

**MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN  
GELENEKSEL TEKİL İŞLEM MAKİNELERİ İLE  
ARDIŞIK İŞLEM MAKİNELERİNİN EKONOMİKLİK  
AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**131090**

**ECONOMICAL COMPARISON OF  
SUCCESSIVE OPERATION MACHINES WITH  
CONVENTIONAL SINGLE OPERATION MACHINES  
USED IN FURNITURE INDUSTRY**

**SUAT ALTUN**

Hacettepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin  
AĞAÇŞLARI ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı  
İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

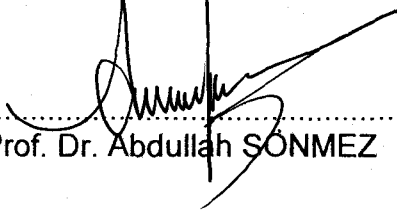
2003

131090  
T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM BAKANLIĞI  
DOKÜMAN İZLENİM KURULU

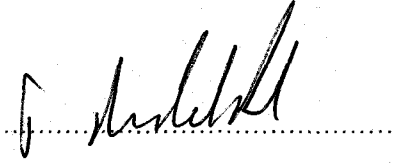
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.


Başkan

  
Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ

Üye (Danışman)

  
Doç. Dr. Erol BURDURLU

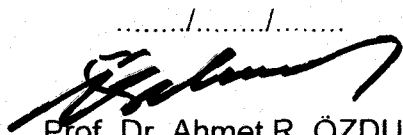
Üye

  
Yrd. Doç. Dr. İlker USTA

ONAY

Bu tez ...../...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

TC. YÜKSEK ÖĞRETİM BAKANLIĞI  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

  
Prof. Dr. Ahmet R. ÖZDURAL  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

# MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN GELENEKSEL TEKİL İŞLEM MAKİNELERİ İLE ARDIŞIK İŞLEM MAKİNELERİNİN EKONOMİKLİK AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Suat ALTUN

## ÖZ

Bu çalışmada, mobilya endüstrisinde kullanılan geleneksel tekil işlem makineleri ile ardışık işlem makinelerinin ekonomiklik açısından karşılaştırılması ve hangi teknolojinin işletmeye daha faydalı olacağını sayısal değer olarak ortaya konması amaçlanmaktadır.

Alternatif teknolojilerin maliyet analizinde yararlanılan temel zamanların bulunması için yapılan iş ölçümünde, kronometre tekniği kullanılmıştır. Temel zamanlar tespit edilirken süreç önce standart zaman unsurlarına göre ayrılmış ve bu unsurlardan sadece temel zaman unsuru analiz edilmiştir. Ölçümlerde 1/100 sn hassasiyetli kronometre kullanılmış, veriler saniye olarak gözlem formuna kaydedilmiştir. Gözlem sayısının yeterliliği REFA dağılım sayısı yöntemi ile test edilmiştir. Elde edilen veriler, iş ölçümü standart zaman analiz tekniğine uygun olarak temel zamanlara dönüştürülmüştür. Elde edilen temel zamanlardan işçilik, enerji, amortisman gibi görünür maliyet unsurları türetilerek bu veriler teknoloji seçim analizinde kullanılmıştır.

Teknoloji seçim analizine göre, ardışık işlem makinesinin seçilmesiyle, maliyetlerde geleneksel yöntemle göre yıllık 5,5 katlık bir tasarruf sağlanabilmektedir. Sağlanan bu tasarruflarla, ardışık işlem makinesinin seçimi nedeniyle yapılan yatırım 4 senede geri kazanılabilmektedir. Dolayısıyla eğer yeni bir yatırım yapılacaksa, kesinlikle ardışık işlem makinelerinin tercih edilmesi önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Tekil işlem makineleri, ardışık işlem makineleri, Ekonomik karşılaştırma, Net bugünkü değer

Danışman : Doç. Dr. Erol BURDURLU, Hacettepe Üniversitesi, Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,

# ECONOMICAL COMPARISON OF SUCCESSIVE OPERATION MACHINES WITH CONVENTIONAL SINGLE OPERATION MACHINES USED IN FURNITURE INDUSTRY

Suat ALTUN

## ABSTRACT

In this study, the aim is to compare, in numeric values, the conventional single operation machines and the successive operation machines that are used in furniture industry and which technology would be more appropriate for the business enterprise.

Work measurement chronometer technique has been used to find the basic time spans which will form a basis for analyzing the alternative technology cost. For the basic time spans to be determined, first of all, duration has been differentiated according to standard time components and among these components only the basic time span component has been analyzed. In measurements, a chronometer which is 1/100 s sensitive has been used and the data has been recorded in the observation form in seconds. The sufficiency of the number of observations has been tested with REFA dispersion number method. Obtained results have been transformed into basic time spans according to the work measurement standard analyzing technique. From the obtained normal time, visible cost components such as labor, energy, depreciation have been derived and the results have been used in technology decision analyses.

According to the technology decision analyses, if the successive operation machine is chosen, the cost can be saved 5.5 times more per year than the conventional method. With this saving, the investment made in choosing the successive operation machine could be regained in 4 years. Consequently, if a new investment is to be made it is advised that the successive operation machines are preferred.

**Keywords:** Single operation machines, Successive operation machines, Economical comparison, Net present value

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Erol BURDURLU, Hacettepe University, Department of Wood Products Industrial Engineering, Wood Products Industrial Engineering Section

## TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması sırasında her zaman yol gösterici olan, karşılaşılan güçlüklerin aşılmasına yardımcı olan, bilgi ve desteğini hiç esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Erol BURDURLU'ya; işletmelerinde uygulama yapma fırsatı tanıyan firma sahiplerine; desteklerini esirgemeyen tüm Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma ve tüm yaşamım boyunca yanımda olan aileme sonsuz teşekkürler.



## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
EKLER DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	11
2.1. Teknoloji (Makine) Seçimi .....	11
2.2. Yatırım Analizi.....	13
2.2.1. Ekonomik değerlendirme teknikleri .....	14
2.2.1.1. Net Bugünkü Değer Metodu : .....	14
2.2.1.2. Geri Ödeme Periyodu Metodu : .....	18
2.2.1.3. İç Verim Oranı Metodu : .....	19
2.3. Zaman Ölçümü.....	22
3. MATERYAL VE METOT.....	24
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Model pencere .....	24
3.1.2. Makineler (Alternatif teknolojiler).....	24
3.2. Yöntem.....	27
3.3. Bulgular ve Veri Analizi .....	38
3.3.1. Planya makinesinde zaman ölçümü.....	38
3.3.2. Kalınlık makinesinde zaman ölçümü .....	39
3.3.3. Yatay freze makinesinde yapılan zaman ölçümü .....	40
3.3.4. Daire testere makinesinde yapılan zaman ölçümü.....	41
3.3.5. Alternatif 2 İçin Zaman Ölçümü .....	41
4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	45
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	49
EKLER.....	51
ÖZGEÇMİŞ .....	83

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Değerlendirme Tekniklerinin Gruplandırılması .....	15
Şekil 3.1. Pencere üretim süreci ve model pencere profili.....	25
Şekil 3.2. Alternatif üretim süreçleri .....	24
Şekil 3.3. Zaman ölçümü hakkında REFA standart programı.....	30
Şekil 3.4. $\epsilon$ 'un z ve n' e bağlı olarak dağılım sayısı yöntemi ile saptanması için nomogram (güvenilirlik %95) .....	36



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Z2 Zaman Ölçüm Formu.....	33
Çizelge 3.2. Z2E Zaman Ölçüm Formu .....	34
Çizelge 3.3. Planya makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi .....	38
Çizelge 3.4. Kalınlık makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi .....	39
Çizelge 3.5. Yatay freze makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi.....	40
Çizelge 3.6. Daire testere makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi .....	42
Çizelge 3.7. A1 ve A2 için İşçilik ve Enerji Harcamaları.....	43
Çizelge 3.8. Toplam Yıllık Enerji ve İşçilik Giderleri.....	44





## EKLER DİZİNİ

EK 1. Planya Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları.....	51
EK 2. Kalınlık Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları.....	61
EK 3. Yatay Freze Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları .....	63
EK 4. Daire Testere Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları .....	67
EK 5. Hesaplamalar.....	81
EK 6. Faiz Oranı Faktör Çizelgesi (%3).....	82



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A1	Alternatif 1
A2	Alternatif 2
A	Yıllık amortismanlar
A.A.C.E.	American Association of Cost Engineers
CAD – CAM	Computer Aided Design–Computer Aided Manufacturing = Bilgisayar destekli tasarım ve üretim
CNC	Bilgisayar destekli Numerik Kontrollü = Computer – aided Numerical Control
D	Amortisman ve faiz hariç yıllık işletme giderleri
DNC	Direkt Numerik Kontrollü = Direct Numerical Control
$\epsilon$	Görece güven aralığı
F	Yıllık faiz ödemeleri
G.Ö.P.	Geri Ödeme Periyodu
H	Projenin yaşam devri sonundaki sabit yatırım hurda değeri
I	İlk yatırım tutarı
İ.V.O.	İç Verim Oranı
k	Değer aralığı sayısı
$K_v$	Kurumlar vergisi oranı
L	Performans (zaman ölçümünde)
L	İşlenen parça uzunluğu (makine ritmi hesabında)
$\bar{L}$	Ortalama performans
m	Kuruluş dönemi yıl sayısı
MPM	Milli Prodüktivite Merkezi
n	Zaman ölçüm adedi (zaman ölçümünde)
n	Projenin yaşam devri yıl sayısı (ekonomik analizlerde)
N.B.D.	Net Bugünkü Değer
NC	Geleneksel Numerik Kontrollü = Conventional Numerical Control
P	Beklenen yıllık net kar
p	İç verim oranı
Qt	t. Yılda net nakit akımı
r	İskonto oranı
R	Ritim (Makine ritmi hesabında)
R	Proje gelirleri (ekonomik analizlerde)
REFA	Alman İş Etüdü Merkezi
$\bar{R}_z$	Değer aralıkları ortalaması
$\Sigma t_z$	Çevrim zamanları toplamı
$\Sigma L$	Performanslar toplamı
$\Sigma tek$	Akış gereği ara verme toplam süresi
$\Sigma Rz$	Değer aralıkları toplamı
t	Yıllar
$t_1$	Akış dilimi tek zamanı
T.D.K.	Türk Dil Kurumu
tek	Akış gereği ara verme birim süresi
tg	Çevrim temel zamanı
TİM	Toplam iş miktarı
tr	Hazırlık zamanı
ts	Toplam akış gereği olmayan ara verme süresi
TS	Toplam işlem süresi

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam ediyor)

$t_z$	Çevrim zamanı
$\bar{t}_z$	Ortalama çevrim zamanı
V	Makine besleme hızı
z	Dağılma sayısı
Zer	Dinlenme zamanı
Zv	Dağılım zamanı



## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu, varoluşundan bu yana, çağlara göre değişen fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarla karşı karşıya kalmıştır. İnsanın yaşamını devam ettirebilmesi için bu ihtiyaçları giderme zorunluluğu, onu bir takım çabalara yönelmiş ve bu çabalar kendi yeteneklerini kullanmasının yanı sıra bazı yardımcı araçları da kullanmayı gerektirmiştir. Bu araçlar "alet" kavramını ortaya çıkarmıştır.

Teknolojik gelişmeler ve insan ihtiyaçlarının hızla artması sonucunda el aletleri yetersiz kalmış, maddenin daha kolay ve hızlı işlenmesi zorunluluğu ortaya çıkmış, uygulanan kuvvetin mekanik yollarla daha karmaşık alet sistemlerine dolaylı olarak aktarılması sonucunda "makine" kavramı doğmuştur.

T.D.K. Türkçe sözlüğünde Makine, "basit bir işletme tekniği ile, belli bir işi kendi kendine, düzgün ve bir örnekte yapacak şekilde düzenlenmiş aygıt" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre makinede olması gereken genel özellikler şunlardır:

- Makinenin işletilmesi ile işçi emeğinden maksimum tasarruf sağlamalı ve niteliksiz işçiler tarafından bile kolayca öğrenilebilmelidir.
- Makine, özellikle günümüzün seri üretim anlayışına uygun olmalıdır.
- Makinenin düzgün ve bir örnekte (standart) iş yapabilmesi için ayar düzenlerinin duyarlı ve sağlam bağlantılı olması, kesicilerinin uygun nitelikleri taşıması gerekir. Ancak bu şekilde, işlenen ilk parça ile son parça, ölçü ve şekil bakımından birbirinin aynı olabilir.

Makineler gördükleri işe göre Kuvvet makineleri ve İş makineleri olarak iki gruba ayrılırlar. Kuvvet makineleri, doğal veya yapay yola elde edilen enerjiyi mekanik enerjiye çevirerek, iş makineleri için gerekli gücü sağlayan makinelerdir. Bu gruptaki makineler genellikle motor olarak adlandırılırlar. İş makineleri, kuvvet makinelerinden aldıkları gücü işe dönüştüren makinelerdir. Ağaçşleri sektöründe malzemeleri işlemek için kullanılan tüm makineler (planya, kalınlık, frezeler vd.) iş makineleri grubundandır. (Burdurlu ve Baykan, 1998)

Makinelerin amacı, hammadde yarımamul halindeki malzemelere öngörülen şekli vererek ve arzu edilen özellikleri kazandırarak fonksiyonel bir ürün haline dönüştürmektir. Gerçekte; karışık ve birbirinden oldukça farklı görünen makineler basite indirildiğinde Parça – Kesici – İşlem üçlüsünden meydana geldikleri görülmektedir.

İşlem, talaş kaldırma yani, parça-kesici ikilisine uygulanan hareketlerden meydana gelir. Bu hareketleri oluşturan elemanlara “kinematik sistemi”, iş parçasının iletilmesi, bağlanması, işlendikten sonra çözülmesi ve makineden bir başka yere taşınmasını sağlayan sisteme “parça sistemi”, aynı işlemi kesici için sağlayan sisteme “takım sistemi”, soğutma ve talaş tahliyesini sağlayan sisteme “yardımcı sistemler” ve tüm bu sistemleri üzerinde taşıyan ana yapıya “gövde” denir. Bahsedilen sistemleri işçi kullanmadan ve uyumlu olarak çalıştırma sistemi ise “otomasyon” sistemi olarak adlandırılır. Makinelerde girdi olarak malzeme, enerji ve bilgi verilip, çıktı olarak işlem görmüş parça alınır. (Burdurlu ve Baykan, 1998)

Enerji, makine mekanizmalarını harekete geçiren mekanik iş ile ilgili olup, insan veya motor tarafından verilebilir. İnsan enerjisi ile oluşturulan harekete “elle hareket”, motor enerjisi ile sağlanan harekete “mekanik hareket” veya “mekanizasyon” denir. Mekanizasyon kısmi veya tam olabilir. Kısmi mekanizasyonda bazı hareketler motor enerjisi bazıları ise elle yapılır. Örneğin dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinde olduğu gibi kesme ve parça ilerlemesi bir motor hareketi ile sağlanırken, parça besleme ve boşaltma el ile gerçekleştirilir. Tam mekanizasyonda ise işlemeye yönelik tüm hareketler motorlar ile gerçekleştirilir.

Makineye verilen bilgiler geometrik ve teknolojik olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Geometrik bilgiler işlem yapıcının parça üzerindeki yolunu belirler. Teknolojik bilgiler kesme hızı, ilerleme hızı, talaş kalınlığı gibi değerlerden meydana gelir. Bilgi verileri makineye direkt insan tarafından verilen makinelere geleneksel, okunmalı bir program ile verilenlere otomat denir. Otomat makinelerde yapılan işlemlerin kapsamına otomasyon denilir. Otomasyon kısmi veya tam olabilir. Kısmi otomasyonda bazı hareket ve işlemler, örneğin parça ve/veya kesici bağlama

özme işlemleri operatör; talaş kaldırma işlemleri otomatik olarak yapılır. Tam otomasyonda ise tüm hareketler otomatiktir.

Otomatik makineler “Mekanik” ve “Numerik (sayısal) kontrollü” olmak üzere iki gruba ayrılır. Mekanik otomatik makinelerde yönlendirme (program) bir mekanik tertibatla gerçekleştirilir. Numerik kontrollü makinelerin programı, bilgisayar programlarında olduğu gibi yazılı bir belgedir. Program, parçanın üretim resmine göre parçanın geometrik şekli (geometrik bilgiler) ve talaş kaldırma koşulları (teknolojik bilgiler) dikkate alınarak yazılır.

Mekanik otomat makinelerde ayarlama zamanı oldukça uzundur. Numerik kontrollü makineler esnek sistemler olup, işleme operasyonları, yazılı bir belge olan programları sayesinde çok çabuk değiştirilebilir. Bu yüzden günümüzde de numerik kontrollü makineler fazlaca üretilmektedir, mekanik otomat makine üretimlerinde geçmişe oranla azalma söz konusudur.

İlk yapılan numerik kontrollü makinelerde sadece kontrol ünitesi vardır. Bu tür makineler “Geleneksel Numerik Kontrollü = Conventional Numerical Control” veya kısaca “NC” sistemler olarak adlandırılır. Bu makinelerin program saklayacak bellekleri olmadığından her parça işlemede programın kaydedildiği band tekrar başa alınır. Başka bir parça işlenecekse band değiştirilir.

Daha sonraki aşamada NC makineler, program saklama belleklerine sahip olan ve karmaşık mantık işlemleri yapabilen bilgisayarlarla donatılmışlardır. Böylelikle “Bilgisayar destekli Numerik Kontrollü = Computer – aided Numerical Control” veya kısaca “CNC” makineler ortaya çıkmıştır. CNC makinelerde program bellekte saklanır, gerektiğinde bellekten çağrılır ve parçalar arka arkaya işlenebilir. Ayrıca, merkezi bir bilgisayara bağlı olan birçok NC ve/veya CNC makinelerden oluşan sistemler de vardır. Bunlara, “Direkt Numerik Kontrollü” veya kısaca “DNC” sistemleri denilmektedir. CNC sistemlerde program, delikli kart, manyetik şerit, manyetik band, kontrol panosu düğmeleriyle veya bir bilgisayar yardımıyla verilebilir. Bilgisayarlı sistemde CNC makine CAD – CAM (Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing = Bilgisayar destekli tasarım ve üretim) sistemine entegre edilebilir.

CNC makinelerin avantajlarını ortaya koymak için bazı araştırmalara ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir

Koç (1993), bilgisayar destekli tasarım uygulamalarında, tasarım sürecinde en az %30'luk bir azalma, verimlilik artışında ise ilk altı ay için 2 kat, daha sonraki periyotlar için ise 5 kata kadar ulaşan bir artış olduğunu belirtmektedir. Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim sistemlerinin birlikte kullanılması halinde ise, üretimde % 120'lik verimlilik artışı, % 130'luk kalite artışı ve sipariş karşılama süresinde % 90'lık bir azalma olabileceği, ürünlerin ya da ürün parçalarının tasarım sayısında da üç katlık bir artış gerçekleşebileceği bildirilmektedir. Koç, çalışmasında toplam 9804 parçadan oluşan 330 adet mutfak dolabı takımının tasarım ve üretim sürecini incelemiş, bilgisayar destekli tasarım ve üretim süreci ile klasik yöntemle üretim süreçlerini karşılaştırmıştır. Üretimde bilgisayar desteğinin sağlanması ile klasik yöntemlerle çalışan işletmelere göre fire oranında 2.6 kat, levha kesimindeki işlem zamanında 24.75 kat, harcanan işgücünde ise 49.5 katlık bir azalma tespit etmiştir. Delik delme işleminde ise yine klasik yöntemlere göre işlem zamanında 4.4 katlık bir kısalma, harcanan işgücünde ise 5.6 katlık bir azalma olduğunu tespit etmiştir. Bulunan sonuçların uygulamanın yapıldığı işletmenin koşullarına ve yöntemlerin uygulama şekillerine ve düzeylerine göre belirli ölçüde değişeceği ancak, her durumda klasik yöntemler ile çalışan işletmelere göre çok önemli bir kazanç ortaya çıkarılabileceği de söylenmektedir.

Joswig (1989) ileri teknoloji sistemlerinin temelini oluşturan ve metal endüstrisinde 1960'lı yıllarda kullanılan NC makinelerin, dünya orman ürünleri endüstrisinde kullanımının 1970 – 1975'li yıllara rastladığını söylemektedir. 1971 yılında Hannover fuarında pozisyon ayarlı montaj presi ve 1975 yılında Ligna fuarında NC st freze makinesi tanıtılmıştır. İleri teknoloji makinelerin ağaç işleme alanının tümüne ulaşması ise 1980'li yıllarda olmuştur (ner, 1998).

