

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MOBİLYA ÜRETİMİNDE LEVHA BOYUTLANDIRMA VE DELGİ İŞLEMLERİNE  
AİT İŞ ETÜDÜ UYGULAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Orm. End. Müh. Ali ÇAKMAK**

**EYLÜL 2011  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MOBİLYA ÜRETİMİNDE LEVHA BOYUTLANDIRMA VE DELGİ  
İŞLEMLERİNE AİT İŞ ETÜDÜ UYGULAMALARI**

**Orman Endüstri Mühendisi Ali ÇAKMAK**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23.08.2011  
Tezin Savunma Tarihi : 07.09.2011**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU**

**Trabzon 2011**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Ali Çakmak tarafından hazırlanan**


**MOBİLYA ÜRETİMİNDE LEVHA BOYUTLANDIRMA VE DELGİ**  
**İŞLEMLERİNE AİT İŞ ETÜDÜ UYGULAMALARI**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 23/ 08/ 2011 gün ve 1419/3 sayılı**  
**kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI**



**Üye : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU**



**Üye : Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ**



**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Mobilya Üretiminde Levha Boyutlandırma ve Delgi İşlemlerine Ait İş Etüdü Uygulamaları” konulu bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarında her türlü yardım ve teşviklerini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU’ na, tez konusu ve irdelenmesi kapsamında önemli katkılarda bulunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ’ ye ve öneri ve katkılarda bulunan Sayın Prof. Dr. Hüseyin KIRCI’ ya teşekkür ederim.

Zaman etüdü çalışmalarında, yardımlarından yararlandığım Sayın Orman Endüstri Mühendisi Işıl AKYÜZ’e ve Sayın Orman Endüstri Mühendisi Tutku ÜÇÜNCÜ’ye teşekkür ederim.

Araştırmanın yapılması sağlayan Gündoğdu Mobilya Fabrikası yetkililerine, çalışmam süresince katkılarda bulunan teknik elemanlarına ve personeline teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

Ali ÇAKMAK  
TRABZON 2011

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Teziolarak sunduğum “Mobilya Üretiminde Levha Boyutlandırma ve Delgi İşlemlerine Ait İş Etüdü Uygulamaları” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Abdulkadir Malkoçoğlu’nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 13/09/2011

*Ali ÇAKMAK*

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. İş Etüdü.....	2
1.2.1. İş Etüdü Tanımı.....	2
1.2.2. İş Etüdünün Tarihçesi.....	3
1.2.3. İş Etüdünün Amaçları.....	4
1.2.4. İş Etüdünün Kapsamı ve Bilimsel Yöntem.....	5
1.2.5. İş Etüdü Teknikleri.....	7
1.2.6. İş Etüdünün Temel Aşamaları.....	8
1.2.7. İş Etüdünün Yararları ve Sakıncaları.....	9
1.3. Metot Etüdü.....	10
1.3.1. Metot Etüdünün Tanımı.....	10
1.3.2. Metot Etüdünün Tarihsel Gelişimi.....	10
1.3.3. Metot Etüdünün Amaçları ve Yararları.....	11
1.3.4. Metot Etüdü Aşamaları.....	12
1.3.4.1. Metot Etüdü Yapılacak İşin Seçilmesi.....	12
1.3.4.2. İşin Yapılmasına Ait Bilgilerin Kaydedilmesi.....	13
1.3.4.3. Mevcut Metodun Eleştirilerek İncelenmesi.....	14
1.3.4.4. Daha İyi Bir Metodun Geliştirilmesi.....	16
1.3.4.5. Yeni Metodun Tanımlanması.....	16
1.3.4.6. Geliştirilen Metodun Yerleştirilmesi.....	17
1.3.4.7. Uygulanan Metodun Sürdürülmesi.....	18
1.3.5. Metot Etüdü Tekniklerinde Kullanılan Semboller.....	18
1.3.6. Metot Etüdü Teknikleri.....	20
1.3.6.1. Makrohareket Etüdü ve Kullanılan Şema ve Diyagramlar.....	20

1.3.6.2.	Mikrohareket Etüdü ve Kullanılan Şema ve Diyagramlar .....	24
1.4.	İş Ölçümü.....	25
1.4.1.	İş Ölçümünün Tanımı ve Amaçları.....	25
1.4.2.	İş Ölçümü Teknikleri .....	26
1.4.2.1.	İş Örnekleme .....	27
1.4.2.1.1.	Örnek Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	28
1.4.2.1.2.	Rastgele Gözlem .....	29
1.4.2.2.	Zaman Etüdünün Tanımı ve Tarihçesi .....	30
1.4.2.2.1.	Zaman Etüdü Araçları .....	31
1.4.2.2.1.1.	Kronometre .....	31
1.4.2.2.1.2.	Etüt Tablası .....	32
1.4.2.2.1.3.	Zaman Etüdü Formları .....	33
1.4.2.2.2.	Zaman Etüdünün Aşamaları .....	34
1.4.2.2.2.1.	Zaman Etüdü Yapılacak İşin, İşçinin ve İş İstasyonunun Seçimi.....	35
1.4.2.2.2.2.	Bilgilerin Toplanması ve Kaydedilmesi .....	37
1.4.2.2.2.3.	Yöntemin Tanımı ve İşin Elemanlarına Ayrılması .....	38
1.4.2.2.2.4.	Örnek Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	39
1.4.2.2.2.5.	Derecelendirme .....	41
1.4.2.2.2.6.	Temel (Normal) Zamanın Hesaplanması .....	44
1.4.2.2.2.7.	Standart Zamanların Hesaplanması.....	44
1.5.	Literatür Özeti .....	47
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	51
2.1.	Materyal ve Metot .....	51
2.1.1.	Materyal.....	51
2.1.1.1.	Levha Boyutlandırma İşlemi .....	52
2.1.1.2.	Delgi İşlemi.....	55
2.1.2.	Yöntem .....	57
2.1.2.1.	Levha Boyutlandırma Makinesinde İşin Elemanlara Ayrılması ve Dinlenme Paylarının Belirlenmesi .....	59
2.1.2.1.1.	Mevcut Metotta İşin Elemanlarına Ayrılması .....	59
2.1.2.1.2.	Geliştirilen Metotta İşin Elemanlarına Ayrılması .....	62
2.1.2.2.	Delgi Makinesinde İşin Elemanlara Ayrılması ve Payların Belirlenmesi .....	65
3.	BULGULAR.....	67
3.1.	Levha Boyutlandırma Makinesinde Harcanan Zamanların Belirlenmesi .....	67
3.1.1.	Mevcut Metotta Harcanan Zamanların Belirlenmesi .....	67

3.1.2.	Geliştirilen Metotta Harcanan Zamanların Belirlenmesi .....	71
3.2.	Levha Boyutlandırma Makinesinde Temel Zamanların Belirlenmesi .....	74
3.2.1.	Mevcut Metotta Temel Zamanların Belirlenmesi .....	74
3.2.2.	Geliştirilen Metotta Temel Zamanların Belirlenmesi .....	84
3.2.3.	Levha Boyutlandırma Makinesinde Standart Zamanların Belirlenmesi .....	94
3.2.3.1.	Mevcut Metoda Ait Standart Zamanların Belirlenmesi .....	94
3.2.3.2.	Geliştirilen Metoda Ait Standart Zamanlar .....	96
3.3.	Delgi Makinesinde Standart Zamanların Hesaplanması .....	98
3.3.1.	Temel Zamanların Belirlenmesi.....	99
3.3.2.	Standart Zamanların Belirlenmesi.....	103
4.	TARTIŞMA .....	108
5.	SONUÇ.....	112
6.	ÖNERİLER.....	113
7.	KAYNAKLAR .....	115
8.	EKLER .....	118
ÖZGEÇMİŞ		



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

MOBİLYA ÜRETİMİNDE LEVHA BOYUTLANDIRMA VE DELGİ İŞLEMLERİNE AİT İŞ  
ETÜDÜ UYGULAMALARI

Ali ÇAKMAK

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU  
2011, 117 Sayfa, 10 Sayfa Ek

İş etüdü; mevcut işin nasıl yapıldığını, yeni yatırım gerektirmeksizin veya çok az yatırımla nasıl yapılabileceğini belirlemek, insan ve malzeme kaynaklarının en ekonomik ve en verimli şekilde kullanılarak üretim verimliliğini artırılması amacıyla yapılır. Çalışmada, bir mobilya fabrikasındaki levha boyutlandırma makinesi ve delgi makinesi üzerinde iş etüdü teknikleri kullanılmıştır. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metot incelenerek üretim zamanı belirlenmiştir. Daha sonra yapılan metot düzenlemeleri ile %19,29 oranında zaman tasarrufu, %25 oranında da üretim artışı sağlanmıştır. Delgi makinesinde, üç işlem gören bir ürüne ait işlem süresi 1014,36 sn olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mobilya Üretimi, İş Etüdü, Verimlilik

Master Thesis

SUMMARY

WORK STUDY APPLICATIONS IN PANEL SIZING MACHINE AND DRILLING MACHINE  
IN FURNITURE PRODUCTION

Ali ÇAKMAK

Karadeniz Technical University  
The Forest Industrial Engineering Graduate Program  
Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU  
2011, 117 Pages, 10 PagesAppendix

Workstudy is used with the aim of increasing the product efficiency in order to determine how to be made a job with a little investment or rather without any extra investment using human and materials economically and efficiently. In this study, work study techniques were used on to panel sizing machine and drilling machine in a furniture factory. Production time was determined investigating current method in panel sizing machine. Then, with used method arrangements, provident of 19,29% in time and increase of 25% in production are obtained. In drilling machine, production time which belongs to a product having tree operation was determined as 1014,36 seconds.

**KeyWords:** Furniture Production, Work Study, Efficiency

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. İş etüdü tekniği ve verimlilikle ilişkisi .....	7
Şekil 2. İş etüdü tekniklerinin etkin olmayan sürelerin azaltılmasında kullanımı .....	8
Şekil 3. Metot etüdü tekniklerinde kullanılan ASME sembolleri.....	19
Şekil 4. Standart olmayan iş akış sembolleri.....	20
Şekil 5. İş akış şeması örneği.....	22
Şekil 6. Akış diyagramı örneği .....	23
Şekil 7. İş ölçümü teknikleri.....	27
Şekil 8. Ondalıklı dakika kronometresi.....	32
Şekil 9. Etüt tablası .....	33
Şekil 10. Fabrika yerleşim planı .....	51
Şekil 11. Levha boyutlandırma makinesi.....	53
Şekil 12. Mevcut yöntem için kullanılan kesim planı.....	54
Şekil 13. Geliştirilen yöntem için kullanılan kesim planı .....	55
Şekil 14. Çoklu delik makinesi.....	56

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İş sorgulama cetveli.....	14
Tablo 2. Örnek bir zaman etüdü formu .....	34
Tablo 3. 0-100 derecelendirme ölçeğine göre çalışma hızlarının tanımı .....	42
Tablo 4. Westinghouse faktörleri ve puanları .....	43
Tablo 5. Dinlenme payları .....	45
Tablo 6. Levha boyutlandırma makinesinde kullanılan testerele ait özellikler .....	53
Tablo 7. Levha boyutlandırma makinesinde esas alınan dinlenme payları.....	65
Tablo 8. Delgi makinesinde esas alınan dinlenme payları .....	66
Tablo 9. Levha boyutlandırma makinesinde mevcutmetotta işçiye bağlı elemanlar.....	68
Tablo 10. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metottamakineye bağlı elemanlar. ....	70
Tablo 11. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilenmetotta işçiye bağlı elemanlar .....	71
Tablo 12. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metottamakineye bağlı elemanlar.....	72
Tablo 13. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metoda gözegözlener zamanlar, tempo takdiri ve temel zamanlar .....	75
Tablo 14. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metoda göre gözlenen zamanlar, tempo takdiri ve temel zamanlar .....	85
Tablo 15. Levha boyutlandırma makinesinde mevcutmetoda ait standart zamanlar.....	95
Tablo 16. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metoda ait standart zamanlar.....	97
Tablo 17. Delgi makinesinde gözlenen zamanlar, tempo takdiri ve temel zamanlar.....	100
Tablo 18. Delgi makinesine ait standart zamanlar.....	104
Tablo 19. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut ve geliştirilen metotlarda işçilere bağlı elemanların ortalamaları .....	109
Tablo 20. Levha boyutlandırma makinesine elde edilen sonuçlar.....	112

## SEMBOLLER DİZİNİ

ASME	American Society Mechanical Engineering
BSG	İngiliz Standartlar Sözlüğü
D	Derece
GZ	Gözlenen zaman (sn)
h	Arzulanan güven düzeyi
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
MDF	Medium Density Fiberboard
N	Ön etütte yapılan gözlem sayısı
N'	Yapılması gereken gözlem sayısı
NZ	Normal zaman (sn)
p	İlgilenilen sonuç sayısının toplam içindeki yüzde payı (işçinin meşgul görüldüğü zamanlar)
q	İlgilenilen sonuç sayısının toplam içindeki yüzde payı (işçinin boş görüldüğü zamanlar)
PMTS	Önceden belirlenmiş zaman standartları
R	Nomogram testi için değişim aralığı ortalaması
REFA	Alman İş Etüdü ve İşletme Organizasyonu
SZ	Standart zaman (sn)
Therblig	Mikrohareketler
TZ	Temel zaman (sn)
x	Okunan değerler (sn)
$\bar{x}$	Ortalama
Z	İstenen güvenlik düzeyi için standart sapma
$\alpha$	Paylar (%)

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Mobilya endüstrisinin Türkiye'deki gelişimi 19. yüzyılda orman ürünleri sanayisine yapılan yatırımlarla başlamıştır. Türkiye mobilya endüstrisi ağırlıklı olarak geleneksel yöntemlerle çalışan küçük ölçekli işletmelerden oluşmaktadır. Nüfus artışı, köyden kente göç ve hızlı kentleşme süreci ile sosyo-ekonomik ve kültürel gelişim mobilya talebini sürekli artırmıştır. Bu durum, 1970'li yıllarda orta ve büyük ölçekli işletmelerin endüstriye girmesi ve sayılarının sürekli artmasına neden olmuştur (Demirci, 2005).

Dünya mobilya üretimi 300 milyar doları aşmakta olup, bunun yarısından fazlası üretici ülkelerde tüketiciye sunulurken yaklaşık 110–120 milyar dolarlık bölümü uluslararası ticarete konu olmaktadır. Bu rakam dünya toplam mal ihracatının %1'lik bölümüne denk gelmektedir. Türkiye'nin 6 milyar dolarlık üretim kapasitesi dünya mobilya üretiminin % 2'sini oluşturmakla birlikte, dünya mobilya ihracatından yaklaşık % 1 pay almaktadır (Anonim, 2010).

Ülkemizde mobilya sektörünün son yirmi yıldır büyümekte olduğu gerçeği bir takım sorunları da beraberinde getirmiştir.

Türkiye'deki mobilya endüstrisinin üretim ile ilgili sorunları genel olarak; yetersiz hammadde, niteliksiz ve kararsız işgücü, teknolojik yeniliklere ulaşamama ve özümseyememe, antropometrik açıdan Türk insanına uygun modeller geliştirememe, gerek yurt içinde ve gerekse yurt dışında hedef kitleyi doğru belirleyememe, plansız ve programsız üretimdir. Bunun sonucu, verimsiz bir üretim ve yüksek fiyatlı fakat düşük kaliteli ürün ile yeni pazarlara girilememe ve girildiğinde de rekabet edemeyip geri çekilme kaçınılmaz olmaktadır (Dizdar ve Özen, 2001).

Üreticiler, kaynaklarını her zaman etkin ve verimli bir şekilde kullanmak istemektedir. Bu isteklerini gerçekleştirmek için yeni yatırımlar ve bir takım maliyetler söz konusu olduğunda ise çoğu işletme yöneticisi bundan kaçınmakta ve mevcut üretimiyle yetinmeye çalışmaktadır. Metot etüdü ve zaman etüdü tekniklerini içeren iş etüdü ise tam bu noktada çözüm sağlayabilecek en etkili yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

İş etüdü; mevcut işin nasıl yapıldığını, yeni yatırım gerektirmeksizin veya çok az yatırımla nasıl yapılabileceğini belirlemek, işin; insan ve malzeme kaynaklarının en

ekonomik ve en verimli şekilde kullanılarak nasıl tamamlanabileceğini belirlemek amacıyla yapılır.

İş etüdü tekniklerinden olan iş ölçümü; bir işlemin ya da işlem elemanlarından birinin, belli çalışma koşulları altında ve belli yöntemlerle, yeterince eğitim, bilgi ve yeteneğe sahip bir işçi tarafından, bir iş günü boyunca aşırı yorgunluk oluşturmayacak bir çalışma hızı ile yapılması için geçen sürenin belirlenmesi amacıyla uygulanan tekniktir (Nadler, 1955). Metot etüdü ise daha kolay ve daha etkin yöntemlerin geliştirilmesi, uygulanması ve maliyetlerin düşürülmesi amacıyla, bir işin yapılışındaki mevcut ve önerilen yolların sistematik olarak kaydedilmesi ve eleştirilerek incelenmesidir (Üçüncü, 2005 ve Kobu, 2006).

Bu çalışmada, bir mobilya fabrikasına ait iki makinede gözlem yapılmıştır. İş etüdü tekniklerinden yararlanılarak standart iş süreleri hesaplanmıştır. Metot etüdü ve iş ölçümü teknikleriyle verimliliğin artırılmasına çalışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

## **1.2. İş Etüdü**

### **1.2.1. İş Etüdünün Tanımı**

Hangi çalışma alanında olursa olsun, esas amaç eldeki kaynakları en iyi şekilde kullanarak yüksek verimin alınmasıdır. Kaynaklar kısıtlı ise, konunun önemi daha da artmaktadır. Bu nedenle yöneticiler kaynak kaybına veya kaynakların yetersiz kullanımına neden olabilecek, dolayısıyla verimi azaltacak problemlerin önceden görülebilmelerini sağlayacak teknikleri kullanmak mecburiyetindedirler. İş etüdü, yaptığı yeniden düzenlemelerle mevcut kaynaklarla gerçekleştirilen üretimi, çok küçük bir yatırımla veya hiç yatırım gerektirmeksizin artırmak amacıyla endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Şahin, 2003).

