejector pin)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yaprak İtici (Blade ejector)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Boru İtici (Sleeve ejector)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kademeli İtici (Stepped ejector)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sıyrıcı çubuk (Stripper bar)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sıyrıcı Halka (Stripper Ring)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sıyrıcı plaka (Stripper plate)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İki kademeli İtici (Double Stage)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İç Maçadan (Jiggle Pin)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hava Ventili (Air Valve)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

İTİCİ HAREKETLİ VEREH (Source of ejection)

Pres (Press) : X 3 K.O
 Hidrolik (Hydraulic) : X
 Mekanizma (Mechanism) : X

SOĞUTMA (Cooling system)

Çekirdeklerden (Core/cavity) :
 Kalıp setinden (Mould Base) :
 Maçalardan (Slide) :

Su Rekoru Tipi (Water Connector Type) : IIICH (ARCELİK STD.)

MAÇA TİPİ ve ADEDİ (Slide type and numbers)

Mekanik (Angle Pin) : x
 Hidrolik (Hydraulic) : x
 Kam mekanizması (Cam mechanism) : x
 Pnömatik : x
 Diğer (Others) :

İNEKSİYON PRESİ İLE İLGİLİ BİLGİ

Makina (Injection press)
 Kapama kuvveti (Closing force)
 Kolon aralığı (Column distance)
 Kalınlık min. (Min.thickness)
 Kalınlık max. (Max. thickness)
 Meme Rad. (Nozzle Rad.)
 Merkezleme Flanşı Çapı (Loc.Ring Dia)



- NOT (Notes) :**
- 1- Kalıp 4 gözlü olacaktır.
 - 2- Kalıp Soğutması homojen olarak yapılacaktır. olarak yapılacaktır
 - 3- Parçaya giriş 1 adet kenar yolluk ile yapılacak gözler arası mesafe min.tutulacaktır.
 - 4- Yuvarlak formlu trnaklar dışıde lokma yapılacaktır.Trnak etrafındaki dairesel formun ölçüsü hassastır Dikkat edilecektir.
 - 5- Parça İtici pimlerle düşürülecektir.
 - 6- Kalıpta derin merkezleme flanşı kullanılacaktır.
 - 7- Kalıp ayrılma hattı parça eteğindin olacaktır.
 - 8- Parça ortasındaki desenli federler lokma yapılacaktır.
 - 9- Hedef çevrim süresi 18 sn dir.

(1) Kalıp Çeliklerinin seçimi için Arçelik Standartlarına BKKIZ.

Şekil 4.1: Ana sanayi firma tarafından kalıpcı üretici firmaya gönderilen teklif dosyası

ELMA

Plastik Metal Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi
Des Sanayi Sitesi 113. Sokak C3 Blok No:13 Dudullu
Organize Sanayi Bölgesi İstanbul Türkiye
Sarıgazi V.D. 3320279509

Tel: 00 90 216 314 44 23 - 00 90 216 314 28 20
Fax: 00 90 216 420 92 99
e-mail: elmakalip@superposta.com

To/ Kime: Osman YAĞMUR – Onur AKIN

From / Kimden : Serbülent KAYIKCI

Fax: 0216.423 30 31

Date / Tarih: 10.06.2004

Firm / Firma: Arçelik

Total Page / Toplam Sayfa : 1

e-mail:

Ref. No: 4093

Subject / Konu : Mold Quotation - Kalıp Tekliflendirmesi

KALIP TEKLİFLİLENDİRMESİ

1) Tasarım:

Tasarım ELMA Plastik tarafından yapılacaktır ve Mold Flow programı kullanılarak analizi yapılacaktır. Tasarım ve Test sonuçları IGES, Parasolid ve SAT dosyaları formatında firmaya gönderilecektir.

2) Dişi ve Erkek Çelikler:

Kalıp Hamili 1.1730 Thyroplast
Çekirdekler 1.2738 Thyroplast

3) Sertleştirme:

Çekirdekler 32 - 33 HRC

4) Kalıp Standard Ekipman Kolon Burç İticiiler:

Kolon ve Burçlar Hasco Standardlarında olup Delta Firmasından temin edilecektir. İticiiler ve diğer Standard ekipmanlar Nouvaret (İtalya) firmasından temin edilecektir.

5) Kalıp Deneme ve Malzeme

Kalıbın denemesi ELMA Plastik tarafından yapılacaktır. Hammadde ise Arçelik Firmasından temin edilecektir.

6) Garanti

Kalıpların garantisi operatör hataları hariç 1 yıldır.

7) Kalıp Fiyatları

Sıra	Parça İsmi	Göz Sayısı	Toplam Fiyat (EURO)	İlk Numune Tarihleri
1)	Ayarlı Ayak Tapası	4	8.900 €	8 Hafta

8) Ödeme Şartları

%40 Sözleşme İmzalandığında
%30 İlk Numune
%30 Numune Onayında

Saygılarımızla

Serbülent KAYIKCI
Proje Koordinatörü

Şekil 4.2: Üretici Firma tarafından ana sanayi firmasına gönderilen teklif dosyası

arçelik

SATINALMA DİREKTÖRLÜĞÜ

FAKS MESAJI

ALICI: SN. ERSİN ŞENOL GÖNDEREN: YATIRIMLAR-ENDİREKT ALIMLAR BÖLÜMÜ

ŞİRKET: ELMA PLASTİK METAL SANAYİ VE TİCARET LIMITED ŞİRKETİ TARİH: 22/06/2004

FAKS NUMARASI: (0216) 420 92 99 TOPLAM SAYFA SAYISI: 2

TELEFON NUMARASI: (0216) 314 43 92 ALICININ REF. NUMARASI:

ACIL BİLGİ İÇİN LÜTFEN CEVAPLAYINIZ

Sn. Ersin ŞENOL;

Çamaşır Makinası İşletmemizin ihtiyacı olan **Ayarlı Ayak Tapası** plastik enjeksiyon kalıbı aşağıdaki koşullarda satın alınması uygun bulunmuştur:

- **Toplam Sipariş Tutarı: ₺15,500,000,000.-TL** (OnbeşmilyarbeşyüzmilyonTürkLirası)
- Teşvik kapsamında olduğundan KDV'siz fatura düzenlenecektir.
- **Ödeme Şartları:** Toplam sipariş tutarının %30 (yüzdeotuz)'u sipariş konusu maldan elde edilecek numunelerin ve ilk ölçüm raporlarının ilgili ARÇELİK İşletmesi'ne teslimi ile düzenlenecek olan tutanağın tarihinden sonra gelen ikinci Pazartesi günü ARÇELİK tarafından İmalatçı Firma'ya ödenecektir. Bakiye bedeli %70 (yüzdeyetmiş), sipariş konusu Malın ve Maldan üretilecek uygun numunelerin, ARÇELİK İşletmesi'nin belirleyeceği adreste yapılacak kesin kabul faaliyetleri sonrası düzenlenecek kesin kabul tutanağına istinaden, ARÇELİK tarafından İmalatçı Firma'ya, kesin kabul tarihinden 15 (onbeş) gün sonra gelen ilk Pazartesi günü ödenecektir. İmalatçı Firma, malın garanti teminatı olarak, toplam fatura bedelinin %10 (yüzdeon)'u oranında banka garanti teminat mektubunu bakiye bedel ödemesi öncesinde verecektir. Banka garanti teminat mektubu, 12 (oniki) ay garanti süresince ARÇELİK tarafından muhafaza edilecektir.
- **Kalıp Göz Adedi: 4 (Dört)**
Teslim Tarihi: 21/07/2004 (Yirmibir/Temmuz/İkibindört)
- Belirtilmeyen diğer hususlar, Elma Plastik Metal Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi'nin 10/06/2004 tarihli teklif mektubundaki gibidir.
- Kalıp ön tasarımı aşamasında, Çamaşır Makinası İşletmesi Üretim Mühendisliği Yöneticiliği'nden sorumlu kişiler tarafından parça ve kalıp tasarımı üzerine ön değerlendirme ziyareti gerçekleştirilecektir. Ön tasarım, ziyaret çıktıları dikkate

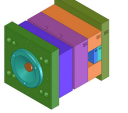
ARÇELİK A.Ş.
GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI
31719 TUZLA
İSTANBUL-TÜRKİYE
TELEFON: + 90 216 355 43 13 FAKS: + 90 216 421 30 31

Şekil 4.3: Ana sanayi firma tarafından hazırlanan ve üretici firmaya gönderilen sözleşme mektubu

4.1.1 PLASTİK ENJEKSİYON KALIPÇILIĞINDA NOMİNAL GRUP TEKNİĞİ

Plastik Enjeksiyon kalıbında olması gerekli nitelikler bu konuda uzman ekipler tarafından beyin fırtınası ile bulunmuştur. Daha sonradan bu konu ile ilgili 50 kişi üzerinde yapılan anket (Çizelge 4.1) sonucuna göre nominal grup tekniği kullanılarak niteliklerin önem sıraları belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Aşağıda tablolarda anketin formatı ve birkaç anketin gösterimi ile anketlerden elde edilen toplam puanlar ve sıra belirlenmiştir.

Çizelge 4.1: Enj. kalıbının sahip olması gereken temel özellikleri belirleyen anket.

 PLASTİK ENJEKSİYON KALIBININ SAHİP OLMASI GEREKEN TEMEL ÖZELLİKLER		
Bu Ankette, aşağıda bulunan plastik Enjeksiyon Kalıbının sahip olması gereken temel özellikleri size göre en önemli olandan başlayarak 5 den 1'e kadar sıralamanızı rica ederim.		
	Nitelikler	Sıra
1	Enjekte edilen Parçanın Ölçüsel Uygunluğu	
2	Kalıp Ömrü	
3	Kalıp İşlevi	
4	Görünüş	
5	Enjeksiyon Baskı Garantisi	
6	Enjeksiyon Makinesi Tonajına göre uygunluk	
7	Kaliteli Çelik Kullanımı	
8	Soğutmasının Düzgün Çalışması	
9	Enjeksiyonda Belirtilen Sürede Parçanın Temini (Çevrim Süresi)	
10	Kaliteli Ekipman Kullanımı	

Çizelge 4.2 Enjeksiyon kalıbında olması gereken niteliklerin sıralaması

		1	14	27	34	Toplam	Sıra
1	Enjekte edilen Parçanın Ölçüsel Uygunluğu	5	5	3	2	225	1
2	Kalıp Ömrü	4		4	1	135	3
3	Kalıp İşlevi					23	7
4	Görünüş					2	10
5	Enjeksiyon Baskı Garantisi	2	4	5	5	157	2
6	Enjeksiyon Makinesi Tonajına göre uygunluk	3		1		46	6
7	Kaliteli Çelik Kullanımı		1			62	5
8	Soğutmasının Düzgün Çalışması		2		4	21	8
9	Enjeksiyonda Belirtilen Sürede Parçanın Temini (Çevrim Süresi)	1	3	2	3	75	4
10	Kaliteli Ekipman Kullanımı					4	9

Nominal grup tekniği ve anketlerden elde edilen sonuca göre öncelikli matrisi kullanılarak niteliklerin önem sırası belirlenmiştir. Elde edilen 5 nitelik için önem sırası şu şekilde oluşmaktadır.