Türkiye mobilya endüstrisindeki teknolojik gelişmeler ve mobilya üretim teknolojisine baktığımızda, 1980 sonrası orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı artarken özellikle büyük ölçekli işletmelerde önemli yapısal değişiklikler ve teknolojik gelişmeler gözlenmektedir. Orta lekli ve küçük ölçekli işletmelerde ise



teknolojik değişim daha yavaş gerçekleşmektedir. Üretimde bilgisayar desteğinin artması özellikle darboğaz oluşturan kısımlarda CNC makine kullanımının yaygınlaşması kalite ve verimlilik anlayışına yeni bir boyut getirmiştir. 1990'lı yıllarda dñnyadaki teknolojik yenilik ve gelişmelere ilgi başlamış, bu yıllarda kurulan mobilya işletmeleri hızla artan ürün çeşidi ve miktarına bağlı olarak ileri teknoloji makinelerini bünyelerine katarak yüksek verimlilik elde etmeye çalışmışlardır. Bu yıllarda kullanılan CNC makineler daha çok delik delme, levha kesme, freze ve NC kenar bantlama – ebatlama makineleridir. Öner, 1990-1991 yılları arasında toplam 3 işletmenin NC/CNC makineleri kullanmakta iken 1997'de bu sayının 22'ye ulaştığını tespit etmiştir. Bu işletmelerin tamamı 25 kişiden fazla işçi çalıştıran büyük ölçekli işletmeler olup %78'i anonim şirket %27'si limited şirkettir. CNC makine kullanan işletmelerin sadece büyük ölçekli işletmeler olması, bu işletmelerin kuruluşlarında yapılan fizibilite çalışmaları sonucu tüm makinelerini ithal ederek yerli üretime önem vermemeleri, orta ve küçük ölçekli işletmelerin ise genellikle yerli üretim makineleri tercih etmeleri ve yerli üretim NC/CNC makine bulunmamasına, ithal makinelerin pahalılığına bağlanmaktadır. CNC makineleri kullanan işletmeler daha çok, kutu mobilya tipi üretim yapmaktadırlar. İşletmelerin %54'ünün sipariş üretimi, %13'ünün seri üretim ve %33'ünün de hem seri hem de sipariş üretimi yaptıkları saptanmıştır. CNC makinelerinin hassasiyetinin yüksek, hazırlık süresinin daha kısa olması ve değişen ürün taleplerine kolayca uyum sağlayabilmesi gibi sebeplerle işletmelerin çoęu sipariş üretimi yapmaktadır. CNC makineleri satın alırken beklentiler; üretim kalitesini arttırmak, hassas ölçülerde üretim yapmak, üretim miktarını arttırmak, üretim süresi ve sipariş karşılama süresini azaltmak, işçilik ve üretim hataları ile malzeme kayıplarını en aza indirmek, taşıma yollarını azaltmak, maliyeti düşürmek, çalışan sayısını azaltmak, bir yüklemede ve bir ayarlama ile birden fazla işlemin aynı makinede ve aynı zamanda yapılabilmesi, daha seri ve standart bir üretimi gerçekleştirmek, hızla gelişen teknolojiye paralel olarak mobilya sektöründe istenilen hedefe ulaşmak ve rekabet edebilmek olarak sıralanmaktadır. Araştırmaya katılan işletmelerin NC ve CNC makinelere geçiş sonrası %83'ünde %20-90 arasında değişen oranlarda verimlilik artışının olduğu saptanmıştır. Fire oranlarında ise %10-40'lardan %4-15'lere düşüş olmuştur. İşlem zamanı %30 – 60 oranında azalmıştır. Türkiye'de ağaç işleme makineleri ithal eden firma yetkililerine göre ithal edilen ve kullanıcı



işletmeler tarafından en çok talep edilen NC ve CNC makineler; levha kesme, freze ve çoklu delik makineleri grubudur (Öner, 1998).

Joswig (1989) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada CNC freze makinelerinin 200 saatlik kullanım süresinde normal freze makinelerine göre 2.8 – 6.75 defa daha fazla verimlilik elde edildiği, bu oranın 1600 saatlik kullanım süresinde 1.22 – 1.72'ye düştüğü, işlem süresinin ise 1.4 – 6.7 kat azaldığı tespit edilmiştir (Kurtoğlu vd., 1997).

Bokhorst at.al (2002), CNC makinelerde ayarlama zamanının geleneksel makinelere oranla genellikle önemli ölçüde azaldığı, dolayısıyla işlem zamanının da kısılacağı belirtilmiştir.

CNC makineler üç ana performans kriteri olan verimlilik, esneklik ve kalite performanslarının artırılmasına katkıda bulunur. CNC makinelerin en belirgin karakteristik özellikleri bilgisayar kontrollü olmaları, birden fazla işlemi entegre etmeleri ve otomatik tutma, taşıma sistemlerine sahip olmalarıdır. Bu özellikler üç performans kriteri üzerinde birbirleriyle bağıntılı bir şekilde etki ederler. CNC makinelerin çoklu işlem kapasitesinin bir çok avantajı vardır. Ayarlama süresinin azalması, işlemler arası taşıma süresinin elimine edilmesi, ayarlama yapılacak işlem donatım elemanlarının sayısının azalması vb. Bu avantajlar zamandan kazanım kadar hassasiyetin artmasıyla kalitede artışı da getirir. Ayrıca ayar süresindeki azalma esnekliği arttıran daha küçük parti miktarlarında üretim imkanını arttırır. Otomatik bağlama ve taşıma özellikleri ihtiyaç duyulan direkt işçi sayısında azalma sağlar. Bu da daha yüksek verimlilik sağlar. Otomatik bağlama ve taşıma sistemleri, taşımadan kaynaklanan ıskarta sayısını ve ek işlem gereksinimini azaltır (Bokhorst at.al., 2002).

Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre ileri teknoloji ürünü olan CNC makinelerin mobilya endüstrisinde kullanılması ile kapasite artışı, kalite artışı ve maliyetlerin düşmesi sonucunda gerek iç gerekse dış pazarlarda tüketiciye kaliteli ve bütçesine uygun ürünlerin sunulması ve geleneksel makinelerle yapılan üretimdeki hataların ortadan kalkması sağlanmıştır. CNC makinelerin geleneksel

makinelere göre üstünlükleri aşağıdaki gibidir (İlhan vd.,1990; Koç, 1993; Öner, 1998; Bokhorst at al., 2002; <http://www.utm.edu>).

- Ürün kalitesi yükselmekte ve CNC makinelerle hassas bir üretim gerçekleştirilebilmektedir.
- Çalışan personel sayısı azalmakta ve böylece insandan kaynaklanan hatalar en aza indirilebilmekte, bozuk parça adedi düşürülebilmektedir.
- Üretim zamanı kısalmaktadır.
- Hammadde ve enerji sarfiyatı azalmakta, verimlilik yükselmektedir.
- Siparişler en kısa sürede karşılanabilmekte ve değişen üretim durumlarına kolayca uyum sağlanabilmektedir.
- Kalıp, master vb. yan ekipmanlar ya hiç gerekmez ya da gerekli olanların sayısı çok azdır.
- Üretimde standardizasyon sağlanabilmektedir.
- İlk numune ve program kontrolleri yapıldıktan sonra çok az sayıda kontrole ihtiyaç duyulacağından, kalite kontrol maliyetleri azalır ve kalite kontrol süresi kısalmaktadır.
- Yatırım maliyeti dışında üretim maliyeti azalmaktadır.
- Farklı ölçü ve nitelikteki malzemeler hızlı bir şekilde işlenebilmekte ve seri bir üretim yapılabilir. Ayarlama zamanı geleneksel makinelere göre daha kısadır.
- Aynı anda parça üzerinde birden fazla işlem yapılabilir. Komplike yapıda ürünler kolayca üretilebilmektedir.
- Operatör klasik makinelerde olduğu gibi hareket eden iş parçasına sık sık veya sürekli dokunmadığından daha emniyetli bir çalışma ortamı sağlanmaktadır.
- Hassas işlerde fazla miktarda operatör mahareti gerektirmediği için daha az nitelikli işçi istihdam edilebilir.

CNC makinelerin dezavantajları ise aşağıdaki gibidir:

- Fiyatları daha pahalı olduğu için işletme yatırım maliyetini yükseltir,
- Yetişmiş operatör bulma zorluğu vardır,

- Hassas bir yapıya sahip olduğundan ortam şartlarının sık sık kontrol edilmesi gerekir,
- Servis ve yedek parça konusunda lojistik destek eksikliği, (Türkiye'de) bulunmaktadır,
- Arıza anında sorunun çözülme zorluğu ve yüksek bakım onarım maliyeti gerektirir,
- Yedek parçaları pahalıdır,
- Düzenli ve sabit bir elektrik sistemi gerektirir,
- Personelin eğitim süresi uzundur,
- Yapılacak program veya ayar hatası çok sayıda parçada hata oluşmasına neden olabilir.

Kontrol sistemlerindeki bu gelişmenin ve ayırımın yanı sıra ağaçişleme makinelerini parça işleme yeteneklerine göre iki ana gruba ayırmak mümkündür. Bunları "Tekil İşlem Makineleri" ve "Çoklu İşlem Makineleri" olarak adlandırabiliriz.

Tekil İşlem Makineleri, bir ayarla parça üzerinde ancak bir tek işlemin yapılabildiği makinelerdir. Geleneksel ağaçişleme makinelerinden olan, planya, freze, daire testere bu tür makinelerdir. Bu makinelerde de birden çok değişik işlemler yapılabilmesine rağmen, ayırıcı nokta; her farklı işlem için makinenin durdurulup yeniden ayarlanması gerekliliğidir. Örneğin freze makinesinde hem eğmeçli bir parçanın kenarları temizlenebilir hem de, bir parça kenarına profil açılabilir. Ancak bu işlemler için ayrı ayrı ayar yapmak, hatta kalıp kullanmak gerekir.

Çoklu İşlem Makineleri, bir tek ayarla parça üzerinde birden çok işlemi peşi sıra yapabilen makinelerdir. Çoklu işlem makinelerini de iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlar, "Ardışık İşlem Makineleri" ve "İşleme Merkezleri" olarak isimlendirilebilir. Ardışık İşlem makineleri, parça üzerinde birden fazla işlemi, parça otomatik olarak ilerlerken, geçtiği her işlem noktasında ard arda yapan makinelerdir. Örneğin dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi, kenar bantlama makineleri, çift taraflı kenar işleme makineleri (Doppel) gibi. Ardışık işlem makinelerinin kontrolü de NC veya CNC olabilir. İşleme merkezlerinde ise daha çok parça bir işlem noktasında sabitlenir ve hareketli kesici sistemlerle işlemler parça üzerinde sıra ile yapılır.

Örneğin bir CNC freze ve delik makinesinde, tablaya bağlanan parça üzerinde önce tüm delik işlemleri yapıp bitirildikten sonra, frezeleme işlemi için otomatik olarak kesici değiştirilir ve işlem gerçekleştirildikten sonra makine durur, yeni parçanın tablada sabitlenmesini bekler.

Buraya kadar verilen bilgilerden görüleceği üzere makineler, parça işleme ve kontrol sistemleri açısından ciddi farklılıklar göstermekte, bu farklılıklara göre kapasite, işletme maliyetleri ve kalite gibi üretim unsurlarında da farklılaşma olmaktadır. Bu durumda, "işletme hangi makineyi seçerse ekonomik davranır?" sorusu ortaya çıkmaktadır. Bu soruya cevap verebilmek için bazı araştırmalar yapılmıştır;

Öner (1998), ileri teknoloji makineler ile geleneksel makineler arasında işlem zamanı ve işçilik kriterleri açısından karşılaştırma yapmak için, 250 adet televizyon sehpasına ait parçaların kenar bantlama işlemi üzerine bir uygulama yapmıştır. Parçaların NC çift taraflı kenar bantlama – ebatlama makinesinde kenar kaplama işlemi takip edilerek, toplam 1951.75 m kenar kaplanmasının işlem süresi 1.5586 saat, harcanan işçilik ise 4 işçi kullanıldığından 6.2344 adam-saat olarak bulunmuştur. Geleneksel makinelerle üretimde ise değerler 20 adet işletmede gözlem yapılarak ve %60-80 verimle 8 m/dak işlem hızında çalışıldığı kabul edilen şartlarda hesaplanmıştır. İşlem süresi 4.0661 saat, harcanan işçilik ise 8.1322 adam-saat olarak hesaplanmıştır. Bu bilgilere göre kenar bantlama işleminde NC/CNC makine kullanılması ile geleneksel sistemle çalışan işletmelere göre işlem zamanında 2.65 kat ve harcanan işgücünde ise NC sistemde 4 işçi kullanılmasına rağmen 1.32 katlık bir azalma tespit edilmiştir.

Burdurlu ve Güçbilmez (1999) çalışmalarında, mobilya endüstrisinde teknoloji seçiminde temel yaklaşımları ortaya koymuş, teknoloji seçimine örnek olarak 100 adet prese kapı üretiminde kaba boyu ölçülendirilmiş kerestenin, net ebatlı prese kapı karkas parçalarına dönüştürülmesi sürecinde alternatif iki teknoloji arasında seçim uygulaması yapmışlardır. Süreçler işçilik ve enerji maliyetleri açısından karşılaştırılmış, çoklu dilme + dört taraflı yüzey ve kenar işleme makineli süreç, planya+kalınlık+daire testere makineli sürece göre yıllık 6,389,600,000 TL daha avantajlı bulunmuştur (Elektrik birim fiyatı 100.000 TL, işçilik 700.000 TL/saat).

Verilen ikinci örnekte ise, net kalınlığı çıkarılmış ve şerit testere makinesinde taslak olarak çıkarılmış eğmeçli formlara sahip mobilya parçalarının, eğmeçli kenarlarının temizlenmesinde, birer işçi çalışan iki adet yatay freze makinesi kullanımı ile bir işçinin çalışacağı otomatik şablon freze makinesi alternatifleri karşılaştırılmıştır. Değerler 10 yıllık makine ömrü için indirgenmiş nakit akımı yöntemine göre paranın değer kaybı yıllık reel %6 kabul edilerek hesaplanmış ve teknoloji değiştirme kararı verilen bir sonuç ortaya konmuştur.

Aybey (1999) tarafından yapılan çalışmada, emprenyeli ve emprenyesiz kapı ve pencere üretimi projesi olmak üzere iki proje karşılaştırılmıştır. Gerekli rakamlar Haziran 1998 döneminde Muğla ilinde kurulu bir işletmede, karaçam odunundan imal edilen kapı ve pencerelerin üretim süreci incelenerek elde edilmiştir. Her iki proje maliyetleri üretim yerinde, birim miktar ( $m^3$ ) üzerinden maliyet muhasebesi ilkelerine göre hesaplanmıştır. Daha sonra projeler net bugünkü değer yöntemine göre karşılaştırılmıştır. Sonuçta, net bugünkü değeri daha küçük olan emprenyeli kapı ve pencere projesinin daha ekonomik olduğu saptanmıştır. Emprenyeli kapı ve pencere projesinin ilk yatırım maliyeti daha yüksek olmasına karşın, emprenyesiz kapı ve pencere projesinin 11. ve 21. yıllarda yeniden yatırım gerektirmesi nedeniyle, proje ömrü göz önüne alındığında daha pahalıya mal olduğu ortaya konmuştur.

Bu çalışmalarda daha çok, makineler işlem süreleri açısından karşılaştırılmıştır. Bir çalışmanın haricinde işlem süreleri farkının ve makine yatırımlarının maliyetlere etkisi üzerinde durulmamıştır. Özellikle yüksek teknolojiye sahip ardışık işlem makinelerinin ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasına karşın, sağladığı faydaların ekonomik büyüklükleri de dikkate alarak incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, ardışık işlem makineleri ile geleneksel tekil işlem makinelerinin, eşdeğer kapasitede ortaya koyacakları performanslar ekonomik açıdan karşılaştırılarak, işletme için hangi teknolojiyi seçmesinin faydalı olacağı araştırılacaktır. İki teknoloji alternatifinin karşılaştırılması sırasında, yapılacak zaman ölçümleri ile tespit edilecek temel zamanlar, işçilik, enerji vb. değişken ve yarı değişken maliyetlerin hesaplanmasında, üretim planlamada ve ön maliyet hesaplamalarında bilimsel veri olarak kullanılabilir. Bu karşılaştırma, hem büyüme yolundaki küçük ve orta ölçekli işletme yöneticileri hem de yeni yatırım

yapacak müteşebbisler için karar sürecinde temel verileri sağlamaya yönelik olacaktır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Teknoloji (Makine) Seçimi**

Üretim, bir mal veya hizmet ortaya çıkarma süreci ya da bir değer yaratma süreci ise, bu sürecin nasıl olacağı da kullanılacak teknolojiye bağlıdır. Teknoloji, bir ürünün üretimi ya da bu amaçla bir tesisin kurulması için gerekli mevcut bilgi, beceri ve deneyim toplamını ifade etmektedir (Kargül, 1996). Üretim yönetimi açısından ise teknoloji, mal ve hizmet üretmek için kullanılan metot, süreç, takım – teçhizat ve makinelerden oluşan sistem olarak tanımlanmaktadır (Kobu, 1996).

Tasarımı yapılmış bir ürünün nasıl üretileceğine ilişkin teknolojik alternatiflerin belirlenmesi bir zorunluluktur. Teknolojik alternatifleri belirlemede temel amaç, yalnızca kendi bilgilerimiz çerçevesinde bilinen teknolojileri sıralamak değil, bir bütün olarak mevcut bilimsel gelişme düzeyinin ortaya koyduğu tüm teknoloji seçeneklerinden haberdar olmaktır. Ayrıca mümkün ise, yeni ve daha etkin teknolojik seçenekler geliştirilmelidir. O halde önemli olan, mevcut ya da geliştirilebilecek tüm seçenekleri göz önünde bulundurmadır. Burdurlu ve Güçbilmez (1999), yatırım projelerinin değerlendirilmesi aşamasında alınan teknolojiye ilişkin kararların, işletme amaçlarının ve bu amaçlara ulaştıracak araçların belirlenmesi ve işletmenin çevresi ile ilişkilerinin düzenlenmesini de içerdiğinden, stratejik kararlar grubu içerisinde yer aldığını ifade etmiş, teknoloji seçimi sırasında üç alternatif üzerinde önemle durulması gerektiğini belirtmişlerdir.

- İşletme amaçlarını gerçekleştirecek teknolojinin ülke içinde bulunması halinde bunun yeterliliğinin araştırılması,
- Gerek duyulan teknolojinin bir dış ülkede veya çok uluslu bir işletmede geliştirilip yurt dışından transferi gerektirdiği durumlarda, teknoloji transferinin koşul ve maliyetlerinin değerlendirilmesi,
- Gerekli teknolojinin işletme imkanları ile araştırılıp bulunması, geliştirilmesi ve transfer olanakları.



Teknoloji seçimi, kuramsal olarak aynı çıktıyı ya da üretim düzeyini değişik girdi bileşenleri ile sağlayan teknolojik seçeneği belirlemeyi ifade eder (Kargül, 1996). Farklı girdi bileşenlerinin olması, kuşkusuz üretim faktörleri veya girdiler arasında ikame durumunun olmasına bağlıdır. Girdilerin ikame durumlarına göre karşımıza emek – yoğun ve sermaye – yoğun teknoloji seçenekleri çıkar. Bu seçimde temel hareket noktası, ülkenin ya da bölgenin emek ve sermaye varlığının düzeyi olacaktır. Uluslararası dış ticaretin yoğunlaştığı, rekabetin arttığı, üretimde standardizasyonun arttığı ve çağımızda üretim sistemlerinin mekanizasyondan otomasyona geçtiği düşünülecek olursa, ulusal ya da uluslararası piyasada rekabet edebilmek için, çağdaş teknolojiye ayak uydurmak ve sermaye – yoğun bir teknoloji seçimine gitmek daha akılcı olur. Ancak bu tür alternatif teknolojiler arasında seçim yapılırken bazı faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bu faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz...

- Yatırım maliyeti: Makine satın alma fiyatına ek olarak taşıma tesis etme maliyetleri, makine zemin bağlantısı gereksinimi, opsiyonlar, tesisat gereksinimi (elektrik, su, pnömatik), personel eğitimi.
- Sağlık ve emniyet: Ağaışleri endüstrisi makinelerinin son derece yüksek potansiyel tehlike taşımaları ve bazılarının (pres, cila gibi) çalıştırılmaları anında insan sağlığı için tehlikeli uçucu madde emisyonuna sebep olmaları nedeniyle, makinelerde gerekli emniyet tedbirlerinin alınmış olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca gürültü, titreşim, aydınlatma, gövdede tehlikeli keskin ve kesici kenar olmaması gibi ergonomik ve antropometrik esaslara uyulup uyulmadığına dikkat edilmelidir.
- Teçhizat – donanım: Yardımcı aletlerin maliyetleri ve ömrü göz önünde tutulmalıdır.
- Tamir – bakım: Makine parçalarının standart ve anında temin edilebilirliği, tamir – bakım aletlerinin kullanım kolaylığı, herhangi bir arıza durumunda anında müdahale edebilme gibi faktörler analiz edilmelidir.
- Makineler ile ilgili teknolojik özellikler: Makine ölçüleri, ağırlık, kullanılan malzemenin metalürjik özellikleri, güç gereksinimi, yük altındaki hareketli kısımların ölçüleri, bakım – kontrol elemanları, CNC makineler için programlama ve işletim kılavuzu.

- Teknolojik kapasite: Miktar ve nitelik açısından makinenin işleme kapasitesi, besleme hızı ve işleme toleransları.
- İşletme faktörleri: Gerekli işgücü kalitesi ve istihdam etme şartları, parça besleme – boşaltma kolaylıkları, işlenecek parçaların minimum ve maksimum ölçüleri, kusurlu oranı, fire parçaların özellikleri, kullanılan döşeme alanının maliyeti.
- Ticari şartlar : Fiyat istekleri, gümrük işlemleri, makine özellikleri, ve dokümantasyonlar.
- Mevcut yerli ve mahalli hammaddelere uygunluğu.
- Üretimde yerli ve mahalli yan sanayiinin destek derecesi.
- Çevresel etkileri.
- İstihdama katkısı.