Konuyla ilgili kaynaklarda iş analizi, hareket ve zaman etüdü, metot analizi ve iş ölçümü, iş basitleştirme ve ölçme gibi terimlerle belirtilebilen iş etüdü kavramı, ayrıntıya inildiğinde bazı farklılaşmalarla da tanımlanabilmektedir;

İngiliz standartlar sözlüğüne göre iş etüdü; “gelişme olanağı yaratabilmek amacıyla, belirli bir olayı ya da etkinliği ekonomiklik ve etkinlik yönünden etkileyen tüm kaynakları ve etmenleri sistematik olarak araştırmaya yönelik ve insan çalışmasını geniş kapsamda

inceleyen bir teknik” olup, özellikle metot etüdü ve iş ölçümü teknikleri için kullanılan genel bir terimdir (Üçüncü, 2005).

Alman İş Etüdü ve İşletme Organizasyonu’nun (ReichsAusschussFürArbeitsstudium-REFA) iş etüdü tanımı şöyledir: “İş Etüdü, iş sistemlerinin incelenmesi ve düzenlenmesine ilişkin yöntem ve deneyimlerin, çalışan kişinin iş yapabilme gücünü ve gereksinimlerini göz önünde tutarak, işin iyileştirilmesi ve işletmenin daha ekonomik çalışmasını sağlamak amacıyla uygulanmasıdır” (Kurt ve Dağdeviren, 2003).

Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labor Office-ILO) tarafından hazırlanmış olan iş etüdü tanımı ise şöyledir: “İş Etüdü, belirli özelliklere sahip bir faaliyetin yürütülmesinde gerekli olan malzeme ve insan kaynaklarının mümkün olan en iyi şekilde kullanımını temin etmek için başvurulmuş metot etüdü ve iş ölçümü tekniklerini içeren bir terimdir” (Kurt ve Dağdeviren, 2003).

### 1.2.2. İş Etüdünün Tarihçesi

İnsan çalışmasını kolaylaştırma ve iyileştirme çabaları olarak ele alınacak olursa, iş etüdünün tarihi insanoğlunun var oluşuna kadar gerilere gitmektedir. İnsan ilk çağlarda avladığı hayvanları sırtında taşıırken, daha sonraları avlarını bir dal üzerine koyup sürükleyerek taşımının daha kolay olduğunu ve bir defada daha çok avladığı hayvanı taşıyabileceğini fark etmiştir. Bununla da yetinmeyen insan, günümüzden yaklaşık 7000 yıl önce tekerleği keşfetmiştir. Bu gibi çabalar ve keşifler iş etüdünün temel felsefesini oluşturmuştur. İlk iş etüdü çalışmaları milattan önceye kadar uzanmaktadır. Örneğin, Babil Kralı Hammurabi’nin çalışma süresi ve taban ücrete dayanan ücret listeleri hazırlaması ve Çin Seddi inşaatı çalışmalarında çalışanların performans verilerini gösteren hesap çubukları kullanmasının bugünkü anlamda basit ilk iş etüdü uygulamaları olduğu bilinmektedir (Bilen, 2007).

Metot etüdü ilk kez Frank Gilberth tarafından, işin yapılması için daha kolay ve daha etkili yöntemlerin geliştirilmesi amacıyla yürütülen çalışmalar sonucu ortaya konmuştur. İş ölçümü alanında ilk çalışmalar ise J. R. Parronet tarafından başlatılmış, onu İngiliz matematikçi Charles Babbage izlemiştir. 1881 yılında Frederick Winston Taylor çok yerde iş ölçümü ile eş anlamlı kullanılan ve iş ölçümü tekniklerinden olan zaman etüdünü, standart zamanları belirlemek amacıyla kullanmıştır (Yücel, 2007).



1900'lü yılların başında Charles Bedav ve A.B.Segur, zaman etüdü ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. 1930'larda Corell, Mongerson Üniversitesi'nde iş basitleştirme, H.B. Maynar ve arkadaşları Westinghouse Electric Corporation'da verimlilik konuları üzerinde çalışmışlardır. Tüm bu çalışmalar endüstri mühendisliği alanındaki gelişmeleri körüklemiştir. 1950'li yıllardan beri çeşitli bilim adamı uygulamacıları, işleri üzerine yoğunlaşarak verimlilik, kalite, maliyet, hız konularındaki çalışmalarını sürdürmektedir (Demir ve Gümüšoğlu, 2009).

### 1.2.3. İş Etüdünün Amaçları

Ürün veya hizmet üreten tüm sistemlerdeki iş etüdünün temel amacı verimliliği arttırmaktır. Bu sonuca ulaşmak bir takım amaçların gerçekleştirilmesini gerektirir. Bu amaçlar gerçekleştirilmeye çalışılırken uyulması gereken temel varsayımlardan biri de, işlerin tanımlı faaliyetlerinden herhangi birinin kaybına izin verilmemesi gereğidir. Böylece, tanımlanmış bir iş ile ilgili faaliyetler bu işin yapılması ile sağlanacak fayda dikkate alınarak değerlendirilebilir. Bu çerçevede içinde ele alındığında, iş etüdünün amaçları şu şekilde sıralanabilir (Kurt ve Dağdeviren, 2003):

1. Gereksiz faaliyetlerden kurtulmak,
2. Gerekli faaliyetleri mümkün olan en ekonomik şekilde düzenlemek,
3. Uygun çalışma yöntemlerini standartlaştırmak,
4. İş ile ilgili doğru zaman standartlarını belirlemek,
5. Üretimde kullanılan faktörlerden yararlanma oranını artırmak,
6. İş gücünü eğitmek,
7. Mevcut çalışma koşullarından daha iyi çalışma koşullarına geçmek.

Gereksiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması, işin en az hareketle nasıl en iyi yapılabileceği ile ilgilidir. Böylelikle işçi maliyetleri azaltılarak ürünlerin rekabet gücü artırılabilir.

Gerekli faaliyetleri mümkün olan en ekonomik şekilde düzenlemek, nitelikli iş gücünden daha iyi yararlanmayı amaçlar.

Uygun çalışma yöntemlerini standartlaştırmadaki amaç uygun olduğuna karar verilen yöntemin tanımlanması ve standartlaştırılmasıdır. Böylelikle standartlaştırılmış işin hangi işçi tarafından ve ne zaman yapıldığının fazla bir önemi kalmamaktadır.

Sistemdeki faaliyetlerin zaman standartlarının hesaplanmasıyla planlama, programlama, maliyetlerin tahmini, işçi ücretlerinin kontrolü ve teşvikli ücret sistemlerinin oluşturulmasına yönelik çalışmalar için önemli bir adım atılmış olur.

Üretimde kullanılan faktörlerden yararlanma oranını artırmak, verimlilik artışının temel göstergelerindendir. Başta iş gücü olmak üzere diğer üretim faktörleriyle beraber bir artış sağlanır.

İş etüdünün amacına ulaşabilmesinin temel ihtiyaçlarından birisi de işgücünün eğitilmesidir. Böylelikle iş etüdünün aşamalarında ve sonuç almada kolaylık sağlanmış olur.

Çalışma koşullarının iyileştirilmesi hem ergonomik hem de işletme içi çeşitli faktörlerle sağlanabilir. Ödüllendirme, motivasyon, iş yerindeki renk ve ışıkların düzenlenmesi gibi faktörler bunlardan sayılabilir.

#### **1.2.4. İş Etüdünün Kapsamı ve Bilimsel Yöntem**

Çalışma metodunun tasarlanması ve geliştirilmesi, gerçekte, üretim ve diğer fonksiyonel bölümlerin karşılaştıkları sorunları çözmeye çabasıyla ilgilidir. 18. Yüzyılın başından günümüze kadar geçen süre içerisinde iş etüdü, bir sorun çözmeye tekniği olarak, bilimsel yöntem uygulayan ve gelişimini bu temele dayayan bir özellik taşımaktadır. Bilindiği gibi bilimsel yöntem, sorun çözmeye, sistematik ve dizgesel bir yaklaşım mantığı takip eder. Böylece problem, bir bütünlük içinde fakat adım adım çözümlenmeye de olanak tanıyarak çözümlenmeye çalışılır. İş etüdü ve özellikle metod etüdünün bir tür problem çözmeye tekniği olması dolayısıyla bilimsel yöntemi kullanması kaçınılmaz bir gerekliliktir (Gencer, 2006).

Bilimsel yöntem uygulayarak problem çözmeye kullanılan terimlerin veya izlenen aşamaların farklı olmasının bir önemi yoktur. Önemli olan, soruna yaklaşımdaki genel eğilim ve tutarlılıktır. Bilimsel yöntemin aşamaları şöyledir (Kuruüzüm, 1992, Üçüncü, 2005 ve Gencer 2006);

1. Problemin tanımı,
2. Verilerin derlenmesi,
3. Problemin analizi,
4. Olanaklı çözüm yollarının araştırılması,
5. Alternatiflerin değerlendirilmesi,

## 6. Çözümün uygulanması ve uyarlanmasıdır.

Problemin tanımında yapılacak ilk iş soruna ilişkin konuların basitleştirilmesi ve sınıflandırılmasıdır. Böylece çözüm için gerekli sınırlar ve kapsam belirlenmiş olur. İşletmelerde çoğu kez “maliyetler çok yüksek”, “üretim seviyesi düşük”, “zayıat oranı çok yüksek” gibi ifadelerle karşılaşılır. Birçok durumda gerçek problemin ne olduğunu ya da probleme neden olan faktörleri belirlemek, oldukça karmaşık ve güç olabilir. Bu nedenle problemin ortaya konması ve açık bir şekilde tanımlanması gerekir. Bu arada, problemin çözümünün işletmeye ne kazandırabileceği ve ne kadar zaman alacağı da bilinmelidir (Bilen, 2007; Üçüncü, 2005).

Verilerin derlenmesi; problem; sınırları, kapsamı ve amaçları itibariyle tanımlandıktan sonra onunla ilgili verilerin belirlenmesi, araştırılması ve amaçlara uygun derlenerek analizlerde kullanılabilir bilgilere dönüştürülmesi gerekir. Bu noktada analiste en büyük desteği, veri tabanı yönetim sistemi verir.

Problemin analizinde en önemli araçlardan biri sistem modellendirme yaklaşımlarıdır. Gerçek yaşam problemleri genel olarak karmaşık ilişkili ve birbirleriyle çelişir nitelikli bir yapı gösterir. Sistemi bu haliyle bir analize tabi tutmak bazı durumlarda zor, çoğu kez de olanaksız olabilir. O halde sembolik, şematik, matematik veya benzeri bir modellendirmeye gitmek ve onun üzerinde analizleri gerçekleştirerek elde edilen çözümleri gerçek sorunlar sistemine uyarlamak daha rasyonel bir davranış tarzı olacaktır (Bilen, 2007; Üçüncü, 2005).

Olanaklı çözüm yollarının araştırılmasında temel amaç, belirlenen ölçütlere ve özelliklere uygun çözümlerin üretilmesidir. Böylece elde, problemle ilgili alternatif çözümler bulunacaktır. Yaratıcı problem çözme teknikleri için en önemli aşamalardan biridir. Çünkü hayal gücünün, yaratıcı yeteneğin ve sorgulama mantığının en yoğun kullanıldığı aşamadır. Burada beyin fırtınası, Delphi tekniği ve grup tartışmaları en çok kullanılan yöntemlerdendir (Gencer, 2006; Üçüncü, 2005).

Alternatiflerin değerlendirilmesi; uygun çözümler içerisinde, belirlenmiş ölçütlere en uygununun seçimiyle ilgilidir.

Çözümün uygulanması ve uyarlanması; model üzerinde tüm değerlendirmeler yapıldıktan ve çözüm elde edildikten sonra alınacak bir dizi kararlar kümesi ile söz konusu çözümün gerçek sisteme uygulanması ve uygulama sonuçlarının izlenerek gerekli düzenlemelerin yapılması gerekir. Önemli olan izleme ve düzeltme fonksiyonlarının olması gerektiği gibi çalıştırarak uyarlamayı sağlamaktır (Bilen, 2007; Üçüncü, 2005).

### 1.2.5. İş Etüdü Teknikleri

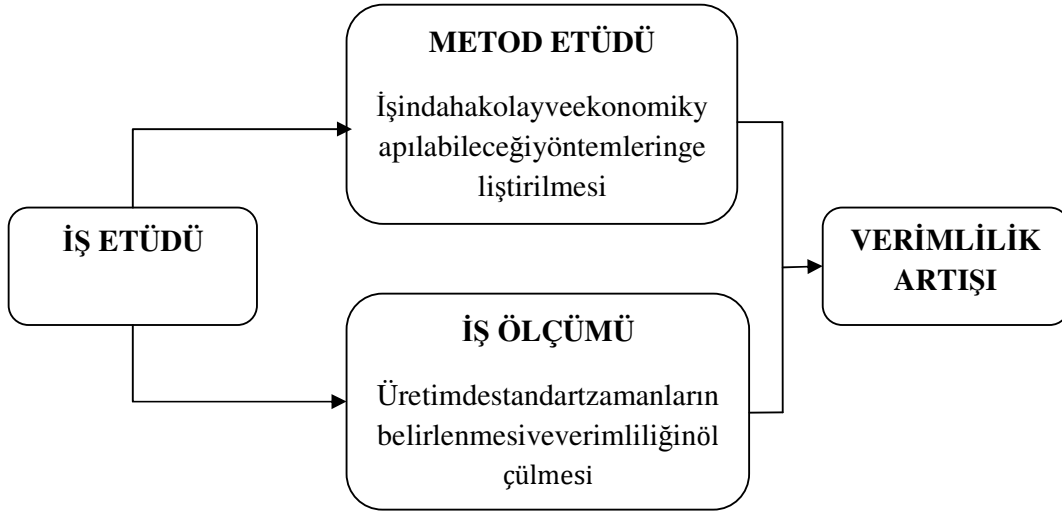
İş etüdü iki ana teknikten oluşmaktadır:

1. Metot etüdü
2. İş ölçümü

Metot etüdü, daha etkili ve daha kolay yöntemlerin geliştirilmesi, uygulanması ve maliyetlerin düşürülmesi amacıyla, bir işin yapılmasındaki mevcut ve önerilen yöntemlerin sistematik olarak kaydedilmesi ve eleştirilerek incelenmesidir.

İş ölçümü, nitelikli bir işçinin belirli bir işi belirli bir çalışma hızıyla yapması gereken zamanı belirlemek amacıyla geliştirilen uygulamalı bir tekniktir (BSG, 1969).

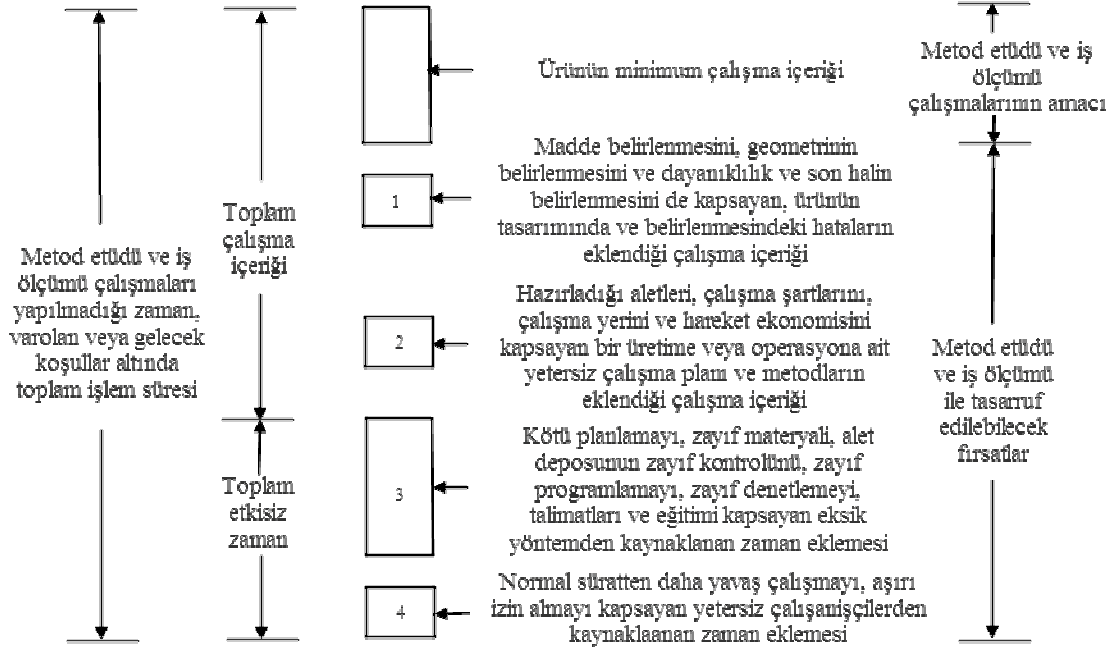
İş etüdü verimliliği arttırmaya yönelik sorunları çözmeye çalışır. Şekil 1’de iş etüdü teknikleri ve verimlilikle ilişkisi görülmektedir.



Şekil 1. İş etüdü tekniği ve verimlilikle ilişkisi

Metot etüdü ve iş ölçümü birbirlerine bağımlı iki iş etüdü tekniğidir. İş ölçümü, metot etüdüde gerçekleştirilmesi amaçlanan işin kolay ve ekonomik yapılması konusunda standart zamanların belirlenip etkin olmayan sürelerin ortadan kaldırılması ya da azaltılmasına katkıda bulunmaktadır.

Metot etüdü ve iş ölçümü tekniklerinin toplam çalışma süresi içerisindeki etkin olmayan sürenin azaltılmasına yönelik faaliyetleri ise Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. İş etüdü tekniklerinin etkin olmayan sürenin azaltılmasında kullanımı ( Dağdeviren, 2003).