Çizelge 4.3 Öncelikli matris kullanılarak niteliklerin sıralaması

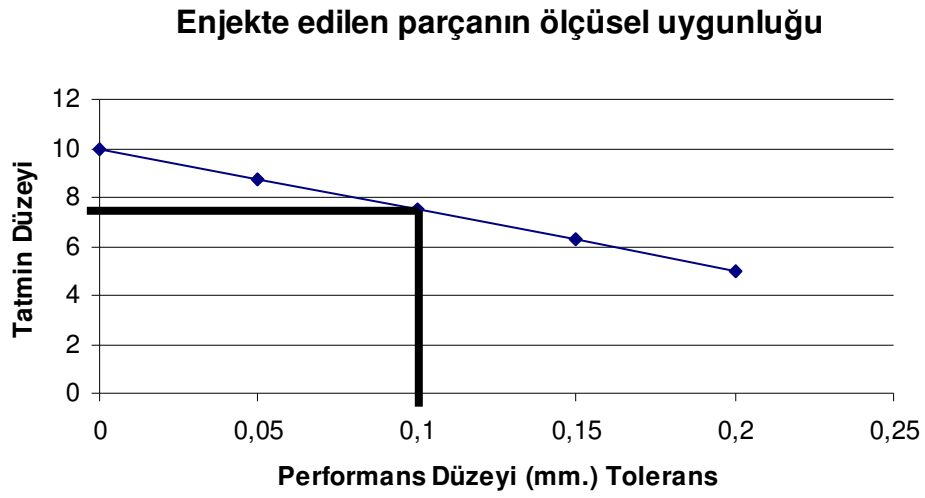
	Enjekte edilen Parçanın Ölçüsel Uygunluğu	Kalıp Ömrü	Enjeksiyon Baskı Garantisi	Enjeksiyonda Belirtilen Sürede Parçanın Temini (Çevrim Süresi)	Kaliteli Çelik Kullanımı	Toplam	Yüzde Oranı	Sıra
Enjekte edilen Parçanın Ölçüsel Uygunluğu	1	0	1	0	0	5	33	1
Kalıp Ömrü	0	1	0	1	1	3	20	3
Enjeksiyon Baskı Garantisi	0	1	1	0	1	4	27	2
Enjeksiyonda Belirtilen Sürede Parçanın Temini (Çevrim Süresi)	0	0	0	1	1	2	13	4
Kaliteli Çelik Kullanımı	0	0	0	0	1	1	7	5
						15	100	

4.1.2 Fayda Eğrileri ile Plastik Enjeksiyon kalıplığındaki niteliklerin tatmin düzeylerinin hesaplanması

Elimizdeki 5 niteliğin tatmin düzeyleri siparişi veren firmanın istemiş olduğu özellikler ile kalıp yapımından sonra elde edilen numunenin ve bizzat kalıbın özellikleri grafik üzerinde karşılaştırılarak hazırlanmıştır. Tatmin düzeyleri üzerinde çalışma şu şekilde oluşmaktadır.

4.1.2.1 Enjekte edilen parçanın ölçüsel uygunluğu

Enjekte edilen parça firmanın kalıp yapımı öncesinde göndermiş olduğu teknik resimde belirtilen toleransın içinde olduğu görülmüştür. Tam ölçüsünde numune verilebilseydi tatmin düzeyi 10 olacaktı. Fakat Toleranslar $\pm 0,1$ ölçümüne uymaktadır. Bu ölçüsel toleransta tatmin düzeyini 7,5 olarak göstermektedir. Piyasada genel tolerans çerçevesinde en iyi performans olarak tam ölçüsünde yani tolerans 0 olmalı. Bu ebatlarda bir parça için ise kabul edilebilir en kötü tolerans ise $\pm 0,2$ olmaktadır.

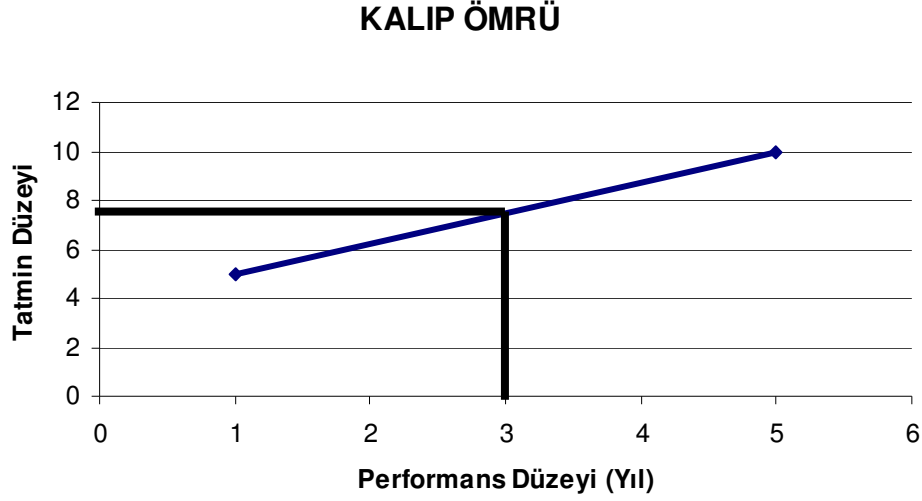


Şekil 4.4 Enjekte edilen parçanın ölçüsel uygunluğu ile ilgili tatmin düzeyi

4.1.2.2 Kalıp Ömrü

Ortalama olarak Plastik enjeksiyon kalıbı için üretici firma operatör hataları hariç 500,000 baskı adedi garantisi veya 3 yıl olarak vermiştir. Satın alıcı firma ise parça için yılda sadece 200.000 Adet üretim istemektedir. Bundan dolayı 4 gözlü olan bu kalıp diğer bir deyişle her bir baskıda 4 numune verebilen bu kalıp yılda sadece 50,000 Baskı yapması yeterlidir. Bu ürünün raf ömrünün 5 yılı geçemeyeceği düşünülerek 250,000 baskı garantisinin yeterli olacağı düşünülmelidir. Kalıp ömrü ise üretici firmanın kaliteli iş anlayışı ile ve bundan önceki diğer yapmış olduğu kalıplara bakılarak ve kullanılan çelik, mekanizma ve diğer ekipmanların zamanla paslanma, çarpılma ve diğer dış etmenler tarafından bozulma gibi risklerini dikkate alarak yaklaşık bir rakam

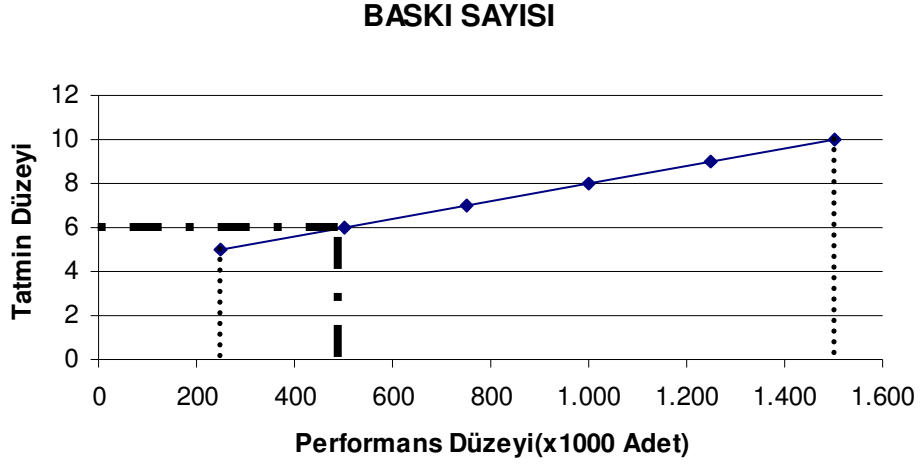
verilerek 3 yıl olarak hesaplanmıştır. Piyasada kalıp üretici firmalar kalıp ömür garantisini en düşük olarak 1 yıl, en yüksek olarak 5 yıl vermişlerdir buna göre tatmin düzeyi kalıp ömrü için 7,5 yıl olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.5 Kalıp ömrü niteliği ile ilgili tatmin düzeyi

4.1.2.3 Baskı Garantisi

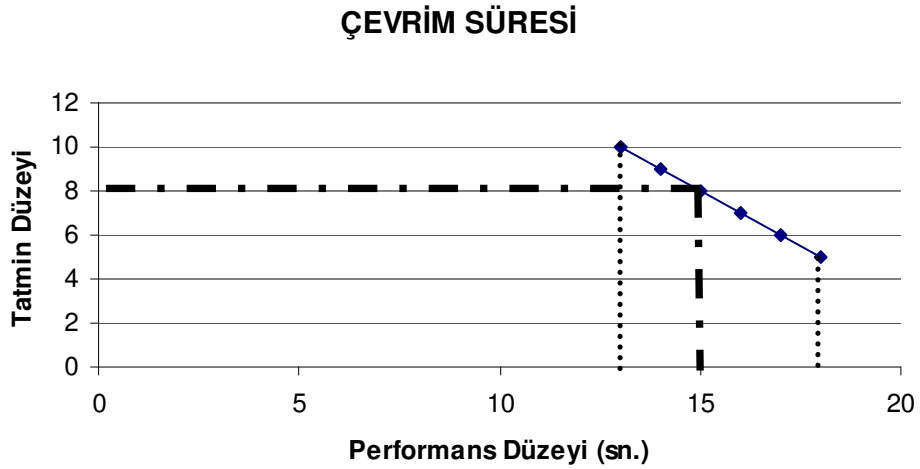
Baskı garantisi kalıp ömrü ile benzer kavramlar olarak görülebilir yalnız plastik enjeksiyon kalıbı üretici firmanın vermiş olduğu baskı garantisinden daha fazla çalışabilir. Baskı garantisi kalıbın herhangi bir operatör hatası dışında olağan çalışması ile kaç adet baskı yani kaç adet aç kapa gerçekleştirebilmesidir. Örneğimizde, üretici firma 500,000 baskı garantisi vermiştir. 4.1.2.2 bölümündeki anlatılanlara göre 250,000 baskı bu kalıp için yeterli bir sayıdır. Kalıbın minimum 250,000 baskı yapması şarttır. Bu sayı piyasa kurallarına göre maksimum 1,500,000 baskı garantisine kadar çıkabilmektedir. Bu koşullar altında örneğimizdeki enjeksiyon kalıbının 500,000 baskı garantisi ile performans düzeyi aşağıdaki grafikte de gösterildiği üzere 6 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.6 Baskı sayısı niteliği ile ilgili tatmin düzeyi

4.1.2.4 Enjeksiyonda belirtilen sürede parçanın Temini (Çevrim Süresi)

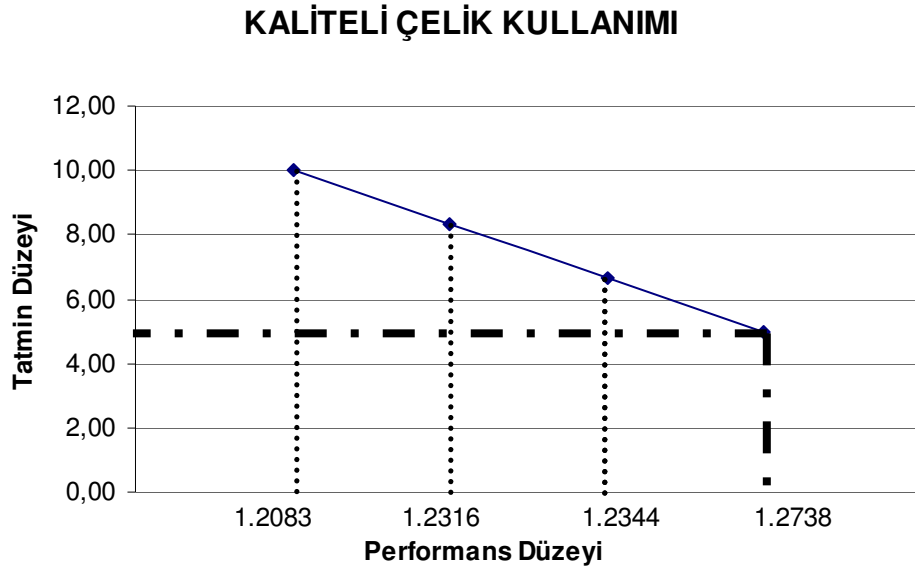
Çevrim süresi plastik enjeksiyon kalıbının kapalı durumdayken içine plastiğin dolması ile başlayan süreçte kalıbın açılıp parçanın itirilerek düşürülmesi ile tamamlanan toplam süredir. Satın alıcı firma teklif mektubunda, kalıbın hedef çevrim süresi için 18 sn. önermiş bulunmakta bundan dolayı maksimum istenen değer 18 sn için tatmin düzeyi 5 dir. Piyasa koşullarında bu gibi kalıpların minimum hedef çevrim süresi 13 sn civarındadır. Üretici firmanın hedeflediği değer ise uygun soğutma ve uygun ekipmanlar kullanılarak 15 sn. de numune elde edebilmektir. Buna göre çevrim süresi için tatmin düzeyi aşağıdaki grafikte de belirtildiği üzere 8 olmaktadır.



Şekil 4.7 Çevrim Süresi niteliği ile ilgili tatmin düzeyi

4.1.2.5 Kaliteli Çelik Kullanımı

Kaliteli çelik kullanımı kalıbın ömrü ve baskı sayısı ile doğru orantılıdır. Satın alıcı firma kalıp çelikleri konusunda en kötü ihtimal hamilde 1.1730 ve çekirdeklerde 1.2738 kullanımını istemektedir. Üretici firmada imalat esnasında aynı şekilde bu çelikleri kullanmıştır. Çekirdeklerde 1.2344, 1.2316, 1.2083 gibi daha pahalı ve daha uzun ömürlü çelikleri de kullanmak mümkündür. Üretici firmanın yapmış olduğu seçime göre tatmin düzeyi 5 olmaktadır.