Bu faktörler çerçevesinde ülke, bölge ya da bulunulan sektörün genel koşulları göz önüne alınarak her teknoloji seçeneği, işletmenin izleyeceği pazarlama politikası ve stratejisine dayalı olarak tek tek değerlendirilmeli ve optimal olanı seçilmelidir.

## 2.2. Yatırım Analizi

Yatırımları değerlendirme tekniklerinin sınıflandırılması, imalat teknolojilerinin gelişim sürecine paralel olarak yapılabilir. Bu bakış açısından imalat teknolojilerini dört grupta toplamak mümkündür. Bu gruplara karşılık yatırım değerlendirme yaklaşımları da dört grupta toplanabilir (Çil, 1997).

İlk grup, **ekonomik değerlendirme yaklaşımları** olup NC/CNC tezgahlar ve robotlar gibi tek başına sistemler ve yenileme yatırımları ile ilgili maliyetleri ve gelirleri karşılaştırmak için standart ekonomik değerlendirme metotları kullanılır. Bunlar geri ödeme periyodu, yatırımın geri dönüşü, iç verim oranı ve net bugünkü değer yöntemidir.

İkinci grup, **analitik değerlendirme yaklaşımları** olarak adlandırılır. Sisteme kazandırılan esneklikten dolayı, finansal olmayan gelirlerin de söz konusu olmasından, sinerji, esneklik, risk ve parasal olmayan faydaların beklenmesi durumunda ve özellikle birbirleri ile bağıntılı ara sistemlerde daha çok analitik



prosedürler gerekmektedir. Ara sistemler, grup teknolojisi, esnek imalat sistemleri gibi hücrelerin birbirleriyle bağıntılı olduğu sistemlerdir.

Bilgisayar destekli tasarım ve imalat, bilgisayar destekli proses planlama, otomatik taşıma sistemleri, otomatik depolama ve çekme sistemleri, imalat kaynak planlamasından (MRP II) oluşan sistemler bütünleşik sistemler sınıfını oluştururlar. İletişim ağlarıyla tam olarak bütünleştirilmiş sistemler, açıkça rekabet üstünlüğü sağladığından, sağlanan faydaları değerlendirebilmek için **stratejik değerlendirme yaklaşımları** kullanılmalıdır. Bu yaklaşımlar işletmenin teknolojiye bakış açısı, işletme hedefleri ve rekabet avantajı gibi konular ile ilgilidirler.

Dördüncü grup **bütünleşik yaklaşımlar** olarak tanımlanabilir. Bu gruptaki çalışmalar, aşamalı olarak stratejik – finansal, stratejik – operasyonel ve stratejik – operasyonel – finansal şeklinde olmaktadır.

Bu yaklaşımlar Şekil 2.1.' de gösterilen çeşitli tekniklerden oluşmaktadır.

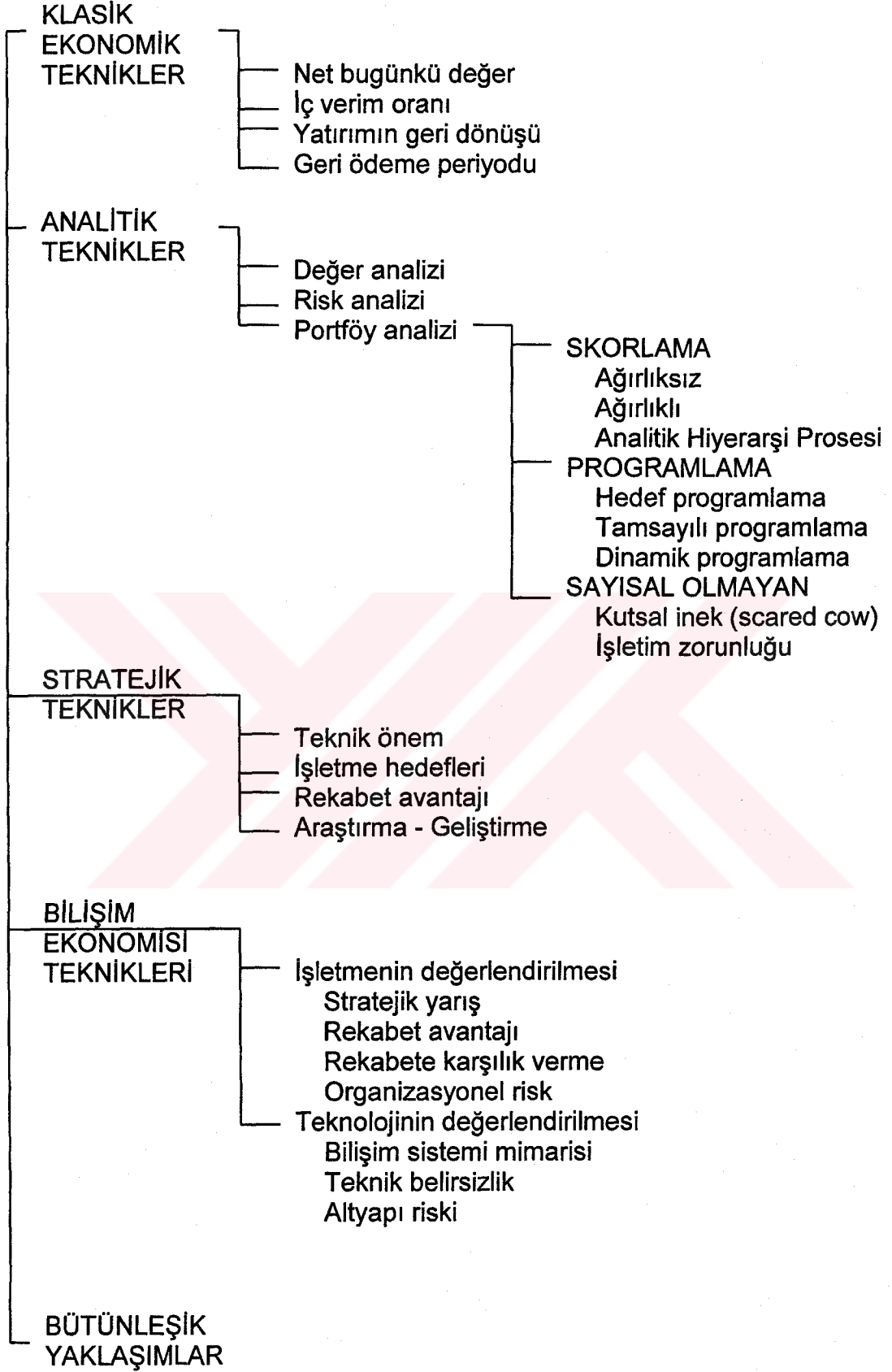
Araştırmada, tek başına bir sistemin analizi ile ilgili olduğu için, ekonomik değerlendirme yaklaşımı kullanılacaktır.

### **2.2.1. Ekonomik değerlendirme teknikleri**

İleri imalat teknolojisi yatırımlarının değerlendirilmesi sırasında kullanılan başlıca ekonomik teknikler geri ödeme periyodu, iç verim oranı ve net bugünkü değer teknikleridir.

#### **2.2.1.1. Net Bugünkü Değer Metodu :**

Bir yatırımın net bugünkü değeri, belli bir iskonto oranına göre indirgenmiş gelirlerinin toplamı ile indirgenmiş giderlerin toplamı arasındaki farktır. Ancak proje çalışmalarında proforma gelir ve nakit akımları tabloları bir projenin ilişkili tüm nakit girişleri ve çıkışlarını bir bütün olarak gösterdikleri için, N.B.D. hesapları bu tablolardaki net nakit akımlarının yıllara göre dağılımına dayalı olarak hesaplanır.



Şekil 2.1. Değerlendirme Tekniklerinin Gruplandırılması (Çil, 1997)

Buna göre bir projenin Net Bugünkü Değeri yaşam devri (kuruluş+işletme dönemi) boyunca neden olduğu net nakit akımlarının belli bir iskonto oranına göre indirgenmiş değerleri toplamıdır (İşeri, 1995).

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t} + \frac{H}{(1+r)^n} \quad (2.1)$$

$Q_t$  : t. Yılda net nakit akımını temsil etmektedir.

Her yıl için net nakit akımı:

$$Q = (R - I - D - F - A) * (1 - K_v) + (F + A) \quad (2.2)$$

R: Proje gelirleri

I: İlk yatırım tutarı (kuruluş dönemi faizleri hariç sabit yatırım giderleri + işletme sermayesi)

D: Amortisman ve faiz hariç yıllık işletme giderleri

F: Yıllık faiz ödemeleri

A: Yıllık amortismanlar

$K_v$ : Kurumlar vergisi oranı

r: İskonto oranı

t : Yıllar

n: Projenin yaşam devri yıl sayısı

H: Projenin yaşam devri sonundaki sabit yatırım hurda değeri

İşletmenin faiz yükümlülüğünün, işletmece söz konusu proje kapsamında yapılan faaliyet sonucu elde edilen kaynaktan karşılanacağı gerçeğinden yola çıkarak, gerçek bir harcama kalemi olmayan amortisman gibi faiz de net kara eklenerek nakit akımı oluşturulmuştur. Böylelikle, proje konusu faaliyet sonucu elde edilen bütün faydalar nakit akımı formülü ile bulunmuş olacaktır (İşeri, 1995).

Bir karar ölçüsü olarak, bir proje için;

N.B.D.  $\geq 0$  ise kabul,

$N.B.D. \leq 0$  ise red karar verilecektir. Birden fazla proje arasında seçim yapılacak ise pozitif olması koşulu ile N.B.D.'i büyük olan proje seçilecektir. Seçenekleri karlılığa göre sıralamada ise büyükten küçüğe doğru bir sıra izlenir. Eğer bu projeler farklı ömürlere sahiplerse N.B.D.'lerin karşılaştırılması için basit bir düzeltme yapılır. Her projenin N.B.D.'si eşdeğer yıllık gelire çevrildikten sonra, bu projelerin eşdeğer yıllık gelirleri karşılaştırılır (Çil, 1997).

Görüldüğü gibi, N.B.D. yöntemi değişik dönemlerde görülen net nakit akımlarını indirgemek suretiyle paranın zaman değerini açıklıkla göz önüne almaktadır. N.B.D.'nin hesaplanmasında veri olarak alınan indirim ya da iskonto oranının uygun bir biçimde belirlenmesi oldukça önemlidir. Ticari karlılık analizlerinde iskonto oranı proje finansmanında kullanılan kaynakların sermaye maliyeti ya da girişimcinin projeden beklediği asgari karlılık oranıdır. Bu nedenle proje finansmanında kullanılan kaynakların sermaye maliyetlerinin açıklıkla belirlenmesi ve bilinmesi gerekir.

Proje özkaynak ile finanse ediliyorsa, kaynak maliyeti, özkaynakların başka yatırım alanlarına yatırılmaması ile vazgeçilen gelir oranını ifade eden fırsat maliyetidir. Fırsat maliyetinin en iyi göstergesi ise, finansal piyasalarda oluşan faiz oranıdır. Yabancı kaynak kullanımı söz konusu ise, sağlanan kaynağın maliyeti sermaye maliyetini yansıtacaktır. Örneğin yabancı kaynak olarak kullanılacak kredinin faiz oranı, sermayenin maliyeti olarak alınacaktır. Özkaynak ve yabancı kaynak sermaye birlikte kullanılıyorsa toplam sermaye maliyeti olarak, öz ve yabancı kaynak sermaye maliyetlerinin ağırlıklı ortalamasını almak uygun olacaktır (İşeri, 1995).

İşletmelerde yaygın olarak kullanılan N.B.D. yönteminin bazı sakıncalı yanları da vardır. Net nakit akımlarının indirgenmesinde kullanılan sermaye maliyeti oranı sabit olarak alınmakta ve bunun sonucu olarak projenin yaşam devri boyunca yaratılan fonların aynı sermaye maliyeti ile yeniden yatırıldığı varsayılmaktadır. Halbuki, projenin yaşam devri boyunca piyasa koşullarına bağlı olarak sermaye maliyeti değişebilir. Bu arada N.B.D.'nin karlılık ölçütü olarak kullanılması yanlış yorumlara neden olabilir. N.B.D.'si sıfır olan bir projenin karının sıfır olması gibi yanlış bir yorum yapılabilir. N.B.D.'nin sıfır olması, projenin yatırımcının beklediği

asgari karlılık düzeyini sağladığı ya da yatırılan sermaye maliyetini karşıladığı şeklinde yorumlanmalıdır.

### 2.2.1.2. Geri Ödeme Periyodu Metodu :

Bu yöntemde yatırım projesinden sağlanacak net nakit akımları ile toplam yatırım tutarının, yani ilk yatırım maliyetinin kaç yılda geri ödeneceği hesaplanır. Geri ödeme periyodu (G.Ö.P.), yatırımcının istediği yıl kadar veya daha az ise yatırım projesi kabul edilir, aksi halde ise reddedilir. Geri ödeme periyodu:

$$\sum_{t=0}^m I_t = \sum_{t=m+1}^n P_t \quad (2.3)$$

eşitliğini sağlayan işletme dönemindeki yıl sayısıdır. Burada;

P: beklenen yıllık net kar

m: kuruluş dönemi yıl sayısını,

n: projenin yaşam devrindeki yıl sayısını belirtmektedir (İşeri, 1995).

Bazı şirketler nakit akışlarını, geri ödeme periyodunu hesaplamadan önce iskonto etmektedirler. İskontolu geri ödeme periyodunda, geri ödeme periyodu hesaplanmadan önce gelecekte öngörülen kazançlar bugünkü değere iskonto edilir (Çil, 1997). İndirgenmiş geri ödeme periyodu:

$$\sum_{t=0}^m I_t / (1+r)^t = \sum_{t=m+1}^n P_t / (1+r)^t \quad (2.4)$$

r seçilecek uygun bir iskonto oranıdır (İşeri, 1995).

Kullanımı çok kolay olan bu yöntemin bazı önemli eksiklikleri vardır. Öncelikle bu yöntem farklı dönemlerde ortaya çıkan parasal değerleri aynı gördüğü için paranın zaman değerini göz önüne almamaktadır. Yine yöntem geri ödeme süresinden sonraki karları göz ardı etmektedir. Bu durum işletmelerin daha sonraki dönemlerdeki nakit akımlarındaki artışlara rağmen projenin reddedilmesine yol açabilir. Ancak temelde bu yöntemin amacı özellikle ekonomik belirsizliklerin fazla

olduğu riskli ortamlarda yatırım maliyetini karşılamak olduğundan bu eksikliği göz ardı edilebilir (İşeri, 1995). İleri imalat teknolojilerine yapılan yatırımlar uzunca bir dönemi kapsamasına rağmen, geri ödeme periyodu kısa dönemi ölçüt aldığı için bu yatırımların değerlendirilmesinde faydalı olamamaktadır (Çil, 1997).

### 2.2.1.3. İç Verim Oranı Metodu :

İç verim oranı (İ.V.O.) paranın zaman değerini ve projenin faydalı ömrünü dikkate alan bir yöntemdir. Bir yatırımın iç verim oranı, net bugünkü değerini sıfıra eşitleyen iskonto oranıdır. İ.V.O. aşağıdaki şekilde formüle edilebilir;

$$\text{İ.V.O.} : \sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+p)^t} + \frac{H}{(1+r)^n} = 0 \quad (2.5)$$

Q değerleri yıllar itibariyle değişiklik göstermediği takdirde ise formül;

$$\text{İ.V.O.} : \sum_{t=0}^n \frac{(1+p)^t - 1}{p \cdot (1+p)^t} + \frac{H}{(1+r)^n} = 0 \quad (2.6)$$

formülde p: iç verim oranı

Q: yıllar itibariyle net nakit akımları (İşeri, 1995)

Başka bir anlatımla N.B.D. yönteminde iskonto oranı "r" veri iken, İ.V.O. yönteminde "p" N.B.D.'yi sıfır yapan iskonto ya da indirgeme oranı hesaplanmaktadır.

Bulunan iskonto oranı yatırımın iç karlılık oranı olarak tanımlanır ve yatırımcının projeden beklediği karlılık oranından büyükse, proje kabul edilir, aksi durumda reddedilir. Eğer alternatif yatırım önerileri arasında seçim yapılacaksa, beklenen karlılık oranından yüksek olmak koşulu ile İ.V.O. yüksek olan proje seçilir.

İ.V.O., projeye yatırılan sermayenin karlılık oranını gösterir. Bu oran aynı zamanda girişimciye proje finansmanında kredi almak gerekirse, ödenebilecek maksimum

faiz oranının ne olabileceği konusunda da açık bir ölçü verir. Bu tür bir bilgiyi başka ticari karlılık yöntemleri sağlamamaktadır.

İ.V.O.'nun N.B.D.'ye göre bir üstünlüğü, N.B.D.'nin sermaye maliyeti hesaplamasına son derece duyarlı almasına rağmen İ.V.O.'nun çok daha az duyarlı olmasıdır. N.B.D. hesaplanırken iskonto oranında yapılacak küçük bir hata üstel bir şekilde nakit akımlarının indirgenmesinde yanlış hesaplamalara yol açabilir.

İ.V.O.'nun bazı belirgin eksiklikleri de vardır. Bağımlı ve birbirini dışlayan ya da birinin kabulünün diğerinin reddini gerektirdiği yatırım önerilerinin karşılaştırılmasında İ.V.O. yanlış seçimlere yol açabilir. Çünkü İ.V.O., N.B.D.'nin aksine yatırımların büyüklüğünden kaynaklanan toplam kar hacmini dikkate almaz ve bu nedenle atıl fonların oluşmasına neden olabilir. Ayrıca net nakit akımlarının normal olmadığı projelerde İ.V.O. ya hiç hesaplanamaz ya da birden fazladır. Nakit akımının normalde ilk yatırım döneminde negatif, daha sonraki dönemlerde pozitif olması beklenir. Eğer proje nakit akımları normalin dışına çıkıyor yani, bazı dönemlerde negatif bazı dönemlerde pozitif oluyorsa, İ.V.O. ya hiç hesaplanamaz ya da nakit akımı kaç kez işaret değiştiriyorsa o kadar sayıda İ.V.O. bulunacaktır.

Ekonomik yaklaşımla proje değerlendirme tekniklerinin kullanımına ilişkin literatürde şu bilgiler verilmektedir.

Bu tekniklerin kullanımı üzerine, 1991 yılında Amerikanın önde gelen şirketleri arasında bir araştırma yapılmış, sonuçları aynı konuda ve grup üzerinde American Association of Cost Engineers (A.A.C.E.) tarafından 1978'de yapılan araştırma sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre 1991'de, 1978'e göre İ.V.O. yönteminin kullanımından N.B.D. yöntemine doğru bir yöneliş olduğu ve G.Ö.P. yönteminin kullanımının düştüğü görülmüştür. Çalışmaya katılan şirketler arasında N.B.D. yönteminin kullanımı 1978'de %52 iken 1991'de %97'ye çıkmış, İ.V.O. yönteminin kullanımı ise %100'den % 90'a gerilemiştir. N.B.D. yönteminin popülaritesinin arttığı ve İ.V.O. yönteminden daha çok kullanıldığı görülmektedir. N.B.D. yönteminin kullanımının sayısal olarak artması gibi karar verme süreci içerisindeki ağırlığının da arttığı tespit edilmiştir (Donald, at al, 1993).



Lowe (1991), çalışmasında kağıt makineleri için AC ve DC sürücü sistemlerini karşılaştırmıştır. Bu sistemleri satın alma maliyeti, motor soğutma, kablo maliyeti, güç faktörü, etkenlik, motor ve kontrol ünitesi bakımı ve alan gereksinimi gibi bir çok bileşen açısından incelemiş ve iki teknoloji arasında seçim yapmak için N.B.D. yöntemini kullanmıştır.

Lefley (1996), gelişmiş üretim teknolojileri için yatırım değerlendirilmesine yönelik çeşitli tahmin modelleri ve yaklaşımlarını incelemiş, uluslar arası kabul görmüş ve tek başına finansal tekniklerle birlikte hesaba katılması gerekli stratejik faktörleri de içeren bir model olmadığını görmüştür. Bu stratejik faktörleri yüksek esneklik, diğer işlem veya teknolojilerle uyum içinde çalışabilme, düşük ürün teslim süresi, yüksek kalite, artan satışlar ve diğer parasal olmayan değerler olarak sıralamıştır (Bokhorst at.al., 2002).

Bokhorst at.al. (2002), çalışmalarında CNC ekipmanların yatırım kararı değerlendirmesi için, bütünleşik bir metot ortaya koymuşlardır. Model vergi sonrası nakit akımlarının net bugünkü değerini maksimize etmek üzerine kurulmuştur. Model süreç içinde, (1) mevcut makinelerle ve / veya yeni makinelerle hangi tip üretim yapılacağı (birleşik ya da tek sistem) ve her periyotta ne kadar üretim yapılacağı; (2) hangi CNC makine veya makineler satın alınacak ve ne zaman; (3) mevcut makinelerden hangileri hurdaya çıkarılacak ve ne zaman sorularını dikkate alan bir modeldir. Çalışmada ayrıca üç geleneksel makine ile yapılan bir üretim sürecinin iki CNC makinenin kullanıldığı sistemle karşılaştırılması örnek olarak sunulmuştur.