### 1.2.6. İş Etüdünün Temel Aşamaları

Tam bir iş etüdü yapılmasında 8 ana basamak vardır (Türengül, 2002; Üçüncü, 2005);

1. Etüdü yapılacak işin ya da sürecin seçimi,
2. En uygun kayıt tekniğini kullanarak doğrudan gözlemlerle, oluşan her olayın kaydedilmesi,
3. Kaydedilen olayların eleştirilerek incelenmesi ve yapılan her şeyin sırası ile işin amacı, yapıldığı yer, yapılma sırası, yapan kişi, yapıldığı yol bakımından gözden geçirilmesi,
4. Bütün koşulları hesaba katarak en ekonomik yöntemin geliştirilmesi,
5. Seçilen yöntemin kapsadığı iş miktarının ölçülmesi ve bu işin yapılması için gerekli standart zamanının hesaplanması,
6. Yeni yöntemin ve buna bağlı zamanın tanımlanması, böylece yeni yöntemin her zaman için belirlenmesinin sağlanması,

7. Yeni yöntemin ayrılan süre ile birlikte onaylanarak standart uygulama olarak yerleştirilmesi,

8. Yeni standardın iyi bir denetimle sürdürülmesi.

Bu basamaklardan 1, 2, 3, 4, 6, 7 ve 8 metot etüdünde, 1, 5, 6, 7 ve 8 iş ölçümünde, 1, 6, 7 ve 8 metot etüdünde ve iş ölçümünde birlikte, 2, 3 ve 4 doğrudan metot etüdünde ve 5 ise sadece iş ölçümünde kullanılır.

### **1.2.7. İş Etüdünün Yararları ve Sakıncaları**

İş etüdünün amacı, uygulanan işletmeye (mal veya hizmet üreten işletmeye) hiç yatırım gerektirmeden veya çok az bir yatırımla üretim verimliliğini arttırmaktır. Metot etüdü ve iş ölçümü teknikleri bir işlemi bütünüyle ele aldığından, sistemin hatalı ve eksik yanlarını ortaya koymaktadır. İş etüdü başarılı bir şekilde uygulandığında işletmeye getirisi olacağı kaçınılmazdır.

İş etüdünün uygulanmasında işletme yöneticilerinden ustabaşlarına kadar iş etüdü uzmanının ne yapmak istediğini iyi anlamaları ve destek vermeleri gerekmektedir. Bu şartlar sağlanmadığı halde başarılı bir iş etüdü gerçekleştirmek mümkün olamamaktadır.

İş etüdünün yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. İşin elemanlarına ayrılıp standart zamanların belirlenmesi,
2. İşçi ücretlerinin belirlenmesinde ve diğer maliyetlerin hesaplanmasında kolaylık sağlanması,
3. Yapılan işlemlerdeki gereksiz hareketlerin ortadan kaldırılarak zamandan ve işlemden tasarruf sağlanması,
4. İşçinin tempo ve performansının belirlenmesi,
5. İşlem organizasyonu ve işletme verimliliğini artırması.

İş etüdünün sakıncalarını ise şu şekilde sıralamak mümkündür;

1. İş etüdünün kapsamlı zaman alıcı bir iş olması nedeniyle yönetimin faaliyetlerinden ayrılması gerekir. Yöneticiler etüt çalışmalarına fazla vakit ayıramadığından yapılan faaliyetler hakkında eksik bilgi sahibi olması ve uygulanmak istenen yöntemlere olumsuz yaklaşması mümkün olmaktadır.
2. İş etüdünün amacının işletme yöneticileri ve çalışanları tarafından iyi anlaşılabilmesi ve iletişim sorunlarının ortaya çıkması,

3. İş etüdünün sistematik bir yapıya sahip olması nedeniyle işletmenin bütününde etkinlik sağlanması gerekmektedir.

### **1.3. Metot Etüdü**

#### **1.3.1. Metot Etüdünün Tanımı**

Metot kelimesi, Fransızca kökenli olup Türkçe karşılığı “yöntem” kelimesidir (URL-21, 2011). Yöntem kelimesinin sözlük anlamı “Bir amaca ulaşmak için tutulan yol, yöntem, usül ve sistem” olarak tanımlanmaktadır (URL-22, 2011). Etüt kelimesi ise Fransızca kökenli olup sözlük anlamı “Herhangi bir konuda yapılan inceleme, araştırma, ön çalışma” dır (URL-23, 2011).

Metot etüdü iş etüdünün bir parçasını meydana getirmekte olup, sistematik bir yaklaşımla üretim sürecinde analitik çözümler sağlamaktır. Metot etüdü, bir iş veya işlemin yapılmasında daha kolay ve etkili metotların geliştirilmesi ve maliyetlerin düşürülerek uygulamaya konulması amacıyla, mevcut ve önerilen yolların sistematik olarak kaydedilmesi ve incelenmesidir (Üçüncü, 2005; Demirbaş, 2010 ve Tekin, 1996).

Metot etüdünde kullanılan terimler şöyledir (Üçüncü, 2005):

Süreç (proses); bir üretim çalışması olarak hammaddenin ürün haline gelinceye kadar arka arkaya geçirdiği faaliyetler/evreler dizisidir. Örneğin, levhanın mobilya olmasına kadar geçirdiği aşamalar.

Faaliyet (makrohareket); iş parçası üzerinde fiziksel, konumsal veya yapısal değişiklik ortaya çıkaran bir çalışma birimidir. Örneğin, levhaların boyutlandırılması.

Eleman (mikrohareket); başlangıç ve bitiş noktaları kesin olarak tanımlanabilen ve daha küçük parçalara ayrılmayan iş parçalarıdır. Diğer bir deyişle bir faaliyetin tanımlanabilir en küçük parçasıdır. Örneğin, bir mobilyaya ait iş parçasının tek bir delik için delgi makinesinde geçirdiği süre.

#### **1.3.2. Metot Etüdünün Tarihsel Gelişimi**

Kayıtlara geçmiş ilk metot etüdü çalışması, 1760 yılında toplu iğne imalatı konusunda çalışan Fransız mühendis M. P. Perronet tarafından yapılmış olup, sistematik

olarak ilk uygulanişı 1883 yılında Frederick W. Taylor tarafından gerçekleştirilmiştir (Kurt ve Dağdeviren, 2003).

1900'lü yıllarda ise Frank Gilberth, çalışma arkadaşı ve eşi Lilian Gilberth ile birlikte metot etüdüne ayrı bir katkı sağlamışlardır. Gilberth, duvarcı olarak başladığı işte eşinin de yardımıyla, duvar örülürken yapılan gereksiz hareketleri ortadan kaldırmaya çalışmış ve işi insan vücudunun hareketlerine göre elemanlarına ayırmışlardır. Duvar örmenin en iyi metodunu araştırmaları sonucu bir saatte örülen tuğla sayısını 120' den 350' ye çıkarmayı başarmışlardır.

Gilberth'ler yapmış oldukları bu çalışmaya hareket etüdü adı verdikten sonra, 1912 yılında mikro hareket etüdünü geliştirmişlerdir.

### **1.3.3. Metot Etüdünün Amaçları ve Yararları**

Metot etüdünün uygulanmasıyla, insan ve malzeme hareketlerini, insan ve makine aktivitelerini ve vücut hareketlerini incelemek mümkündür. İşin en ekonomik yoldan yapılmasının yanında iş ile işçinin bütünleşmesini de sağlamaktadır.

Metot etüdünün amaçları şöyle sıralanabilir:

1. İşin yapıldığı süreç ve yöntemlerin geliştirilmesini sağlamak,
2. İşyeri düzenini ve araç gereçleri geliştirmek,
3. İnsan gücünün işin yapılabileceği kadar ekonomik kullanımını sağlamak ve gereksiz yorgunlukları ortadan kaldırmak,
4. Malzeme, makine ve insan gücüne bağlı kullanımların düzeltilmesi ve geliştirilmesini sağlamak,
5. Daha iyi çalışma ortamı oluşturulup işçinin verimini arttırmaya çalışmak,
6. Maliyetleri azaltmak,
7. Çalışanların geliştirilen yöntemlere göre eğitilmesini sağlamak.

Metot etüdünün, amacına ulaşması durumunda aşağıdaki yararlar sağlanır:

1. Üretim süreci ve yöntemlerini düzeltilmesi,
2. İşçi ve makinelerin boş bekleme süresinin azaltılması,
3. İşçi gereksiz hareketlerini ortadan kaldırması,
4. İşçiler üzerinde adil iş yükü dağılımını,
5. Teşvik ücretleri ve maaşların daha kolay düzenlenmesini,
6. İşçinin çalışma hızının artması,



7. Daha iyi çalışma koşullarına sahip olunması,
8. Geliştirilen yöntem uygun olarak işçilerin eğitilmesiyle daha verimli çalışma sağlanması,
9. Üretim süresi boyunca iş akışının dengelenmesi,
10. Üretimdeki darboğazların aşılması,
11. Zayiat miktarının azaltılması,
12. Kalite sistemi kurulmasını kolaylaştırması
13. Ürün kalitesini arttırması.

#### **1.3.4. Metot Etüdünün Aşamaları**

Metot etüdü aşamaları da diğer bilimsel yaklaşım prensiplerini kullanan teknikler gibi sistematik bir yapıdadır.

##### **1.3.4.1. Metot Etüdü Yapılacak İşin Seçilmesi**

Metot etüdünde yapılacak işin seçilmesinde genellikle üç faktör göz önünde bulundurulmalıdır.

1. Ekonomik faktörler
2. Teknik faktörler
3. Kişisel faktörler

Metot etüdünün bütün aşamalarında ekonomik faktörler rol oynamaktadır. İşletme açısından ekonomik değeri az veya uzun süre yapılmayacak işler üzerinde çalışmak zaman kaybına neden olacaktır. Ayrıca yapılacak çalışmanın sağlayacağı değer işin maliyetinden yüksek olmalıdır. Burada en önemli konu metot etüdünün nerede yapılması gerektiğidir. Diğer üretimleri durduran veya yavaşlatan, zayiat ve kalite problemlerinin yaşandığı, boşa duran makine ve malzemelerin bulunduğu, iş yükünün yetersiz veya dengesiz olduğu iş istasyonları ekonomik açıdan büyük kayıplara sebep olurlar. Bu nedenle iş seçiminde bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Metot etüdü, çalışılan iş istasyonları hakkında gerekli ve yeterli teknik bilgiye sahip olmayı gerektirir. Örneğin bir iş istasyonunda yapılan değişiklikler verimi artırabilir, fakat bu değişikliklerin yapılmasını engelleyen teknik faktörler söz konusu olabilir.

Kişisel faktörler, metot etüdü uzmanının önceden bilgi sahibi olamayacağı faktörlerdir. Bu nedenle işin seçilmesi konusundaki en önemli faktördür. Bilgilerin toplanması ve kaydedilmesi aşamasından, geliştirilen metodun uygulanması ve sürdürülmesine kadar duygusal tepkiler etkili olmaktadır. İşçiler arasında huzursuzluk çıkarabilecek bir iş etüdü ekonomik olsa bile yapılamayabilir.

#### **1.3.4.2. İşin Yapılmasına Ait Bilgilerin Kaydedilmesi**

Etüt yapılacak işin seçiminden sonra, işle ilgili bütün bilgilerin toplanıp kaydedilmesi gerekmektedir. Metot etüdünün başarısı, faaliyetlerin doğru olarak kaydedilmesi ve eleştirilerek incelenmesi ile, mevcut metodun düzeltilerek uygulanmasını sağlayabilecek bilgilerin toplanmasına bağlı olmaktadır. Bu nedenle kayıtlar açık ve anlaşılır, her yönüyle incelenebilir nitelikte olmalıdır.

Kaydetmenin normal yollarından biri yazmak olmakla birlikte, etüt edilen alanda çok ve karmaşık süreçlerin oluşu, hem kayıt hem de inceleme yönünden önemli güçlükler yol açar. Çok basit işlerin bile açıklanması çok yazı yazmayı gerektirmesi ve zaman alması ayrıntıların kaçırılmasına neden olabilir. Bu zorlukların önlenmesi amacıyla, işlere ait bilgilerin sistematik bir şekilde toplanmasını sağlamak için başka kayıt teknikleri ve araçlarından yararlanılmaktadır. Böylece bilgilerin ayrıntılı ve standart olarak formlara kaydedilmesi ile metot etüdü görevlileri tarafından kolayca anlaşılır olmaları sağlanır (Üçüncü, 2005 ve Demirbaş, 2010).

Metot etüdüyle ilgili bilgilerin kaydedilmesi için geliştirilen çeşitli şemalar ve diyagramlar bulunmaktadır. Bunlar üç gruba ayrılabilir:

1. Süreç sırasını gösteren şemalar
  - a. Temel süreç şemaları,
  - b. İş akış şeması - işçi tipi,
  - c. İş akış şeması – malzeme tipi,
  - d. İş akış şeması – donatım tipi,
  - e. İki el süreç şeması.
2. Zaman ölçekli şemalar
  - a. Çoklu etkinlik şeması,
  - b. Şimo şeması,
3. Hareketleri gösteren diyagramlar

- a. Akış diyagramları,
- b. İp diyagramları,
- c. Çok boyutlu diyagramlar.

### 1.3.4.3. Mevcut Metodun Eleştirilerek İncelenmesi

Metot etüdü çalışmalarının kaydedilmesinden sonra eleştirilerek incelenmesi gerekir. Daha sonra ise mevcut metoda alternatif olabilecek metotların geliştirilmesiyle metot etüdü aşamalarına devam edilir.

Bir sorgulama cetvelliden yararlanılarak yorumlama işlemi kolaylaştırılabilir. Tablo 1’de buna yönelik bir uygulama gösterilmiştir.

Tablo 1. İş sorgulama cetveli (Üçüncü, 2005).

AMAÇ	Gerçekte ne iş yapılıyor? İşin yapılması niçin önemlidir?	İşin gereksiz bölümlerini ORTADAN KALDIR
YER	Nerede yapılıyor? Niçin özellikle o yerde yapılıyor?	Mümkünse BİRLEŞTİR
SIRA	Ne zaman yapılıyor? Niçin özellikle o zaman yapılıyor?	Ya da daha etkin sonuçlar elde etmek için işlemlerin sırasını
KİŞİ	Kim yapılıyor? Niçin özellikle o kişi tarafından yapılıyor?	YENİDEN DÜZENLE
YOL	Nasıl yapılıyor? Niçin özellikle o yoldan gidilerek yapılıyor?	İşlemi BASİTLEŞTİR

Ortadan kaldırma mümkün olmadığı durumlarda birleştirme imkânları aranmalıdır. Sırasını değiştirme ise, ortadan kaldırma ve basitleştirme işlemlerini uygulanabilir duruma getirebilir. Bu üç adımın da başarısız olduğu durumlarda en masraflı adım olan basitleştirme söz konusu olur. Basitleştirme, işlem sayısını azaltma, gecikme ve stok durumlarını azaltma veya kaldırma veya taşıma faaliyetlerini en aza indirme çabalarından meydana gelir. Basitleştirmeden amaç, işçinin işi daha kolay ve çabuk yapmasını sağlamaktır (Top, 1996 ve Üçüncü, 2005).

İncelemede Tablo 1'e ek olarak şu sorular sorulabilir:

1. Başka ne yapılabilir? İşin ayrıntısı veya iş elemanı gerekli midir?
2. İş daha az nitelikli bir kişi yapabilir mi? Kim yapmalıdır?
3. İş, daha ekonomik bir yerde yapılabilir mi? Nerede yapılmalıdır?
4. İş, başka ne zaman yapılabilir? Ne zaman yapılmalıdır?
5. İş, başka nasıl yapılabilir? Nasıl yapılmalıdır?

Metot inceleme ve irdeleme çözüm seçenekleri şöyledir (Üçüncü, 2005):

1. Faaliyetler elimine edilebilir mi?
  - a. Gereksiz olduğu için,
  - b. İşin sırasını değiştirerek,
  - c. Alet, araç ve gereçte değişiklik yaparak,
  - d. Aletleri birleştirerek,
  - e. Aletleri en uygun yere yerleştirerek,
  - f. Tezgâhların kol mekanizmalarını değiştirerek,
  - g. Tezgâhların yüksekliğini ayarlayarak,
  - h. Kullanılan malzemeyi kısmen değiştirerek,
  - i. Ürünü kısmen değiştirerek.
2. Faaliyetler birleştirilebilir mi?
  - a. Aletleri birleştirerek,
  - b. Daha iyi aletler kullanarak,
  - c. Alet, araç ve gereçte değişiklik yaparak,
  - d. Daha iyi malzeme kutuları kullanarak,
  - e. Tutma işini yapacak bir alet kullanarak,
  - f. Değişik kasaları kullanarak.
3. Faaliyetler değiştirilebilir mi?
  - a. Alet, araç ve gereçte değişiklik yaparak,
  - b. İşin sırasını değiştirerek,
  - c. Kullanılan malzemeyi kısmen değiştirerek,
  - d. Aynı anda birden fazla parça üzerinde çalışarak,
  - e. Hareketlerin yönünü değiştirerek,
  - f. Kullanılan malzemeyi kısmen değiştirerek.
4. Faaliyetler basitleştirilebilir mi?
  - a. Vücut organlarının yaptığı işleri değiştirerek,

- b. Vücut organlarının yaptığı işleri dengeleyerek,
- c. Görme ile ilgili işleri azaltarak,
- d. Kesikli hareketler yerine sürekli hareketler yaparak,
- e. Daha kuvvetli kasları kullanarak,
- f. Hareketlerin yönünü değiştirerek,
- g. Tutma süresini kısaltarak.

#### **1.3.4.4. Daha İyi Bir Metodun Geliştirilmesi**

Bir önceki aşamada bulunan sorular cevaplandırıldığında ya daha iyi bir metod bulunur ya da mevcut metod geliştirilmiş olur. Bu sorulara uygun yanıtlar aranırken işletme imkânlarının sınırsız olduğunun düşünülmesi çözümler için bir referans noktası sayılabilir.

Bu metodun iş akış şeması üzerinde kaydedilmesiyle ilk metod ile geliştirilmiş veya düzeltilmiş metodun karşılaştırılması kolaylaşır. Böylece gereksiz hareketlerin ortadan kaldırılmasında kazanılan zaman, mesafe ve gider tasarrufları daha kolay görülebilir.

Geliştirilen ya da düzeltilen yeni metodun, uygun kayıt ortamlarında, gerekli faaliyetlerin sınırı ve yapılacak işlerin açıkça belirtilmesiyle metodun harekete geçirilmesi daha kolay olacaktır.

#### **1.3.4.5. Yeni Metodun Tanımlanması**

İş etüdü uzmanı mevcut ve önerilen yöntemlerin ayrıntılı bir raporunu hazırlamalı ve düşünülen değişikliklerin nedenlerini belirtmelidir. İlgili rapor şu bilgileri içermelidir (Gencer, 2006; Kurt ve Dağdeviren, 2003 ve Üçüncü, 2005):

1. Her iki yöntemin birbirine oranla malzeme, işçilik ve genel masraf tutarı ile beklenen kazanç,
2. Gerekliğinde satın alınacak ve atölye ya da çalışma yerlerinin yeniden düzenlenme masrafları ile birlikte önerilen yöntemin uygulanma masrafı,
3. Önerilen yöntemin tamamlanması için yapılacak yürütme faaliyetleri.