Şekil 4.8 Kaliteli çelik kullanımı ile ilgili tatmin düzeyi

4.1.2.6 Fayda Matrisinin Hesaplanması

Niteliklerin Nominal grup tekniğinden elde edilen önem değerleri ile grafiklerden bulunan tatmin düzeyleri ile fayda ve toplam fayda bulunmuş olunur. Buna göre her bir niteliğin faydası ve bunlardan elde edilen toplam fayda (709) aşağıda Çizelge 4.4'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4 Örnek enjeksiyon kalıbı için Toplam Fayda ve Fayda

		Önem	Tatmin Düzeyi	Fayda
1.	Enjekte Edilen Parçanın Ölçüsel Uygunluğu	33	7,5	247,5
2.	Kalıp Ömrü	27	7,5	202,5
3.	Enjeksiyon Baskı Garantisi	20	6	120
4.	Enjeksiyonda belirtilen sürede parçanın temini (Cycle Time)	13	8	104
5.	Kaliteli Çelik Kullanımı	7	5	35
TOPLAM FAYDA				709
SATINALMA FİYATI (YTL)				15.500
FAYDA				0,05

4.1.3 ÖRNEK 1 İÇİN FONKSİYON MATRİSİNİN OLUŞTURULMASI

Plastik Enjeksiyon Kalıbının sahip olması gereken öncelikli fonksiyon ve bunu destekleyen yardımcı fonksiyonları aşağıdaki gibi belirtiyoruz.

Birincil Fonksiyon

1. Plastik Parça Üretmek

İkincil Fonksiyon

- 1.1 Enjeksiyon makinesinde çalışabilecek uygun bir yapı
- 1.2 Plastiğin uygun akışını düzenlemek
- 1.3 Basılan Plastik numuneyi ittirmek ve düşürmek
- 1.4 Plakaların enjeksiyon makinesine sabitlenmesi
- 1.5 Plakaları birbirine bağlamak
- 1.6 Basınca karşı plakaları desteklemek
- 1.7 Plastik numunenin çıktığı çelikleri tutmak.

4.1.3.1 NİTELİK FONKSİYON MATRİSİ

Belirtilen fonksiyonları niteliklere göre değerlendirip nitelik fonksiyon matrisini oluşturuyoruz. Bu matrisi oluştururken nitelik fonksiyon anketinden faydalanmaktayız. Aşağıdaki Çizelgede (Çizelge 4.5) nitelik / fonksiyon matrisini inceleyebilirsiniz.

Çizelge 4.5 Örnek 1 için Nitelik Fonksiyon Matrisi

		1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	Toplam
Enjekte edilen Parçanın Ölçüsel Uygunluğu	Önem	6	6	5	5	4	3	4	33
	Tatmin Düzeyi	1	2	1	1	1	1	1	8
	Fayda	6	12	5	5	4	3	4	39
Kalıp Ömrü	Önem	8				6	7	6	27
	Tatmin Düzeyi	2				1	2	2	7
	Fayda	16	0	0	0	6	14	12	48
Enjeksiyon Baskı Garantisi	Önem	7		3	4		3	3	20
	Tatmin Düzeyi	2		2	1		1	1	7
	Fayda	14	0	6	4	0	3	3	30
Enjeksiyonda belirtilen sürede parçanın temini	Önem	2	8	3					13
	Tatmin Düzeyi	1	4	1					6
	Fayda	2	32	3	0	0	0	0	37
Kaliteli çelik kullanımı	Önem	1				3	2		7
	Tatmin Düzeyi	2				3	3		8
	Fayda	2	0	0	0	9	6	0	17
	Fonksiyon faydası	33	48	16	9	23	18	26	

4.1.3.2 Ayarlı Ayak Tapası Plastik Enjeksiyon Kalıbı Ekipman Listesi

Her ne kadar Plastik enjeksiyon kalıpları hemen hemen aynı ekipman listelerinden oluşsa da her bir kalıbın yapımında ufak tefek farklı malzemeler kullanılmaktadır. Örneğimizde adı geçen kalıbın parça listesi, adedi, ölçü ve malzemesi aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

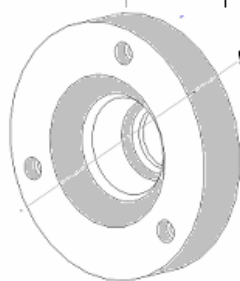
Çizelge 4.6 Örnek Plastik Enjeksiyon Kalıbının malzeme listesi

AYARLI AYAK TAPASI PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI MALZEMELERİ LİSTESİ				
Parça No	Parça Adı	Adet	Ölçü	Malzemesi
1	Flanş	1	Ø125 x 42	1.1050 Çelik
2	Üst Plaka	1	346 x 296 x 27	1.1730 Çelik
3	Dişi Gövde	1	296 x 296 x 66	1.1730 Çelik
4	Erkek Gövde	1	296 x 296 x 76	1.1730 Çelik
5	Paralel	2	296 x 76 x 66	1.1730 Çelik
6	İtici Plaka	1	296 x 138 x 17	1.1730 Çelik
7	İtici Destek	1	296 x 138 x 22	1.1730 Çelik
8	Alt Plaka	1	346 x 296 x 27	1.1730 Çelik
9	Dişi Çelik	1	166 x 166 x 37	1.2738 Çelik
10	Erkek Çelik	1	166 x 166 x 37	1.2738 Çelik
11	Silindir Başlı İtici	8	Ø16 x 125	***
12	Dayama Plakası	4	Ø14	***
13	Silindir Başlı İtici	16	Ø5 x 125	***
14	Silindir Başlı İtici	24	Ø3 x 125	***
15	Ortadan Şapkalı Kolon	4	Ø30 x 130 x 25	***
16	Kuyruklu Şapkalı Burç	4	Ø30 x 75 x 10	***
17	Ortadan Şapkalı Kolon	4	Ø20 x 100 x 25	***
18	Ortadan Flanşlı Burç	4	Ø20	***
19	Kalıp Memesi	1	Ø18 x 75	***
20	Paralel Kilit	4	50	***
21	İmbus Cıvata	3	M6 x 30	***
22	İmbus Cıvata	4	M16 x 30	***
23	İmbus Cıvata	4	M10 x 35	***
24	İmbus Cıvata	16	M6 x 20	***
25	İmbus Cıvata	4	M16 x 100	***
26	İmbus Cıvata	4	M10 x 25	***
27	İmbus Cıvata	4	M10 x 50	***
28	Rekor	10	1/4	***

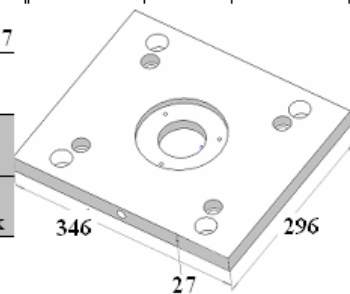
4.1.3.3 Ayarlı Ayak Tapası Plastik Enjeksiyon Kalıbı Ekipman Malzeme ve Üretim Maliyet Listesi

Bu bölümde Ayarlı Ayak tapası Plastik Enjeksiyon kalıbı için öngördüğümüz malzeme üretim maliyetini içerir listeleri inceleyeceğiz.

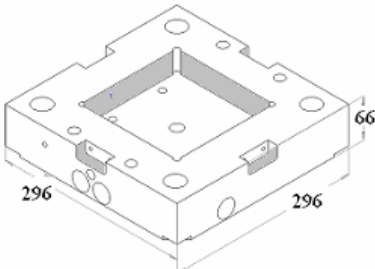
Çizelge 4.7 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Flanş için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 1	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamani (Saat)	İşlem Fiyatı (€)
Flanş								
1 Adet	7,2	€ 1,00	€ 7,20	Tornalama	Torna	€ 6,00	1,2	€ 7,20
Ölçü				Delik Delme	Manual Freze	€ 7,00	0,5	€ 3,50
Ø 125 x 30								
Malzeme					Toplam Malzeme Maliyet			€ 7,20
1.1050 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti			€ 10,70
					Toplam Maliyet			€ 17,90

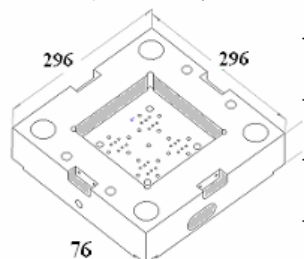
Çizelge 4.8 Örnek enjeksiyon kalıbında Üst Plaka için malz. üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 2	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamani (saat)	İşlem Fiyatı (€)
Üst Plaka								
1 Adet	30	€ 1,40	€ 42,00	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	6	€ 42,00
Ölçü				Taşlama	Taşlama	€ 9,00	10	€ 90,00
296 x 346 x 27								
Malzeme				Delik delme	CNC Freze	€ 25,00	4	€ 100,00
1.1730 Çelik				Havuz Boşaltma	CNC Freze	€ 25,00	5	€ 125,00
					Toplam Malzeme Maliyet			€ 42,00
					Toplam Üretim Maliyeti			€ 357,00
					Toplam Maliyet			€ 399,00

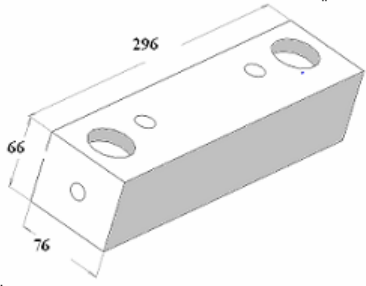
Çizelge 4.9 Örnek enj. kalıbında Dişi Gövde için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 3		Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
Dişi Gövde		Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamani (h)	İşlem Fiyatı (€)
1 Adet		55	€ 1,40	€ 77,00	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	8	€ 56,00
Ölçü					Taşlama	Taşlama	€ 9,00	11	€ 99,00
296 x 296					Delik delme	CNC Freze	€ 25,00	8	€ 200,00
					Havuz Boşaltma	CNC Freze	€ 25,00	9	€ 225,00
Malzeme						Toplam Malzeme Maliyet			€ 77,00
1.1730 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti			€ 580,00	
					Toplam Maliyet			€ 657,00	

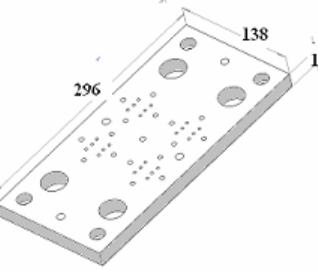
Çizelge 4.10 Örnek enj. kalıbında Erkek Gövde için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 4		Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
Erkek Gövde		Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamani (h)	İşlem Fiyatı (€)
1 Adet		60	€ 1,40	€ 84,00	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 6,00	1,2	€ 7,20
Ölçü					Taşlama	Taşlama	€ 7,00	0,5	€ 3,50
296 x 296 x 76					Delik Delme	CNC Freze	€ 25,00	25	€ 625,00
					Havuz Boşaltma	CNC Freze	€ 25,00	20	€ 500,00
Malzeme						Toplam Malzeme Maliyet			€ 84,00
1.1730 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti			€ 1.135,70	
					Toplam Maliyet			€ 1.219,70	

Çizelge 4.11 Örnek enj. kalıbında Paralel için malzeme üretim ve toplam maliyet

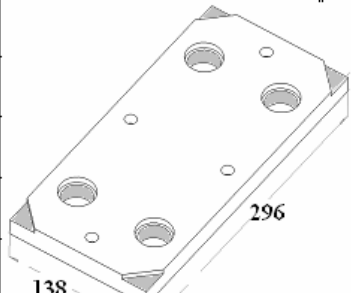
Parça No: 5		Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
Paralel		Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)
		26	€ 1,40	€ 36,40	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	5	€ 35,00
					Taşlama	Taşlama	€ 9,00	8	€ 72,00
	2 Adet				Delik delme	CNC Freze	€ 25,00	3	€ 75,00
	Ölçü								
	296 x 76 x 66								
	Malzeme								
	1.1730 Çelik								
						Toplam Malzeme Maliyet			€ 36,40
						Toplam Üretim Maliyeti			€ 182,00
						Toplam Maliyet			€ 218,40

Çizelge 4.12 Örnek 1 enj. kalıbında İtici Plaka için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 6		Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
İtici Plaka		Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)
		10	€ 1,40	€ 14,00	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	4	€ 28,00
					Taşlama	Taşlama	€ 9,00	4	€ 36,00
	1 Adet				Delik delme	CNC Freze	€ 25,00	6	€ 150,00
	Ölçü								
	296 x 138 x 17								
	Malzeme								
	1.1730 Çelik								
						Toplam Malzeme Maliyet			€ 14,00
						Toplam Üretim Maliyeti			€ 214,00
						Toplam Maliyet			€ 228,00