Bokhorst at.al., (2002)'e göre N.B.D.'i maksimize edebilmek için, parça ve süreç planlarının optimum şekilde seçiminin, CNC yatırım kararlarının ayrılmaz bir parçası olduğu çok açıktır. Yatırım maliyeti ve uygulama sonucunda çıkan hurda değerleri de yatırım kararı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Ek olarak CNC ekipmanla üretimin ekonomik etkenleri, plan dönemi içerisindeki işlem maliyetleri ve faydaları, sonuçta da nakit akışı üzerinde önemli bir rol oynar.



### 2.3. Zaman Ölçümü

Zaman ölçümü, gerçek zamanların ölçülmesi ve değerlendirilmesi suretiyle öngörülen zamanların belirlenmesidir (MPM – REFA, 1988).

Daha açık bir tanımlamaya göre zaman ölçümü, belirli koşullar altında yapılan bir işin öğelerinin zamanını, işçinin performans derecesini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümleyerek, o işin tanımlanan bir performansta yapılabilmesi için gereken zamanı saptamakta kullanılan bir iş ölçümü tekniğidir (Burdurlu, 1995).

Zaman ölçümleri, iş sistemlerinin özellikle çalışma tekniği, yöntemi ve koşullarının tanımından; oranlama miktarlarının, faktörlerin, performans derecelerinin ve her akış dilimine ilişkin gerçek zamanların belirlenmesinden oluşur. Bu zamanların değerlendirilmesinden de belirli akış dilimlerine ilişkin öngörülen zamanlar elde edilir.

Barnes (1980), zaman ölçümü yöntemiyle elde edilen zaman değerlerinin kullanım amaçlarını aşağıdaki şekilde sıralamaktadır (Burdurlu, 1995).

- Bir işlemin ya da sürecin gerçekleştirilmesinde harcanan zamanı temel iş kapsamı ve ek iş kapsamı şeklinde belirleyerek, süreç verimliliğini arttırmak.
- İşin yapılması için gerekli standart zamanları tespit etmek ve özendirici ücret sistemine temel sağlamak.
- Elde edilen zaman değerleriyle, çeşitli yöntemlerin verimliliklerini kıyaslamak. Diğer koşullar aynı kalmak şartıyla, en az zaman alan yöntem en iyi yöntem olacaktır.
- Her işçiye eşit süreli iş düşmesini sağlamak için çoklu etkinlik şemaları yardımıyla, grup halinde çakışan işçilerin işlerini dengelemek.
- İşçi – makine şemaları yardımıyla, bir işçinin çalıştırabileceği makine sayısını belirlemek.
- Standart zamanlar yardımıyla, üretim planlama ve programlama çalışmalarına teşkil etmek.
- Ürünlerin satış fiyatlarının ve teslim tarihlerinin belirlenmesi.

- Özendirici ücret düzeylerinin belirlenmesi.
- İşçilik maliyetlerinin ve standart maliyetlerin saptanması.

Zaman etüdü her sektörde kullanılan bir yöntemdir. Mobilya endüstrisine yönelik zaman etüdü çalışmalarına aşağıda kısaca değinilmiştir.

Öncer ve Asil (1992) tarafından yapılan çalışmada orta ve büyük ölçekli ahşap mobilya üreten işletmelerde; verimlilikteki değişmelerin nedeni ve önemli bir göstergesi olan üretimdeki işgücüne ilişkin kayıp zamanların belirlenmesi, nedenlerinin araştırılıp, çözüm önerilerinin getirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ahşap mobilya üreten dört modern mobilya fabrikasında, toplam 21 bölümde iş örnekleme yöntemiyle gözlemler yapılmış ve kayıp zamanlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuçta kayıp zamanların, mobilya endüstrisi için beklediklerinden daha düşük olarak % 5 ile % 10 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Dizdar (1994), iş etüdü kavramı içerisinde zaman etüdünün incelemesi ve mobilya endüstrisinde uygulanması isimli çalışmasında, iş etüdü kavramını, araçlarını ve uygulanmasını açıklamış ve iş etüdü araçlarından zaman etüdünü detaylı bir şekilde incelemiştir. Zaman etüdüne örnek uygulama olarak bir mobilya fabrikasında, levha ölçülendirme ve presleme işlem noktalarında metot ve zaman etüdü uygulaması yapmıştır. Uygulamada geliştirilen yeni yöntemlerle levha kesme ünitesinde toplam devre zamanında %65,5, presleme ünitesinde ise toplam devre zamanında %15,5 azalma sağlandığını belirtmiştir.

Aydın (1998)'in yaptığı çalışmada kapasite üzerindeki etkili faktörleri belirleyebilmek için levha kesme, softforming, postforming, presleme, frezeleme, çoklu delik işlem noktalarında değişik zamanlarda zaman etüdüleri yapılmış, üretilen birim sayısı ile verimlilik ve kapasite kullanım oranı arasında olumlu yönde bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

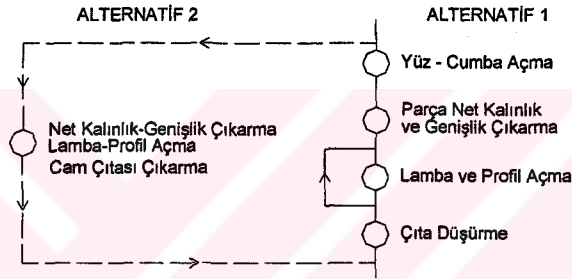
### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Model pencere

Geleneksel tekil işlem makineleri ile ardışık işlem makinelerini karşılaştırabilmek için, iki teknolojinin de kullanılabilirdiği pencere üretimi seçilmiştir. Pencere üretim süreci ve uygulamada kullanılan model pencere profili Şekil 3.1.'de verilmiştir.

Bu çalışmada pencere üretim sürecinin Şekil 3.2.'de görülen, yüz – cumba açma, kalınlık çıkarma, lamba - profil açma, ve çita düşürme aşamaları ele alınmıştır.



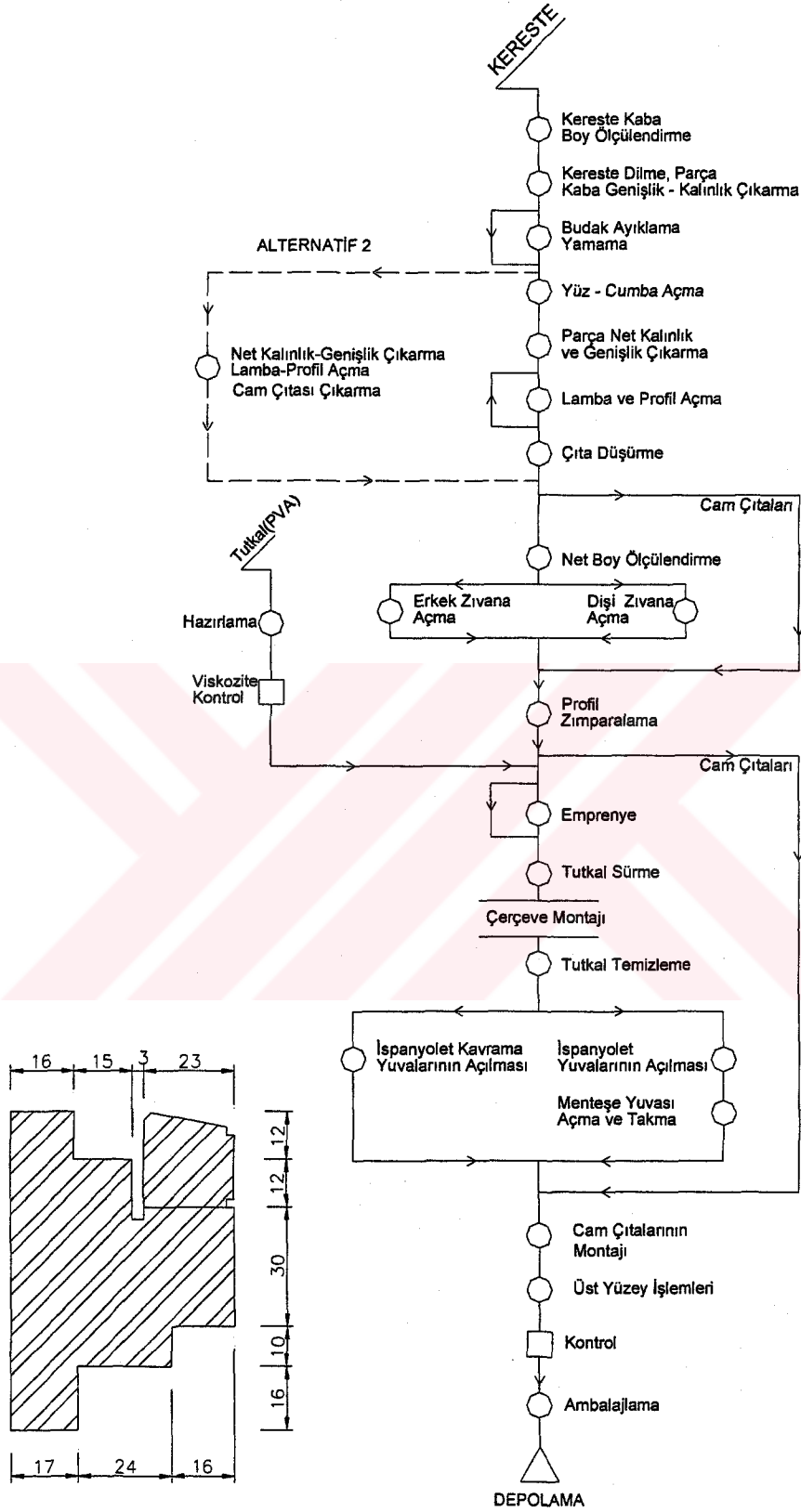
Şekil 3.2. Alternatif üretim süreçleri

Geleneksel sistemde bu işlemlerin her biri tekil işlem makineleri ile ayrı ayrı yapılabilir. Bir ardışık işlem makinesi olan dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi kullanılması durumunda ise, bu işlemler tek bir aşamada gerçekleştirilebilir.

##### 3.1.2. Makineler (Alternatif teknolojiler)

Bu alternatifler için kullanılacak makineler ve özellikleri aşağıda kısaca anlatılmıştır.

**Alternatif 1:** Alternatif 1 (A1), geleneksel tekil işlem makineleri; planya, kalınlık, yatay freze ve daire testere makinelerini içermektedir.



Şekil 3.1. Pencere üretim süreci ve model pencere profili

**Planya makinesi**, kaba şekilde kesilmiş parçaların rendelenerek düzeltilmesi, ölçülendirme için yüz – cumba açılması veya istenen açıda rendelenmesi işlemlerinde kullanılır.

Uygulamada kullanılan planya makinesinin Motor gücü, 3 kW, bıçak sayısı 3 adettir.

**Kalınlık makinesi**, bir yüzü ve cumbası planya makinesinde rendelenmiş iş parçalarının, kalınlıklarını ve genişliklerini eşit ve düzgün bir şekilde çıkarmak için kullanılan bir rendeleme makinesidir. Otomatik sevk düzeni yardımıyla parça besleme işlemi otomatik olarak yapılır.

Uygulamada kullanılan kalınlık makinesinin motor gücü, 4,15 kW, bıçak sayısı 3 adettir.

**Yatay Freze makinesi**, en önemli şekillendirme makinelerinden biridir. Parçalara lamba, kuniş, kordon, pah, erkek zıvana açma, kenar şekillendirme ve temizleme gibi bir çok işlemde kullanılır. Parçalar elle besleneceği gibi uygun parçalarda, otomatik parça itici kullanılarak işlem yapılır.

Uygulamada kullanılan yatay freze makinesinin motor gücü 4,8 kW, otomatik besleme ünitesinde besleme hızı 15 m / dakikadır.

**Daire Testere makinesi**, yüzeyleri rendelenmiş iş parçalarının boylarını, genişlik ve kalınlıklarını istenilen ölçülerde ve açıda kesme, çeşitli ağaç kökenli yapay levhaları ölçülendirme, ayrıca lamba, kuniş, kanal, kordon ve zıvana açma gibi çok değişik amaçlarla kullanılabilen en önemli ağaç işleme makinelerinden biridir.

Uygulamada kullanılan daire testere makinesinin motor gücü 4 kW, devri 3000 – 6000 devir / dakikadır.

**Alternatif 2** : Alternatif 2 (A2), A1 deki tüm makinelerin belirtilen süreç için yaptığı işlemleri tek başına yapabilen dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesini içermektedir. Makine esasen, planya – kalınlık – freze makineleri elemanlarının

özel besleme düzenleriyle ardışık olarak yan yana getirilmesi ilkesinden oluşmuştur. Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinelerinde, dört taraflı ölçülendirmenin yanı sıra, yine ardışık olarak takılacak işlem üniteleriyle dört taraflı profil açma, dört taraflı zımparalama ve biçme işlemleri de yapılabilir.

Makinede parçaların alt ve üst yüzeyleri planya ve kalınlık makinesi toplarına benzer ancak bıçak sayısı daha fazla alt üst toplarla rendelenerek temiz kalınlık çıkarılır. Parçanın alt ve üst yüzeylerine profil açmak istenirse yine bu toplara profil bıçak takmak suretiyle işlem yapılabilir. Parçanın yan yüzeylerinin işlenmesinde ise yine dikey konumlandırılmış freze toplarından yararlanılır. Gerekirse burada grup bıçak kullanmakta mümkündür. En arkadaki mile daire testere takılarak pencere profilinin çitası da tek işlemde ana profilden ayrılarak elde edilebilir.

Uygulamada kullanılan makine Alman Weing firmasının Profimat 23E modeli makinedir. Makinenin besleme hızı 6 – 18 m / dakika, mil ve motor sayısı 5 adet, toplam motor gücü 36 kW'tır. (Alt planya : 7,5 kW, Sağ – sol freze : 10 kW, Üst planya : 7,5 kW, Arka alt planya : 5,5 kW, İtme silindirleri : 5,5 kW)

### **3.2. Yöntem**

Bir işlem sürecinde ortaya çıkan zamanlar dörde ayrılmaktadır (MPM – REFA, 1988).

i) Hazırlık zamanı (tr): Üretimi veya işlemi gerçekleştiren işçinin, eylem için yapması gerekli hazırlıklara ilişkin verilen zamandır. Bu hazırlık makinesiz bir işlem noktasının her türlü girdisi ile hazırlanması şeklinde olabileceği gibi, işlemin gerçekleştirileceği makinenin, ekipmanlarının veya kalıplarının hazırlanması şeklinde de olabilir.

ii) Temel zaman (tg) : İşçilik temel zamanı, bir iş akışının işçi tarafından plana uygun olarak yapıldığı akış dilimlerine ilişkin öngörülen zamanların toplamından oluşur. Oranlama miktarı 1'dir.

Temel zaman; ana faaliyet, yan faaliyet ve akış gereği ara verme zaman türlerinden oluşur.

Ana faaliyet, plana uygun ve doğrudan – doğruya görevin yerine getirilmesi için yapılan faaliyettir.

Yan faaliyet, plana uygun ancak görevin yerine getirilmesine dolaylı katkı sağlayan faaliyettir.

Akış gereği ara verme, işçinin, üretim aracı veya iş parçasının otomatik olarak devam eden akış diliminin sonunu, planda öngörüldüğü şekilde beklemesidir.

İli) Dağılım Zamanı (Zv) : Dağılım zamanı; bir iş akışının insan tarafından plana uygun olarak yapılması için gereken tüm ek akış dilimlerine ilişkin öngörülen zamanların toplamıdır. Oranlama miktarı 1'dir.

Dağılım zamanı, nesnel dağılım zamanı ve ek faaliyet zaman türlerinden oluşur.

Nesnel dağılım zamanı, nesnel sabit dağılım zamanı ve nesnel değişken dağılım zamanı olarak ikiye ayrılır. Nesnel sabit dağılım zamanı; siparişe bağlı olmayan, vardiya ya da hafta boyunca sabit kalan, ek faaliyet ve aksama nedeniyle ara verme türünden akış dilimlerinin uygulanması için ölçüm zamanı sırasında ortaya çıkan ya da belirlenen tüm zamanların toplamıdır. Nesnel değişken dağılım zamanı ölçüm zamanı sırasında ortaya çıkan ya da belirlenen siparişe bağlı, ek faaliyet ya da aksama nedeniyle ara verme türünden akış dilimlerinin uygulanması için kullanılan tüm zamanların toplamıdır.

Ek faaliyet, ne zaman karşılaşılabileceği veya akışı belirsiz olan faaliyetler olarak tanımlanır.

Aksama nedeniyle ara verme, insanın teknik arıza, organizasyon yetersizliği veya bilgi eksikliği nedeniyle beklemesidir.

iv) Dinlenme Zamanı (Zer) : Akış veya akış dilimleri içerisinde herhangi bir faaliyette bulunan insanın dinlenerek yorgunluğunu gidermesine yönelik öngörülen zamanların toplamıdır.

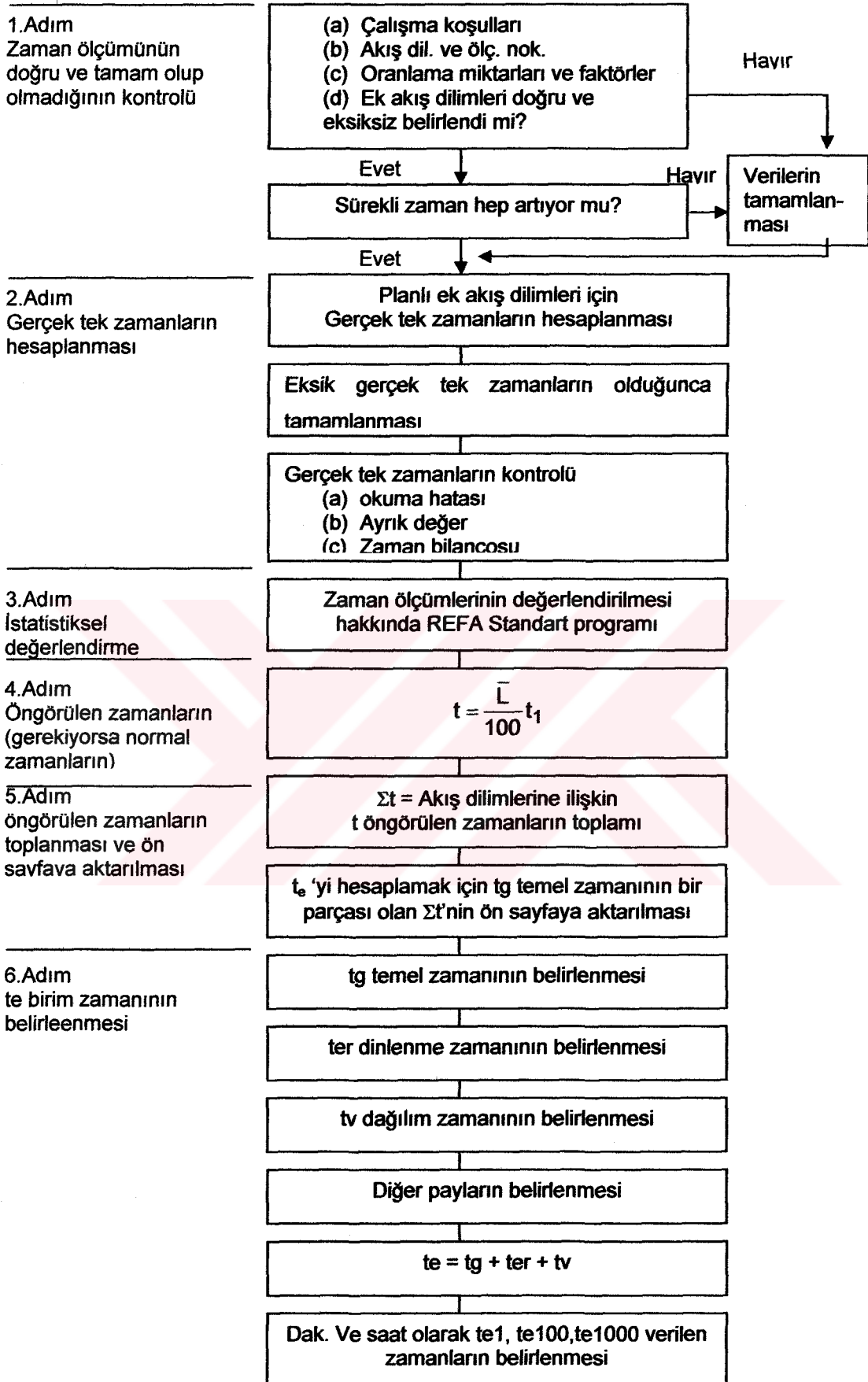
Bu araştırmada, alternatif teknolojilerin karşılaştırılmasında, işlem temel zamanları ve buna bağlı ana faaliyet, yan faaliyet, akış gereği ara verme zamanları gibi temel zaman alt unsurlarının toplam zamanı kullanılmış, diğer işlem zamanları göz ardı edilmiştir. İşlem temel zamanlarının tespit edilmesi için yapılan zaman ölçümünde REFA Standart Programı (Şekil 3.3.) takip edilmiştir. Alternatiflerin temel zamanını ölçmeye yönelik akış dilimleri aşağıda verilmiştir.

Planya makinesinde pencere parçası olacak, şerit testerede biçilmiş yaklaşık 90 x 60 mm kesitindeki taslak parçanın yüz – cumba açma işlemi incelenmiştir. İşlemin akış dilimleri ve ölçme noktaları aşağıda verilmiştir.