Önerilen ya da geliştirilmiş metodun tanımlanması için makineye bağlı yöntemler dışında bütün işler için standart bir uygulama formu (işçi yönerge formu) hazırlanmalıdır.

Formda üç temel bilgi yer almalıdır (Demirbaş, 2010):

1. Kullanılacak araç – gereç ve genel çalışma koşulları,
2. Yöntemin tanımı,
3. İş yeri yerleştirme düzeninin diyagramı, kullanılacak araç ve makinelerin kullanım talimatları.

#### **1.3.4.6. Geliştirilen Metodun Yerleştirilmesi**

Yeni metodun uygulamaya sokulmasından önce yönetimin desteğini sağlamanın yanında işçilerin ve işçi temsilcilerinin onayını almak da önemlidir. Çalışanlar, yeniliğe ve değişikliğe karşı olma, işini kaybetme endişesi, yönetime karşı güvensizlik, peşin yargı gibi çeşitli nedenlerle yeni metodun uygulanmasına karşı çıkabilir. Bu kişilerin ikna edilmemesi ve yeni metodun büyük tepki toplaması durumunda, eski işçilerin alıştıkları metot ile çalışmaya devam etmeleri, yeni metodun ise işe yeni başlayanlar tarafından benimsenmesi için eğitim çalışmaları yapılması uygun olur (Top, 1996).

Yerleştirme aşaması beş basamakta gerçekleşir (Demirbaş, 2010):

1. Bölüm yöneticisinin değişikliği benimsemesini sağlamak,
2. Bölüm müdürünün değişikliği onaylamasını sağlamak,
3. İşçi ve temsilcilerinin değişikliği benimsemelerini sağlamak,
4. Yeni yonteme göre çalışabilmeleri için işçileri yeniden eğitmek,
5. İşin istenen seviyeye geldiğinden emin oluncaya kadar ilgilenmek ve destek vermek.

Yeni metodun işletmeye yerleştirilmesinde üç tip yaklaşımda bulunmak mümkündür:

1. Radikal yaklaşım,
2. Tutucu yaklaşım,
3. İlimli yaklaşım.

Radikal yaklaşıma göre yeni metot sisteme bütünüyle ve kısa sürede uygulanır. Ancak çok katı bir yapısı vardır. Özellikle rekabetçi ve risk yönetiminin ağırlık kazandığı piyasa koşullarında ağırlıklı olarak uygulanır. Firmanın rekabet gücünü artırmaya rağmen bu kararı almadan önce göz önüne alınacak hatalı bir bilgi eski duruma dönmeyi imkânsız hale getirebilir ve hatta işletmeyi batmaya zorlayabilir. Tutucu yaklaşım ise yeni sistemin aşama aşama ve uzun zaman içinde uygulanmasını öngörür ancak, bu son derece hızlı gelişen teknoloji ve piyasa koşulları için imkânsız bir yaklaşımdır. Her iki uç yaklaşımın da dezavantajlarından kurtulabilmek için ılımlı yaklaşım vardır ve her işletmenin kendi

yapısına göre bir ılımlı yaklaşım geliştirmek zorunludur (Üçüncü, 2005).






#### **1.3.4.7. Uygulanan Metodun Sürdürülmesi**

Öngörülen metottan zaman içinde sapmalar olmaması için işin uzun bir süre kontrol altında bulundurulması gerekmektedir. Belirli aralıklarla yapılan kontroller sayesinde ortaya çıkabilecek aksaklıklar belirlenerek gerekli düzeltmeler yapılmalıdır. Yeni metodun sürekliliğinin sağlanması büyük ölçüde metodun çok iyi tanımlanmış ve yanlış yorumlamaya meydan vermeyecek biçimde belirlenmiş olmasına bağlıdır (Top, 1996).


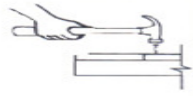
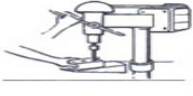
















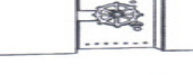
Metot etüdünün bu son aşamasına, mevcut metot ile geliştirilen metot arasında fark kalmayınca kadar devam edilmelidir. Bu başarıldığında yöntemin sisteme uygulanması veya uyumu tamamlanmış denebilir (Üçüncü, 2005).

#### **1.3.5. Metot Etüdü Tekniklerinde Kullanılan Semboller**

ASME (Amerikan Makine Mühendisleri Derneği) tarafından 1947 yılında standart olarak beş sembol belirlenmiştir (Şekil 3). Bunlar Gilberth sembollerinin kısaltılmış ve düzeltilmiş halidir (Barnes, 1963).

SİMGE	ETKİNLİĞİN ADI	ETKİNLİĞİN İÇERİĞİ
	İŞLEM	İki el süreç şemasında bu simge kavrama, kullanma, bırakma etkinlikleri için kullanılır.
	YOKLAMA (KONTROL)	Bu simge seyrek kullanılır çünkü bir nesneyi yoklayan ellerin hareketleri işlem simgesi altında girmektedir.
	TAŞIMA	Bu simge elin ise, araca veya malzemeye olan hareketini göstermek için kullanılır.
	GEÇİKME (BEKLEME)	Bu simge elin boş anlarını kaydetmek için kullanılır.
	DEPOLAMA (TUTMA)	İş akımı şemasında “sürekli depolama” için kullanılan bu simge, iki el süreç şemasında “tutma” anlamında kullanılır. Eldeki işin, malzemenin ve aracın tutulma durumunu gösterir.

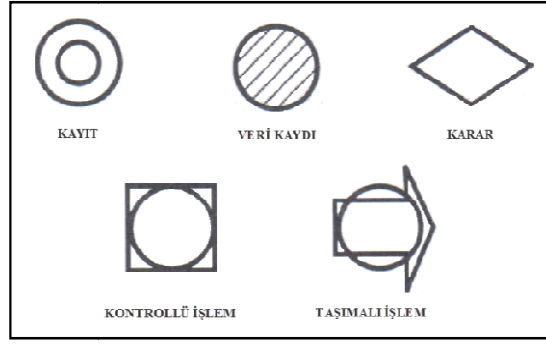
  

 İŞLEM			
 TAŞIMA			
 KONTROL			
 BEKLEME YA DA GEÇİCİ DEPOLAMA			
 DEPOLAMA			

Şekil 3. Metot etüdü tekniklerinde kullanılan ASME sembolleri (Barnes, 1963 ve Gümüšoğlu, 2010).

Bu beş sembol iş akış şeması sembolleridir. Bunların dışında standart olmayan semboller ise Şekil 4’te gösterilmiştir.





Şekil 4. Standart olmayan iş akış sembolleri  
(Kurt ve Dağdeviren, 2003).

### 1.3.6. Metod Etüdü Teknikleri

Metod etüdü teknikleri iki düzeyde uygulanır:

1. Makrohareket (en büyük hareket) etüdü
2. Mikrohareket (en küçük hareket) etüdü

#### 1.3.6.1. Makrohareket Etüdü ve Kullanılan Şema ve Diyagramlar

Mikrohareket etüdü metod etüdünün faaliyet düzeyinde gerçekleştirilmesi durumunda konu edilir. Mikrohareket etüdüne kıyasla daha hızlı ve kolay olmasının yanında maliyetinin de daha düşük olması, endüstriyel uygulamalarda makrohareket etüdünün daha yaygın olma sebeplerindedir. Ayırt etmeksizin mal ve hizmet üreten tüm sistemlerde kullanılabilir.

Makrohareket etüdü süreç analizi ve faaliyet analizlerini kapsar.

Süreç, bilindiği gibi, önceden tanımlanmış bir işi tamamlamak üzere ard arda gerçekleştirilen faaliyetler kümesidir. Süreç analizi, makrohareket etüdünün ilk değerlendirme alanıdır. Metod etüdünün en kapsamlı çalışmasını oluşturan bu analizde, süreçle ilgili faaliyetleri detaylı alt elemanlarına ayırmak gerekmez. Dolayısıyla, analiz sonucunda sağlanacak gelişmeler, süreçya da onun bir alt düzeyindeki faaliyetlerle ilgili olacaktır. Süreç analizi ile tüm sistem hakkında bilgi sahibi olunabilir ve değerlendirme yapılabilir. Zira bu tür analizlerde kullanılan, süreç ve gezi şemaları, ip diyagramları gibi analizin yapısına uygun kayıt ortamları, bu olanağı sağlayacak niteliktedir. Söz konusu kayıt ortamları, ilgili süreç ya da iş akışı ile ilgili bilgileri açıklıkla ortaya koyarak analitik

ve grafik değerlendirmelerin yapılmasına ve dolayısıyla sürecin analiz edilerek aksaklıkların bulunup giderilmesinde önemli ölçüde katkı sağlar (Üçüncü, 2005).

Makrohareket etüdünde detaya inildikçe, analizin kapsamı daralırken hassasiyeti artacaktır. Bu da süreç ya da faaliyetin bütünü yerine, faaliyetlerle ilgili daha detay bilgilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesini gerektirir. Faaliyet analizinde kullanılan faaliyetler, çoklu etkinlik ve işçi-makine şemaları gibi kayıt ortamlarında zamanlandırılmıştır. Genellikle bu tür analizler, faaliyetin birden fazla eleman tarafından gerçekleştiriliyor olması durumunda, söz konusu elemanlar arasında zaman ve çalışma uyumu sağlanmasında etkili olur.

Makrohareket etüdünde kullanılan şema ve diyagramlar şunlardır:

1. Temel süreç şeması
2. İş akış şeması - işçi tipi, malzeme tipi, donatım tipi
3. Çoklu etkinlik şeması
4. Akış diyagramı
5. İp diyagramı
6. Gezi Şeması

Temel süreç şeması, bir ürüne ait her bir parçanın temel işlem ve yoklamalarının hammaddeden son ürün oluşuncaya kadar sıralandığı şemalardır. Sembollerin yanına işlemle ilgili kısa notlar yazılabilir. İşlem ve kontrollerin numaraları 1'den başlayarak ardışık olarak sürdürülür. Eğer bir veya birden fazla temel faaliyet kendi içerisinde tekrarlanıyorsa geriye doğru ok ile gösterilir ve döngü sayısı belirtilir.

İş akımı şeması, bir işlemle ilgili tüm faaliyetlerin uygun semboller kullanılarak akışını belirlemeye yarayan bir süreç şemasıdır. Temel süreç şemasıyla benzerlik gösterir. Ancak onun kadar çok işlemi kapsamına almaz. Onun yerine belli bir faaliyete ait işlemlerin detaylı olarak incelenmesinde kullanılır. Ek olarak taşıma, gecikme ve depolama etkinliklerini de ayrı ayrı gözlemlene imkânı sağlar. İşçi tipi, malzeme tipi ve donatım tipi olmak üzere üç farklı tipi vardır. Bu şemalara, veriliş sırasıyla işçinin yaptığı iş, malzemenin taşınması ve işlenmesi ve araç – gereçlerin nasıl kullanıldığıyla ilgili bilgiler kaydedilir.

İş akış şemalarında, işlem, taşıma, kontrol, sürekli veya geçici depolama sembolleriyle bunlara ait miktar, zaman ve uzaklık gibi bilgiler de gösterilir. Şekil 5' te bir iş akış şeması örneği gösterilmiştir.

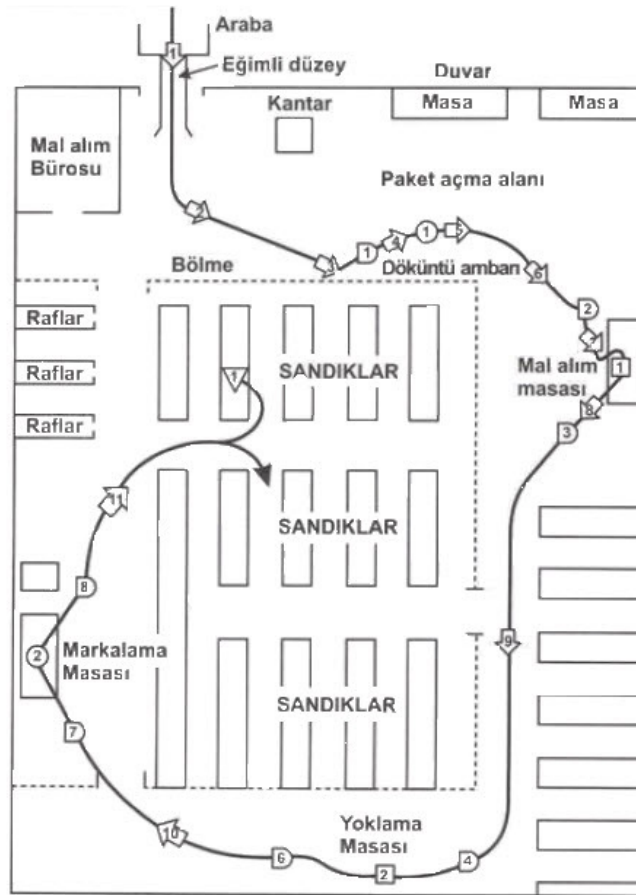
İŞ AKIMI ŞEMASI		İŞÇİ / MALZEME / DONATI-TİPİ					
ŞEMA NO: 7		SAYFA NO: 1'in 1'i		ÖZET			
KONU:		ETKİNLİK		MEVCUT	ÖNERİLEN	ARTIRIM	
Bx487 T parçaları sandığı (her karton kutuda 10'ar adet)		İŞLEM		34	18	16	
İŞ: 17 hastaya yemek dağıtımı		TAŞIMA		60	72	(-12)	
YÖNTEM: MEVCUT / ÖNERİLEN		GECİKME		—	—	—	
YER: L koğuşu		YOKLAMA		—	—	—	
HASTABAKICI: A		DEPOLAMA		—	—	—	
ŞEMAYI ÇİZEN: L.M.		UZAKLIK (m)		436	197	239	
ONAYLAYAN:		ZAMAN (adam-saat)		39	28	11	
TARİH: 20.12.54		MALİYET		—	—	—	
TARİH:		İŞÇİLİK		—	—	—	
		MALZEME		—	\$ 24	—	
		TOPLAM		—	\$ 24	—	
TANIM: İLK YÖNTEM	Miktar	Uzaklık (m)	Zaman (dk)	SİMGE			AÇIKLAMALAR
Birinci yemekleri ve tabakları mutfaktan				○	→	□	
tepsiyle servis masasına taşıma	17	16	.50				
Yemek ve tabakları masaya koyma	17	—	.30				
3 kapları tabaklara yemek koyma	—	—	.25				
Tabağı yatak 1'e taşıma ve dönüş	1	7.3	.25				
Servis	—	—	.25				
Tabağı yatak 2'ye taşıma ve dönüş	1	6	.23				
Servis	—	—	.25				
(17 yatak bitinceye kadar servise devam edilir. Uzaklık için Şekil 42'ye bakınız)							
Servis bitince tabaklar tepsiye konur ve mutfağa döndürülür.							
Toplam süre ve uzaklık birinci devre		192	10.71	17	20	—	—
İkinci kap yemek ve uzaklık birinci devre		192	10.71	17	20	—	—
Boşaları ikinci kap tabakları toplama		52	3.0	—	20	—	—
<b>TOPLAM</b>		<b>43.6</b>	<b>23.42</b>	<b>34</b>	<b>60</b>	<b>—</b>	<b>—</b>
DÜZELTİLMİŞ YÖNTEM							
1. yemeği ve tabakları mutfaktan							
A pozisyonuna troleyle taşıma	17	16	.50				Servis arabası (trolley)
İki tabak servisi	—	—	.40				
İki tabağı yatak 1'e taşıma birini bırakma		{ 1.5					
Bir tabağı yatak 1'den 2'ye taşıma	2	{ 0.6	.25				
A'ya dönüş		1.5					
Troleyle B'ye itme	—	3.0	.12				
B'ye iki tabak koymak	—	—	.40				
İki tabağı 3'e taşıma birini bırakma		{ 1.5					
Bir tabağı yatak 3'ten 4'e taşıma	2	{ 0.6	.25				
B'ye dönüş		1.5					
(17 yatak bitinceye kadar servise devam edilir. Şekil 42'ye bakınız ve yatak 11'deki değişikliğe dikkat ediniz.)							
Troleyle mutfağa dönüş	—	16	.50				
Toplam süre ve uzaklık birinci devre	—	72.5	7.49	9	26		
İkinci kap için devrenin tekrarı	—	72.5	7.49	9	26		
Boşaları ikinci kap tabakları toplama	—	52	2.00	—	20		
<b>TOPLAM</b>	<b>—</b>	<b>197</b>	<b>16.98</b>	<b>18</b>	<b>72</b>		

Şekil 5. İş akış şeması örneği (Demirbaş, 2010).

Çoklu etkinlik şeması, üretimle ilgili birden çok faktörün aynı zaman içinde gerçekleşen etkinliklerinin ve birbirleri ile ilişkilerinin kaydedildiği bir şemadır. Çoklu etkinlik şeması, boş sürenin istenmediği pahalı endüstriyel üretim sistemlerindeki yığın üretim sürecinde ve bakım – onarım işlerinde çalışan işçi gruplarının örgütlenmesinde, bir ya da birden çok işçinin bakması gereken makine sayısının belirlenmesinde kullanılabilir (Üçüncü, 2005).

Akış diyagramları, işin yapıldığı yerin ölçekli krokisi üzerinde, iş akış şeması üzerindeki bütün aktivitelerin yerlerinin ve hareketlerinin yönüyle birlikte gösterilmesinden oluşan diyagramlardır.

Akış diyagramları, depolama alanları ve kontrol noktalarının daha rahat görülmesini, hareket yollarındaki geri dönüşleri ve birden fazla hareketin olduğu işlemlerde hareket yollarının çakıştığı noktaların belirlenmesinde kolaylık sağlar (Şekil 6).



Şekil 6. Akış diyagramı örneği (Demirbaş, 2010).

İp diyagramı, işçilerin, malzemenin ya da donanımların bir iş akışı boyunca hareketlerinin izlenmesi ve ölçülmesi için ölçekli bir kroki üzerinde hareketlerin başladığı noktalara toplu iğneler yerleştirildikten sonra iplik dolaştırılarak yapılan bir plandır.