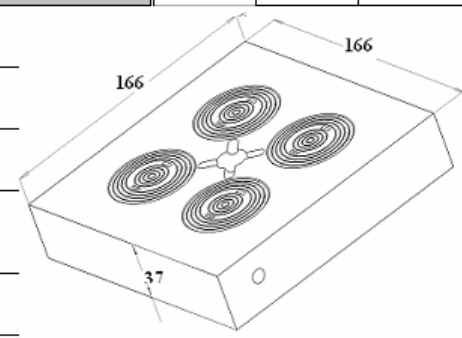
Çizelge 4.13 Örnek enj. kalıbında İtici Destek Pla. için malz. üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 7	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	İtici Destek	Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)
	12	€ 1,40	€ 16,80	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	4	€ 28,00
				Taşlama	Taşlama	€ 9,00	4	€ 36,00
1 Adet				Delik Delme	CNC Freze	€ 25,00	6	€ 150,00
Ölçü								
296 x 138 x 22								
Malzeme								
1.1730 Çelik								€ 16,80
								€ 214,00
								€ 230,80

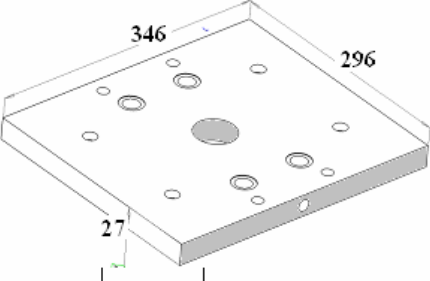


Çizelge 4.14 Örnek enj. kalıbında Dişi Çelik için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 9	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Dişi Çelik	Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)
1 Adet	15	€ 3,50	€ 52,50	Kaba Frezleme	Manual Freze	€ 7,00	4	€ 28,00
Ölçü				Taşlama	Taşlama	€ 9,00	4	€ 36,00
166 x 166 x 37				Delik Delme	CNC Freze	€ 25,00	6	€ 150,00
				CNC Opr.	CNC Freze	€ 25,00	16	€ 400,00
				EDM Opr.	Dalma Erozyon	€ 14,00	14	€ 196,00
				Telerezyon Opr.	Tel erozyon	€ 25,00	12	€ 300,00
				Delik Delme Opr.	Delik Delme	€ 14,00	5	€ 70,00
Malzeme								€ 52,50
1.2738 Çelik								€ 1.180,00
								€ 1.232,50



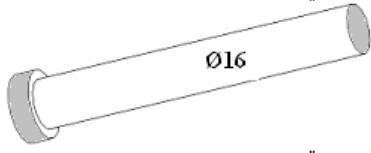
Çizelge 4.15 Örnek enj. kalıbında Alt Plaka için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 8	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti					
	Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgah	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)	
Alt Plaka	30	€ 1,40	€ 42,00	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	5	€ 35,00	
				Taşlama	Taşlama	€ 9,00	8	€ 72,00	
				Delik delme	CNC Freze	€ 25,00	3	€ 75,00	
1 Adet									
Ölçü	296 x 76 x 66								
Malzeme	1.1730 Çelik			Toplam Malzeme Maliyet					€ 42,00
				Toplam Üretim Maliyeti					€ 182,00
				Toplam Maliyet					€ 224,00

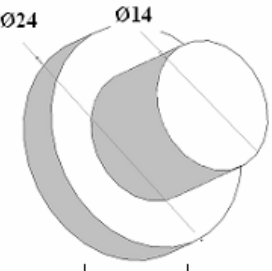
Çizelge 4.16 Örnek enj. kalıbında Erkek Çelik için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 10	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti					
	Yaklaşık Ağırlık (kg)	Birim Fiyat (€/kg)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgah	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)	
1 Adet	15	€ 3,50	€ 52,50	Kaba Frezeleme	Manual Freze	€ 7,00	4	€ 28,00	
Ölçü	166 x 166 x 37			Taşlama	Taşlama	€ 9,00	4	€ 36,00	
				Delik Delme	CNC Freze	€ 25,00	6	€ 150,00	
				CNC Opr.	CNC Freze	€ 25,00	18	€ 450,00	
				EDM Opr.	Dalma Erozyon	€ 14,00	15	€ 210,00	
				Telerezyon Opr.	Telerezyon	€ 25,00	13	€ 325,00	
				Delik Delme Opr.	Delik Delme	€ 14,00	2	€ 28,00	
Malzeme	1.2738 Çelik			Toplam Malzeme Maliyet					€ 52,50
				Toplam Üretim Maliyeti					€ 1.227,00
				Toplam Maliyet					€ 1.279,50

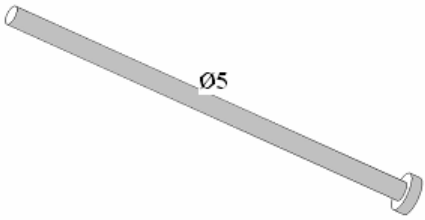
Çizelge 4.17 Enj. kalıbında Sil. Baş İtici (Ø16) için mlz. üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 11	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti					
	Silindir Baş İtici	Adet	Birim Satış Fiyat (€)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamam (h)	İşlem Fiyatı (€)
8 Adet	8	€ 6,00	€ 48,00	Pim Kesme	Tezğah				
Ölçü									
Ø 16 x 116,51									
Malzeme					Toplam Malzeme Maliyet				€ 48,00
1.2344 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti				€ 25,00
					Toplam Maliyet				€ 73,00


Çizelge 4.18 Örnek enj. kalıbında Dayama Plakası için mlzm. üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 12	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti					
	Dayama Plakası	Adet	Birim Satış Fiyat (€)	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamam (h)	İşlem Fiyatı (€)
4 Adet	4	€ 3,00	€ 12,00						
Ölçü									
Ø 14									
Malzeme					Toplam Malzeme Maliyet				€ 12,00
1.2344 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti				€ 0,00
					Toplam Maliyet				€ 12,00

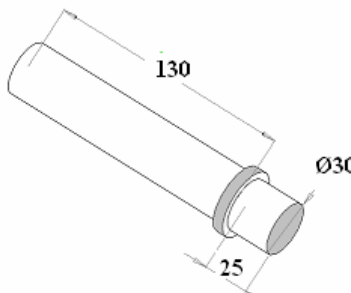
Çizelge 4.19 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Silindir Başlı İtici (Ø5) için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 13	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Silindir Baş İtici	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamam (h)
16 Adet	16	€ 2,20	€ 35,20	Pim Kesme	Telerezyon	€ 25,00	1	€ 25,00
Ölçü								
Ø 5 x 116								
Malzeme				Toplam Malzeme Maliyet				€ 35,20
1.2344 Çelik				Toplam Üretim Maliyeti				€ 25,00
					Toplam Maliyet			€ 60,20

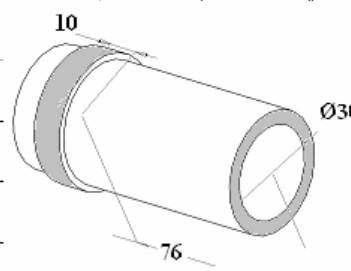
Çizelge 4.20 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Silindir Baş İtici (Ø3) için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 14	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Silindir Baş İtici	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamam (h)
24 Adet	24	€ 1,70	€ 40,80	Pim Kesme	Telerezyon	€ 25,00	1,2	€ 30,00
Ölçü								
Ø 3 x 114,9								
Malzeme				Toplam Malzeme Maliyet				€ 40,80
1.2344 Çelik				Toplam Üretim Maliyeti				€ 30,00
					Toplam Maliyet			€ 70,80

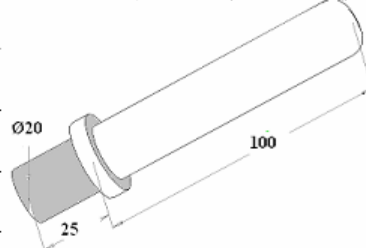
Çizelge 4.21 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Ortadan Şapkalı Kolon için malzeme üretim ve toplam maliyet

Parça No: 15	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti					
	Ortadan Şapkalı Kolon	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamamı (h)	İşlem Fiyatı (€)
4 Adet	4	€ 5,00	€ 20,00						
Ölçü									
30 x 130 x 25									
Malzeme						Toplam Malzeme Maliyet			€ 20,00
1.2344 Çelik						Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00
						Toplam Maliyet			€ 20,00


Çizelge 4.22 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Kuyruklu Şapkalı Burç için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 16	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti					
	Kuyruklu Şapkalı Burç	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamamı (h)	İşlem Fiyatı (€)
4 Adet	4	€ 5,20	€ 20,80						
Ölçü									
30 x 75 x 10									
Malzeme						Toplam Malzeme Maliyet			€ 20,80
1.2344 Çelik						Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00
						Toplam Maliyet			€ 20,80

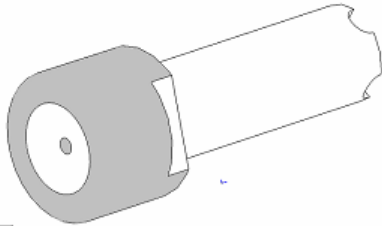
Çizelge 4.23 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Ortadan Şapkalı Kolon (Ø20) için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 17	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti							
	Ortadan Şapkalı Kolon	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)		
4 Adet	4	€ 3,20	€ 12,80								
Ölçü											
20 x 100 x 25											
Malzeme								Toplam Malzeme Maliyet			€ 12,80
1.2344 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00			
					Toplam Maliyet			€ 12,80			

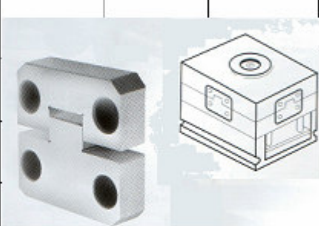
Çizelge 4.24 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Ortadan Flanşlı Burç için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 18	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti							
	Ortadan Flanşlı Burç	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)		
4 Adet	4	€ 2,20	€ 8,80								
Ölçü											
Ø 20											
Malzeme								Toplam Malzeme Maliyet			€ 8,80
1.2344 Çelik					Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00			
					Toplam Maliyet			€ 8,80			

Çizelge 4.25 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Kalıp memesi için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 19	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Kalıp Memesi	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamamı (h)
1 Adet	1	€ 14,00	€ 14,00	Boy Ayarlama	Telerezyon	€ 25,00	1	€ 25,00
Ölçü								
Ø 14 x 85								
Malzeme								
1.2344 Çelik					Toplam Malzeme Maliyet			€ 14,00
					Toplam Üretim Maliyeti			€ 25,00
					Toplam Maliyet			€ 39,00

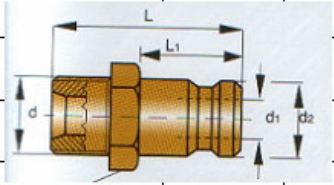
Çizelge 4.26 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Paralel Kilit için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 20	Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti				
	Paralel Kilit	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanımı	Tezgâh	Tezgâh Maliyet (€/h)	Üretim Zamamı (h)
4 Adet	4	€ 25,00	€ 100,00					
Ölçü								
Malzeme								
1.2344 Çelik								
					Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00
					Toplam Maliyet			€ 100,00

Çizelge 4.27 Örnek 1 enjeksiyon kalıbında Cıvatalar için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 21-22 23-24-25- 26-27		Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti			
İmbus Cıvata	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanım	Tezgah	Tezgah Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)
M6 x 30	3	€ 1,00	€ 3,00					
M16 x 30	4	€ 5,00	€ 20,00					
M10 x 35	4	€ 3,00	€ 12,00					
M6 x 20	16	€ 1,00	€ 16,00					
M16 x100	4	€ 6,00	€ 24,00					
M10 x 25	4	€ 3,00	€ 12,00					
M10 x 50	4	€ 3,50	€ 14,00					
Malzeme					Toplam Malzeme Maliyeti			€ 101,00
Demir					Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00
					Toplam Maliyet			€ 101,00

Çizelge 4.28 Örnek enj. kalıbında Rekorlar için malzeme üretim ve toplam maliyet.

Parça No: 28		Malzeme Maliyeti			Üretim Maliyeti			
Rekor	Adet	Birim Satış Fiyat	Malzeme Maliyeti (€)	İşlem Tanım	Tezgah	Tezgah Maliyet (€/h)	Üretim Zamanı (h)	İşlem Fiyatı (€)
10 Adet	10	€ 1,00	€ 10,00					
Ölçü								
1/4"								
Malzeme					Toplam Malzeme Maliyeti			€ 10,00
Sarı Bronz					Toplam Üretim Maliyeti			€ 0,00
					Toplam Maliyet			€ 10,00

Çizelge 4.29: Örnek Plastik Enjeksiyon Kalıbı için malzeme üretim ve toplam maliyet.