1. Besleme : İşçinin işlenecek parçayı istiften kavraması ile başlar ve makine tablasına bırakıp itmeye başladığı ana kadar sürer. Ayırma noktası, işçinin parçayı bıçağa doğru itmeye başladığı an.
2. Yüz açma : İşçinin parçayı bıçağa doğru itmeye başladığı andan itibaren başlar, planyalama işlemi tamamlandıktan sonra cumba açmak için parçanın sipere dayanıp, bıçağa doğru itildiği ana kadar sürer. Ayırma noktası sipere dayalı parçanın bıçağa doğru itildiği an.
3. Cumba açma: İşçinin sipere dayalı parçayı bıçağa doğru ittiği anda başlar, planyalama işlemi tamamlandıktan sonra bitmiş iş istifine konulmak üzere parçanın kavranıp makine tablasından kaldırıldığı ana kadar sürer. Ayırma noktası parçanın tabladan ayrıldığı an.
4. İstifleme : parçanın makine tablasından ayrıldığı anda başlar ve bitmiş iş istifine bırakılıp giren iş istifine yönelindiği ana kadar sürer. Ayırma noktası parçanın istife bırakıldığı an.
5. Giren istife yürüme : İşlenmiş parçanın istife bırakıldığı anda başlar, işçinin giren iş istifine yürüyüp yeni parçayı kavramasına kadar sürer. Ayırma noktası işçinin parçayı kavraması.

Yapılan gözlemlere ait çizelgeler Ek 1.'de verilmiştir.





Şekil 3.3. Zaman ölçümü hakkında REFA standart programı (MPM - REFA, 1988)

Kalınlık makinesinde, planyada yüz ve cumbası açılmış parçalar net ölçüdeki genişlik ve kalınlıklarına getirilir. Kalınlık makinesinde işleme tablasının yarısı genişliğinde ve parçanın genişliği ile kalınlığı arasındaki fark kadar kalınlıkta bir kalıp yardımıyla, makine hiç durdurulmadan parçaların hem genişliği hem de kalınlığı çıkartılmıştır. Dolayısıyla genişlik ve kalınlık için tek bir ölçüm yapılmıştır. Makinede işleme otomatik besleme sistemi ile yapıldığı için iki işçi ile aralıksız besleme yapılarak işlem gerçekleştirilmiştir. Burada zaman ölçümü ardışık beslemelerde makine kullanımının esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Parçalar için tek tek ölçüm yapılmayıp, belli sayıda ve uzunlukta parçaların işleme toplam süresi ölçülmüştür. Ölçüm sırasında meydana gelen ve aralıklı beslemeye neden olan ek akış dilimleri dikkatle takip edilerek kaydedilmiştir. Bu ek akış dilimlerinden işlem ile ilgili olmayan süreler temel zaman hesabında, toplam süreden çıkarılmıştır.

Yapılan gözlemlere ait çizelgeler Ek 2.'de verilmiştir.

Yatay freze makinesinde, net kalınlık ve genişlikleri çıkarılmış parçalara, lamba ve profil açma işlemi iki işçi kullanılarak yapılmıştır. Yatay freze makinesinde parçanın işlenmesi sırasında otomatik besleme ünitesi kullanılmıştır. Otomatik besleme 15 m/dak hızda yapıldığı ve parçaların boyu yeterince uzun olmadığı için işlem çok kısa sürmektedir. Parçanın işleme süresi, parça besleyen işçinin işini yaparken ortaya koyduğu çalışma hızına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın amacı akış dilimlerinin plan zamanlarını belirlemek olmadığı için ve eldeki imkanlarla bu kadar kısa sürede akış dilimlerine ayrılarak zaman ölçümünün çok zor ve sağlıksız olacağı göz önünde bulundurularak, sadece çevrim sürelerinin temel zamanının tespiti uygun görülmüştür. Ayrıca literatürde de belirtildiği gibi akış dilimlerinin süresi, doğru bir şekilde ölçülebilecek limitin altında olmamalıdır. Bu limit, iyi eğitilmiş gözlemciler için 0.04 dakika, daha az eğitilmiş ve tecrübesiz gözlemciler için 0.07 – 0.1 dakikadır (Akal, 1997). Dolayısıyla çevrim zamanlarını tespit etmek için parçanın bıçağa temas ettiği an ile bir sonraki parçanın bıçağa temas ettiği an arasında kalan süreler kaydedilmiş, ölçüm sırasında ortaya çıkan ek akış dilimleri de dikkatle takip edilerek kaydedilmiştir. Bu ek akış dilimlerinden işle ilgili olmayanlar temel zaman hesabında, toplam süreden çıkarılmıştır. Performans dereceleri her beş parça için ortak verilmiştir. Parçalara iki taraflarından da profil

açıldığı için yatay freze makinesinden iki defa geçmektedirler. Dolayısıyla temel zaman hesabında tespit edilen sürenin iki katı alınacaktır.

Yapılan gözlemlere ait çizelgeler Ek 3.'te verilmiştir.

Daire testere makinesinde, profil ve lambaları açılmış parçalardan, cam çıtası profili düşürme ve fitil kanalı açma işlemi aynı işçi tarafından yapılmıştır. Parçadan ayrılan çıtalar makine arkasında yığın halinde birikmekte, istif bittiğinde aynı işçi tarafından istiflenmektedir. Bu arada harcanan süre temel zamana eklenmiştir. İşlemin akış dilimleri ve ayırma noktaları aşağıda verilmiştir.

1. Besleme : İşçinin işlenecek parçayı istiften kavraması ile başlar ve makine tablasına koyup, sipere dayadıktan sonra itmeye başladığı ana kadar sürer. Ayırma noktası, işçinin parçayı bıçağa doğru itmeye başladığı an.
2. Çıta düşürme – derz açma : işçinin parçayı bıçağa doğru itmesiyle başlar, işlenen parçanın istiflenmek üzere kavranıp tabladan ayrılmasına kadar sürer. Ayırma noktası parçanın tabladan ayrıldığı an.
3. İstifleme : parçanın makine tablasından ayrıldığı andan başlar ve bitmiş iş istifine bırakılıp giren iş istifine yönelindiği ana kadar sürer. Ayırma noktası parçanın istife bırakıldığı an.
4. Giren istife yürüme : İşlenmiş parçanın istife bırakıldığı anda başlar, işçinin giren iş istifine yürüyüp yeni parçayı kavramasına kadar sürer. Ayırma noktası işçinin parçayı kavraması.

Yapılan gözlemlere ait çizelgeler Ek 4.'te verilmiştir.

Akış dilimlerine ait tek zamanların kaydedilmesi için, REFA tarafından öngörülen zaman ölçümü kayıt formları kullanılmıştır (Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2.). İşlem anında, işlemin yapılışı ile ilgili akış dilimlerine ait temel zamanlar gözlenmiş, alternatiflere bağlı işlemlerden kronometre kullanılarak, planya makinesinde 90 cm boyunda parça için 50, 120 cm boyunda parça için 47 adet; yatay freze makinesinde 90 cm ve 120 cm boyunda parçalar için 50'şer adet; daire testere makinesinde 90 cm boyunda parça için 50 ve 120 cm boyunda parça için 109 adet

Çizelge 3.1. Z2 Zaman Ölçüm Formu (MPM – REFA, 1988)

<b>Z2</b> yeni		<b>Tekrarlanan Akışlar için</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>				<b>Form no:</b>		
						<b>Sayfa no:</b>		
<b>Görev :</b>								
<b>Sipariş No:</b>		<b>Sipariş Miktarı m:</b>		<b>Bölüm:</b>		<b>Masraf yeri:</b>		
Zaman ölçümünün tarihi :		Başlangıç	Saat	Bitiş	Saat	Süresi :		
		Miktar	Miktar		Miktar			
		Birim zamanın belirlenmesi				Zaman	Kaynak	
						YD/dak/sn		
		$t_g$ Temel zaman $Z_{er}$ = % de $t_{er}$ dinlenme zamanı $Z_v$ = % de $t_v$ dağılım zamanı						
		Diğer paylar $t_{e1}$ = Birim zman $t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ için dak/sa $t_r$ hazırlık zamanı dak / sa						
<b>Çalışma tekniği ve yöntemi :</b>								
<b>İş Parçası</b>	Adlandırma	Malzeme	Giriş Durumu			Res. no	Malz. No	Ölçü, biçim, ağırlık
<b>İnsan</b>	İsim	Sicil/sıra no	erkek	kadın	yaş	Çalışma süresi		
						Benzer görevlerde	Bu görevde	
<b>Üretim aracı</b>	Adlandırma, Tip	Adet	Üretim aracı no	Yapım yılı	Teknik veriler durum			
<b>Çalışma koşulları :</b>						<b>Ücretlendirme :</b>		
<b>Açıklamalar</b>								
<b>Çalışma sonucunun kalitesi :</b>								
<b>Yapan:</b>		<b>Denetleyen :</b>			<b>Tarih :</b>			

Çizelge 3.2. Z2E Zaman Ölçüm Formu (MPM – REFA)

Z2E yeni		REFA - Zaman Ölçüm Formu ( Z2 için Ek Form )													Form no:	Sayfa no:													
No	Akış dilimli ve ölçme noktası	Kıst İmk	Etkin boydük	Ölçme şekli	Cev mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\frac{\sum L_i}{v}$	$\frac{\sum L_i}{v}$	$\frac{\sum L_i}{v}$						
1					L																								
2					L																								
3					L																								
4					L																								
5					L																								
6					L																								
7					L																								
8					L																								
9					L																								
10					L																								
R =		k =		L =		L =		L =		L =		L =		L =		L =		L =		L =		L =		L =					
RZ = $\frac{\sum RZ}{R}$		/		=		/		=		/		=		/		=		/		=		/		=					
RZ = $\frac{\sum RZ}{k}$		/		=		/		=		/		=		/		=		/		=		/		=					
Cev/No		den		kadar		süre		Ek akış dilimleri		Cev/No		den		kadar		süre		Ek akış dilimleri		Cev/No		den		kadar		süre		Ek akış dilimleri	

ölçüm kaydedilmiştir. Kalınlık makinesi ardışık beslemeli makine olduğundan, toplam 216,83 m parçanın işleme süresi gözlenmiş ve akış gereği olmayan ek süreler çıkarılarak birim temel zaman hesaplanmıştır.

Gözlem sayılarının yeterliliğinin istatistiksel olarak araştırılması için REFA Dağılım Sayısı yöntemi kullanılmış ve analizde aşağıdaki aşamalar yerine getirilmiştir:

İlk aşamada, kaydedilen birikimli zamanlardan, akış dilimlerine ait tek zamanlar hesaplanarak formda belirtilen stüna yazılır. Tek zamanlar çıkarılırken, ek akış dilimi oluşan çevrimlerde, ek akış dilimi süresi çıkarılarak gerçek tek zamanlar hesaplanır.

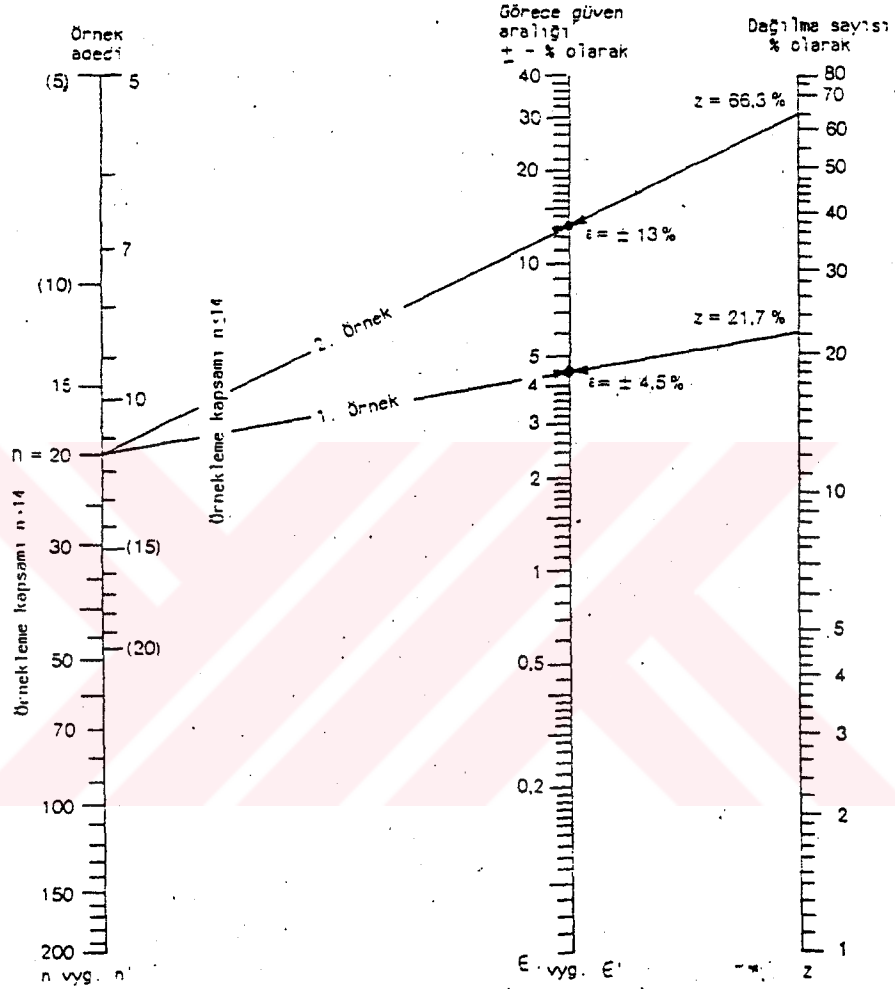
İkinci aşamada, akış dilimlerine ait tek zamanlar toplanarak her çevrimin, çevrim zamanı ( $t_z$ ) bulunur.

Üçüncü aşamada, tüm çevrim zamanları toplamının gözlem sayısına bölünmesiyle elde edilen ortalama değerin , gözlem sırasında verilen performans derecelerinin ortalaması ile çarpılmasıyla ortalama çevrim zamanı ( $\bar{t}_z$ ) hesaplanır.

Dördüncü aşamada, değer aralıklarının hesaplanması gelir. Her beş çevrime ait grubun en yüksek değeri ile en düşük değeri arasındaki fark olan basit aralığı bulunur ( $R_z$ ) ve bu aralıkların aritmetik ortalaması, ortalama aralık ( $\bar{R}_z$ ) olarak hesaplanır.

Beşinci aşamada, çevrim zamanlarının dağılım sayısı ( $z$ ) hesaplanır. Ortalama aralığın, ortalama çevrim zamanına oranı dağılım sayısıdır. Dağılım sayısı, zamanların ortalama değere göre olan görece sapmalarını yüzde olarak gösteren bir değerdir.

Altıncı aşamada, görece güven aralığı hesaplanır. Bir zaman ölçümü için elde edilen güven aralığı, yani ana kitle ile örnek arasındaki uyum, yüzde olarak gösterilen bir değerdir ve  $\epsilon$  (epsilon) ile gösterilir. Bu değer hesaplanan dağılım sayısı ( $z$ ) ve gözlem sayısına bağlı olarak Şekil 3.4.'teki nomogram yardımıyla



$\epsilon$ 'un  $z$  ve  $n$ 'e Bağlı Olarak Dağılım Sayısı Yöntemi ile Saptanması için nomogram (Güvenilirlik % 95)

1. Örnek : 20 t<sub>z</sub> çevrim zamanı için dağılım sayısı  $z = \% 21,7$  bulunmuştur. Nomogramda  $n = 20$  ve  $z = \% 21,7$ 'yi birleştiren doğru,  $\epsilon$  skalasını  $\% 4,5$ 'de kesmektedir.
2. Örnek : 1. dilimin 20 t<sub>z</sub> tek zamanı için dağılım sayısı  $z = \% 66,3$  bulunmuştur. Nomogramda  $n = 20$  ve  $z = \% 66,3$ 'ü birleştiren doğru,  $\epsilon$  skalasını  $\% 13$ 'de kesmektedir.

Şekil 3.4.  $\epsilon$ 'un  $z$  ve  $n$ 'e bağlı olarak dağılım sayısı yöntemi ile saptanması için nomogram (güvenilirlik %95) (MPM – REFA, 1988)



belirlenir. Zaman ölçümünde genellikle % 5 hata oranı kabul edilir (Burdurlu, 1995). Hesap hata oranı öngörülen %5 'ten küçükse gözlem sayısı yeterlidir denir.

Daha sonra gözlem kayıt formlarındaki zaman verileri iş ölçüm kriterlerine uygun olarak değerlendirilmiş ve her makine için işlemlerin temel zamanları saptanmıştır.

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi otomatik parça işleyen ve ardışık besleme yapan bir makine olduğu için, işlem temel zamanı, ardışık beslemeli makinelerde makine ana kullanım zamanının belirlenmesi ilkelerine göre, ritim kullanılarak hesaplanmıştır. Ritim:

$$R = \frac{L}{V} \text{ dakika} \quad (2.13)$$

burada R: ritim, V: makine besleme hızı, L : işlenen parça uzunluğudur.

Hesaplama tekniğinde besleme hareketi hızının doğru belirlenmesi çok önemlidir. Bu amaçla makineyi kullanan firmalarda gözlemler yapılmış ve yetkililerle görüşülmüştür. Boyu 1m ve daha fazla olan parçalarda istenilen kalitede yüzey elde edilebilmesi ve makine arkasından parça alarak istifleyen işçinin makine hızına yetişebilmesi için, 10 m / dakika besleme hızının aşılmamasının uygun olduğu tespit edilmiştir. Boyu 50 cm civarında olan parçalar için ise 8 m / dakika hızın uygun olduğu belirtilmektedir. Aksi halde makinede aralıklı besleme oluşmakta ve bu durum makine içinde parça ilerlemesinde bazı problemlere yol açmakta, yüzey kalitesinde bozulmalar meydana gelebilmektedir. Çalışmamızda besleme hızı 10 m / dakika olarak alınmıştır.

Her alternatifte ait hesaplanan temel zamanlardan da, görünür maliyet unsurları olan işçilik, enerji ve amortisman maliyetleri güncel verilere göre Euro bazında hesaplanmıştır. Elde edilen değerler, net bugünkü değer yöntemiyle alternatif teknolojilerin karşılaştırılmasında kullanılmıştır.



### 3.3. Bulgular ve Veri Analizi

#### 3.3.1. Planya makinesinde zaman ölçümü

Planya makinesinde yapılan 90 cm ve 120 cm boyundaki parçalara ait zaman ölçüm özet çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.3. Planya makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi

a) Planya makinesi (parça 90 cm)	Sembol	Miktar	Birim
Toplam çevrim zamanı	$\Sigma t_z$	957	saniye
Ölçüm adedi	n	50	adet
Ortalama çevrim zamanı	$\bar{t}_z$	19,14	saniye
Performanslar toplamı	$\Sigma L$	5045	
Ortalama performans	$\bar{L}$	100,9	
Çevrim zamanı	$t_z$	19,31	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	140	saniye
Akış gereği ara verme birim zamanı	tek	2,80	saniye
Çevrim temel zamanı	tg	22,11	saniye
Her 5 çevrim için Değer aralığı toplamı	$\Sigma Rz$	61	
Aralık sayısı	k	10	
Ortalama aralık	$\bar{R}_z$	6,1	
Dağılım sayısı %	z	27,59	
Görece güven aralığı ( $\pm$ % olarak)	$\varepsilon$	3,5	

b) Planya makinesi (parça 120 cm)	Sembol	Miktar	Birim
Toplam çevrim zamanı	$\Sigma t_z$	1239	saniye
Ölçüm adedi	n	47	adet
Ortalama çevrim zamanı	$\bar{t}_z$	26,362	saniye
Performanslar toplamı	$\Sigma L$	4670	
Ortalama performans	$\bar{L}$	99,362	
Çevrim zamanı	$t_z$	26,19	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	118	saniye
Akış gereği ara verme birim zamanı	tek	2,51	saniye
Çevrim temel zamanı	tg	28,70	saniye
Her 5 çevrim için Değer aralığı toplamı	$\Sigma Rz$	48	
Aralık sayısı	k	10	
Ortalama aralık	$\bar{R}_z$	4,8	
Dağılım sayısı %	z	16,72	
Görece güven aralığı ( $\pm$ % olarak)	$\varepsilon$	2,1	

Planya makinesinde 90 cm boyunda parçalar için 50 adet gözlem yapılmıştır. Gözlem adedinin yeterliliğinin göstergesi  $\varepsilon = 3,5$  olarak bulunmuştur. Değer % 5 ten küçük olduğu için gözlem adedi yeterli bulunmuştur. Toplan çevrim zamanları süresi 957 saniye, çevrim zamanı 19,31 saniye bulunmuştur. Çevrim zamanına, akış gereği ara verme birim süresi eklenerek çevrim temel zamanı 22,11 saniye olarak hesaplanmıştır. Planya makinesinde 120 cm boyunda parçalar için 47 adet gözlem yapılmıştır. Gözlem adedinin yeterliliğinin göstergesi  $\varepsilon = 2,1$  olarak bulunmuştur. Değer % 5 ten küçük olduğu için gözlem adedi yeterli bulunmuştur. Toplan çevrim zamanları süresi 1239 saniye, çevrim zamanı 26,19 saniye bulunmuştur. Çevrim temel zamanı 28,70 saniye olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.2. Kalınlık makinesinde zaman ölçümü

Kalınlık makinesinde farklı uzunluklarda parçaların ardışık olarak işlendiği bir süreç incelenmiştir. Kaydedilen verilerin özeti aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.4. Kalınlık makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi

Kalınlık makinesi	Sembol	Miktar	Birim
Toplam işlem süresi	TS	2689	saniye
Hazırlık zamanı	tr	214	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	209	saniye
Toplam akış gereği olmayan ara verme süresi:	ts	123	saniye
Toplam yapılan iş miktarı	TİM	216,83	m
Toplam Temel zaman	$\Sigma tg$	2352	saniye
Birim Temel zaman	tg	10,85	sn / m
$\Sigma tg = TS - (tr + ts)$			
$tg = \Sigma Tg / TİM$			

Kalınlık makinesinde, toplamı 216,83 m olan değişik uzunluklarda parçanın, ardışık olarak işlendiği bir işlem süreci gözlemlenmiştir. Toplam işlem süresi 2689 saniye'den akış gereği olmayan ek süreler ve hazırlık zamanı çıkarılarak toplam temel zaman 2352 saniye bulunmuştur. Bu süre toplam iş miktarına oranlanarak birim işlem temel zamanı 10,85 sn / m olarak bulunmuştur. Bu birim zaman kullanılarak 90 cm boyundaki parçanın işlenmesi temel zamanı 9,77 sn, 120 cm boyundaki parçanın işlenmesi temel zamanı 13,02 sn olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.3. Yatay freze makinesinde yapılan zaman ölçümü

Yatay freze makinesinde, otomatik besleme ünitesi desteğinde yapılan ölçümlere ait özet bilgiler Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Yatay freze makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi

a) Yatay freze makinesi (parça 90 cm)	Sembol	Miktar	Birim
Toplam çevrim zamanı	$\Sigma t_z$	434	saniye
Ölçüm adedi	n	50	adet
Ortalama çevrim zamanı	$\bar{t}_z$	8,68	saniye
Performanslar toplamı	$\Sigma L$	970	
Ortalama performans	$\bar{L}$	97	
Çevrim zamanı	$t_z$	8,42	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	25	saniye
Akış gereği ara verme birim zamanı	tek	0,50	saniye
Çevrim temel zamanı	tg	8,92	saniye
Her 5 çevrim için Değer aralığı toplamı	$\Sigma R_z$	33	
Aralık sayısı	k	10	
Ortalama aralık	$\bar{R}_z$	3,3	
Dağılım sayısı %	z	37,00	
Görece güven aralığı ( $\pm$ % olarak)	$\varepsilon$	4,5	

b) Yatay freze makinesi (parça 120 cm)	Sembol	Miktar	Birim
Toplam çevrim zamanı	$\Sigma t_z$	444	saniye
Ölçüm adedi	n	50	adet
Ortalama çevrim zamanı	$\bar{t}_z$	8,88	saniye
Performanslar toplamı	$\Sigma L$	1030	
Ortalama performans	$\bar{L}$	103	
Çevrim zamanı	$t_z$	9,15	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	36	saniye
Akış gereği ara verme birim zamanı	tek	0,72	saniye
Çevrim temel zamanı	tg	9,87	saniye
Her 5 çevrim için Değer aralığı toplamı	$\Sigma R_z$	30	
Aralık sayısı	k	10	
Ortalama aralık	$\bar{R}_z$	3	
Dağılım sayısı %	z	30,41	
Görece güven aralığı ( $\pm$ % olarak)	$\varepsilon$	3,7	

Yatay freze makinesinde yapılan işlemlere ait 90 cm boyunda parça için 50 adet gözlem yapılmış ve  $\varepsilon = 4,5$  hesaplanmıştır. Değer % 5'ten küçük olduğu için

gözlem sayısı yeterli bulunmuştur. Toplam çevrim zamanı 434 saniye, çevrim zamanı 8,42 saniye ve akış gereği ara verme süresini içeren çevrim temel zamanı 8,92 saniye olarak tespit edilmiştir. 120 cm boyundaki parçalar için 50 adet gözlem yapılmış ve  $\varepsilon = 3,7$  olarak hesaplandığından gözlem sayısının yeterli olduğu görülmüştür. Toplam çevrim zamanı 444 saniye, çevrim zamanı 9,15 saniye ve çevrim temel zamanı 9,87 saniye olarak tespit edilmiştir.

Parçalar yatay freze makinesine iki defa girdiklerinden, maliyet hesaplamalarında bu değerlerin iki katı, yani 90 cm parça için temel zaman 17,84 saniye, 120 cm parça için temel zaman 19,74 saniye olarak alınacaktır.

#### **3.3.4. Daire testere makinesinde yapılan zaman ölçümü**

Daire testere makinesinde yapılan ölçümlere ait özel bilgiler Çizelge 3.6.'da gösterilmiştir.

Daire testere makinesinde 90 cm ve 120 cm boyunda parçalar için sırası ile 50 ve 109 adet ölçüm alınmış ve  $\varepsilon$  sırası ile 3,3 ve 2 olarak tespit edilmiştir. Her iki parça ölçümleri için de gözlem sayısı yeterli bulunmuştur. 90 cm boyundaki parça için toplam çevrim zamanı 605 saniye, çevrim zamanı 11,56 saniye ve çevrim temel zamanı 12,22 saniye bulunmuştur. 120 cm boyunda parça için toplam çevrim zamanı 1655 saniye, çevrim zamanı 14,63 saniye ve çevrim temel zamanı 17,69 saniye olarak tespit edilmiştir.

#### **3.3.5. Alternatif 2 İçin Zaman Ölçümü**

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi işlem sırasındaki parça ilerlemesini otomatik olarak yaptığından ve besleme aralıksız yapıldığından, temel zaman hesabı ardışık beslemeli makinelerde makine kullanım süresinin bulunması yöntemine göre yapılmıştır. Besleme hızı V, 10 m / dakikadır.

Bu durumda 90 cm boyundaki parçanın dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinde işlenme süresi:

$$\frac{0,90\text{m}}{10\text{m/dak}} = 0,09\text{dak} = 0,09 * 60 = \mathbf{5,4 \text{ saniye}}$$
 olarak bulunur.

120 cm boyundaki parçanın dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinde işlenme süresi ise:

$$\frac{1,2m}{10m/dak} = 0,12dak = 0,12 * 60 = 7,2 \text{ saniye olarak bulunur.}$$

Çizelge 3.6. Daire testere makinesi zaman ölçümü sonuç çizelgesi

a) Daire testere (parça 90 cm)	Sembol	Miktar	Birim
Toplam çevrim zamanı	$\Sigma tz$	605	saniye
Ölçüm adedi	n	50	adet
Ortalama çevrim zamanı	$\bar{t}_z$	12,10	saniye
Performanslar toplamı	$\Sigma L$	955	
Ortalama performans	$\bar{L}$	95,5	
Çevrim zamanı	tz	11,56	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	33	saniye
Akış gereği ara verme birim zamanı	tek	0,66	saniye
Çevrim temel zamanı	tg	12,22	saniye
Her 5 çevrim için Değer aralığı toplamı	$\Sigma Rz$	33	
Aralık sayısı	k	10	
Ortalama aralık	$\bar{R}_z$	3,3	
Dağılım sayısı %	z	27,01	
Görece güven aralığı ( $\pm$ % olarak)	$\epsilon$	3,3	

b) Daire testere (parça 120 cm)	Sembol	Miktar	Birim
Toplam çevrim zamanı	$\Sigma tz$	1655	saniye
Ölçüm adedi	n	109	adet
Ortalama çevrim zamanı	$\bar{t}_z$	15,183	saniye
Performanslar toplamı	$\Sigma L$	2120	
Ortalama performans	$\bar{L}$	96,364	
Çevrim zamanı	tz	14,63	saniye
Toplam Akış gereği ara verme süresi	$\Sigma tek$	333	saniye
Akış gereği ara verme birim zamanı	tek	3,06	saniye
Çevrim temel zamanı	tg	17,69	saniye
Her 5 çevrim için Değer aralığı toplamı	$\Sigma Rz$	96	
Aralık sayısı	k	22	
Ortalama aralık	$\bar{R}_z$	4,3636	
Dağılım sayısı %	z	24,67	
Görece güven aralığı ( $\pm$ % olarak)	$\epsilon$	2	

Zaman ölçümü ile elde edilen temel zamanlar kullanılarak, iki alternatif için eşdeğer kapasitede yıllık giderler hesaplanmıştır. Projelerin faydalı ömürleri boyunca ortaya koyacakları giderler, ve tasarruflar Net Bugünkü Değere indirgenerek projelerin toplam maliyetinin bugünkü değeri belirlenerek, avantajlı olan alternatif ortaya konmuştur. Alternatiflerin sadece giderleri nakit akışında değerlendirilmiştir. Ancak yıllık giderler açısından tasarruflu olan alternatif, bu tasarrufun vergisinden de fazladan bir masrafa neden olmaktadır. Aynı şekilde amortisman değeri fazla olan alternatifte, gider gösterilen bu kalemden vergi kazancı sağlamaktadır. Hesaplamalarda bu unsurlar göz önünde bulundurulmuştur.

Yıllık giderler; direkt işçilik giderleri ve elektrik giderleri olarak hesaplanmıştır. Bunun için, zaman ölçümü ile temel zamanı tespit edilen, 90 cm boyundaki parçadan yıllık 150 000 ve 120 cm boyundaki parçadan yıllık 100 000 adet üretileceği, gözetilecek şekilde yıllık toplam sipariş büyüklüğü kullanılmıştır. Bu üretim miktarı, eşdeğer kapasite olarak her iki alternatif için de kullanılacaktır. Çizelge 3.7.'de A1 ve A2 için işçilik ve enerji harcamaları görülmektedir.

Çizelge 3.7. A1 ve A2 için İşçilik ve Enerji Harcamaları

MAKİNE	90 cm parça birim temel zaman (sn)	120 cm parça birim temel zaman (sn)	İşçi sayısı	Makine gücü (kW)	150 bin adet 90 cm parça işlem süresi (s)	100 bin adet 120 cm parça işlem süresi (s)	Toplam makine çalışma süresi (s)	İşçilik (İşçi - saat)	Enerji Harcaması (kW)
Planya	22,11	28,7	1	3	921,34	797,22	1718,57	1718,57	5155,70
Kalınlık	9,77	13,02	2	4,15	407,08	361,67	768,75	1537,50	3190,31
Freze	17,84	19,74	2	4,8	743,33	548,33	1291,67	2583,33	6200,00
Daire	12,22	17,69	1	4	508,98	491,39	1000,37	1000,37	4001,47
A1	61,94	79,15			2580,74	2198,61		6839,77	18547,48
A2	5,40	7,20	2	36	225	200	425	850	15300



Bulunan işçilik ve enerji harcamalarından, yıllık toplam enerji ve işçilik giderleri hesaplanmıştır. Çizelge 3.8'da toplam yıllık enerji ve işçilik giderleri görülmektedir. Birim fiyatlar ve tüm hesaplamalar da Euro birimi esas olarak alınmıştır.

Çizelge 3.8. Toplam Yıllık Enerji ve İşçilik Giderleri

MAKİNE	İşçilik (İşçi - saat)	Enerji Gideri (kWh)	Birim İşçilik Maliyeti (Euro / saat)	Birim Enerji Maliyeti (Euro / kWh)	Toplam İşçilik Maliyeti (Euro / saat)	Toplam Enerji Maliyeti (Euro / kWh)	Toplam Yıllık Giderler (Euro)
A1	6839,8	18547	2,04	0,067	13953,19	1242,65	15.196
A2	850	15300	2,04	0,067	1734	1025,1	2.759

Alternatif 1'in ilk yatırım maliyeti 7.106 Euro ve faydalı ömrü 15 yıl, Alternatif 2'nin yatırım maliyeti 35.000 Euro ve faydalı ömrü 15 yıldır. Makinelerin amortismanları ve toplam giderleri arasındaki farktan dolayı ödenecek vergide de bir fark olacaktır. Gider olarak gösterilen amortisman ve yıllık giderler toplamı daha yüksek olan alternatif, daha az vergi vereceğinden, aradaki farkın vergi oranı kadar kısmı kazanç olarak projeye etki edecektir. Vergi oranı olarak % 35 alınmıştır. Nakit akımlarında yalnızca giderleri hesapladığımız için bu kazanç toplam giderlerden çıkarılacaktır. Amortisman hesaplarında doğrusal amortisman uygulanmıştır. Aşağıda A2'nin A1'e göre işçilik giderleri, enerji giderleri ve vergiden tasarrufları gösterilmiştir. Hesaplama detayları Ek 5.'te verilmiştir.

İşçilik giderinden sağlanan tasarruf	12219,19	Euro
Enerji giderinden sağlanan tasarruf	217,55	Euro
Amortisman farkının vergisinden tasarruf	650,85	Euro
İşçilik tasarrufunun vergisinden doğan gider	-4276,72	Euro
Enerji tasarrufunun vergisinden doğan gider	-76,14	Euro
<b>Toplam</b>	<b>8735</b>	<b>Euro</b>

Bu durumda A2, A1'e göre, 15 yıllık proje ömrü boyunca, yıllık olarak 8.735 Euro tasarruf sağlayacaktır. Bu tasarrufun, paranın reel değer kaybının % 3 olduğu ortamda Net Bugünkü Değeri;

Tasarrufların N.B.D. =  $8735 * 11,9379 = 104.277$  Euro olacaktır.

%3 faiz oranı faktör çizelgesi Ek. 6'da verilmiştir.

A2'nin tasarruflarının net bugünkü değerinden, ilk yatırımdaki fazla harcama bedeli düşülürse, A2'nin A1'e göre proje toplam tasarruflarının Net Bugünkü Değeri;

$104.277 - (35000 - 7,106) = 76.383$  Euro olarak bulunacaktır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pencere üretimi sürecinin bir kısmı için alternatif teknolojilere göre yapılan zaman ölçüm sonuçlarında, temel zamanlarda önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatif ile 90 cm boyundaki parçanın toplam işlenme süresi 61,94 saniye, 120 cm boyundaki parçanın işlenme süresi 79,15 saniye iken; dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi ile bu süreler sırası ile 5,4 saniye ve 7,2 saniyedir. İki alternatif arasında sırası ile 11,47 ve 10,99 kat fark olduğu görülmektedir. Bu süreler işçilik ve enerji harcamalarına direkt olarak yansımaktadır.

Planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifte toplam 6 işçi kullanılırken, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinde 2 işçi ile işlem tamamlanabilmektedir. Eşdeğer kapasitede planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifin toplam işçilik harcaması 6839,77 işçi – saat iken dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinde toplam işçilik harcaması yalnızca 850 işçi – saat olarak gerçekleşmektedir. Aralarında 8,05 katlık bir fark ortaya çıkmaktadır. Bu fark işçilik giderlerine, dolayısıyla maliyetlere de yansımaktadır.

Planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifte kullanılan makinelerin yıllık eşdeğer kapasitede harcadıkları elektrik miktarı, 18547,48 kW iken, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinde, 15300 kW harcanmaktadır. dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin motor gücü planya, kalınlık, freze ve



daire testere makinelerinden oluşan alternatifin toplam motor gücünün iki katından fazla olmasına rağmen, planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifte toplam çalışma sürelerinin daha fazla olması nedeniyle elektrik harcaması, dolayısıyla maliyeti, 1,21 kat daha fazla gerçekleşmektedir.

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin sağladığı direkt işçilik ve enerji tasarruflarının toplam net bugünkü değeri, ilk yatırımda harcanan fazla paradan 76.383 Euro daha fazladır. Yukarıdaki veriler ışığında ve faydalı ömrü boyunca toplam tasarruflarının N.B.D., giderlerinin N.B:D.'den çok daha fazla olan, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi, seçimine karar verilmelidir.

Dünyada ve Türkiye'de hızla artan rekabet ortamında, işletmelerin ayakta kalabilmeleri gün geçtikte zorlaşmaktadır. Rekabeti körükleyen en önemli etkenlerden birisi de hızla gelişen teknolojidir. Rekabete ayak uydurabilmek için teknolojiye de ayak uydurabilmek önem kazanmaktadır. Maliyetleri düşüren, kaliteyi arttıran ve teslim süresini kısaltan yeni teknolojiler kullanarak müşteri memnuniyetini sağlamak, pazar payını arttırmak çok önemlidir.

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin seçilmesi durumunda dört farklı makine yerine yalnızca bir makinenin kullanılacak olması nedeni ile, makineler arası taşıma ortadan kalkmaktadır. Böylelikle büyük bir zaman kazancı elde edilecektir. Yaklaşık 11 katlık bu işlem süresi farkı, siparişlerin en kısa sürede karşılanması açısından Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin büyük bir avantaj sağladığını ortaya koymaktadır.

İşçilik giderlerinde, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi lehine bulunan 8 katlık fark, işletme giderlerini ve maliyetleri, dolayısıyla satış fiyatını doğrudan etkileyecektir. Yine işlem süresine bağlı olarak enerji giderlerindeki dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi lehine bulunan 1,2 katlık fark ta, maliyet ve satış fiyatını etkileyecektir. Düşük maliyet ve satış fiyatları, pazardan pay almak açısından büyük bir avantaj sağlayacaktır.

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin kullanımında, işlemler için gerekli işçi sayısı 6'dan 2'ye düşmektedir ki, bu da işçilik maliyetlerinde getirdiği

azalmanın yanı sıra, daha kolay daha etkin bir yönetim ve kontrol yapılmasına imkan verir.

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin kullanımında parça işlemenin otomatik olarak gerçekleştirilmesi, işçi performans ve yeteneklerinden doğacak verimlilik ve kalite düzeyindeki değişimleri de ortadan kaldıracak, üretimde bir standarda erişilebilecektir. Hatalı işlenecek parça sayısını sifıra yaklaştıracak, dolayısı ile bozuk parça maliyetlerinden de kaçınılabilecektir. Ayrıca makineler arası taşımaların kalkması ile, parça taşınması sırasında meydana gelebilecek çarpma, düşme vb şekilde bozuk parça oluşmasına neden olabilecek tüm riskler ortadan kalkacaktır. Makineler arası ara istifler azalacağı için ara depolama alanı ihtiyacı da azalacak ve dolayısıyla depolama alanı maliyetlerinde de bir kazanç sağlanacaktır.

Eşdeğer bir kapasitede, yıllık toplam giderler açısından, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin avantajı açıkça görülmektedir. Yıllık 8.735 Euro tasarrufla, ilk yatırım sırasında dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi seçilmesiyle planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifte göre yapılacak 27.894 Euro fazla harcama, % 3 indirgeme oranında 4 yılda geri kazanılabilecektir. Proje ömrünün geri kalanında ise bu tasarruf, kar olarak işletmeye geri dönecektir. Ancak burada dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin ilk yatırım maliyetinin planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifin yaklaşık beş katı olduğu unutulmamalıdır. Yeterli finansman var ise dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin seçilmesi daha doğru olacaktır. Ayrıca dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin kapasitesi planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifin kapasitesi ile eşit olacak şekilde hesaplamalar yapılmıştır. İşlem sürelerindeki farka bakılırsa, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin teknik kapasitesinin planya, kalınlık, freze ve daire testere makinelerinden oluşan alternatifin yaklaşık 4 katı olduğu görülmektedir. Siparişlerin daha kısa sürede karşılanmasıyla yeni siparişlerin alınmasına imkan doğar, böylelikle de işletme gelirleri artar. Aynı zamanda maliyetler de düşeceği için, dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesinin daha karlı bir alternatif olduğu kanıtlanmış olacaktır.

Literatürde belirtilen bilgiler ve bu araştırmanın sonuçlarına göre, yeni teknolojilerin yüksek verimlilik, yüksek kalite, daha hassas ölçülerde üretim, daha hızlı üretim, daha az işçilik ve düşük maliyet getirdikleri söylenebilir. Dolayısıyla ulusal ve uluslararası piyasalarda rekabet edecek işletmelerin, teknolojiyi takip etmeleri, işletmeye kazandırmaları ve etkin bir şekilde uygulamaları zorunlu olmaktadır. Yatırım maliyeti yüksek görünse bile faydalı ömrü boyunca getirdiği faydalar, bu dezavantajını gidermektedir. Ayrıca Avrupa Birliği'ne girme çabasındaki ülkemizde, ekonomik gelişmelerin süreceği, enflasyonun ve faizlerin düşeceği dikkate alındığında, yatırımcılar için uygun kredi bulma olanağı da artacaktır. Böylelikle ilk yatırım maliyeti sorunu da aşılabilecektir.

Öncelikle girişimcilerin, piyasadaki yerlerini belirlemeleri gerekir. Pazar payını arttırmak maliyetlerle doğrudan ilişkili olduğu gibi, pazarlama politika ve stratejileriyle de yakından ilgilidir. Bu politika ve stratejileri belirlemede hata yapılmadığı takdirde, sipariş temininde sorun yaşanmaz, dolayısıyla yüksek kapasitede üretim yapılarak teknolojiye yapılan yatırım kısa sürede geri kazanılabilir.