Kayda alınan faktörün (işgücü, malzeme veya araç - gereç), süreç içerisindeki hareket yolları ve yoğunluğu ölçekli bir şema ile gösterilmek istendiğinde kullanılan bir kayıt ortamıdır. İp diyagramı da yukarıdaki şemalar gibi süreç temeline dayalı olarak hazırlanan, sürecin tamamını detaya inmeden gösteren bir niteliğe sahiptir. İş yerinin ölçekli bir krokisi üzerinde işçilerin, malzemenin veya araç-gerecin, hangi istasyonlar arasında ve hangi yoğunlukta aktığı, istasyonlardan geçirilen iplerin sayısı ile belirlenmeye çalışılır. Metot etüdünün en basit ve kullanımı en yaygın kayıt tekniklerinden biridir (Üçüncü, 2005).

Gezi şeması, belirli zaman süresinde işçilerin, malzemelerin ve donanımların çeşitli iş istasyonları arasındaki hareketleri sayısal olarak bir çizelge üzerinde gösteren bir kayıt tekniğidir.

### **1.3.6.2. Mikrohareket Etüdü ve Kullanılan Şema ve Diyagramlar**

Mikrohareket tanımlanabilir ve ölçülebilir en küçük harekettir. Bu tür hareketlerin analizi, bir faaliyetin “therblig” denilen elemanlarına ayrılması ile mümkün olur. mikrohareket etüdü, özellikle, bir faaliyetin çok daha detaylı incelenmesine ve geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Başlangıç ve bitiş noktaları itibariyle daha alt elemanlarına ayrılamayan ve ölçülebilir nitelikli süreye sahip en küçük hareketler bu metotla incelenir. Örneğin; kavrama, gözleme, kontrol, arama ve seçme gibi hareketler genel olarak bu düzeyde gözlenir (Kurt ve Dağdeviren, 2003).

Mikrohareket etüdü, yığın üretiminin yapıldığı ve çok sayıda tekrarlanan işlerde, tıbbi müdahaleler gibi hayati önem taşıyan olaylarda ve araştırma geliştirme faaliyetlerinde, diğer analiz tekniklerinin yeteri kadar detaya inemediği olaylarda, elin ve parmakların hareketlerinin özellikle, makrohareket etüdünde kullanılan sembollerle ifade edilemediği durumlardaki ihtiyacı karşılamak üzere kullanılan bir tekniktir. Mikrohareket etüdü, bir faaliyetle ilgili detay bilgilerin toplanmasına ve yapılacak iyileştirmelerin tespitine yardımcı olur, doğru hareketlerle ve olması gereken koşullarla yapılmasında yol gösterir, detay hareketlerinin zamanlandırılmasına da olanak sağlar. Genellikle bilgi

toplama ve kaydetme film üzerine yapıldığı için daha fazla doğruluğa sahiptir (Üçüncü, 2005).

Mikrohareket etüdünde kullanılan şema ve grafikler şöyledir:

1. İki el iş akış şeması
2. Simo (eş zamanlı hareket) şeması
3. En küçük hareket etüdü
4. Dolaşım grafiği (Cyclegraph) ve krono dolaşım grafiği (chronocyclegraph)

İki el iş akış şeması, bir işçinin elleriyle yaptığı ve birbiriyle ilişkisi olan faaliyetlerin kaydedilmesinde kullanılan şemadır.

Simo şemaları (simultaneousmotioncyclechart), önce bir veya birden fazla insana ait küçük hareketlerin (therblig) filme alınması ve bu filmlerin daha sonra analizi sonucu elde edilen verilerin “faaliyet şeması” na benzer şekilde zaman ölçekli bir cetvele kaydı ile oluşur (Top, 1996).

En küçük hareket etüdü Frank B. Gilbreth tarafından geliştirilmiştir. Gilbreth 17 tane temel el ya da göz hareketi belirlemiştir. Therblig (Gilberth’in tersi) denilen bu hareketler belli bir simge, harf ve renk ile gösterilmektedir. Bu etüt tekniği ile hareketlerin çok detaylı tanımlamaları yapılabilir. Bu etüdün uygulamasını yapan kişinin bu konuda uzmanlaşmış olması gerekmektedir (Demirbaş, 2010).

Cyclegraph, hareket halindeki objelere bağlanan ışık kaynaklarının bıraktığı izdir (Top, 1996). Çok pahalı olan bu teknikle işçilerin hareketlerinin bıraktığı izler incelenerek hareketlerin azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına çalışılır. Chronocyclegraph tekniğinde ise, hareketler ışığın izlerinin fotoğraf üzerine kaydedilmesi ile incelenmektedir. Ancak ışık izleri sürekli değil, armut biçimli noktalar şeklinde görülmektedirler. Noktaların sivri uçları hareket yönünü, boşluklar da hareket hızını göstermektedir (Demirbaş, 2010).

## **1.4. İş Ölçümü**

### **1.4.1. İş Ölçümünün Tanımı ve Amaçları**

Bir işin oluşmasını sağlayan elamanlar makine, malzeme ve iş gücüdür. Makine ve malzeme, kolay ölçülebilen az değişken fiziksel faktörlerdir. Fakat insan gücü; sosyal çevre, kişisel yetenekler, eğitim, deneyim, özendirme, çalışma güvenliği ve benzeri çok ve

çeşitli, ölçülmesi güç faktörlerin etkisi altındadır. Bu nedenle, iş ölçümü çalışmaları daha çok insan gücü üzerinde yoğunlaşmıştır (Üçüncü, 2005).

İş ölçümü; bir işlemin (ya da işlem elemanlarından birinin) belli çalışma koşulları altında ve belli yöntemlerle, yeterince eğitim, bilgi ve yeteneğe sahip bir işçi tarafından, bir iş günü boyunca aşırı yorgunluk oluşturmayacak bir çalışma hızı ile yapılması için geçen sürenin belirlenmesi amacıyla uygulanan tekniklerdir (Nadler, 1955 ve Mundel 1975).

İş ölçümü, fiziksel ve düşünsel işgücü ile makine çalışmasının ölçümünü kapsamaktadır. Metot etüdü ile gereksiz hareketler ortadan kaldırılarak yöntemin standartlaştırılması sağlanırken, iş ölçümü ile etkin olmayan sürelerin azaltılarak veya ortadan kaldırılarak standart sürelerin belirlenmesi sağlanır.

İş ölçümünün amaçlarını şöyle sıralayabiliriz (Gencer, 2006; Kobu, 2006 ve Üçüncü, 2005):

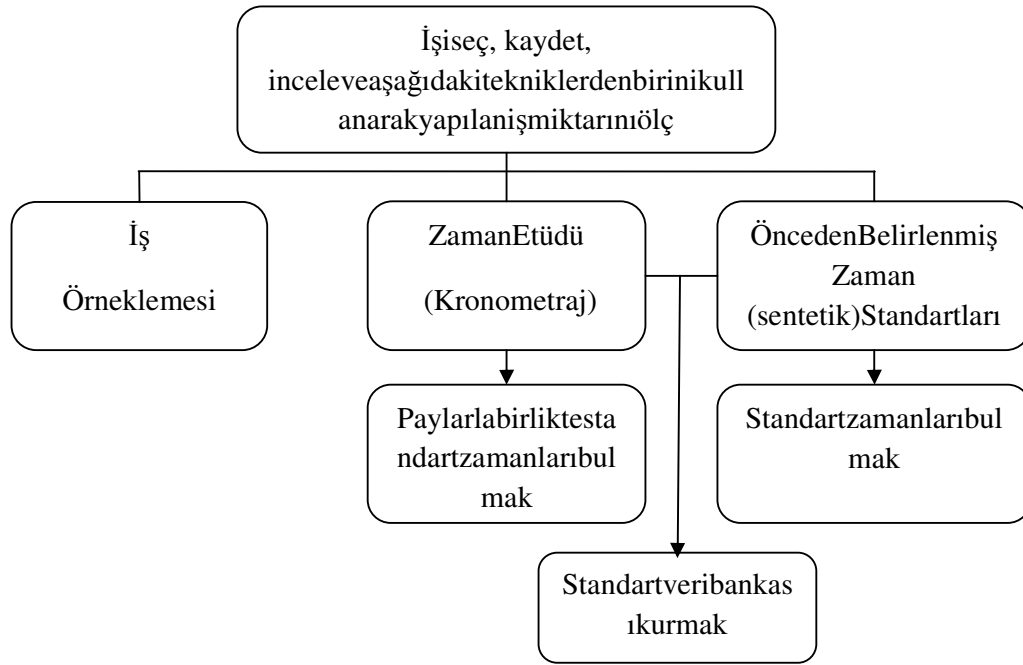
1. Üretimde plan ve programlamanın daha hızlı yapılmasını sağlamak,
2. Üretilecek ürün miktarına göre gereken işçi sayısı ve makine ihtiyacını belirlemek,
3. Etkin olmayan sürelerin belirlenerek ortadan kaldırılması veya azaltılmak,
4. İş yükünün ölçülmesi, işçi ücret ve teşviklerini daha kolay belirlenmek,
5. Adil iş yükü dağılımı sağlamak,
6. Bütçe kontrolünde kolaylık sağlamak,
7. Kalite kontrol sisteminin kurulumunu kolaylaştırması ve etkin olarak yürütülmesini sağlamak,
8. Makine kullanımını standart hale getirmek,
9. Iskarta oranını azaltmak,
10. Maliyetleri düşürmek,
11. Verimliliğin artırılması için en iyi yöntemin geliştirilmesi ve uygulanmasını sağlamak.

#### **1.4.2. İş Ölçümü Teknikleri**

İş ölçümü aynı amaca yönelik alternatif teknikler grubudur. Ancak bu tekniklerden hangisinin seçileceği, iş ölçümü koşullarına bağlıdır. Bunun için, bu tekniklerin değişik koşullarda farklı avantajları ve dezavantajları ya da daha genel bir ifade ile baskın özellikleri dikkate alınmalıdır. Örneğin bir teknik daha kısa sürede ve daha düşük maliyetle

gerçekleştirilirken diğeri daha az sapmalı ölçümler sağlayabilmektedir. Burada dikkat edilecek husus işletmenin kısıtlarına ve iş etüdü çalışmasının amacına göre bir yöntemin belirlenmesidir (Üçüncü, 2005).

İş ölçümü teknikleri Şekil 7' deki gibi gruplandırılabilir.



Şekil 7. İş ölçümü teknikleri (Gümüştay, 2006 ve Gencer, 2006)

#### 1.4.2.1. İş Örneklemesi

Bu yöntem 1930'larda L. Tippett tarafından geliştirilmiştir. İş örnekleme, belli istatistiksel kurallara göre seçilen zamanlarda yapılan anlık gözlemlere dayanarak işin tümü hakkında sonuçlar çıkarma yöntemidir. İş örnekleme, bir çalışanın değişik görevlere harcadığı zamanın yüzdesini tahmin eder. Bu metot, işçinin performansının rastgele kayıt edilmesini gerektirir (Ayanoğlu, 2006).

İş örneklemesinin kullanıldığı yerler (Ayanoğlu, 2006):

1. Gecikme oranı etüdü; çalışanın kaçınılmaz gecikmelerde harcadığı zamanın yüzdesinin tahminidir. Sonuçlar iş metodlarını incelemek, aktivite maliyetlerini tahmin etmek ve iş standartlarında izinleri belirlemek için kullanılır.



2. İş standartları oluşturma; standart görev zamanlarını belirlemek için gözlemleyici çalışanın performansını değerlendirebilecek kadar tecrübeli olmalıdır.
3. Çalışma performansını değerlendirme; örneklemedeki çalışanların dönemsel değerlendirmeleri için bir performans indeksi oluşturabilir.

İş örnekleme; üretim, hizmet ve ofis işlerinde; iki bölümün etkinliğini karşılaştırmak, gruplarda eşit yük dağılımını sağlamak, etken olmayan süreleri ve bunların arkasındaki nedenleri değerlendiren bilgileri vermek amacıyla kullanılabilir. Böylece iş örnekleme ile nerede metot etüdünün uygulanacağı, nerede malzeme taşıma sisteminin geliştirileceği ve nerede daha iyi üretim yöntemlerinin kullanılacağı belirlenebilir (Üçüncü, 2005).

İş örneklemesinin zaman etüdüne göre avantajları ve dezavantajları şöyle sıralanabilir (Ayanoğlu, 2006; Yücel, 2007 ve Top, 1996):

Avantajları:

1. Daha az masraflıdır, çünkü aynı anda tek bir gözlemci birkaç kişiyi izleyebilir.
2. Gözlemcinin çok fazla eğitime ve kronometre gibi zamanlama makinelerine ihtiyacı yoktur.
3. Çalışmanın ertelenmesi sonucu etkilemez.
4. Uzun periyotlardaki anlık gözlemler olduğu için, çalışanlar sonucu çok fazla etkilemez.

Dezavantajları:

1. Zaman etüdüde yapıldığı gibi; iş, elemanlara ayrılmaz.
2. Gözlemcinin dikkatsizliği doğru olmayan sonuçlar çıkarabilir.
3. Çevrim zamanının kısa olduğu durumlarda etkili değildir.

#### **1.4.2.1.1. Örnek Büyüklüğünün Belirlenmesi**

Aşağıdaki formül arzulanan güven düzeyi için örnek sayısını verir (Ayanoğlu, 2006 ve Yücel, 2007).

$$N' = \frac{Z^2 pq}{h^2} (\text{adet}) \quad (1)$$

Burada;

$N'$  = Gereken örnek sayısı (adet)

$Z$  = İstenen güvenlik düzeyi için standart sapma ( $z= 1$  iken güven %68,  $z= 2$  iken güven %95,45 ve  $z= 3$  iken güven %99,7 dir)

$p$  = İlgilenilen sonuç sayısının toplam içindeki yüzde payı (işçinin meşgul görüldüğü zamanlar, %)

$q$  ( $1 - p$ ) = İlgilenilen sonuç sayısının toplam içindeki yüzde payı (işçinin boş görüldüğü zamanlar, %)

$h$  = Arzulanan güven düzeyi (%)

$p + q = 1$

Analiz boyunca işçinin meşgul mü ya da boş mu olduğu not edilir ve gözlemler kaydedildikten sonra normal ve standart zamanlar şöyle hesaplanır (Ayanoğlu, 2006):

$$NZ = \frac{(TÇ) \times (ÇZ) \times (PF)}{\text{üretilen parçasayısı}} \quad (\text{sn/adet}) \quad (2)$$

Standart zaman, normal zamanın tolerans değerlerinin belirlenmesiyle bulunur.

$$SZ = \frac{NZ}{1 - \text{izin faktörü}} \quad (\text{sn/adet}) \quad (3)$$

Burada;

PF = Performans oranlama faktörü

ÇZ = Çevrim zamanı (işçinin çalışırken gözlendiği zaman yüzdesi)

TÇ = Toplam çalışma yüzdesi

SZ = Standart zaman

NZ = Normal zaman

#### 1.4.2.1.2. Rastgele gözlem

Örnekleme yöntemi kullanılıp gözlemler sürekli yapılmıyorsa bu gözlemlerin rastgele yapılması gerekmektedir. Rastgele gözlemlerin ne zaman yapılacağı rastgele sayılar tablosuna bakılarak belirlenir.

Rastgele sayılar tablosundan, belirlenen bir sayıdan başlanmak üzere gözlem sayısı kadar rastgele sayı, seçilen atlama sayısına göre sıra ile belirlenir. Bu sayıdan tekrar eden sayılar ve devre sayısına eşit sayıları aşan sayılar iptal edilerek yerine yeni sayılar seçilir. Gözlem sayısı kadar seçilen rastgele sayılar küçükten büyüğe doğru sıralanır. Her sayı, gözlem süresi ile çarpılıp referans alınan başlama zamanına eklenerek rastgele gözlem zamanı belirlenir (Üçüncü, 2005).

#### **1.4.2.2. Zaman Etüdünün Tanımı ve Tarihçesi**

Zaman etüdü, belirli koşullar altında yapılan belli bir işin öğelerini, zamanını ve derecelerini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümleyerek, o işin tanımlanan bir çalışma hızında (performansta) yapılabilmesi için gereken zamanı belirlemede kullanılan bir iş ölçme tekniğidir (Kanawaty, 2004).

Zaman etüdü, nitelikli ve iyi eğitilmiş bir işçinin belirli bir işi yapması için gereken zamanın belirlenmesidir (Barnes, 1963).

Zaman etüdü, insan gücünden oluşan işin değerinin zaman yoluyla belirlenmesidir. Bir ya da birden çok insan tarafından yapılan bir takım hareketlerin performansının zaman standartlarını ortaya koymaktadır (Ireson ve Grant, 1955).

İş ölçümü, bir işlemin (ya da işlemin elemanlarından birinin) belli çalışma koşulları altında ve belli yöntemlerle, yeterince eğitim, bilgi ve yeteneğe sahip bir işçi tarafından, bir iş günü boyunca aşırı yorgunluk oluşturmayacak bir çalışma hızı ile yapılması için geçen sürenin belirlenmesi amacıyla uygulanan tekniklerdir (Nadler, 1955).

F. W. Taylor modern zaman etüdünün kurucusu olarak bilinir. Ancak Avrupa'da Taylor'dan çok önce bazı zaman etütlerinin yapıldığı da bilinmektedir. 1760 yılında Fransa'da Peronet, toplu iğne üretimi konusunda uzun süre zaman etütleri yapmış ve saatte 494'lük bir standarda ulaşmıştır. 1820'li yıllarda İngiltere'de Charles Babbage de aynı konuda zaman etütleri yapmıştır (Gümüşay, 2006 ve Ayanoglu, 2006).

1900'lü yılların başında CharlsBedav ve A.B.Segur, zaman etüdü ile ilgili çalışmalar yapmış, 1930'larda Corell, Mongerson Üniversitesi'nde iş basitleştirme, H.B. Maynar ve arkadaşları WestinghouseElectric Corporation'da verimlilik konuları üzerinde çalışmışlardır. Tüm bu çalışmalar endüstri mühendisliği alanındaki gelişmeleri körüklemiştir. 1950'li yıllardan beri çeşitli bilim adamı uygulamacılarının işleri üzerine

yoğunlaşarak verimlilik, kalite, maliyet, hız konularındaki çalışmaları sürmektedir (Demir ve Gümüšođlu, 2009).