<u>AYARLI AYAK TAPASI PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI BİRİM PARÇA MALİYETİ</u>					
Parça No	Parça Adı	Adet	Malzeme Maliyet	Üretim Maliyet	Toplam Maliyet
1	Flanş	1	€ 7,20	€ 10,70	€ 17,90
2	Üst Plaka	1	€ 42,00	€ 357,00	€ 399,00
3	Dişi Gövde	1	€ 77,00	€ 580,00	€ 657,00
4	Erkek Gövde	1	€ 84,00	€ 1.135,70	€ 1.219,70
5	Paralel	2	€ 36,40	€ 182,00	€ 218,40
6	İtici Plaka	1	€ 14,00	€ 214,00	€ 228,00
7	İtici Destek	1	€ 16,80	€ 214,00	€ 230,80
8	Alt Plaka	1	€ 42,00	€ 182,00	€ 224,00
9	Dişi Çelik	1	€ 52,50	€ 1.180,00	€ 1.232,50
10	Erkek Çelik	1	€ 52,50	€ 1.227,00	€ 1.279,50
11	Silindir Başlı İtici	8	€ 48,00	€ 25,00	€ 73,00
12	Dayama Plakası	4	€ 12,00	€ 0,00	€ 12,00
13	Silindir Başlı İtici	16	€ 35,20	€ 25,00	€ 60,20
14	Silindir Başlı İtici	24	€ 40,80	€ 30,00	€ 70,80
15	Ortadan Şapkalı Kolon	4	€ 20,00	€ 0,00	€ 20,00
16	Kuyruklu Şapkalı Burç	4	€ 20,80	€ 0,00	€ 20,80
17	Ortadan Şapkalı Kolon	4	€ 12,80	€ 0,00	€ 12,80
18	Ortadan Flanşlı Burç	4	€ 8,80	€ 0,00	€ 8,80
19	Kalıp Memesi	1	€ 14,00	€ 25,00	€ 39,00
20	Paralel Kilit	4	€ 100,00	€ 0,00	€ 100,00
21	İmbus Cıvata	3	€ 3,00	€ 0,00	€ 3,00
22	İmbus Cıvata	4	€ 20,00	€ 0,00	€ 20,00
23	İmbus Cıvata	4	€ 12,00	€ 0,00	€ 12,00
24	İmbus Cıvata	16	€ 16,00	€ 0,00	€ 16,00
25	İmbus Cıvata	4	€ 24,00	€ 0,00	€ 24,00
26	İmbus Cıvata	4	€ 12,00	€ 0,00	€ 12,00
27	İmbus Cıvata	4	€ 14,00	€ 0,00	€ 14,00
28	Rekor	10	€ 10,00	€ 0,00	€ 10,00
Toplam		133	€ 831,80	€ 5.387,40	€ 6.219,20

Kalıbın parçalarının malzeme, üretim ve toplam maliyetlerini bulduktan sonra bu parçaların toplam maliyetlerini fonksiyonlara ayırmamız gerekmektedir. Bu ayırma işi içinde yine anketlerimizden faydalanacağız. Yapmış olduğumuz anket sonuçlarına ve tecrübelerimize dayanarak örnek kalıp için malzeme fonksiyon tablosu şu şekilde oluşmaktadır.

Çizelge 4.30 Örnek 1 kalıbı için Fonksiyon malzeme dağılımı

Fonksiyon / Malzeme	Enjeksiyon makinasında çalışabilecek uygun bir yapı	Plastiğin uygun akışını düzenlemek	Basılan plastik numuneyi itirmek ve düşürmek	Plakaların enjeksiyon makinasına sabitlenmesi	Plakaları birbirine bağlamak	Basınca karşı plakaları desteklemek	Plastik numunenin çıktığı çelikleri tutmak	Toplam
Flanş	3,6	5,2	0	4,5	2,5	2,1	0	17,9
Üst Plaka	85	65	0	120	45	84	0	399
Dişi Gövde	154	133	0	0	75	121	174	657
Erkek Gövde	316,4	0	166	0	203,3	164	370	1219,7
Paralel	58	0	42,4	0	51	67	0	218,4
İtici Plaka	76	0	101	0	51	0	0	228
İtici Destek	73,8	0	85	0	29	43	0	230,8
Alt Plaka	48	0	0	72	48	56	0	224
Dişi Çelik	395	330	0	0	132	0	375,5	1232,5
Erkek Çelik	397,5	0	374,7	0	128,5	0	378,8	1279,5
İtici	34	0	39	0	0	0	0	73
Dayama Plak.	3	0	0	0	0	9	0	12
İtici	29,1	0	31,1	0	0	0	0	60,2
itici	33,3	0	37,5	0	0	0	0	70,8
O. Ş. Kolon	5	0	0	0	8	7	0	20
K. Ş. Burç	6,4	0	0	0	6,5	7,9	0	20,8
O. Ş. Kolon	2,5	0	0	0	5,3	5	0	12,8
O. F.Burç	2,8	0	0	0	2,8	3,2	0	8,8
Kalıp Memesi	17	22	0	0	0	0	0	39
Paralel Kilit	20	0	0	0	42	38	0	100
İmbus Cıvata	0,5	0	0	0,8	1,2	0,5	0	3
İmbus Cıvata	3,4	0	0	5,2	8	3,4	0	20
İmbus Cıvata	2	0	0	3,2	4,8	2	0	12
İmbus Cıvata	3	0	0	4	6	3	0	16
İmbus Cıvata	4	0	0	6,4	9,6	4	0	24
İmbus Cıvata	2	0	0	3,2	4,8	2	0	12
İmbus Cıvata	2,4	0	0	3,8	5,4	2,4	0	14
Rekor	6	4	0	0	0	0	0	10
Fonk.Toplamı	1783,7	559,2	876,7	223,1	869,7	624,5	1298,3	

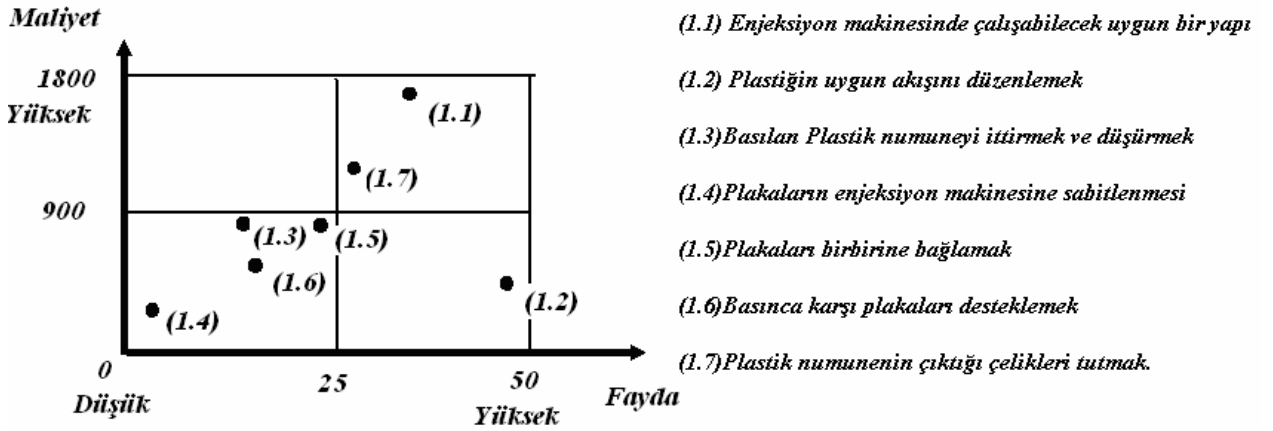
Fonksiyonlar için fayda değerlerini Çizelge 4.5’de bulmuştuk. Şimdi Çizelge 4.30’da maliyet değerlerini bulduk. Buna göre fonksiyonlar için maliyet fayda gridi (şekil 4.9) oluşmaktadır.

$$\text{Değer} = \text{Fayda} / \text{Maliyet}$$

Fonksiyon Değerleri;

Çizelge 4.31 Örnek 1 enjeksiyon kalıbı için fonksiyon fayda ve maliyet değerleri

Fonksiyon	1--1	1--2	1--3	1--4	1--5	1--6	1--7
Fayda	33	48	16	9	23	18	26
Maliyet	1783,7	559,2	876,7	223,1	869,7	624,5	1298,3
Değer	0,02	0,09	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02



Şekil 4.9 Fonksiyon fayda maliyet gridi

Bu Fonksiyon maliyet Fayda gridi ile ilgili açıklamalar bölüm 4,7’de Örneklerin değerlendirilmesi bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

Bölüm 2 de Fonksiyon analizi ve Değer analizi yönteminin potansiyeli altındaki başlıklarda örneklerle anlatıldığı üzere değer analizinde parçaların neyi nasıl yaptığını diğer bir ifade ile fonksiyonunun ne olduğu belirlenerek aynı fonksiyonu yapan ve

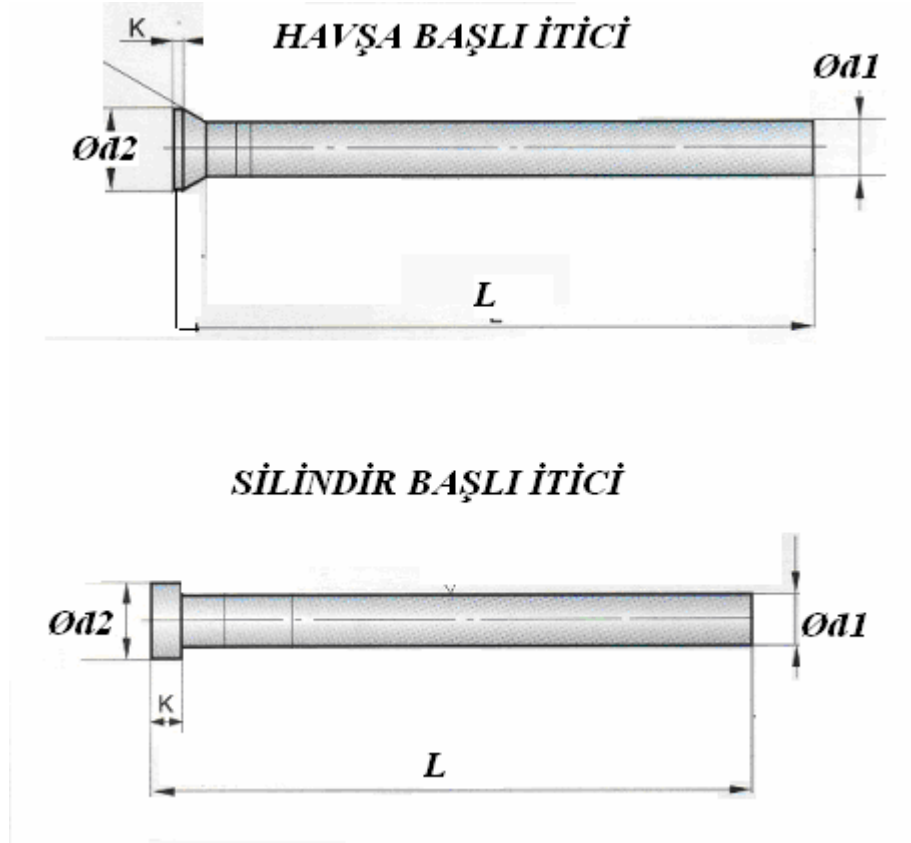
maliyet açısından daha uygun olan parçalara firmanın yönelmesi ile ne oranda bir kar elde edildiği belirtilmiştir. Bu bölümdeki örneklerimizde ise plastik enjeksiyon kalıbında firmaların kullanmış olduğu malzemeler yerine aynı fonksiyonu gerçekleştirebilecek daha uygun başka ürünlerin kullanımı ile nasıl bir tasarruf sağlandığı belirtilmiştir.