Teknolojiye yapılan yatırımdan etkin bir şekilde yararlanabilmek için, o teknolojiyi kullanabilecek eğitim ve beceride elman bulundurmakta önemlidir. Bu konuda ülkemiz mobilya sektörüne hizmet eden eğitim ve öğretim kurumlarına da önemli görevler düşmektedir. Özellikle sektöre ara eleman yetiştiren, meslek liseleri ve meslek yüksek okullarının, teknolojik gelişmeye ayak uydurması, programlarını ve alt yapılarını buna göre düzenlemesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akal, Z., 1997, İş Etüdü, MPM Yayınları No:29, Ankara, 470s.
- Aybey, İ., 1999, Emprenyeli Kapı ve Pencere Doğramalarının Emprenyesiz Kapı ve Pencere Doğramalarına Göre Maliyetlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 76s.
- Aydın, İ., 1998, Mobilya Üretim Sistemlerinde Kapasite Üzerinde Etkili Faktörlerin İncelenmesi: Trabzon Elbe Mobilya Fabrikası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 95s.
- Barnes, M. R., 1980, Motion and time study, design and measurement of work, seventh edition, John Wiley and Sons, New York.
- Bokhorst, J.A.C., Slomp, J., Suresh, N.C., 2002, An integrated model for part – allocation and investment CNC technology, International Journal of Production Economics, 75, 267 – 285.
- Burdurlu, E., 1995, Mobilya Endüstrisinde İş Etüdü Uygulamaları, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 144s.
- Burdurlu, E., Baykan, İ., 1998, Ağaçişlerinde Kesme Teorisi ve Endüstriyel Mobilya Üretimi Makineleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 690s.
- Burdurlu, E., Güçbilmez, M., 1999, Mobilya Endüstrisi İçin Teknoloji Seçiminde Temel Yaklaşımlar, 1. Uluslararası Mobilya Kongresi ve Sergisi, Ekim – 1999, İstanbul, Türkiye, s.435-446.
- Çil, İ., 1997, İmalat Stratejileri ve İmalat Teknolojisi Seçiminde Uzman Sistem Yaklaşımı, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 185s.
- Dizdar, E.N., 1994, İş Etüdü Kavramı İçerisinde Zaman Etüdünün İncelenmesi ve Mobilya Endüstrisinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 132s.
- <http://www.utm.edu/departments/engin/lemaster/Auto%20Prod%20Sys/Lecture%2022.pdf>
- İlhan R., Burdurlu, E., 1988, İş Etüdü, Ağaçişleri End. Müh. Böl. İş etüdü ders notları, Ankara.
- İlhan, R., Burdurlu, E., Baykan, İ., 1990, Ağaçişlerinde Kesme Teorisi ve Mobilya Endüstrisi Makineleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 420s.
- İşeri, S., 1995, Sanayi İşletmelerinin Yatırım Kararları ve Bu Kararlarda Uygulayacakları Yapılabilirlik Metotları, Yüksek Lisans Tezi, GÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 203s.

- Joswig, G., 1989, Gesichtpunkte der Wirtschaftlichkeit beim Einsatz Numerisch Gesteuerte Maschinen in der Holzverarbeitung, Holztechnik an der Fachhochschule, Holz-Zentralblatt, Rosenheim.
- Kargül, İ.D., 1996, Yatırımlarda Proje Analizi, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları, İstanbul, 332s.
- Kobu, B., 1996, Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No:1, İstanbul, 607s.
- Koç, K., H., 1993, Bilgisayar Destekli Üretim ve Orman Ürünleri Sanayiinde Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 140s.
- Kurtoğlu, A., Koç, K.H., Öner, Ü., 1997, Mobilya endüstrisinde ileri teknoloji kullanımında ekonomik kriterler, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 20, 10-24.
- Lefley, F., 1996, Strategic methodologies of investment appraisal of AMT capital projects: A review and synthesis, The Engineering Economist, 41(4), 345-364.
- LOWE, J., A., 1991, Considerations for an economic evaluation of AC versus DC technology for paper machine drives, IEEE Transactions on Industry Applications, 27, pp.112-116
- MPM – REFA, 1988, İş Etüdü Yöntem Bilgisi, MPM Yayınları, Ankara, 447s.
- Öncer, M., Asil, N., 1992, İş örnekleme yöntemiyle dört modern mobilya fabrikasında kayıp zamanların saptanması ve önleme yolları, MPM yayınları No: 458.
- Öner, Ü., 1998, Türkiye Mobilya Endüstrisinde Bilgisayar Destekli Makinelere Geçiş Sürecinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 109s.
- Remer, D., S., Sfokdyk, S., B., Driel, M., 1993, Survey of project evaluation techniques currently used in industry, International Journal of Production Economics, 32, 103-115.
- Park, C.S., 1990, Advanced Engineering Economics, Wiley, New York, 740p.

## **EKLER**

- EK 1. Planya Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları**
- EK 2. Kalınlık Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formlar**
- EK 3. Yatay Freze Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları**
- EK 4. Daire Testere Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları**
- EK 5. Hesaplamalar**
- EK 6. Faiz Oranı Faktör Çizelgesi**



# EK 1. Planya Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları

<b>Z2</b> yeni	<b>Tekrarlanan Akışlar İçin</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>	<b>Form no:</b>
		<b>Sayfa no:</b>

<b>Görev : Pencere parçası planyalama</b>			
<b>Sipariş No:</b>	<b>Sipariş Miktarı m:</b>	<b>Bölüm:</b> Doğrama	<b>Masraf yeri:</b>
<b>Zaman ölçümünün tarihi : 14 / 05 / 03</b>	<b>Başlangıç Saat</b>	<b>14:10</b>	<b>Bitiş Saat</b> 14:31 <b>Süre : 20,02</b>
	<b>Miktar</b>	<b>0</b>	<b>Miktar</b> 50

	<b>Zaman Kaynak</b>
	<b>Birim zamanın belirlenmesi</b> YD/dak/sn
	<b>t<sub>g</sub> Temel zaman</b> <b>z<sub>er</sub> = % de t<sub>er</sub> dinlenme zamanı</b> <b>z<sub>v</sub> = % de t<sub>g</sub> dağılım zamanı</b>
	<b>Diğer paylar</b> <b>t<sub>e1</sub> = Birim zman</b> <b>t<sub>e1</sub> / t<sub>e100</sub> / t<sub>e1000</sub> için dak/sa</b> <b>t<sub>h</sub> hazırlık zamanı dak / sa</b>

**Çalışma tekniği ve yöntemi :** İstiften alınan parça, makine tablasına götürülürken hareket haline lif yönü veya kusurları gözlenir, uygun yönde tablaya konarak bıçağın üzerinden geçirilerek yüz açma işlemi yapılır. Parça yüzeyi tamamen planyalanana kadar genellikle iki, bazen üç defa bu işlem tekrarlanır. Yüz açılan parça sipere dayanarak cumba açma işlemi yapılır. Cumba da genellikle iki seferde açılır. Sonra parça kavranarak bitmiş işlem istifine istiflenir ve işlenmemiş parça istifine yeni parça almak için yönelir.

İş Parçası	Adlandırma	Malzeme	Giriş Durumu			Res. no	Matz. No	Ölçü, biçim, ağırlık
	Pencere seren	Çam		İyi				900x85x60 mm
İnsan	İsim	Sicil/sıra no	erkek	kadın	yaş	Çalışma süresi		
	Hüseyin Aydın		x		51	10 yıl	Bu görevde 10 yıl	
Üretim aracı	Adlandırma, Tip	Adet	Üretim aracı no	Yapım yılı	Teknik veriler durum			
	Planya			1998	Motor 3 KW			
					Bıçak 3 adet			

**Çalışma koşulları :** Işık ışçının arkasında kalıyor, ortam aşırı tozlu **Ücretlendirme : aylık**

**Açıklamalar**

**Çalışma sonucunun kalitesi :**

**Yapan:** **Denetleyen :** **Tarih :**







EK 1. devam ediyor

ZARF yeni		REFA - Zaman Ölçüm Formu ( Z2 için Ek Form )																				Form no: Sayfa no:			
No	Aktış dilimi ve ölçme noktası	Kısıtlılık	Elken boyutluk	Öç. değ. sınırı	Cev. miz.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ΣA/v Σa/v	L H	Σ L/100		
1	Besleme parçayı imneya başlama				L	96	106	100	100	105	105	110	110	100	100	110	105	105	100	100	1545				
					L	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
					F	29,19	29,41	30,01	30,24	30,43	31,05	31,25	32,06	32,36	32,52	33,1	33,32	33,51	34,11	34,37					
2	Yüz açma				L	10	7	8	8	8	7	8	8	8	7	7	7	7	8	8					
					F	29,29	29,48	30,09	30,32	30,51	31,16	31,36	32,14	32,44	32,59	33,17	33,39	33,58	34,19	34,45					
3	Cumba açma				L	6	6	10	6	5	7	5	6	3	6	6	6	6	7	12					
					F	29,35	29,54	30,19	30,38	30,56	31,22	31,41	32,2	32,47	33,06	33,23	33,45	34,05	34,31	34,51					
4	Tabladan kabarmak için parçayı kavrama				L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
					F	29,37	29,56	30,21	30,4	30,58	31,25	31,43	32,22	32,48	33,07	33,24	33,47	34,08	34,33	34,53					
5	Giren istifine yürütme				L	2	2	2	1	2	1	2	3	1	1	3	2	2	2	2					
					F	29,39	29,58	30,23	30,41	31,08	31,26	32,05	32,34	32,5	33,08	33,27	33,49	34,1	34,35	34,55					
6	İstiften yeni parçayı kavrama				L																				
					F																				
7					L																				
					F																				
8					L																				
					F																				
9					L																				
					F																				
10					L																				
					F																				
Σ = ΣZ / n =		Σk =		ΣZ = ΣRZ / k =		100 % =		100 % =		100 % =		100 % =		100 % =		100 % =		100 % =		100 % =		100 % =			
CevNo		den		kadar		süre		Ek aktış dilimlen		CevNo		den		kadar		süre		Ek aktış dilimlen		CevNo		den		kadar	
20/15		30,58		31,04		6		Ek aktış dilimlen		20/15		30,58		31,04		6		Ek aktış dilimlen		20/15		30,58		31,04	
22/15		31,43		32,03		20		Ek aktış dilimlen		22/15		31,43		32,03		20		Ek aktış dilimlen		22/15		31,43		32,03	
23/15		32,22		32,31		9		Ek aktış dilimlen		23/15		32,22		32,31		9		Ek aktış dilimlen		23/15		32,22		32,31	

# EK 1. devam ediyor

ZZE yeni		REFA - Zaman Ölçüm Formu (Z için Ek Form)																				Form no: Sayfa no:			
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	Kısmik	Elken boyutluk	Ölçme sınıfı	Ceviz	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	ΣA/v Σc1/v	L	U	Z	
1	Besleme	L	105	105	105	96	96	100	100	100	100	96	100	100	96	100	96	100	100	100	1485				
	parçayı imaya başlanca	F	34,67	35,17	35,37	35,59	36,34	37,15	37,33	37,54	38,13	38,33	38,53	39,12	39,3	39,5	39,5	39,5	40,14						
2	Yüz açma	L	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8					
	yüzü sipere dövüp imaya başlanca	F	35,05	35,24	35,45	35,68	36,42	37,22	37,41	38,01	38,21	38,41	38,61	39,01	39,19	39,38	39,57	40,28							
3	Cumba açma	L	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6					
	tabandan kaldırmak için parçayı kavranca	F	35,11	35,29	35,51	36,14	36,47	37,48	38,08	38,27	38,47	39,06	39,25	39,44	40,03	40,32									
4	Çıktı isli yapıma	L	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
	parçayı birağınca	F	35,13	35,31	35,53	36,17	36,5	37,25	37,5	38,1	38,3	38,5	39,08	39,27	39,46	40,11	40,42								
5	Green istiline yürütme	L	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
	isiften yeni parçayı kavranca	F	35,15	35,34	35,56	36,31	37,14	37,31	37,51	38,12	38,32	38,51	39,1	39,29	39,48	40,12	40,53								
6		L																							
		F																							
7		L																							
		F																							
8		L																							
		F																							
9		L																							
		F																							
10		L																							
		F																							
n = SRZ/n =		k =																							
RZ = SRZ/K =		100 % =																							
RZ = (RZiz)/100 % =		%																							
RZ = SRZ/K =		%																							
CevizNo	den	kadar	süre	Ek akış dilimleri	CevizNo	den	kadar	süre	Ek akış dilimleri	CevizNo	den	kadar	süre	Ek akış dilimleri	CevizNo	den	kadar	süre	Ek akış dilimleri	CevizNo	den	kadar	süre	Ek akış dilimleri	
34/5	36,17	36,28	11	Tales temizleme	45/5	40,42	40,5	8	Parçaya hata farkedip yarıdan cumba açtı	45/5	40,42	40,5	8	Parçaya hata farkedip yarıdan cumba açtı	45/5	40,42	40,5	8	Parçaya hata farkedip yarıdan cumba açtı	45/5	40,42	40,5	8	Parçaya hata farkedip yarıdan cumba açtı	
35/5	36,50	37,11	21	planıya üzerine isiften parça getirildi (3 sefer)	45/5	40,32	40,39	7	isifli düzeltme	45/5	40,32	40,39	7	isifli düzeltme	45/5	40,32	40,39	7	isifli düzeltme	45/5	40,32	40,39	7	isifli düzeltme	



## EK 1. devam ediyor

<b>Z2</b> yeni	<b>Tekrarlanan Akışlar için</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>	<b>Form no:</b>
		<b>Sayfa no:</b>

<b>Görev :</b> Pencere parçası planyalama						
<b>Sipariş No:</b>	<b>Sipariş Miktarı m:</b>	<b>Bölüm:</b> Doğrama	<b>Masraf yeri:</b>			
Zaman ölçümünün tarihi : 14 / 05 / 03		<b>Başlangıç Saat</b>	13:46	<b>Bitiş Saat</b>	14:09	<b>Süresi :</b> 22,50
		<b>Miktar</b>	0	<b>Miktar</b>	47	
		<b>Birim zamanın belirlenmesi</b>		<b>Zaman</b>	<b>Kaynak</b>	
				YD/dak/sn		
		$t_g$ Temel zaman $z_{er}$ = % de $t_{er}$ dinlenme zamanı $z_v$ = % de $t_v$ dağılım zamanı				
		<b>Diğer paylar</b> $t_{e1}$ = Birim zman $t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ için dak/sa $t_r$ hazırlık zamanı dak / sa				
<b>Çalışma tekniği ve yöntemi :</b> İstiften alınan parça, makine tablasına götürülürken hareket haline lif yönü veya kusurları gözlenir, uygun yönde tablaya konarak bıçağın üzerinden geçirilerek yüz açma işlemi yapılır. Parça yüzeyi tamamen planyalanana kadar genellikle iki, bazen üç defa bu işlem tekrarlanır. Yüz açılan parça sipere dayanarak cumba açma işlemi yapılır. Cumba da genellikle iki seferde açılır. Sonra parça kavranarak bitmiş işlem istifine istiflenir ve işlenmemiş parça istifine yeni parça almak için yönelinir.						
<b>İş Parçası</b>	<b>Adlandırma</b>	<b>Malzeme</b>	<b>Giriş Durumu</b>		<b>Res. no</b>	<b>Malz. No</b>
	Pencere seren	Çam	lyi			
<b>İnsan</b>	<b>İsim</b>	<b>Sicil/sıra no</b>	<b>erkek</b>	<b>kadın</b>	<b>yaş</b>	<b>Çalışma süresi</b>
	Hüseyin Aydın		x		51	10 yıl
						Bu görevde
<b>Üretim aracı</b>	<b>Adlandırma, Tip</b>	<b>Adet</b>	<b>Üretim aracı no</b>	<b>Yapım yılı</b>	<b>Teknik veriler durum</b>	
	Planya			1998	Motor	3 kW
					Bıçak	3 adet
<b>Çalışma koşulları :</b> Işık işçinin arkasında kalıyor, ortam aşırı tozlu					<b>Ücretlendirme :</b> aylık	
<b>Açıklamalar</b>						
<b>Çalışma sonucunun kalitesi :</b>						
<b>Yapan:</b>	<b>Denetleyen :</b>			<b>Tarih :</b>		













## EK 2. Kalınlık Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları

<b>Z2</b> yeni		<b>Tekrarlanan Akışlar için</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>			<b>Form no:</b>					
					<b>Sayfa no:</b>					
<b>Görev : Pencere parçası net kalınlık ve genişlik çıkarma</b>										
<b>Sipariş No:</b>		<b>Sipariş Miktarı m:</b>		<b>Bölüm: Doğrama</b>		<b>Masraf yeri:</b>				
Zaman ölçümünün tarihi : 15 / 05 / 03		Başlangıç Saat		14:18	Bitiş Saat	15:03 Süresi :44,49				
		Miktar		0	Miktar	216,83 m				
				Birim zamanın belirlenmesi		Zaman Kaynak YD/dak/sn				
				$t_g$ Temel zaman $z_{er}$ = % de $t_{er}$ dinlenme zamanı $z_v$ = % de $t_v$ dağılım zamanı Diğer paylar $t_{e1}$ = Birim zaman $t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ için dak/sa $t_r$ hazırlık zamanı dak / sa						
<p><b>Çalışma tekniği ve yöntemi :</b> Kalınlık makinesinde, tablanın yarısı genişliğinde ve işlenecek pencere parçalarının net kalınlıkları arasındaki fark kadar kalınlıkta bir kalıp kullanılarak, makine hiç durdurulmadan hem net genişlik hem de net kalınlık çıkarılmaktadır. Bir parça işlenirken bir önce işlenen genişliği parça besleme yapan işçiye geri verilmekte, aralık verilmeden kalınlığı işlenmektedir. İki kesiti de işlenen parça istife konmaktadır.</p>										
İş Parçası	Adlandırma		Malzeme		Giriş Durumu		Res. no	Malz. No	Ölçü, biçim, ağırlık	
	Pencere sereni		Çam		İyi				Muhtelif	
İnsan	İsim		Sicil/sıra no		erkek	kadın	yaş	Çalışma süresi		
	Cemil Tekeli				x		19	Benzer görevlerde	Bu görevde	
	Beşir Demirci				x		17	1 yıl	1 yıl	
Üretim aracı	Adlandırma, Tip		Adet	Üretim aracı no	Yapım yılı	Teknik veriler durum				
	Kalınlık				1996	Motor	3 KW			
						Besleme	0,9 KW			
						Tabla Motoru	0,25 KW			
					Bıçak	3 adet				
Çalışma koşulları : Ortam aşırı tozlu							Ücretlendirme : aylık			
Açıklamalar										
Çalışma sonucunun kalitesi :										
Yapan:			Denetleyen :			Tarih :				

EK 2. devam ediyor

No	Akış dilimi ve ölçme noktası	kıst mik	Çev m <sup>2</sup>	Başlangıç	Bitiş	Süre	Zaman türü
1	Hazırlık; Talaş temizliği, merdane ve bıçakların hava ile temizlenmesi, işlenecek istifin yanaştırılması; tabla yükseklik ayarının yapılması			0,00	3,34		t <sub>r</sub>
2	Makine çalıştırma			3,34	3,46	12	
3	İlk parçanın makineye verilmesi			3,46			
4	İstifin daha uygun şekilde yanaştırılması			5,10	6,04	54	
5	Makine tablasına yağ sürülmesi, aynı anda ustabaşı ile konuşma			7,21	7,54	33	
6	İş gereği olmayan ara verme: başka işçiyeye yardım etme			9,23	9,29	6	t <sub>e</sub>
7	İstifin genişliği nedeniyle uzanamadığı parçaları istif üzerinde yakına çekme			12,56	13,05	9	
8	Parça sıkışması			14,30	14,44	14	t <sub>e</sub>
9	Parça sıkışması			20,23	20,42	19	t <sub>e</sub>
10	parçayı yere düşürdüğü için aralıklı besleme			20,56	21,03	7	t <sub>e</sub>
11	Tablayı yağlamak için biten yağ kabına yağ koyma ve tablayı yağlama			26,51	27,34	43	
12	İstifin genişliği nedeniyle uzanamadığı parçaları istif üzerinde yakına çekme			29,45	29,57	12	
13	Ustabaşı ile konuşma ve ölçü kontrol			33,07	33,3	23	
14	Ustabaşı ile iş gereği konuşma			36,40	37,3	23	
15	İşçinin su içmek için ara vermesi			40,55	41,41	46	t <sub>e</sub>
16	Gereksiz konuşma nedeni ile ara verme			43,00	43,15	15	t <sub>e</sub>
17	Gereksiz konuşma nedeni ile ara verme			43,37	43,53	16	t <sub>e</sub>
18	İş sona erdi				44,49		
Toplam süre (TS) :		2689	sn	Toplam temel zaman (Σtg) :		2352	sn
Hazırlık zamanı (tr) :		214	sn	Birim temel zaman (tg) :		10,85	sn / m
Akış gereği ara verme toplam süresi (tek) :		209	sn				
Akış gereği olmayan ara verme toplam süresi (ts) :		123	sn				
Toplam yapılan iş miktarı (TİM)		216,83	m				

### EK 3. Yatay Freze Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları

<b>Z2</b> yeni	<b>Tekrarlanan Akışlar İçin</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>	<b>Form no:</b>
		<b>Sayfa no:</b>