#### **1.4.2.2.1. Zaman Etüdü Araçları**

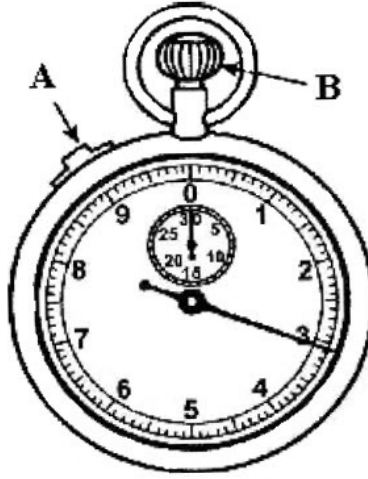
Zaman etüdü yapılması için temel araçlar; kronometre, etüt tablası ve zaman etüdü formlarıdır. Yardımcı araçlar ise; küçük bir hesap makinesi, kalem, saat ve diğer ölçüm araçları (mezüre, çelik cetvel, mikrometre, kantar, hız ölçer, vb.) dır.

##### **1.4.2.2.1.1. Kronometre**

İstenen hassasiyete uygun kronometre seçilerek fiili süreler ölçülmelidir. Genellikle geriye dönüşlü ve geriye dönüşsüz olmak üzere iki tip kronometre, bazen de iki ibrelili bir tip kronometre kullanılır. Bu kronometreler aşağıdaki üç türden biri olabilir (Üçüncü, 2005):

1. Saniyenin beşte biri aralıklarla bölünmüş kadran üzerinde bir dönüşte bir dakikayı ve küçük ibrenin tam dönüşüyle 30 dakikayı kaydeden kronometre
2. Dakikanın yüzde birine göre bölünmüş kadranı bir defa dönmekle bir dakikayı ve küçük ibrenin tam dönmesiyle yapılan 30 dakikalık süreyi kaydeden kronometre (ondalıklı dakika kronometresi).
3. Bir saatin on binde birine göre bölünmüş bir kadranda dönüşte 1/100 saati ve küçük ibre yüz dilim içinde bir saati kaydeden kronometre (ondalıklı saat kronometresi).

Zaman etütlerinde kullanılan kronometrelerindesimal yapılmasının nedeni ölçme sonuçları üzerinde yapılan aritmetik işlemleri kolaylaştırmaktır (Kobu, 2006). Çoğunlukla Şekil 8' deki gibi ondalıklı dakika kronometresi kullanılmaktadır.



Şekil 8. Ondalıklı dakika kronometresi (A; çalıştırma ve durdurma düğmesi, B; sıfırlama düğmesi) (Kobu, 2006).

#### 1.4.2.2.1.2. Etüt Tablası

Etüt tablası, zaman etüdünde, ölçümlerin üzerlerindeki zaman etüdü formlarına kaydedildiği tablalardır.

Etüt tablası, kaydın kolay yapılabilmesi için uygun ağırlık ve sertlikte plastik ya da kontrplaktan yapılmış olmalıdır. Zaman etüdü yapılırken gözlemlerin kaydedildiği formlar bu tabla üzerine tutturulur ve formların boyutlarına uygun olmalıdır. Ölçümlerin kaydedilmesinde sağ el kullanılıyorsa, kronometre tablanın sağ üst kısmında, sol el kullanılıyorsa sol üst kısmında yer alır. Şekil 9’ da bir etüt tablası görülmektedir.

**ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU**

İŞLEM: EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI	ETÜT NO: SAYFA NO: BAŞLANGIÇ TARİHİ: BİTİŞ TARİHİ: GEÇEN SÜRE: KART NO: ETÜDÜ YAPAN TARİH: ONAYLAYAN:																																																																																																														
URUN/PARÇA RESİM NO: KALİTE:																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>İŞLEM NO</th> <th>D</th> <th>ÖZ</th> <th>ÇZ</th> <th>YZ</th> <th>İŞLEM NO</th> <th>D</th> <th>ÖZ</th> <th>ÇZ</th> <th>YZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		İŞLEM NO	D	ÖZ	ÇZ	YZ	İŞLEM NO	D	ÖZ	ÇZ	YZ																																																																																																				
İŞLEM NO	D	ÖZ	ÇZ	YZ	İŞLEM NO	D	ÖZ	ÇZ	YZ																																																																																																						
D:Devre, ÖZ: Okunma Zamanı, ÇZ: Çıkarılan Zaman, YZ: Temel Zaman																																																																																																															

Şekil 9. Etüt tablası (Gümüştay, 2006).

#### 1.4.2.2.1.3. Zaman Etüdü Formları

Zaman etüdünde ölçülen verilerin kaydedildiği ortamlardır. Zaman etüdü kayıt formu olarak, zaman etüdü izleme formu, zaman etüdü devam formu ve kısa devreli etüt formu kullanılır. Zaman etüdü formunda; etüt ile ilgili temel bilgiler, iş elemanı, çalışma hızı, iş elemanlarına ait çıkarılan ve normal (temel) zamanlar yer alır. Örnek bir zaman etüdü formu Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Örnek bir zaman etüdü formu

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU							
<b>İŞLEM:</b> <b>EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI</b>				<b>ETÜT NO:</b>			
				<b>SAYFA NO:</b>			
				<b>BAŞLANGIÇ TARİHİ:</b>			
				<b>BİTİŞ TARİHİ:</b>			
				<b>GEÇEN SÜRE:</b>			
				<b>KART NO:</b>			
				<b>ETÜDÜ YAPAN:</b>			
<b>ÜRÜN/PARÇA RESİM NO: KALİTE:</b>				<b>TARİH:</b>			
				<b>ONAYLAYAN:</b>			
<b>ELEMAN NO</b>	<b>D</b>	<b>GZ</b>	<b>TZ</b>	<b>ELEMAN NO</b>	<b>D</b>	<b>GZ</b>	<b>TZ</b>
1							
2							
3							
4							
5							
<b>D:Derece, GZ: Okunan Zaman, TZ: Temel Zaman</b>							

Zaman etüdü formlarının çok çeşitli şekilleri vardır, uzun süre bu işlerde çalışan uzmanlar kendilerine en uygun olan düzenlemeleri yapmaktadır (Kurt ve Dağdeviren, 2003).

#### 1.4.2.2.2. Zaman Etüdünün Aşamaları

Zaman etüdü aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Üçüncü, 2005; Bircan ve İskender, 2005; Ayanoğlu, 2006; Gencer, 2006; Barnes, 1963):

1. Zaman etüdü yapılacak işin, işçinin ve iş istasyonunun seçimi,
2. İş, işçi ve kullanılan makinelerin ve işin yapılmasını etkileyen çevre koşulları hakkında bilgi toplanması,
3. İşlem yönteminin tam bir tanımının yapılması ve işlemin elemanlarına ayrılması

4. Et etkili yöntem ve hareketlerin kullanılmasını sağlamak için elemanların ayrıntılı olarak incelenmesi,
5. Uygun bir iş ölçümü tekniği yardımıyla her öge için harcanan zamanın belirlenmesi,
6. Gözlemcinin kendi standart çalışma hızı kavramına uygun olarak işçinin çalışma hızını derecelendirmesi,
7. İşin her parçası için normal (temel) zamanın (TZ) hesaplanması,
8. Normal zamana ek olarak payların (personel zamanı için kabul edilen yorgunluk ve beklemler) belirlenmesi,
9. İşlemin standart zamanının (SZ) belirlenmesi.

#### **1.4.2.2.2.1. Zaman Etüdü Yapılacak İşin, İşçinin ve İş İstasyonunun Seçimi**

Zaman etüdü yapabilmek için, öncelikle hangi işler üzerinde çalışma yapılacağı belirlenmelidir. Zaman etüdü yapılmasını gerektiren şartlar şöyle sıralanabilir (Yücel, 2007; Kobu, 2006 ve Üçüncü, 2005):

1. Yeni bir üretim yapılmak istenmesi,
2. Üretim yönteminde değişiklikler yapılması,
3. Hesaplanan standart zamanlarla veya yöntemlerle ilgili işçi veya işçi temsilcisinden şikâyetler gelmesi,
4. Üretimde yaşanan darboğazlar,
5. Ücret sistemine bağlı teşvikli ücret sistemine geçilmek istenmesi,
6. Makine ve insan gücüne bağlı verimlilikteki düşüşün araştırılması,
7. Önerilen yöntemin etkinliğini ölçmek için karşılaştırma yapılmak istenmesi,
8. Herhangi bir işlemdeki üretim maliyetlerinin artması,
9. Üretimin bazı işlemlerinde çalışan işçilerin zorunlu durumlarda değişiminden kaynaklanan uyum sorunları ve işçilerin fizyolojik yapısına göre yeni yöntemler geliştirilmesi gereği ve etkinliğinin ölçülmesi,
10. Üretimdeki malzeme değişikliklerinin toplam zamanı etkilemesi.

İş ölçümü metot geliştirmeden sonra yapılır. Bunun nedeni açıktır. Ölçülecek işin hiç olmazsa yakın bir gelecek için aynı yöntemle yapılması sağlanmalıdır. Aksi halde kısa bir süre sonunda değiştirilecek yöntemler bulunan SZ'leri geçersiz kılar. Diğer taraftan ölçülen işlem için bulunan SZ'ler aynı koşullarda benzer iş istasyonlarında ve diğer işçiler



tarafından yapılan işlemler için de geçerli olmalıdır. İstatistik açıdan bu bir ana kütleden seçilen örnek ile ilgili bulguların tüm kütle için geçerliliğinin sağlanması anlamına gelir. Makinenin seçimi nispeten kolaydır. Aynı tip makinelerin aynı işlemi belirli bir süre içerisinde yapması beklenir. Kaldı ki, makinelerin çalışma hızının ölçülmesi oldukça kolaydır. Fakat aynı şeyleri işçiler için söylemek mümkün değildir. İşçilerin performansı arasında çalışma hızı, yetenek, tecrübe, yaş ve hatta psikolojik durum gibi faktörlerin etkisi ile önemli farklar vardır. Zaman etüdü için seçilen işçinin, iş için gerekli bilgi, tecrübe ve yeteneğe sahip kişilerden biri olması arzu edilir. Ancak bu sağlanabildiği takdirde ölçme sonucunun gerçeğe yakın olduğu varsayımı geçerlik kazanır (Kobu, 2006).

İşçileri üçe ayırmak mümkündür (Üçüncü, 2005):

1. Normal işçi: Tanımlanmış işi yapabilmesi için uygun fiziksel niteliklere, bilgi birikimi ve deneyime sahip işçidir. Bu tanım, özürlü işçiyi kapsamadığı gibi işini refleks haline getirmiş son derece deneyimli işçiyi de kapsamaz.
2. Temsili işçi: Belli bir grup içinde ortalama beceri ve performansa sahip işçidir.
3. Nitelikli işçi: Elindeki işi, belirlenmiş güvenlik, nitelik ve nicelik standartlarına uygun olarak yerine getirebilmek için gerekli fiziki yeteneklere, zekâ ve eğitime, beceri ve bilgiye sahip olan işçidir.

İşin ve işçinin seçiminde ustabaşı veya işçi temsilcilerinden yardım alınmalı, etüde uygun işçinin seçimi kolaylaştırılmalıdır. Aynı iş istasyonunda birden çok farklı nitelikte ve bilgi birikimine sahip olan işçiler varsa tempoları da farklı olacaktır. Bu nedenle normal tempoya yakın olan işçi tercih edilmelidir. Çünkü yavaş çalışan işçinin temposunu belirlemek oldukça zordur. Tecrübesiz işçilerin performansı ise daha sonra farklılık gösterebileceğinden bu tip ölçümlerden de uzak durulmalıdır. Yeni işçilerin işi öğrenme süresinin beklenmesi gerekir.

İş istasyonu seçiminde işin yapılabilmesi için uygun çalışma şartlarına, yeterli teknoloji ve planlamaya sahip normal istasyonlar seçilmelidir.

Zaman etüdü uzmanı canlı ve istekli, iyi bir iletişim becerisine sahip, kendine güvenen ve çevresine güven veren bir yapıda olmalıdır. Makine ile ilgili sorunlar dışında işçilerle ilgili karşılaşılabileceği sorunlarda uygun çözüm yolları bulabilmeli ve bir krizi iyi yönetebilmelidir. Zaman etüdü uzmanının işçilerle ilgili karşılaşılabileceği sorunları şöyle sıralayabiliriz:

1. Bazı işçilerin zamanı uzatmak için işe gereksiz hareketler eklemesi,
2. Ölçüm sırasında işçilerin kendisinin ölçüldüğünü düşünerek normal temposu dışında bir tempoda çalışması,
3. Bazı genç işçilerin ölçümü engelleyici olumsuz davranışlarda bulunması,
4. Zaman etüdü uzmanının yaptığı çalışmayı kavrayamayan bazı işçilerin ölçüm sırasında etüt uzmanına sürekli sorular yönelterek çalışmasını engellemesi.

#### **1.4.2.2.2. Bilgilerin Toplanması ve Kaydedilmesi**

Zaman etüdünde uygun seçimler yapıldıktan sonra sistematik olarak ölçümlerin yapılıp uygun kayıt ortamlarına kaydedilmesi gerekir.

Kronometre okunmasında yaygın yöntemler; sürekli zamanlama, geriye dönüşlü zamanlama ve çoklu zamanlama yöntemleridir. İlk iki yöntem diğerinden daha yaygın olarak kullanılır. Sürekli zamanlamada gözlemci ilk ögenin başlangıcından işin bitimine kadar kronometresini açık tutar. Her öge sonunda okuduğu zamanı gözlem tablosunda ögenin ismi ya da şeklinin karşısına yazar. Daha sonra her elemana ait süre çıkarma işlemiyle elde edilir. Geriye dönüşlü zamanlamada her elemanın sonunda kronometre sıfırlanıp yeni eleman ölçümü için tekrar başlatılır. Çoklu zamanlamada ise iki kronometre kullanılarak her ögenin süresi ölçülür (Barnes, 1963).

Aşağıdaki bilgiler, işletmedeki işin tipine göre seçilerek zaman etüdü formlarına işlenir:

1. Etüdün kolay ve hızlı bulunmasını sağlayan bilgiler (etüt numarası, sayfa numarası, iş etüdü uzmanı, etüt tarihi, etüdü onaylayan),
2. İşlenen ürünün ya da parçanın diğerlerinden kesin olarak ayırt edilebilmesini sağlayan bilgiler (ürün adı, teknik resmi ya da numarası, parça numarası, malzeme, kalite gereksinimi),
3. Sürecin, yöntemin, tesisatın ya da makinenin diğerlerinden kesin olarak ayırt edilmesini sağlayan bilgiler (bölüm, işlemin tanımı, standart form uygulama numaraları, tesisat ya da makine - araç ve gereçleri, işyeri, montaj - parça taslağı, makinenin üretimini sınırlayan ısı, basınç, akım gibi özellikleri, ustabaşının ismi),
4. İşçinin diğerlerinden ayırt edilmesini sağlayan bilgiler (işçinin adı, kart numarası),
5. Çalışma koşulları (sıcaklık, nem, aydınlatma, gürültü, titreşim, toz vb. gibi ergonomik faktörler).

### 1.4.2.2.3. Yöntemin Tanımı ve İşin Elemanlarına Ayrılması

Gerekli kayıtlar yapıldıktan sonra iş elemanlarına ayrılır. İşin elemanlarına ayrılmasında üç temel vardır (Barnes, 1963):

1. Elemanların iyi bir şekilde zamanlanabilecek kadar kısa olması gerekir.
2. Elle yapılan işler makineyle yapılan işlerden ayrılmalıdır.
3. Sabit elemanlar değişken elemanlardan ayrılmalıdır.

Eleman, bir işin daha kolay ölçülmesini, gözlemlenmesini ve çözümlenmesini sağlamak için seçilen o işe ait iş parçasıdır.

Bir işin elemanlarına ayrılması aşağıdaki durumlar için gereklidir (Akal, 1997):

1. Verimli işin verimli olmayan işten ayrılmasını sağlamak,
2. Tam bir çalışma devresi temel alınarak belirlenen çalışma hızının daha doğru bir şekilde bulunmasını sağlamak,
3. Değişik tipteki elemanların tanımlanmasını ve ayırt edilmesini sağlayarak, her tipe göre bir uygulama ayarlamak,
4. Fazla yorgunluğa neden olan elemanların ayrılmasını ve yorgunluk paylarının daha doğru olarak ayrılmasını sağlamak,
5. Yöntemin kontrolünü kolaylaştırmak ve böylece sonradan eklenen ya da çıkarılan elemanların kolayca ortaya çıkarılabilmesini sağlamak,
6. Ayrıntılı bir iş belirlemesinin yapılmasını sağlamak,
7. Sık sık tekrarlanan elemanların zaman değerlerinin çıkarılmasını ve bileşik verilerin toplanmasını sağlamak.

Bir işlemi elemanlarına ayırırken belirli faaliyet tiplerinin bulunduğunu bilmekte fayda vardır. Genel bir sınıflama yapmak gerekirse, iş elemanlarını şöyle gruplandırmak mümkündür (Kobu, 2006 ve Üçüncü, 2005):

1. Tekrarlanan eleman: İşlemin her çevriminde ve belirli bir sıra içinde yer alır.
2. Sıra dışı eleman: Her çevrimde bulunmayan, düzenli olmayan aralarda ortaya çıkan elemanlardır. Örneğin; makine ayarı, temizlik, talimat alma normal sıra dışındaki elemanlardır.
3. Sabit eleman: Yapılış süresi, diğer şartlar ne olursa olsun değişmeyen elemanlardır. Kumanda düğmesinin çevrilmesi, masterla çap ölçme gibi.
4. Değişken eleman: Yapılış süresindeki değişme aralığı oldukça geniş olan elemandır.

5. İşçi elemanı: Sadece insan gücü ile yürütülen faaliyetlerdir.
6. Makine elemanı: Sadece yapay bir işgücü ile tahrik edilen makinenin yer aldığı faaliyetlerden oluşur.
7. Yabancı eleman: İşin yapılması için gerçekten gerekli olmayan elemandır.