4.2 Örnek 2

Örnek 1’ de de belirtildiği üzere plastik enjeksiyon kalıplarında itici sisteminde genel olarak silindir başlı iticiler kullanılmaktadır. Silindir başlı iticilerin buradaki fonksiyonu enjekte edilen parçayı ittirip düşürmekten ibarettir. Silindir başlı iticiler yerinede aynı fonksiyonu yerine getirebilecek havşa başlı iticiler kullanılabilir. Bu iticiler silindir başlı iticilere göre maliyet olarak hem daha uygundur, hem de itici plaka’da iticinin başının geçeceği yuvanın açılımında daha az işçilik maliyeti olmaktadır. Şimdi aşağıdaki tabloda (Çizelge 4.32) örnek 1 için kullanılan iticilerin silindir başlı yerine havşa başlı kullanılması sonucu nasıl bir kar elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 4.32 Enjeksiyon kalıbında iticilerin silindir yerine havşa başlı olması durumundaki maliyet farkı

MALZEME				İŞÇİLİK				TOPLAM	
Malzeme	Ölçü	Adet	Birim Fiyat	Tezgah	İşlem	Tezgah Birim Saat Ücreti	Çalışma Saati		
Silindir Başlı İtici	Ø3 x 125	24	1,7 €	Cnc Freze	İtici Plakaya Ø3 yuvarlak delik açılımı	25 €	0,1	100,8 €	
Silindir Başlı İtici	Ø5 x 125	16	2,2 €	Cnc Freze	İtici Plakaya Ø5 yuvarlak delik açılımı	25 €	0,1	75,2 €	
<i>İticiler Silindir başlı olursa</i>								176,0 €	
Havşa Başlı İtici	Ø3 x 125	24	0,6 €	Manual Freze	İtici Plakaya Ø3 havşa delik açılımı	7 €	0,15	39,6 €	
Havşa Başlı İtici	Ø5 x 125	16	1,1 €	Manual Freze	İtici Plakaya Ø5 havşa delik açılımı	7 €	0,15	34,4 €	
<i>İticiler Havşa Başlı olursa</i>								74,0 €	
								<u>FARK</u>	102,0 €

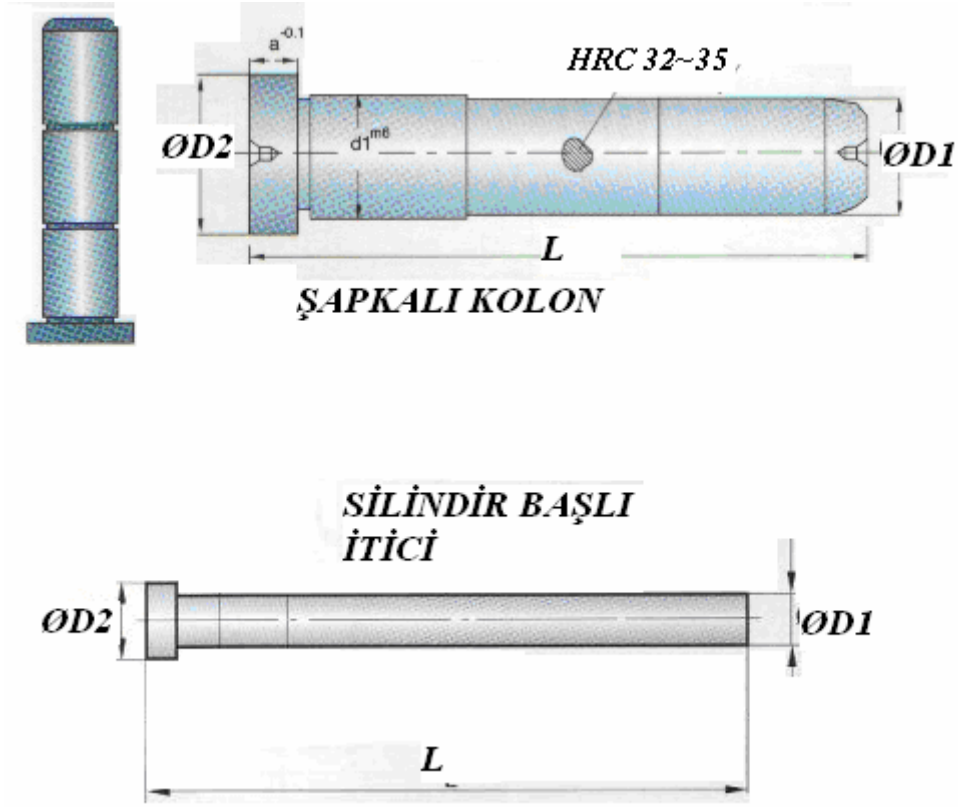


Şekil 4.10 Silindir başlı ve havşa başlı iticiler arasındaki fark.

Resimde (şekil 4.10) Silindir başlı iticiler ile havşa başlı iticiler arasındaki fark gösterilmiştir. Görüldüğü üzere Sadece örnek 1 deki kalıpta yapılan bir itici değişimi firmaya 100 € civarında bir kar getirmiş durumdadır. Firmanın bu ve bunun tipinde yıllık 80 kalıp civarı bitirdiği varsayılırsa sadece iticilerden yıllık 8,000 € civarı bir kar edilmiş olmaktadır.

4.3 Örnek 3.

Örnek 1’de parça no 11 numarası ile gösterilen silindir başlı itici “Ø16 x 116,5”, kalıpta geri vurucu adı ile anılmaktadır. Bu parçanın fonksiyonu ise kalıp açıldıktan sonra kapanma durumunda itici plakayı geri itirmek ve bu sayede kalıbın üzerindeki iticilere zarar gelmesini engellemektir. Aynı fonksiyonu sağlayan şapkalı kolon ise daha uygun maliyeti ile silindir başlı iticiye karşı tercih edilebilir.



Şekil 4.11 Şapkalı kolon ve silindir başlı itici karşılaştırması

Şekil 4.11’de, Silindir başlı itici ile Şapkalı kolon resim olarak karşılaştırılmıştır. Üretimi daha kolay olan şapkalı kolon kullanımı ile silindir başlı itici ile aynı fonksiyona sahiptir. Bu yüzden her ikisinin de kullanımı için herhangi bir sorun gözükmemektedir. Aşağıdaki tabloda (Çizelge 4.33) bu şekilde yapılan bir değişikliğin ne gibi bir fayda sağlayacağı belirtilmiştir.

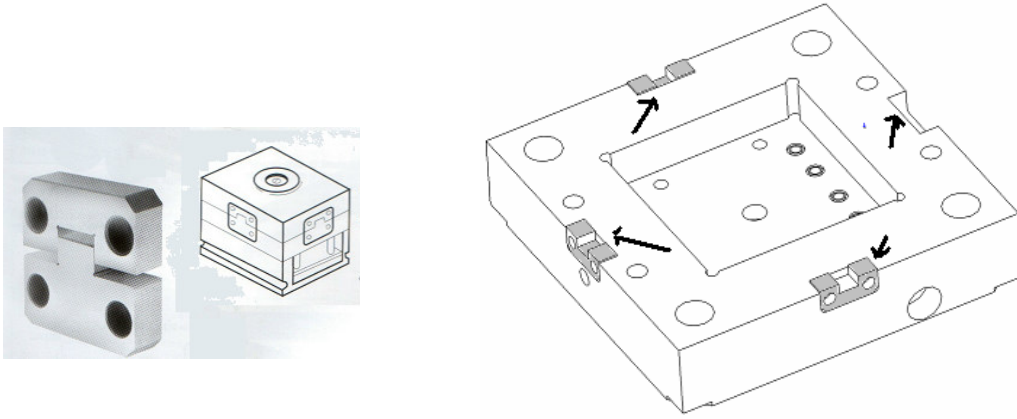
Çizelge 4.33 Silindir başlı itici ve şapkalı kolon maliyet farkı

MALZEME				TOPLAM
Malzeme	Ölçü	Adet	Birim Fiyat	
Silindir Başlı İtici	Ø16 x 125	8	6,0 €	48,0 €
Şapkalı Kolon	Ø16 x 160	8	3,5 €	28,0 €
				20,0 €

Çizelge 4.33'den de anlaşılacağı gibi değişikliğimiz sadece geri vurucu olarak kullanılan silindir başlı iticileri yine aynı fonksiyonu yerine getirebilecek şapkalı kolonlar ile değiştirmek sureti ile 20 € kar edilmiş oldu. Bu şekilde bir değişim ile yıllık getiri ise yaklaşık 1,600 € civarında seyretmektedir.

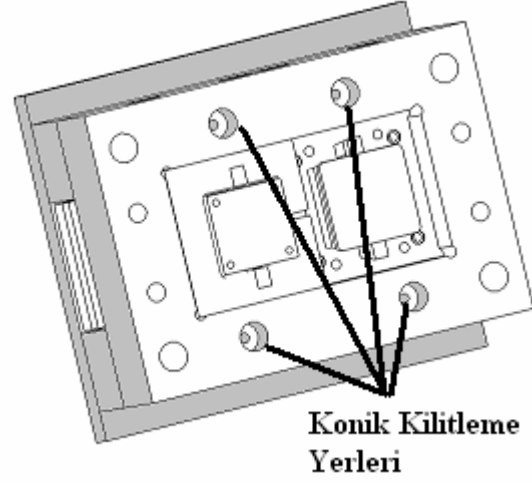
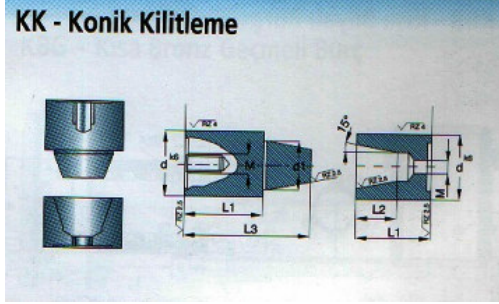
4.4 Örnek 4

Birinci örneğimizdeki, kalıbımızda paralel kilit kullanılmıştır. Paralel kilidin buradaki fonksiyonu kalıbın dişi ve erkek gövde bölümlerinin sabitlenmesi olarak düşünülmektedir. Paralel kilit kalıpta şekil 4.12'de de görüldüğü üzere iki gövde bölümünün sabitlenmesi üzere kullanılmaktadır.



Şekil 4.12 Paralel Kilit ve enjeksiyon kalıbındaki yeri

Toplam 4 adet olan bu paralel kilitlerin CNC Frezede yerinin açılması yaklaşık olarak iki plakada toplam 3 saat kadar sürmektedir. Hâlbuki paralel kilit yerine aynı fonksiyonu yerine getirebilecek konik kilitlerden kullanılabilirdi. Malzeme fiyatı olarak daha uygun olan konik kilitler CNC Frezede yerinin açılması konusunda ise daha kısa sürede “1 saat” sonuç vermektedir.



Şekil 4.13 Konik kilitleme ve kalıptaki yerleri

Sonuç olarak eğer örneğimizdeki kalbımızda kare kilit yerine konik kilit kullanırsak elde edeceğimiz toplam faydamız aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 4.34 Kalıpta, Kare kilit yerine konik kilitleme kullanılırsa olan maliyet farkı

MALZEME			İŞÇİLİK				TOPLAM
Malzeme	Adet	Birim Fiyat	Tezgâh	İşlem	Tezgah Birim Saat Ücreti	Çalışma Saati	
Kare Kilit	4	25 €	Cnc Freze	Gövdelere kare kilit yerlerinin açılımı	25	3	175
Konik Kilit	4	10 €	Cnc Freze	Gövdelere Konik kilit yerlerinin açılımı	25	1	65 €
						<u>FARK</u>	110 €

Görüldüğü üzere sadece kilit tipini değiştirmek, kalıbı aynı fonksiyona sahip başka bir ürünle imal etmek firmaya 110 € kar sağlatmış durumdadır. Genel olarak ortalama 80 kalıp yapıldığı düşünülürse yıllık ortalama kar ise 8,800 € civarında olmaktadır.