<b>Görev :</b> Pencere parçası lamba, profil açma						
<b>Sipariş No:</b>	<b>Sipariş Miktarı m:</b>	<b>Bölüm:</b> Doğrama	<b>Masraf yeri:</b>			
<b>Zaman ölçümünün tarihi :</b> 17 / 05 / 03		<b>Başlangıç Saat</b>	09:07	<b>Bitiş Saat</b>	09:17	<b>Süresi :</b> 10,17
	<b>Miktar</b>	0	<b>Miktar</b>	50		
			<b>Birim zamanın belirlenmesi</b>	<b>Zaman</b>	<b>Kaynak</b>	
				YD/dak/sn		
$t_0$ Temel zaman $Z_{er} = \% \text{ de } t_{er} \text{ dinlenme zamanı}$ $Z_v = \% \text{ de } t_v \text{ dağılım zamanı}$						
<b>Diğer paylar</b> $t_{e1} = \text{Birim zman}$ $t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000} \text{ için dak/sa}$ $t_1 \text{ hazırlık zamanı dak / sa}$						
				2,07		
<b>Çalışma tekniği ve yöntemi :</b> İstiften alınan parça, yatay freze makinesinin tablasına konur, otomatik itici parçayı alana kadar itilir ve bırakılır. İşlenme otomatik olur. Çıkan parça diğer işçi tarafından alınır ve istiflenir. Yatay frezede parçaya lamba ve parçanın ikinci geçişinde diğer tarafına da lamba ve daha sonra daire testerede ayrılacak olan cam çitası profili açılır.						
<b>İş Parçası</b>	<b>Adlandırma</b>	<b>Malzeme</b>	<b>Giriş Durumu</b>		<b>Res. no</b>	<b>Malz. No</b>
	Pencere sereni	Çam	İyi			
						<b>Ölçü, biçim, ağırlık</b>
						900x85x60 mm
<b>İnsan</b>	<b>İsim</b>	<b>Sicil/sıra no</b>	<b>erkek</b>	<b>kadın</b>	<b>yaş</b>	<b>Çalışma süresi</b>
	Ali Osman		x		34	Benzer görevlerde Bu görevde
	Vedat Sarı		x		22	14 yıl 4 yıl
						4 yıl
<b>Üretim aracı</b>	<b>Adlandırma, Tip</b>	<b>Adet</b>	<b>Üretim aracı no</b>	<b>Yapım yılı</b>	<b>Teknik veriler durum</b>	
	Yatay Freze			1998	<b>Motor Gücü</b>	4 kW
					<b>Besleme</b>	0,8 kW
					<b>Besleme hızı</b>	15 m / dak
<b>Çalışma koşulları :</b> Ortam aşırı tozlu					<b>Ücretlendirme :</b> aylık	
<b>Açıklamalar</b>						
<b>Çalışma sonucunun kalitesi :</b>						
<b>Yapan:</b>	<b>Denetleyen :</b>		<b>Tarih :</b>			



EK 3. devam ediyor

<b>Z2</b> yeni	<b>Tekrarlanan Akışlar İçin</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>	Form no: Sayfa no:
-------------------	--	-----------------------

Görev : Pencere parçası lamba, profil açma			
Sipariş No:	Sipariş Miktarı m:	Bölüm: Doğrama	Masraf yeri:
Zaman ölçümünün tarihi : 17 / 05 / 03	Başlangıç Saat	09:36	Bitiş Saat
	Miktar	0	Miktar
			50
	Birim zamanın belirlenmesi	Zaman	Kaynak
		YD/dak/sn	
	$t_g$ Temel zaman		
	$Z_{er}$ = % de $t_{er}$ dinlenme zamanı		
	$Z_v$ = % de $t_v$ dağılım zamanı		
	<b>Diğer paylar</b>		
	$t_{e1}$ = Birim zman		
	$t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ için dak/sa		
	$t$ hazırlık zamanı dak / sa		22,10

**Çalışma tekniği ve yöntemi :** İstiften alınan parça, yatay freze makinesinin tablasına konur, otomatik itici parçayı alana kadar itilir ve bırakılır. İşlenme otomatik olur. Çıkan parça diğer işçi tarafından alınır ve istiflenir. Yatay frezede parçaya lamba ve parçanın ikinci geçişinde diğer tarafına da lamba ve daha sonra daire testerede ayrılacak olan cam çitası profili açılır.

İş Parçası	Adlandırma	Malzeme	Giriş Durumu			Res. no	Malz. No	Ölçü, biçim, ağırlık
		Pencere seren	Çam	İyi				
İnsan	İsim	Sicil/sıra no	erkek	kadın	yaş	Çalışma süresi		
						Benzer görevlerde	Bu görevde	
	Ali Osman		x		34	14 yıl	14 yıl	
	Vedat Sarı		x		22	4 yıl	4 yıl	
Üretim aracı	Adlandırma, Tip	Adet	Üretim aracı no	Yapım yılı	Teknik veriler durum			
	Yatay Freze			1998	Motor Gücü	4 KW		
					Besleme	0,8 KW		
					Besleme hızı	15 m / dak		
Çalışma koşulları : Ortam aşırı tozlu							Ücretlendirme : aylık	
Açıklamalar								
Çalışma sonucunun kalitesi :								
Yapan:			Denetleyen :			Tarih :		

EK 3. devam ediyor

ZZE yeni		REFA - Zaman Ölçüm Formu ( ZZ için Ek Form )																	Form no: Sayfa no:									
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Cev. mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam				
1	Toplam Hazırık zamanı Çevrim zamanı				L	22,1																315	L					
						10	9	9	9	8	11	7	9	10	9	9	10	8	7						135			
						F	22,11	22,33	22,43	22,52	23,23	23,32	23,40	23,51	23,58	24,07	24,17	24,26	24,35	24,45	24,53							
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L	8	9	9	6	8	7	9	10	8	13	9	9	7	8	8					310		
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz	25,00	25,08	25,17	25,26	25,34	25,42	25,49	25,58	26,08	26,16	26,29	26,38	26,47	26,54	27,02		ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L	5	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45					295		
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz	27,1	27,19	27,28	27,39	27,49	28,00	28,08	28,18	28,32	28,45	28,53	28,65	28,74	29,3	29,38		ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L	9	9	11	10	11	9	10	13	13	8	6	9	6	8	7					141		
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L	6	7	9	9	7																	
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz	29,45	29,51	29,58	30,07	30,16	30,23											ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L	81	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75					110		
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90		ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L																						
No	Akış dilimi ve ölçme noktası	İst. mik	Elken boyutluk	Ölç. değ. sınıfı	Rz																	ΣA/v Σs1/v	L	ΣLk/100	Zam			
						Cev. mz																						
						L																						
n = 50		k = 10																										
İz = SSez/n = 444		Rz = 280		Rz = 30																								
Rz = SRz/N = 30		Rz = 3																										
Cev/Nö		den		başlar		süre		Ek akış dilimleri		Cev/Nö		den		başlar		süre		Ek akış dilimleri		Cev/Nö		den		başlar				
1		22,18		22,30		12		Gerekli konuma		100 % =		100 % =								ΣA/v 1050		ΣLk/100		444				
4		22,53		22,15		22		mazot tenekesini gelirdi																				
42		28,54		28,08		14		Tablaya mazot süme																				



#### EK 4. Daire Testere Makinesinde Yapılan Zaman Ölçümü Formları

<b>Z2</b> yeni	<b>Tekrarlanan Akışlar İçin</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>	<b>Form no:</b>
		<b>Sayfa no:</b>

<b>Görev :</b> Pencere parçası cam çıtası düşürme, kanal açma				
<b>Sipariş No:</b>	<b>Sipariş Miktarı m:</b>	<b>Bölüm:</b> Doğrama	<b>Masraf yeri:</b>	
Zaman ölçümünün tarihi : 17 / 05 / 03		Başlangıç Saat	11,07	Bitiş Saat
		Miktar	0	Miktar
				11:19 Süresi : 11,41
				50

	Birim zamanın belirlenmesi	Zaman	Kaynak
		YD/dak/sn	
	$t_g$ Temel zaman		
	$Z_{er}$ = % de $t_{er}$ dinlenme zamanı		
	$Z_v$ = % de $t_v$ dağılım zamanı		
	<b>Diğer paylar</b>		
	$t_{e1}$ = Birim zman		
	$t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ için dak/sa		
	$t_r$ hazırlık zamanı dak / sa		

**Çalışma tekniği ve yöntemi :** İstiften alınan parça, daire testere makinesinin tablasına konur, sipere yaslanarak makineden el ile geçirilir. Çıta makine arkasına bırakılır. Parça ise alınarak bitmiş iş istifine istiflenir. İstif birimi bittiğinde makine arkasında yığın halinde biriken çıtalar toplanır ve istiflenir.

İş Parçası	Adlandırma	Malzeme	Giriş Durumu	Res. no	Malz. No	Ölçü, biçim, ağırlık
		Pencere seren	Çam	İyi		

İnsan	İsim	Sicil/sıra no	erkek	kadın	yaş	Çalışma süresi	
						Benzer görevlerde	Bu görevde
	Ali Osman		x		34	14 yıl	14 yıl

Üretim aracı	Adlandırma, Tip	Adet	Üretim aracı no	Yapım yılı	Teknik veriler durum	
		Daire testere			1999	Motor
					Devir	3000 - 6000 devir / dak

**Çalışma koşulları :** Ortam aşırı tozlu **Ücretlendirme :** aylık

**Açıklamalar**

**Çalışma sonucunun kalitesi :**

**Yapan:** **Denetleyen :** **Tarih :**











EK 4. devam ediyor

<b>Z2</b> <b>yeni</b>	<b>Tekrarlanan Akışlar İçin</b> <b>REFA - Zaman Ölçüm Formu</b>	<b>Form no:</b>
		<b>Sayfa no:</b>

Görev : Pencere parçası cam çitası düşürme, kanal açma

Sipariş No: Sipariş Miktarı m: Bölüm: Doğrama Masraf yeri:

Zaman ölçümünün tarihi : 17 / 05 / 03 Başlangıç Saat 10:21 Bitiş Saat 11:07 Süresi : 45,54  
Miktar 0 Miktar 109

	Birim zamanın belirlenmesi	Zaman	Kaynak
		YD/dak/sn	
	$t_g$ Temel zaman		
	$Z_{er}$ = % de $t_{er}$ dinlenme zamanı $Z_v$ = % de $t_v$ dağılım zamanı		
	Diğer paylar		
	$t_{e1}$ = Birim zman		
	$t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ için dak/sa		
	$t_r$ hazırlık zamanı dak / sa	12,06	dak

**Çalışma tekniği ve yöntemi :** İstiften alınan parça, daire testere makinesinin tablasına konur, sipere yaslanarak makineden el ile geçirilir. Çıta makine arkasına bırakılır. Parça ise alınarak bitmiş iş istifine istiflenir. İstif birimi bittiğinde makine arkasında yığın halinde biriken çitalar toplanır ve istiflenir.

İş Parçası	Adlandırma	Malzeme	Giriş Durumu			Res. no	Matz. No	Ölçü, biçim, ağırlık
		Pencere seren	Çam	İyi				
İnsan	İsim	Sicil/sıra no	erkek	kadın	yaş	Çalışma süresi		
	Ali Osman		x		34	14 yıl	Benzer görevlerde	Bu görevde
Üretim aracı	Adlandırma, Tip	Adet	Üretim aracı no	Yapım yılı	Teknik veriler durum			
	Daire testere			1999	Motor 4 KW	Devir 3000 - 6000 devir / dak		

Çalışma koşulları : Ortam aşırı tozlu Ücretlendirme : aylık

Açıklamalar

Çalışma sonucunun kalitesi :

Yapan: Denetleyen: Tarih:





EK 4. devam ediyor

ZNE yeni		MEFA - Zaman Öçüm Formu (Zz için EK Form)																	Form no:	Sayfa no:					
No	Aktis dilimi ve bterme notlasi	İst mik	Etken boyutluk	Öç değ smi	Cev mez	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	3A/v	3B/v	3C/v	3D/v	
1	Başlangıç ilk parçayı kavrama Besleme parçayı ilmeğe başlama, buçada değildiği an				L H F	4 4 15,48	4 4 15,59	4 4 16,15	4 4 16,34	4 4 16,48	4 4 17,02	4 4 17,17	4 4 17,3	4 4 17,44	4 4 17,59	4 4 18,13	4 4 18,37	4 4 18,49	4 4 19,01	4 4 19,47	280				
2	Çıta ditişme ve kanal yapma tabandan kaldırılmak için parçayı kavrama				L F	3 15,49	4 16,03	4 16,19	4 16,38	4 16,52	4 17,05	4 17,2	4 17,34	4 17,48	4 18,02	4 18,17	4 18,4	4 18,52	4 19,05	4 19,53					
3	Çıktı islihi yapma parçayı binalma				L F	4 15,53	4 16,08	4 16,23	4 16,41	4 16,55	4 17,1	4 17,24	4 17,38	4 17,52	4 18,06	4 18,3	4 18,43	4 18,56	4 19,08	4 19,26					
4	Giren istifiye yolduine islişten yeni parçayı kavrama				L H F	2 15,55	3 16,11	3 16,26	4 16,45	4 16,59	4 17,13	4 17,26	4 17,41	4 17,55	4 18,1	4 18,33	4 18,48	4 18,59	4 19,44	4 20,27					
5					L H F																				
6					L H F																				
n = Sız/n =		k =		13		16	15	19	14	14	14	13	15	2	14	15	13	13	13	13					
Rz = SRz/k =				100% =		6																			
Cev/No	den	hadis	süre	Ek aktis dilimleri	Cev/No	den	hadis	süre	Ek aktis dilimleri	100% =															
28/3	18,17	16,27	10	Gerçekleş baideme, cep telefonuna baktı	13	16,17	16,27	10	Gerçekleş baideme, cep telefonuna baktı	100% =															
29/4	19,08	19,4	32	Telaş temizleme	13	19,08	19,4	32	Telaş temizleme	100% =															
30/4	19,56	20,23	27	Makine tablasına yağ sürme	13	19,56	20,23	27	Makine tablasına yağ sürme	100% =															
Σt =		Σt =		3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					





EK 4. devam ediyor

ZZE		REFA - Zaman Çıktı Formu (ZZ İçin Ek Form)																				Form no: Sayfa no:	
No	Aktis dilimi ve ölçme noktası	İstik mik	Eklen boyutluk	Öç değ sınıfı	Cev miz	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	2A/v 2B/v	L 11	E N
1	Başlangıçlık parçayı kavrama				L	24,22	24,38	24,56	25,13	25,26	25,51	26,08	26,23	26,39	26,54	27,10	27,54	28,08	28,23	28,38	285		
2	parçayı ilmeğe bağlama, buçukta değiştirilen				L																		
3	Çıta değiştirme ve kenel epma				L	24,27	24,44	25,01	25,17	25,33	25,56	26,12	26,27	26,43	26,59	27,14	27,58	28,12	28,26	28,43			
4	tabiadan kaldırılmak için parçayı kavrama				F	24,31	24,47	25,05	25,21	25,39	26,00	26,16	26,30	26,47	27,02	27,18	28,01	28,16	28,32	28,47			
5	Çıta isafine yapma				L																		
6	Çıta isafine yitirme				L																		
7	İstiklen vent parçayı kavrama				F	24,34	24,51	25,09	25,25	25,47	26,04	26,20	26,34	26,50	27,06	27,50	28,05	28,20	28,35	28,51			
n =	Sz / n =					18	17	18	16	22	17	16	14	16	16	16	15	15	15	15			
ZZ = Sz / n =						100 % =	6			8 =		3											
RZ = RZ / k =																							
CevNo	den	kadar	süre	Ek aktis dilimlen		CevNo	den	kadar	süre	Ek aktis dilimlen		CevNo	den	kadar	süre	Ek aktis dilimlen		CevNo	den	kadar	süre	Ek aktis dilimlen	
56 / 4	27,18	27,46	28	Telaş tanımlama																			246







## EK 5. HESAPLAMALAR

Dört taraflı yüzey ve kenar işleme makinesi kullanımı ile planya, kalınlık, yatay freze ve daire testere makineleri kullanımına göre ortaya çıkan tasarruf ve giderler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Alternatiflerin yıllık işçilik giderleri arasındaki fark:

$$A1\text{'in işçilik gideri} - A2\text{'nin işçilik gideri} = 13.953,19 - 1.734 = 12.219 \text{ Euro}$$

Alternatiflerin yıllık enerji giderleri arasındaki fark:

$$A1\text{'in enerji gideri} - A2\text{'nin enerji gideri} = 1.242,65 - 1.205,1 = 217,55 \text{ Euro}$$

Alternatiflerin yıllık amortismanları arasındaki fark:

$$A2\text{'nin yıllık amortismanı} - A1\text{'in yıllık amortismanı} = 2.333 - 474 = 1.859 \text{ Euro}$$

A2 için, işçilik ve enerji kalemlerinden elde ettiği tasarrufun vergisinden dolayı fazladan bir gider, amortismanlar arasındaki farkın vergisinden dolayı bir tasarruf ortaya çıkar. Vergi oranı % 35'tir. Buna göre A2 için:

Amortisman farkının vergisinden doğan tasarruf;

$$1.859 \times 0,35 = 650,85 \text{ Euro}$$

İşçilik tasarrufunun vergisinden doğan gider ;

$$12.219,19 \times 0,35 = 4.276,72 \text{ Euro}$$

Enerji tasarrufunun vergisinden doğan gider ;

$$217,55 \times 0,35 = 76,14 \text{ Euro}$$

olarak hesaplanır. Bu tasarruflar ve giderler toplandığında A2'nin A1'e göre yıllık toplam tasarrufu:

$$12.219,19 + 217,55 + 650,85 - 4.276,72 - 76,14 = \mathbf{8.735 \text{ Euro}}$$
 olarak hesaplanır.



**EK 6. FAİZ ORANI FAKTÖR ÇİZELGESİ (% 3)**

N	Single Payment		Equal Payment Series				Gradient Series		N
	Compound Amount Factor (F/P,i,N)	Present Worth Factor (P/F,i,N)	Compound Amount Factor (F/A,i,N)	Sinking Fund Factor (A/F,i,N)	Present Worth Factor (P/A,i,N)	Capital Recovery Factor (A/P,i,N)	Gradient Uniform Series (A/G,i,N)	Gradient Present Worth (P/G,i,N)	
1	1.0300	0.9709	1.0000	1.0000	0.9709	1.0300	0.0000	0.0000	1
2	1.0609	0.9426	2.0300	0.4926	1.9135	0.5226	0.4926	0.9426	2
3	1.0927	0.9151	3.0909	0.3235	2.8286	0.3535	0.9803	2.7729	3
4	1.1255	0.8885	4.1836	0.2390	3.7171	0.2690	1.4631	5.4383	4
5	1.1593	0.8626	5.3091	0.1884	4.5797	0.2184	1.9409	8.8888	5
6	1.1941	0.8375	6.4684	0.1546	5.4172	0.1846	2.4138	13.0762	6
7	1.2299	0.8131	7.6625	0.1305	6.2303	0.1605	2.8819	17.9547	7
8	1.2668	0.7894	8.8923	0.1125	7.0197	0.1425	3.3450	23.4806	8
9	1.3048	0.7664	10.1591	0.0984	7.7861	0.1284	3.8032	29.6119	9
10	1.3439	0.7441	11.4639	0.0872	8.5302	0.1172	4.2565	36.3088	10
11	1.3842	0.7224	12.8078	0.0781	9.2526	0.1081	4.7049	43.5330	11
12	1.4258	0.7014	14.1920	0.0705	9.9540	0.1005	5.1485	51.2482	12
13	1.4685	0.6810	15.6178	0.0640	10.6350	0.0940	5.5872	59.4196	13
14	1.5126	0.6611	17.0863	0.0585	11.2961	0.0885	6.0210	68.0141	14
15	1.5580	0.6419	18.5989	0.0538	11.9379	0.0838	6.4500	77.0002	15
16	1.6047	0.6232	20.1569	0.0496	12.5611	0.0796	6.8742	86.3477	16
17	1.6528	0.6050	21.7616	0.0460	13.1661	0.0760	7.2936	96.0280	17
18	1.7024	0.5874	23.4144	0.0427	13.7535	0.0727	7.7081	106.0137	18
19	1.7535	0.5703	25.1169	0.0398	14.3238	0.0698	8.1179	116.2788	19
20	1.8061	0.5537	26.8704	0.0372	14.8775	0.0672	8.5229	126.7987	20
21	1.8603	0.5375	28.6765	0.0349	15.4150	0.0649	8.9231	137.5496	21
22	1.9161	0.5219	30.5368	0.0327	15.9369	0.0627	9.3186	148.5094	22
23	1.9736	0.5067	32.4529	0.0308	16.4436	0.0608	9.7093	159.6566	23
24	2.0328	0.4919	34.4265	0.0290	16.9355	0.0590	10.0954	170.9711	24
25	2.0938	0.4776	36.4593	0.0274	17.4131	0.0574	10.4768	182.4336	25
26	2.1566	0.4637	38.5530	0.0259	17.8768	0.0559	10.8535	194.0260	26
27	2.2213	0.4502	40.7096	0.0246	18.3270	0.0546	11.2255	205.7309	27
28	2.2879	0.4371	42.9309	0.0233	18.7641	0.0533	11.5930	217.5320	28
29	2.3566	0.4243	45.2189	0.0221	19.1885	0.0521	11.9558	229.4137	29
30	2.4273	0.4120	47.5754	0.0210	19.6004	0.0510	12.3141	241.3613	30
31	2.5001	0.4000	50.0027	0.0200	20.0004	0.0500	12.6678	253.3609	31
32	2.5751	0.3883	52.5028	0.0190	20.3888	0.0490	13.0169	265.3993	32
33	2.6523	0.3770	55.0778	0.0182	20.7658	0.0482	13.3616	277.4642	33
34	2.7319	0.3660	57.7302	0.0173	21.1318	0.0473	13.7018	289.5437	34
35	2.8139	0.3554	60.4621	0.0165	21.4872	0.0465	14.0375	301.6267	35

(Kaynak : Park, 1990)



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Suat ALTUN

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 20.10.1977

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1992-1994 İbn-i Sina Lisesi

Lisans 1995-1999 HÜ. MTYO Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi:

2000 - H.Ü. MTYO Araştırma Görevlisi