Bir elemanın yukarıdaki sınıflardan birine ya da birkaçına ait olması mümkün olduğundan elemanların şu kurallara göre karşılaştırılması gerekir:

1. Elemanların başlangıç ve bitişi kolayca belirlenebilmelidir.
2. Elemanlar iyi bir şekilde zamanlanabilecek uzunlukta olmalıdır.
3. Elemanlar, işlemin içinde kolayca ayırt edilebilir nitelikte ve doğal olarak birleşmiş parçaları arasından seçilmelidir.
4. İşçi süreleri ile makine süreleri ayrılmalıdır.
5. Sabit elemanlar değişken elemanlardan ayrılmalıdır.
6. Tekrarlanan işlerle ara sıra yapılan işler ayrılmalıdır.

#### 1.4.2.2.4. Örnek Büyüklüğünün Belirlenmesi

Zaman etüdünün en önemli aşamalarından biridir. Yapılan gözlem sayısının yeterli olup olmadığını belirlemek için istatistik formüllerden yararlanılır.

Gözlem sayısının belirlenmesinde kullanılacak güven düzeyi ve hata payı belirlenmelidir. Zaman etüdünde yaygın olarak %95 güven düzeyi ve  $\pm$  %5 hata payı ile aşağıdaki formül kullanılır (Barnes, 1963):

$$N' = \left( \frac{40 \sqrt{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (\text{adet}) \quad (4)$$

Burada;

$N$  = Ön etütte yapılan gözlem sayısı (adet)

$N'$  = %95 güven düzeyi ve  $\pm$  %5 hata payı ile yapılması gereken gözlem sayısı (adet)

$x$  = Okunan değerler

Örnek büyüklüğünün belirlenmesinin bir diğer yolu da nomogram kullanılmasıdır. Nomogram testi için değişim aralığı ortalaması ( $\bar{R}$ ) hesaplanması gerekir. Burada nomogram cetveline (Ek 1) göre sırasıyla şu işlemler yapılır (Gencer, 2006):

1. 4 gözlemden oluşan guruplar oluşturulur (ilk 1-4. gözlemler 1. grup, 5-8. gözlemler 2. grup gibi).
2. Her grupta yer alan gözlemlerin normal süre değerlerinin en büyüğü ile en küçüğü arasındaki fark bulunur. Bu değer grup değişim aralığı ( $\bar{R}$ ) dir.
3. Grup değişim aralıkları ortalaması ( $\bar{R}$ ) alınır.

Test süreci;

1. Çizelgenin sol tarafındaki Hata Payı (düşey) çizgisinin sol tarafından istenen hata payı işaretlenir. Çizginin sağ tarafı gözlemlerin hata payını bulmak için kullanılır. İstenen hata payı % 5 olsun.
2.  $\bar{X}$  (Normal süre ortalaması) çizgisi üzerinde normal süre değerlerinin ortalaması işaretlenir. 1,05 olsun.
3. İşaretlenen iki nokta düz çizgi ile birleştirilir. Bu çizginin S çizgisini kestiği nokta işaretlenir.
4.  $\bar{R}$  çizgisinin sol tarafındaki işaretler dikkate alınarak gözlemlerin  $\bar{R}$  değeri işaretlenir. 0,30 olsun. Bu nokta S çizgisinde işaretlenen nokta ile birleştirilir ve çizgi N çizgisini kesene kadar uzatılır. Uzatılan çizginin N çizgisini kestiği nokta yapılması gereken gözlem sayısını verir.

Yapılan gözlemler için hata payı, tam tersi (verilen süreç sondan başlanarak) işlemler yapılarak belirlenebilir. Tek farkı; hata payı çizgisinin sol tarafı gözlemlerin hata payını verir. Dikkat edilirse hata payı çizgisinin sağ ve sol tarafındaki değerler simetrik değildir.

Nomogram ile test daha kolay olmasına rağmen bazı sakıncaları da vardır. Bunlar (Gencer, 2006);

1.  $\bar{X}$  çizgisi incelendiğinde, değerlerin 1-10 arasında olduğu görülmektedir. Yani nomogram ile normal süre değerleri ortalaması 1-10 dk olan işlemler (veya iş elemanları) test edilebilir.
2. 4 gözlem grup oluşturur. Ancak geçerli gözlem sayısı 4'ün katı değilse, son gözlemler grup oluşamayacağı için teste etki etmez. Örneğin, gözlem sayısı 27

ise, (6 adet 4 gözlemlerli grup) son 3 gözlem grup oluşturmadığı için göz ardı edilmiş olacaktır.

3. Hata payı,  $\bar{X}$ ,  $S$ ,  $\bar{R}$  ve  $N$  çizgilerindeki noktaları birleştirirken, az da olsa çizim hatası olabilir.

#### 1.4.2.2.2.5. Derecelendirme

Performans değerlendirilmesi, iş etütçüsünün hareket akışının verdiği görüntüyü izlemesi ve gözünde canlandırdığı, başka bir deyişle tasarladığı hareket akışıyla karşılaştırmasıdır. Bu karşılaştırma ile amaç, önceden belirlenen miktar performansı bazına göre, izleyen çalışma sonucunda ulaşılabilecek tahmini verim düzeyi ile ilgili bir yargıya varmaktır (Kurt ve Dağdeviren, 2003).

Tempo takdiri olarak da bilinen derecelendirme, gözlemci tarafından işçinin çalışma hızına verilen değerdir.

Tempo, işçinin çalışma hızıdır.

Standart hız, doğru yöntemlerle çalışan nitelikli işçilerin doğal bir çalışmayla ulaşabilecekleri hızdır.

Bütün faaliyetleri kapsayan universal bir normal tempo tanımı yapmak mümkün değildir. Bazı belirgin hareketlerden oluşan faaliyetlerin normal temposu tanımlanabilir. Örneğin; herhangi bir ağırlık taşımadan yürümede 4km/saat'lik hız normal kabul edilmiştir. Saatte 5 km yürüyen bir insanın temposu 1,25'tir. Fakat yürüyen bir kişinin ağırlık taşınması, yolun engebeli oluşu gibi hallerde tempo değişir ve ancak gözlemi yapan kişinin takdiri sonunda belirlenebilir. Fabrikalardaki imalat işlemlerinde de durum aynıdır. Pek az sayıda faaliyet için bir ölçü ile ifade edilebilen tempo tanımı yapılabilir. Geri kalan faaliyetlerin o kadar çok varyasyonu vardır ki, bunların her biri için ayrı ayrı normal bir tempo tanımı yapmak olanaksızdır (Kobu, 2006).

İşçi, çalıştığı süre boyunca sürekli gözlemcinin istediği normal hızda çalışamayabilir. Bu nedenle normal zamana uygun çıktı oluşturamaz. Bu sapmaların, işçiye ait bedensel, zihinsel ve psikolojik faktörlerle birlikte ergonomik faktörlerden kaynaklanır. Standart zamanların kişisel paylar da hesaba katılarak belirlenmesi gerekir. İşçinin normal hızda çalışabilmesi ancak standart hızda çalışılması ve uygun dinlenme koşulları sağlanması halinde mümkündür.

Çeşitli derecelendirme ölçeklerinden 0-100 ölçeği tercih edilebilir. Ölçeğe ait dereceler ve bu derecelere göre çalışma hızları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. 0-100 derecelendirme ölçeğine göre çalışma hızlarının tanımı (Üçüncü, 2005).

Ölçek 0-100	Tanım
0	Etkinlik yok
50	Çok yavaş; beceriksiz, kararsız hareketler, işçi işle ile ilgili değildir.
75	Dengeli, düşünceli, kaygısız performans, iyi bir denetim altında çalışan işçi gibi, zamanı isteyerek israf etmez.
100	Standart hız; düzenli performans, parça başı çalışıyor gibi, kalite standardı ve güven verir.
125	Çok hızlı; işçi eğitilmiş ortalama işçinin üstünde bir güven, beceri ve hareketlerinde uyum gösterir.
150	Son derece hızlı; çok fazla çaba ve dikkat gerektirir, uzun zaman sürdürülemez.

Derecelendirmeyi daha tutarlı ve sayısal hale getirebilmek için Westinghouse Faktörleri adında bir yöntem daha bulunmaktadır. Yetenek, çaba, şartlar ve tutarlılık adında dört başlıktan oluşmaktadır. Westinghouse Faktörleri ve puanları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Westinghouse faktörleri ve puanları (Yücel, 2007).

BECERİ			ÇABA		
+15	A1	Üstün Yetenekli	+13	A1	Aşırı
+13	A2		+12	A2	
+11	B1	Çok iyi	+10	B1	Çok iyi
+08	B2		+08	B2	
+06	C1	iyi	+05	C1	iyi
+03	C2		+02	C2	
00	D	Orta	00	D	Orta
-05	E1	Vasat	-04	E1	Vasat
-10	E2		-08	E2	
-16	F1	Zayıf	-12	F1	Zayıf
-22	F2		-17	F2	
ŞARTLAR			TUTARLILIK		
+06	A	İdeal	+04	A	Mükemmel
+04	B	Çok iyi	+03	B	Çok iyi
+02	C	iyi	+01	C	iyi
00	D	Orta	00	D	Orta
-03	E	Vasat	-02	E	Vasat
-07	F	Zayıf	-04	F	Zayıf

Zaman etütçüsü, aşağıdaki durumlarda çok yüksek derecelendirme yapmamalıdır (Üçüncü, 2005):

1. İşçi kaygılı ve aceleci görünüyorsa
2. İşçi açıkça fark edilecek kadar dikkatliyse,
3. İş, etütçüye zor görünüyorsa,
4. Etütçü, kısa süreli elemanları kaydederken çok hızlı çalışıyorsa.

Zaman etütçüsü, aşağıdaki durumlarda çok düşük derecelendirme yapmamalıdır (Üçüncü, 2005):

1. İşçi işi kolay gösteriyorsa,
2. İşçi düzgün ve uyumlu hareket yapıyorsa,
3. Etütçünün, işçinin düşünmesi gerektiğini sandığı anlarda düşünmek üzere duraklamıyorsa,
4. İşçi ağır el işi yapıyorsa,
5. Etütçü yorgunsa.



#### 1.4.2.2.6. Temel (Normal) Zamanın Hesaplanması

Gözlemcinin nitelikli işçinin çalışma sırasında kronometre ile yaptığı ölçümler fiili sürelerdir. Fiili sürelerin gözlemcinin belirlediği derece (tempo takdiri) ile çarpılması sonucu normal (temel) zaman elde edilmiş olur. Temel zaman aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$TZ = GZ \times D \text{ (sn)} \quad (5)$$

Burada;

TZ = Temel zaman (sn)

GZ = Gözlenen zaman (ölçülen zaman) (sn)

D = Derece (Tempo takdiri)

#### 1.4.2.2.7. Standart Zamanların Hesaplanması

Standart zamanın hesaplanması için normal zamana bazı eklemeler yapılması gerekir. Normal zamanın yüzdesi olarak hesaplanan bu eklemelere pay ya da tolerans adı verilir. Toleranslar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Dinlenme payları (Üçüncü, 2005; Gümüşay, 2006)

<b>DİNLENME PAYLARI</b>	
<b>FAKTÖRLER</b>	<b>PAYLAR (%)</b>
<b>A. KİŞİSEL İHTİYAÇLAR</b>	2 - 5
<b>B. YORULMA PAYLARI</b>	
<b>1. Bedensel Çaba Yorgunluğu ve Beceri</b>	
Çok hafif	2
Hafif ve ustalık isteyen	4
Orta ağırlıkta ve ustalık isteyen	8
Ağır	16
Çok ağır	24
<b>2. Düşünsel Çaba Yorgunluğu</b>	
% 30 - 40 yoğunluk	1
% 41 - 50 yoğunluk	2
% 51- 75 yoğunluk	4
% 76 ve fazlası yoğunluk	8
<b>3. Çalışma Sırasında Duruş Pozisyonu</b>	
Oturma	1
Ayakta	2
Eğilme veya Uzanma	4
Yürüme	10
<b>4. Gürültü</b>	
Normal sesle konuşmak	0
Konuşmak için sesi yükseltmek	1
Bağırarak konuşmak	2
Gürültünün konuşmayı engellemesi	4
Düzensiz, sürekli normal gürültü	1
<b>5. Göz Yorgunluğu</b>	
Çıplak gözle yapılan işler	0
Gözlük vb alet kullanımı	4
Mikroskop vb alet kullanımı	6
<b>6. Çevre Koşulları</b>	
Büro vb yerler	0
Duman, yağ kokusu vb faktörler	3
Aşırı rahatsızlık veren faktörler	6
Aşırı sıcak veya soğuk yerler	6
Zararlı kimyasal madde bulunan yerler	6
<b>C. GECİKME PAYLARI</b>	
Dinlenme araları verilmesi (çay içme vb. gibi)	0
Arızı	1 - 5
Hazırlık	0

Normal zamana eklenecek payları etkileyen üç temel faktör vardır (Kobu, 2006 ve Üçüncü, 2005):

1. Bireyle ilgili faktörler: İşçinin şişman, zayıf, açık göz, iyi fizik, öğrenme yeteneği, beslenme ihtiyacı vb. gibi özellikleri verilecek paylar üzerinde etkili olur.
2. İşin niteliği ile ilgili faktörler: İşin ağır, hafif, ayakta ya da oturularak yapılması, vücudun duruşu, taşınması, koruyucu eldiven ya da giysi gerektirmesi, bozulma ya da kırılma riski vb. faktörler farklı paylar gerektirir.
3. Ortamla ilgili faktörler: Ortamın, nem, sıcaklık, gürültü, toz, titreşim, ışık yoğunluğu, kir, havalandırma gibi çevresel faktörler payların derecesini etkiler

Toleranslar (paylar) başlıca üç grupta toplanır (Kobu, 2006):

1. Kişisel ihtiyaçlar toleransı: İşçinin temizlik, su içme, tuvalet gibi ihtiyaçlarını karşılamak için verilir. Hafif işlerde %2 oranındadır. En fazla %5'e çıkabilir. Bu toleransın genellikle toplu sözleşmelerde pazarlık sonucu belirlendiği görülür.
2. Yorulma toleransları: Ağır bedensel veya düşünsel çaba isteyen işlerde normal zamana işçinin yorgunluğunu gidermek amacı ile eklenen toleranslardır. Hafif işlerde yorulma toleranslarına gerek yoktur.
3. Gecikme toleransı: İşin elemanları dışında kaçınılabılır ya da kaçınılmaz nitelikte olanlar gecikmeye neden olurlar, yani işin normal süresinde bitmesini engellerler. Makine ve insanın çalışmasındaki düzensizlik veya aksamaların bir kısmı kaçınılabılır gecikmeleri yaratır. Bakım ve tamirlerin zamanında yapılması, iş programlarının dikkatli hazırlanması, işçiye yeterli yorulma toleranslarının verilmesi gibi önlemlerle gecikmelerin bir kısmı önlenir. Ancak işletme dışı ve bazen işletme içi etkenlerle bir takım gecikmeler olması kaçınılmazdır. Bunları karşılamak amacı ile geçmiş kayıtları incelenir ve her işin toleransı kendi koşulları göz önüne alınarak belirlenir.

Çok sık kullanılmayan diğer paylar işe şöyledir (Kanawaty, 2004 ve Timur, 1984):

1. Politika Payları: Politika payı, olağanüstü durumlarda, belirlenen bir performans düzeyinde çalışan bir işçiye yeterli bir kazanç sağlamak için, standart zamana eklenen prim payından ayrı bir paydır. Politika payları, zaman etüdünün temel bir parçası değildir ve sadece açıkça belirlenmiş durumlarda çok dikkatlice kullanılmalıdır (Kanawaty, 2004: 287).
2. Özel Paylar: Bu paylar, işin başarıyla yapılması için gerekli herhangi bir etkinlik için verilmektedir. Örneğin, işçinin makinesine iyi bakması için verilen "bakım

payı”, herhangi bir iş ya da zorunlu bekleme zamanı için kullanılan süreyi kapsamak üzere verilen “başlangıç payı”, üretim tamamlandıktan sonra makine ya da süreçte değişiklik yapmak ihtiyacı duyulan zamanı kapsamak üzere verilen “sökme payı” verilen özel paylardır.

Standart zaman, bir işin standart bir performansta tamamlaması gereken zamandır.

Herhangi bir durağan elemanın temel zamanının olağan koşullarda aynı olması beklenir. Ancak, uygulamada ölçülen zamanlar arasında kabul edilebilir farkların dışında, aşırı farklı zaman değerleri bulunabilir. Bu şekilde belirlenen koşullara aykırı çok büyük ya da çok küçük değerler elimine edilmelidir (Üçüncü, 2005).

Standart zaman (SZ), paylardan da yararlanılarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanır;

$$SZ = TZ \times (1+\alpha) \quad (sn) \quad (6)$$

Burada;

SZ = Standart zaman (sn)

TZ = Temel zaman (sn)

$\alpha$  = Paylar (toleranslar) (%)

### 1.5. Literatür Özeti

Bilen, G. (2007) “Tekstil İşletmesinde İş Etüdünün Verimliliğe Etkisi ve Bir Tekstil Fabrikasında Uygulamalı Çalışma” adlı tezinde anket çalışmasıyla birlikte bir tekstil işletmesinde iş etüdünün verimliliğe olan etkisinin incelenmesi amacıyla, çalışanlarının ve işçilerinin işletmeden beklentileri belirlenmiş ve verimlilik ile iş etüdü hakkındaki bilgilerin karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Metot etüdü ve iş ölçümünün yararları ve standart zamanın belirlenmesi üzerinde durmuştur. Yapılan anket ve iş etüdü tekniklerinden yararlanılarak:

1. Tekli bantların tekli akış sistemine göre düzenlenmesiyle üretim katında %60’lık bir alan kazanılmıştır.
2. Bant içi stok adedi %91 oranında azaltılmıştır.
3. Bant başına düşen operatör sayısı %15 oranında azaltılmıştır.
4. İkinci kalite oranı %5’ten %1,57’ye, üçüncü kalite oranı %0,2’den %0,06’ya ve materyal taşıyıcı sayısı ise 30’dan 7’ye düşürülmüştür.

5. Paketleme bölümünde bulunan çalışan sayısı yapılan alan çalışması sonunda 106'dan 83'e indirilmiştir.
6. Tasnif bölümünde yapılan çalışma ile gereksiz hareketler ortadan kaldırılarak çalışan sayısı 36'dan 29'a indirilmiştir.
7. Ürün tamir oranı %3 seviyelerine kadar indirilmiş, yükleme performansı %18'den %100'e çıkarılmıştır.