4.5 Örnek 5

Beşinci örneğimiz olarak çelik malzeme seçimi ile ilgili bir kıstas yapacağız. İlk örnek de verdiğimiz enjeksiyon kalıbında üst ve alt plaka, dişi gövde, erkek gövde, paraleller ve itici plakalarında hepsinde 1.1730 DIN kodlu ithal (Türkiye’de işletilmemektedir.) imalat çeliği kullanılmaktadır. Hâlbuki bu çelikler ile hemen hemen aynı özelliğe sahip 1.1050 Türkiye imali çelikler bu plakalarda güvenle kullanılabilir. Fiyatı ithal gelen 1.1730 marka çeliğe göre daha uygun olan bu çeliğin oldukça ağır gelen bu plakalarda kullanımından elde edilebilecek kar tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 4.35 Kalıpta kullanılan çeliğin standardının değişikliği söz konusu olduğunda ortaya çıkan maliyet farkı

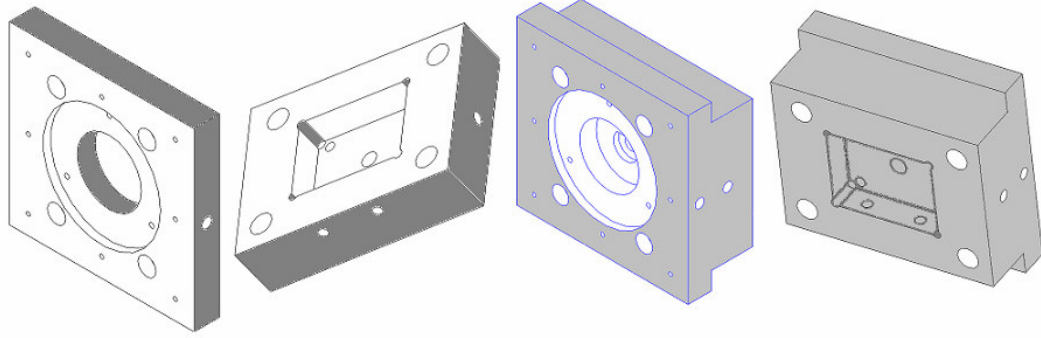
		1.1730		1.1050	
İsim	Kg.	Birim Fiyat	Toplam Fiyat	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
Üst Plaka	30	1,4 €	42,0 €	1,0 €	30,0 €
Dişi Gövde	55	1,4 €	77,0 €	1,0 €	55,0 €
Erkek Gövde	60	1,4 €	84,0 €	1,0 €	60,0 €
Paraleller	26	1,4 €	36,4 €	1,0 €	26,0 €
İtici Plaka	10	1,4 €	14,0 €	1,0 €	10,0 €
İtici Destek	12	1,4 €	16,8 €	1,0 €	12,0 €
Alt Plaka	30	1,4 €	42,0 €	1,0 €	30,0 €
Toplam			312,2 €		223,0 €
Fark			89,2 €		

Görüldüğü üzere enjeksiyon kalıbında aynı fonksiyonu yerine getirebilecek ve aynı özellikteki başka bir malzeme ile imalatımızı gerçekleştirirsek nasıl bir fayda sağlayacağımızı tablo açıkça göstermektedir. Buna göre sadece bu kalıptan malzeme değişikliği ile elde edilen 90 € civarında olan kar ortalama yıllık firmaya 7,200 Euro civarı bir yan getiri sağlamış durumdadır.

4.6 Örnek 6

Bu örneğimizde ise birazda tasarım değişikliğinin maliyetler açısından nasıl bir getiri sağladığını göstereceğiz.

Kalıpta belirttiğimiz üst plaka ve dışı gövdenin fonksiyonlarını şu şekilde açıklayalım. Üst plaka kalıbın enjeksiyon makinesine sabitlenmesine olanak tanır ayrıca içinde bulunduğu flanş yuvası ile plastiğin akışını düzenler ve cıvatalar ile dışı gövdeye bağlanır. Dışı gövde ise enjekte edilen parçanın çıktığı dışı çelikleri tutar. Şekilde görüldüğü üzere hem çelik malzemeden tasarruf edilmiş olmaktadır. Hem de tek bir plaka ile daha az bir işçilik ile kar edilmiş olmaktadır.



Şekil 4.14 Enjeksiyon kalıbında üst plaka ve dışı gövde yerine tek bir plaka kullanımı

Bir sonraki sayfada belirtilen tablolarda (4.36 & 4.37) da görüleceği üzere birinci örneğimizde mevcut olan kalıbın üst plaka ve dışı gövde parçalarının birleştirilmesi ile nasıl bir tasarruf sağlandığı daha açık bir şekilde gösterilmektedir.

Çizelge 4.36 Üst plaka ve dışı gövde yerine tek plaka kullanımından elde edilen malzeme kazanımı

Malzeme Maliyeti				
	Dış Ölçüler	Ağırlık	Birim Maliyet	Toplam
Üst Plaka	296 x 346 x 27	30	1,4	42
Dışı Gövde	296 x 296 x 66	55	1,4	77
Toplam				119
Yeni Plaka	296 x 346 x 86	70	1,4	98

Çizelge 4.37 Üst plaka ve dişi gövde yerine tek plaka kullanımından elde edilen işçilik kazanımı

	İşçilik Maliyeti								
	Freze	Birim M.	Toplam (€)	Taşlama	Birim M.	Toplam (€)	Cnc Freze	Birim M.	Toplam (€)
Üst Plaka	6	7	42	10	9	90	9	25	225
Dişi Gövde	8	7	56	11	9	99	17	25	425
Toplam (€)			98			189			650
Yeni Plaka	11	7	77	14	9	126	20	25	500

İki plakaya göre yeni yapılan plaka malzemede yaklaşık 20 €, işçilikte 240 €, toplamda 260 € tasarruf etmemize sebebiyet vermiştir. Şimdi yapılan değişikliği adım adım açıklayalım;

Öncelikle malzemede 296 x 346 x 27 ve 296 x 296 x 66 ölçülü iki plaka yerine eni ve boyu üst plaka ile aynı yüksekliği ise iki plakanın toplam yüksekliğinden biraz daha düşük tek bir plaka alınmıştır.

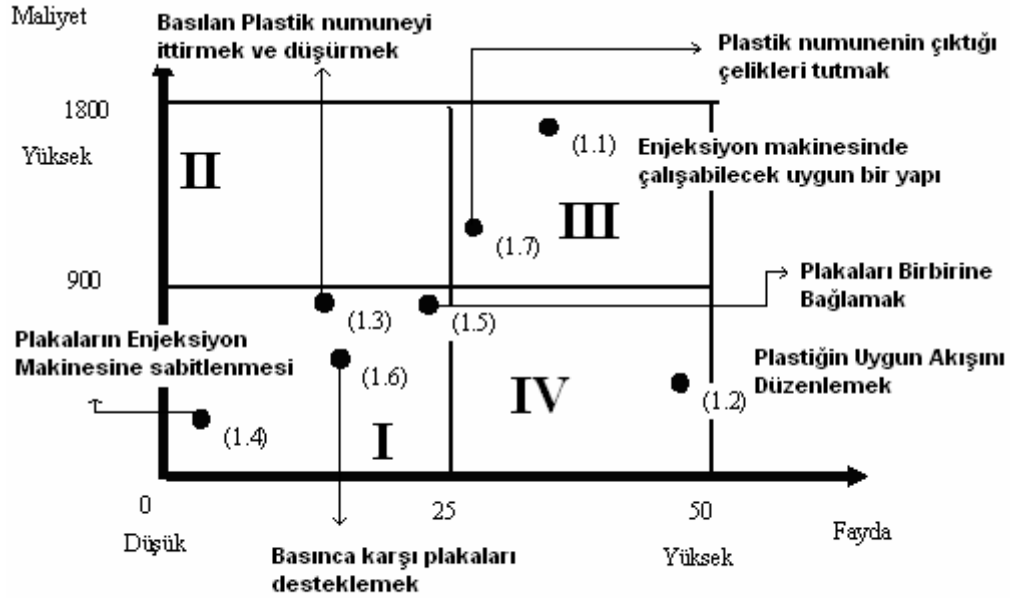
Malzemede çok büyük fark olmamasına rağmen esas fark işçilikte meydana gelmektedir. Başlangıç olarak plakanın temiz ölçüsüne gelmesi için frezeleme ve taşlama operasyonu gerçekleştirilmektedir. İki plakada her birinde 6 kenar olmak üzere toplam 12 kenarın frezeleme ve taşlama operasyonu yeni plakanın toplamda 6 kenarının operasyonundan fazladır. Aynı şekilde, yeni plakanın CNC freze de meydana gelebilecek delik delme ve havuz boşaltma operasyonları da sadece bir plaka olduğundan dolayı üst plaka ve dişi gövdeden daha kısa sürmektedir.

Belirtildiği üzere basit bir tasarım değişikliği ile aynı fonksiyonu yerine getirebilecek bir plaka ile toplamda 260 Euro kar edilmektedir. Yıllık ortalama tasarruf ise 20,000 Euro olmaktadır.

4.7 Örneklerin Değerlendirilmesi

Bölüm 4.1’de hayal ürünü olmayan imalatı yapılmış bir enjeksiyon kalıbının analizini yapmış bulunmaktayız. Daha sonraki örneklerimizde ise plastik enjeksiyon kalıbında belli parçalarda, aynı fonksiyonu yerine getirmek sureti ile maliyet düşürme operasyonu gerçekleştirilmiştir.

Bölüm 2.3.6.2 Maliyet – Fonksiyon matrisinde anlatılanlara göre buradaki maliyet fayda gridine göre her bir fonksiyonu bulunduğu bölgeye göre değerlendirelim.



Şekil 4.15 Örnek 1 için fayda maliyet gridi

- a) 1 numaralı fonksiyonumuzda “Enjeksiyon makinesinde çalışabilecek uygun bir yapı” maliyet olarak oldukça yüksek bir miktarda çıkmıştır, buna karşın faydası da oldukça iyidir. Burada yapabileceğimiz değer analizleri ile yüksek olan maliyetin biraz daha IV numaralı bölgeye (Düşük maliyet Yüksek fayda) kaydırmak olmalıdır. Enjeksiyon kalıbındaki hemen hemen bütün parçalar bu fonksiyonu yerine getirmektedir. Dolayısı ile maliyet düşürmek için örnek 2 den

örnek 6 ya kadar olan bütün örnekler bu fonksiyonun maliyetini azaltmak için kullanılabilir.

- b) 2 numaralı fonksiyonumuz olan “plastığın akışını düzenlemek” fonksiyonu için herhangi bir düzenlemeye ihtiyaç yoktur. Zaten düşük maliyeti ve en yüksek faydası ile diğer fonksiyonlarında ulaşmak istediği bölgededir. Ama yinede belli bir maliyet azalımı gerekli ise örnek 6 da ki üst plaka ve dışı gövdenin birleştirilme operasyonu ile bu fonksiyonun da maliyeti indirgenebilir.
- c) 3 numaralı fonksiyonumuz “basılan plastik numuneyi ittirmek ve düşürmek” her ne kadar I numaralı bölgede görünse de maliyet olarak sınır noktaya çok yakındır bu fonksiyonunda maliyeti azaltılabilir. Örneğin, 2 ve 3 numaralı örneklerde iticilere yapılan bir değer analizi ile bu fonksiyonun maliyeti düşürülmüş olmaktadır.
- d) “Plakaların enjeksiyon makinesine sabitlenmesi” olan 4 numaralı fonksiyonumuz düşük maliyet ve düşük faydasından dolayı yapabileceğimiz çok fazla bir şey yoktur.
- e) 5 numaralı fonksiyon “plakaların birbirine bağlanması” aynen 3 numaralı fonksiyonda olduğu gibi I numaralı bölgededir ama yinede sınıra yakın olduğundan dolayı bir maliyet indirgemesine gidilebilir. Örnek 4’de paralel kilitle ilgili olan tasarruf, örnek 5’de kalıp çelikleri ile ilgili olan kar, örnek 6’da üst plaka ve dışı gövdenin yerine imal edilen tek plaka bu fonksiyonun maliyetini belli seviyelerde düşürmüştür.
- f) 6 numaralı fonksiyon olan basınca karşı plakaları desteklemek içinde yapılabilecek çok bir şey yoktur. Zaten düşük maliyeti ve düşük faydası bulunmaktadır.
- g) Son fonksiyonumuz olan “plastik numunenin çıktığı çelikleri tutmak” fonksiyonu maliyeti yüksektir bu fonksiyonu da III numaralı bölgeden IV numaralı bölgeye getirmek durumundayız. Bu sebepten dolayı bu fonksiyonun maliyetini oluşturan Enjeksiyon Kalıbının Dışı gövde, Dışı çelik, Erkek Çelik ve Erkek Gövde parçalarının maliyetini düşürme ile ilgili çalışma yapılabilir. Örneğin, örnek 5 ve örnek 6 da bu parçaların maliyetini düşürme ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Aynı şekilde örnek 5’te uygulanan daha uygun fiyata elde

edilen çelik değişim durumu dişi çelik ve erkek çelik parçalarına da uygulanabilir.

Bütün bu anlatılanlarla değer analizindeki amaç, tanımlamalarda da belli olduğu üzere maliyeti düşürürken faydayı yükseltmek olmalıdır. Daha önceki bölümlerde gösterildiği üzere faydanın maliyete oranı değeri verdiği için dolayı yüksek değer elde edebilmek için işletmede üretilen ürünlerde maliyeti daha uygun ama aynı fonksiyonu ifa edebilecek tasarımlara, imalat metotlarına ve hammadde seçimine dikkat edilmelidir.

Yapmış olduğumuz plastik enjeksiyon kalıbı örneğimizde, üründen beklenen aynı fonksiyonu yerine getirme kaydı ile, ortaya çıkarmış olduğumuz maliyet kazanımı ile ilgili değer analizi çalışmalarımızdan önceki maliyeti ve sonraki toplam maliyeti aşağıdaki Çizelge 4.38’de gösterilmiştir.

Çizelge: 4.38: Değer Analizi öncesi ve sonrasındaki maliyet durumu.

	Toplam Malzeme Maliyeti	Toplam Üretim Maliyeti	Toplam Maliyet	Çizelge
Değer Analizi çalışmasından Önce	831.8 €	5,387.4 €	6,219.2 €	4.29
Değer Analizi çalışmasından Sonra toplam Maliyetler	597.6 €	5,129.4 €	5,727.0 €	
	Toplam Malzeme Kazanımı	Toplam İşçilik Kazanımı	Toplam Kazanım	Çizelge
İticilerde Silindir Başlı itici yerine Havşa Başlı İtici	44.0 €	58.0 €	102.0 €	4.32
Geri vurucularda Silindir başlı itici yerine Şapkalı Kolon Kullanımı	20.0 €	0.0 €	20.0 €	4.33
Paralel Kilit yerine Konik Kitleme kullanımı	60.0 €	50.0 €	110.0 €	4.34
1.1730 kalite çelik yerine 1.1050 kalite çelik kullanımı	89.2 €	0.0 €	89.2 €	4.35
Üst Plaka ve Dişi Gövde Plakası yerine tek bir plaka kullanımı	21.0 €	150.0 €	171.0 €	4.36 & 4.37

5. SONUÇLAR

Ürünün yapılma şeklini ve kullanılan malzemeyi geliştirmeyi amaçlayan değer analizi tekniği, günümüz koşullarında gittikçe güçlenen rekabet ortamında, hem ülke ekonomisi, hem de işletme açısından büyük yararlar sağlayabilir. Değer analizinin önemi ve gerekliliği henüz tam olarak anlaşılmamıştır. İşletmelerin ve kişilerin konuya ön yargılı yaklaşımları değişmelidir.

Değer analizi çalışmaları, yaratıcılığı ön plana çıkararak üzerinde çalışılan konuya her türlü açıdan yaklaşabilmeyi mümkün kılar. Hem üretim, hem de hizmet sektöründe kullanılabilen değer analizi metodu, işletme içi verimliliğin artmasında önemli rol oynar.

Bu metodun iyi bir şekilde uygulanabilmesi için, öncelikle değer kavramının iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Üründen veya hizmetten beklenen fonksiyona göre politikalar yeniden belirlenmeli ve çalışmalar bu doğrultuda yürütülmelidir. Günümüzde değer analizi / değer mühendisliği çalışmalarının ürün veya hizmetin tasarım aşamasında, müşteri beklentilerine yönelik olarak incelenmesi gerekir. Bu, pek çok gereksiz maliyeti ortaya çıkmadan önlemede önemli bir yaklaşımdır.

Gerektiği gibi uygulanan Değer Analizi programı, iş yeri çapında produktivite sorunları üzerinde olumlu nitelikte tartışmaların yapılabilmesi için yeni bir olanak sağlayacaktır. Böylelikle değişime karşı direnme azalacaktır ki bu da pazarlarda rekabet edilebilmesi için şarttır.

Pratikte her firma, değer analizi yöntemini kendi bünyesine göre uygular. Örneğin, öncelikli amacı maliyetleri düşürmek olan bir işletmede, değer analizinin ağırlık unsuru satınalma bölümü olacaktır. Öte yandan mühendislik tasarımlarının ağırlıklı olduğu bir firmada, değer analizinin odak noktasını teknik bölümler oluşturacaktır. Dikkat edilirse, “ağırlık unsuru” ve “odak noktası” kelimeleri kullanılmıştır. Çünkü değer analizi işletmenin bir bölümünde değil tamamında uygulanabilen, işletme içi maliyet kavramı ve sorumluluk bilincinin yerleşmesinde önemli rol oynayan sistematik bir çalışmadır.

Değer analizi çalışmalarının başarılı olabilmesi için, yaratıcılık ve motivasyon son derece önemlidir. Metodun işletmeye yerleştirilmesi ve daha iyi bir şekilde uygulanabilmesi için, bu unsurlar elemanlara kazandırılmalı, işletme içi eğitimler artırılmalı, malzeme ve mühendislik bilgileri daha üst düzeye çıkarılmalıdır.

Değer analizinin en önemli amacı, maliyetin düşürülmesi ve / veya fonksiyonun daha başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi ile “değer”in artırılmasıdır. Bu çalışmalar sonucu, ürün ve / veya hizmetin gerçek fonksiyonları ortaya konularak, beklenen performans özellikleri daha düşük maliyetlerle elde edilir. Hal böyle iken, değer analizi, günümüzün ezici rekabet ortamında fiyatlarını düşürmek, karlarını arttırmak ve ayakta kalabilmek isteyen firmaların vazgeçilmez bir aracı olmalıdır ki değerinin bulunduğu ülkelerde yöneticilerin en büyük yardımcısı olduğu görülmektedir. Çünkü bir işletmenin başarısı, etkinliği ve verimi ile ölçülür. Etkinlik, doğru şeyleri yapmak; verim ise, o şeyleri doğru yapmak şeklinde tanımlanır. Değer mühendisliği her iki alana da yardımcı olmaktadır.

Günümüzde değer analizi yöntemi, kalite bütünlüğü ve produktivite kavramları dâhilinde endüstriyel tatbikata sokulmakta ve ortak görevleri “değer geliştirme” olan Endüstri Mühendislerine ve yöneticilerine, bu görevlerinde yardımcı olmaktadır.

Değerin söz konusu olduğu her yerde değer analizi yöntemi kullanılmak suretiyle maliyet düşürmesi yapılabilir. Değer analizi, mamul ve hizmetlerin değerini geliştirmede bir disiplin olarak yaygın bir kabul görmektedir.

Her geçen gün dışa açılan ekonomimizin, yapısal değişimden ve gelişmiş ülke ekonomileri ile rekabet faktöründen dolayı, maliyetler üzerinde daha fazla titizlikle durulmalıdır. Maliyet düşürme çalışmalarının, herhangi bir endüstrinin şimdiki ve gelecekteki yapısını önemli ölçüde etkileyecek faktörler olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Altınışık, S., (1998) “Örgütsel Verimliliğin Sağlanması Yönetici Davranışların Rolü ve Önemi”, Verimlilik Dergisi MPM Yayını 1998/1
2. Anahtar Dergisi, (1994) “Çevre, Çevre Sorunları ve Verimlilik”, Yıl 6, Sayı 6, Sayfa 18, Haziran 1994.
3. ASQC Quality Costs Committee, (1986) “Principles of Quality Costs”
4. Beaumont J. P., (2004) “Runner and Gating Design Handbook: Tools for Successful Injection Molding”, Hanser Publish
5. Burdurlu, E., (1997) “Mobilya Endüstrisinde Değer Analizi ve Bir Mutfak Sandalyesi Üzerinde Uygulanması” Hacettepe Univ.
6. Cristopher W., (2003) “Putting a Value on Productivity”, Intel Information Technology
7. Crow, K., (2003) “Value Analysis and Function Analysis System Technique” DRM Associates, Canada
8. Çiğdem, S., (1996) “Değer Analizi”, KOGEM Seminer Notları, Nisan 1996.
9. Delta Computer Systems, (2002), “Plastic Injection Molding Application Note,”
10. Dessler G., (2001) “Management, Leading People And Organizations In The 21st Century”, Second Edition, Prentice Hall,
11. Drucker P. F., (1996) “Geleceğin Anahtarı Verimlilik, Verimlilik Dergisi MPM Yayınları 1996/2
12. Drury D., Doran H. (2003) “The Value of Value added Analysis” NSBA January volume 3 number 1
13. Energy Conservation in Plastic Forming Industry Seminar (1995), “Plastic Forming Industry Handy Manual Output”
14. Erkmenol, A., (1991) “Yönetim ve Organizasyon Ders Notları”,
15. Esentepeli M. (1987) “Makine Kalıpcılık Tekniği” Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul

16. Fallon, C., (1971) "Value Engineering", Industrial Engineering Handbook, McGraw - Hill Book Comp. Inc., New York.
17. Gage, W.L., "Value Analysis", (1983) McGraw - Hill Book Comp. Inc., New York, Çeviri: MPM Endüstri Şubesi, MPM Yayınları, No: 44.
18. Heller, E.D., (1971) "Value Management: Value Engineering and Cost Reduction", Addison - Wesley Publishing Comp. Inc.,
19. Hodge B.J., Anthony W.P., Gales M., (2002) "Organization Theory, A Strategic Approach", Sixth Edition, Prentice Hall.
20. İşlier A., (2002) "Tasarım, Bilgisayar Desteği ve Verimlilik", Mühendislik ve Makine Dergisi, Nisan 2002
21. ITO, (1993) "Küçük Sanayide Verimlilik Semineri Notları", ITO Yayınları, No: 93-31, İstanbul
22. Kobu, B., (1996) "Üretim Yönetimi", Avcıol Basım - Yayın, Dokuzuncu Baskı, İstanbul.
23. Koç Holding A.Ş. Malzeme Koordinatörlüğü, (1991) "Değer Analizi", İstanbul
24. Koerlsch R., (1999), "Software boosts mold design efficiency " Molding Systems, v 57, n 3, p 16- 23
25. Kurt M., (2002) CNC Takım Tezgahları ve DNC, istanbul
26. Küçükberksun, S., (1983), "İşletmelerde Produktivite Denetimi", Sönmez Endüstri Holding Yayınları, No: 1, İstanbul
27. Lenger A., (1997) "Verimlilik Kavramında Sorunsaldan Çıkış Veya Yeni Bir Kargaşaya Doğru İlk Adım Denemesi" Verimlilik Dergisi MPM Yayınları, 1997/ 4
28. Lewitt R., Glinn P. (2003), "Interaction value Analysis When Structured Communication Benefits Organization" Organization Science Volume 14/5, 9/2003
29. Menges, G., Michaeli, W., Mohren P.,(2001) " How to make injection Mold" Hanser Publish,
30. Miles, L.D., (1961) "Techniques of Value Analysis and Engineering", McGraw - Hill Book Comp. Inc., New York.

31. Neeley L. (2002) “ Three question that net present value analysis can help you answer” ,
32. Örnek A. Ş., (2003) “ Bir Yönetim Tekniği Olarak Değer Mühendisliği” Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt 5 Sayı 2,
33. Özevren M., (2004) “Bir Planlama ve Kontrol Aracı olarak Değer Yönetimi”
34. Papatya G., (1997) “ İşletme verimliliğini geliştirme ve Küresel rekabet önceliklerinden Hayal Mühendisliği” Verimlilik Dergisi MPM Yayınları 1997/3
35. Propenko, J., (1992) “Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı”, Çeviri: Olcay Baykal, Nevda Atalay, Erdemir Fidan, MPM Yayınları, No: 476, Ankara
36. Rees H, (2002) “Mold Engineering”, Hanser Publish,
37. Rees H, (2004) “Understanding Injection Mold Design”, Hanser Publish,
38. Shillito, M.L., Marle, D.J., (1992) “Value: It’s Measurement, Design and Management”, John Wiley & Sons, Inc.
39. Smith K. L., (1999) “Applying Value Analysis to a Value Engineering Program”
40. Society of Manufacturing Engineers, (2004) Plastic Injection Molds, Fundamental Manufacturing Processes Series Study Guide,
41. Tecer, M., (1982) “İşletme Ekonomisi”, Ekonomist Yayınevi, Ankara
42. Tümer, M., (1978) “Ürün, Üretim ve Yönetim”.
43. Ülgen H., Kadri M., (2004), “ İşletmelerde stratejik yönetim”, literatür yayınları 113
44. Yamak, O., (1993), “Üretim Yönetimi, Sistemler, İlkeler ve Teknikler”, Alfa Yayınevi, İstanbul
45. Yammada J., Chambers T. (2005) “ Intelligent Tool For Plastic Injection Mold Design” International Conference on Agility,
46. “Verimlilik Nedir? Neler Sağlar?”, (1991) MPM Yayınları, No: 155
47. Ward, P., (1978) “Value Techniques, Value Engineering and Value Analysis”, Urwick Management Centre,

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	09.11.1979	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1993 – 1997	Sakarya Arifiye Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans	1997 – 2002	Yeditepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Sistem (Endüstri) Mühendisliği (Burslu)
Yüksek Lisans	2002 – 2005	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Sistem Mühendisliği Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2002 – 2003	PLAST – MET Plastik Metal ve Kalıp Sanayi “Proje Koordinatörü”
2003 – 2005	ELMA Plastik Metal ve Kalıp Sanayi “Proje Koordinatörü”