Bircan, H. ve İskender, G. (2005), "İş Ölçümü Tekniklerinden Zaman Etüdü Üzerine Bir Uygulama" adlı çalışmasında, Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Bölümü'nde endoskopi işlemi üzerinde verimlilik değerlendirmesi yapmışlardır. Verimlilik artırma tekniklerinden iş ölçümü tekniği kullanılarak potansiyel performans düzeyi ile mevcut performans düzeyi karşılaştırılmıştır. Uygulama tekniği olarak, doğrudan iş ölçümü tekniği olan ve sonuçlarının güvenilirliği ile kesinliği açısından geniş bir uygulama alanına sahip bulunan zaman etüdü tekniğini kullanılmışlardır. Mevcut sistemde bir endoskopi işlemi için harcanan zaman ile hesaplamalar sonucunda elde edilmiş standart zaman karşılaştırılmış ve ikisi arasındaki farka sebep olan kaçınılabılır etkin olmayan zamanlar ve iş öğeleri ortaya çıkarılmıştır. Bu etkin olmayan zamanların sebepleri araştırılarak, bunların ortadan kaldırılabilmesi için işleme yönelik öneriler geliştirilmiştir. Sonuç olarak; kaçınılabılır etkin olmayan sürelerin ortadan kaldırılması ile toplam endoskopi sayısında % 78 'e, günlük toplam çalışma süresi temelinde ise % 68'e varan bir verimlilik artış oranı elde edilmiştir. Böylece endoskopi işleminde en önemli kaynak olan işgücünün, uygulanan yöntemde yapılabilecek değişikliklerle daha etkili ve verimli kullanımı ile gerçekleştirileceğini ortaya koymuşlardır.

Demirbaş, Z. A. (2010), "Verimlilik Arttırma Tekniği Olarak Metot Etüdünün Bir Hazır Giyim İşletmesinde Uygulanmasının İşletme Performansına Etkileri" adlı tezinde, bir hazır giyim işletmesinde verimliliği arttırmak için metot etüdü kullanmıştır. Performans, verimlilik ve metot etüdü hakkında temel bilgiler verilmiştir. Metot etüdünün temel süreç seması, iş akımı şeması ve ip diyagramı teknikleri uygulanarak verim ve verimliliğe etkisi araştırılmıştır. Mevcut durumun tespit edilmesinden sonra taşıma ve iş bekleme sürelerinin azaltılması, bu sayede verim ve verimliliğin arttırılması hedeflenmiştir. Bu iki hedefe yönelik olarak süreçte iyileştirmeler yapılmış, sürece göre makine yerleşimleri en az hareket olacak şekilde düzenlenmeye çalışılmıştır. Yeni iş yeri yerleşim planı oluşturulmuş ve uygulamaya konulmuştur. Yapılan planlı değişikliklerin verim ve verimlilik değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar mevcut durum sonuçları ile

karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; işçilerin verim değerlerinde artışlar sağlandığı görülmüştür. Her işçinin verim değerinde farklı artışlar görülmekle birlikte, ortalamaya bakıldığında %10'luk bir verim artışı sağlanmıştır. Taşıma ve iş bekleme sürelerinin de azaldığı tespit edilmiştir. Gözlemlenen zaman içinde verimlilik değerlerinde artış sağlanamamıştır.

Dizdar, E. Ve Özen, R. (2001), "Ahşap Mobilya Endüstrisinde Üretim Verimliliği İçin İş Etüdü Uygulamaları" adlı çalışmalarında, önce mobilya endüstrisinin genel durumu ve üretim sorunları hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra zaman etüdü ve metot etüdü çalışmaları yapmışlardır. Bu kapsamda, levha tipi üretim yapan bir mobilya fabrikasında metot etüdü çalışmasıyla mevcut metot incelenerek, levha boyutlandırma makinesine ait üretim zamanı ve üretim miktarı tespit edilmiştir. Yapılan metot ve zaman etüdü çalışmaları ile % 66,5 oranında zaman tasarrufu, % 590 oranında da üretim miktarı artışı sağlandığını belirtmişlerdir.

Gencer, A. (2006), "Verimlilik Analizinde İş Etüdünün Kullanılması ve Bir Uygulama" adlı tezinde, bir bidon üretim tesisinde iş etüdü tekniklerinden zaman etüdünü ayrıntılı olarak incelenmiştir. Mevcut ve önerilen iş durumları için zaman etüdü yapılmış ve işletmeye önerilerde bulunulmuştur. Çalışmanın sonucunda %26,22 üretim artışı, %27,78 zaman kazancı, %8,33 personel kazancı ve bidon başına %29,58 işçilik maliyeti kazancı sağlanmıştır.

Gümüşay, O. O. (2006), "Ekim Makinesi İmalatında Zaman Etüdü" adlı tezinde, iş ölçme tekniklerinden zaman etüdünün özelliklerine değinmiştir. Zaman etüdü çalışmasında kullanılan formlar ve araçlarla ilgili örnekler verilmiş ve zaman etüdünün aşamaları hakkında genel bilgiler vermiştir. Çalışmada ekim makinesi imalatı yapan bir işletmede zaman standardı belirlenmiş ve 31 saat 23 dakika 47 saniye olarak bulunmuştur.

Şahin, E. (2003), "Bir İşyerindeki Metot ve Zaman Etüdü İle Verimliliğin Belirlenmesi" adlı çalışmasında, bir ürüne ait üretim zamanını ve üretim miktarını tespit etmiştir. Yapılan metot ve zaman etüdü düzenlemeleri ile %20 oranında zaman tasarrufu, %25 oranında da miktar artışı sağlanmıştır.

Torunoğlu, F. (2006), "Kapasite Planlaması ve Mobilya Üretim Sistemlerinde Kapasite Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin İncelenmesi" adlı yüksek lisans tezinde, sipariş tipi üretim yapan bir mobilya fabrikasına ait, Geben marka levha boyutlandırma makinesi, çoklu delgi makinesi, kenar bantlama makinesi, freze makinesi ve presleme makinesinde

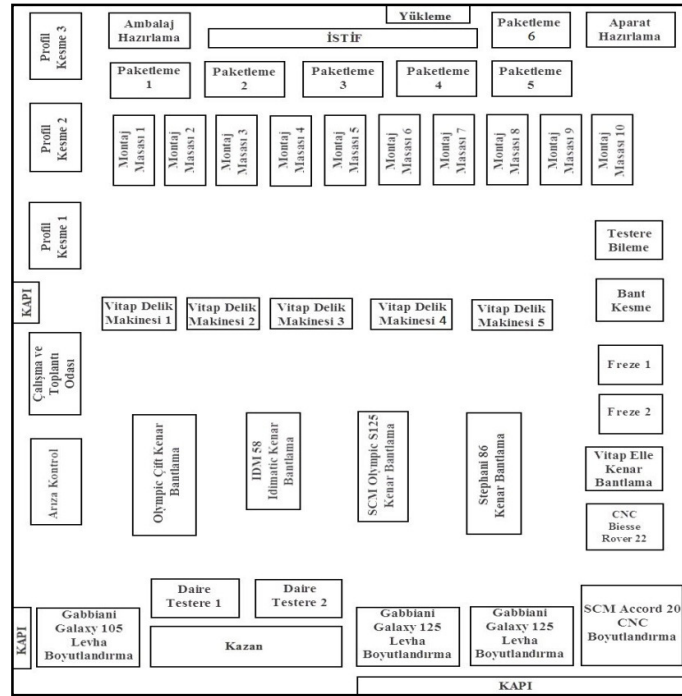
gözlemlerde bulunmuştur. Bu gözlemlere dayanarak elde ettiği sonuçlarla kapasite üzerinde etkili olan faktörleri belirlemeye çalışmıştır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve Yöntem

#### 2.1.1. Materyal

Çalışma, Trabzon'un Arsin ilçesinde, Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulu olan ve 6900 m<sup>2</sup> kapalı alanda üretim yapan Gündoğdu Mobilya A.Ş.'de yapılmıştır. İşletmede masif ve levha ürünlerine dayalı mobilya ve doğrama yanında, metal mobilya ve yatak üretimi yapılmaktadır. Araştırma, levha tipi seri mobilya üretiminde yapılmıştır. Üretimde ana hammadde olarak 16 mm kalınlığında yapay kaplamalı yonga levha ve arkalık için 8 mm kalınlığında tek yüzeyi yapay kaplamalı yonga levha kullanılmaktadır. Genel olarak; yatak odası, yemek odası ve genç odası takımları ile kütüphane ve bağımsız dolap gibi çeşitli ürünler üretilmektedir. Ürünler son kullanıcıya fabrika satış mağazaları aracılığıyla pazarlanmaktadır. Fabrikaya ait yerleşim planı Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Fabrika yerleşim planı



Çalışma, levha tipi üretim yapan fabrikaya ait, levha boyutlandırma makinesi ve delgi makinesinde gerçekleştirilmiştir.

### **2.1.1.1. Levha Boyutlandırma İşlemi**

Levha boyutlandırma makinesi için üretimin başlangıcı noktası denilebilir. Bu makinenin seçilme sebeplerinden ilki kapasitesinin altında çalıştırılmasıdır. İkinci olarak işçi yorgunluğunu azaltıp, üretim verimliliğinin artırılması amaçlanmıştır.

Bu işlemde, kesim planları önceden belirlenen levhalar, ürünlerin boyutlarına uygun olarak daha küçük elemanlarına ayrılırlar.

Asansöre 16mm kalınlığında 36 adet 2800x2100mm veya 3660x1830mm boyutlarındaki yapay kaplamalı yonga levhalar yüklenmektedir. Her işlemde 4 adet levha kesilmektedir.

Her kesim planı için makine operatörü tarafından en az zayıat olacak şekilde tekrar programlama yapılmaktadır. Makineye, kesim planı sadece bilgisayar ağı ile gönderilmektedir.

Makine 115mm kalınlığa kadar kesim yapabilmektedir. Üretimde genellikle 16mm kalınlığında yonga levhalar kullanıldığı göz önünde bulundurulursa, makinede yedi adet levhanın bir işlemde kesilebileceği ortaya konulabilir. Ancak her bir kesim işleminde dörder adet levha kullanılmaktadır.

Çalışmada, levha boyutlandırma işlemi için, GabbianiGalaxy 125 (Şekil 11) marka levha boyutlandırma makinesi esas alınmıştır. Makinenin teknik özellikleri şöyledir (URL-31, 2011):

1. Zayıatsız kesim, stok, maliyet ve kesim süresini hesaplayan bilgisayar programı,
2. Kesim programını ve makinenin kontrolünü sağlayan bilgisayar ünitesi,
3. 115mm yüksekliğe kadar kesim kapasitesi; yonga levha, yapay kaplamalı yonga levha ve MDF' yi üst üste bir seferde kesen, çizicili testere motor sistemi,
4. Kesme hızı; 150 m/dk
5. Asansör sistem ile tam otomatik çalışma,
6. Kesilecek levha sayısına göre otomatik testere yükseklik ayarı,
7. Postforming levha kesimleri için özel çizici ünitesi,
8. Ana testere hareketinde kremayer dişli sistemi,
9. Testere taşıyıcı tepside, hassas ve özel prizmatik yataklar,

10. Pnömatik testere değiştirme,
11. CE Avrupa emniyet standardı,
12. Yüksek hassasiyet ve net kesim özellięi.



şekil 11. Levha boyutlandırma makinesi

Kullanılan Dimar ve Leitz marka kesici ve çizici testerelelerden, Leitz marka testerelelere ait özellikler tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Levha boyutlandırma makinesinde kullanılan testerelelere ait özellikler

Testere tipi	Testere çapı (mm)	Kesici uç sayısı (adet)	Maksimum devir sayısı (d/dk)
Kesici	400	72	4700
Çizici	200	36	11400

Mevcut metotta yapılan ana işlemler şöyledir:

1. Asansöre 36 adet yapay kaplamalı yonga levha yüklenir.
2. Usta tarafından kesim planı makine bilgisayarına girilir.
3. Asansörden, Gabbianigalaxy 125 levha boyutlandırma makinesinin tezgâhına enine yönde gelen 2800x2100mm boyutlarındaki 4 adet levha, işçiler tarafından boyuna çevrilip kesim için sipere dayandırılır.
4. Kesme işlemi levhaya dik olarak gerçekleştirilir. Kesilen ilk levha grubu makine tezgâhının kullanılmayan bölgesinde bekletilir. Diğer grup ise işçiler tarafından tekrar çevrilerek kesim için sipere dayandırılır.
5. Kesilen her aynı parça onlar için ayrılmış paletlere taşınır.

6. Tezgâhta bekletilen levha grubu döndürülerek sipere dayandırılır ve kesim işleminin ardından parçalar aynı şekilde paletlere taşınır ve böylece kesim işlemi tamamlanmış olur.

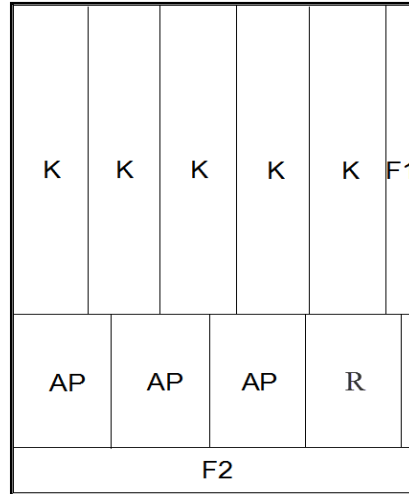
Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metoda ait iş akış şeması ektedir (Ek-2).

Yapılan incelemeler sonucu levha boyutlandırma makinesi için yeni bir metot geliştirilmiştir. Buna göre yapılan değişiklikler şöyledir;

1. Kesim planı, makine bilgisayarına daha deneyimli olan operatör tarafından girilmiştir.
2. Her kesimde kullanılan 2800x2100mm boyutlarındaki levha sayısı 5'e çıkartılmıştır.
3. Kesimin gerçekleştiği ilk tezgâhın yakınına asansörlü bir palet yerleştirilerek, büyük parçaların palete aktarılmasında kolaylık sağlanmıştır. Dolayısıyla taşıma işlemi kolaylaştırılmıştır.

Geliştirilen metoda ait iş akış şeması Ek-3'te verilmiştir.

Kullanılan kesim planları ise, mevcut metot için Şekil 12' de, geliştirilen metot için ise Şekil 13'te gösterilmiştir.



Şekil 12. Mevcut metot için kullanılan kesim planı  
 (Kapak (K); 1756x396 mm,  
 alt panel (AP); 768x529 mm,  
 raf (R); 768x460 mm,  
 fire (F1); 1756x90 mm ve  
 fire (F2); 2100x258 mm boyutlarındadır)

D	D	D	D	F1
R	R	R	R	F2

Şekil 13. Geliştirilen metot için kullanılan kesim planı  
(Sağ-Sol dik orta (D); 1992x499mm,  
Sağ-Sol yatay raf (R); 769x499mm,  
fire (F1); 1992x78mm,  
fire (F2); 769x78mm boyutlarındadır)

### 2.1.1.2. Delgi İşlemi

Uygun kesim planlarına göre kesilen ve modeline göre kenar bantlaması yapılan parçalar, yapılan uygun delgi planına göre delinirler. Delgi makinesi, birden çok işlem yapılan parçaların standart zamanının belirlenmesi ve delgi işlemindeki aksaklıkların belirlenmesi amacıyla seçilmiştir.

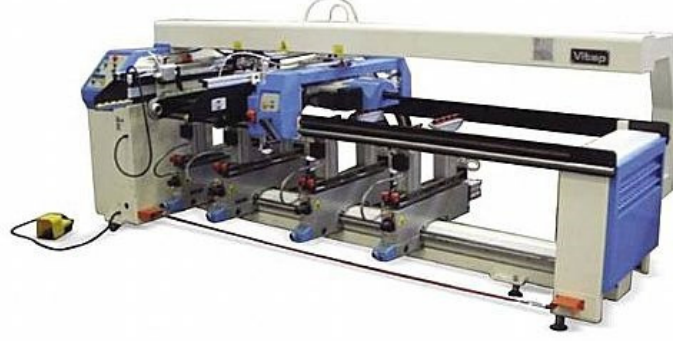
Delgi planları açık ve anlaşılır şekilde yapılmaz. Büyük parçalar kapasiteyi arttıracığından, özellikle bu parçaların delgi planlarında hata olmamalıdır. İşlem sayısını arttırıcı delgi planlarından kaçınılmalıdır.

Delgi hattında yapılan işlemler şöyledir;

1. Bilgisayara yüklenen delgi planına göre, makine operatörü, makine başlıklarını ve stop miktarını uygun uzaklıklarda ayarlar,
2. Delgi planında belirtilen ölçülerdeki matkaplar, matkap yuvalarına yerleştirilir. Bu ölçüler kullanılan malzemeye göre farklılık gösterebilir. Çeşitli boyutlarda bağlantı elemanları kullanılır (silindir çektirme, vida, kavela, metal veya plastik dübel gibi).
3. Tüm ayarlar yapıldıktan sonra delinecek levhalardan ilki, matkaplar sırasıyla manüel olarak çalıştırılarak delinir.

4. Delinen parça makine tezgâhı üzerine çıkarılır. Metre ve kumpas yardımıyla delikler arası uzaklıklar, stop miktarı ve delik derinlikleri ölçülerek delgi işleminin doğruluğu kontrol edilir.
5. Delgi işlemi doğruysa, seri olarak delgi işlemine geçilir. Bir işçi palettteki parçaları teker teker makineye verir. Diğer işçi ise delinen parçaları palete aktarır.

İşletmede beş adet Vitap marka delgi makinesi bulunmaktadır. Bunlardan iki adet bulunan Vitap Sigma 2 TAS, daha modern olup çoklu delgi yapabilmektedir. Çalışma, VitapSigma 2 TAS (Şekil 14) delgi makinesinde bir dolabın sağ-sol yan parçalarında yapılmıştır. Parçanın delinme işleminin tamamlanması için 3 işlemden geçmesi gerekmektedir. Söz konusu sağ-sol yan levhası Ek-4'te gösterilmiştir. Deliklerin yanındaki rakamlar işlem sırasını göstermektedir.



Şekil 14. Çoklu delgi makinesi

VitapSigma 2 TAS çoklu delgi makinesinin teknik özellikleri şöyledir (URL-32, 2011):

1. 5 adet altta birer adet yanlarda olmak üzere toplam 7 adet matkap başlığı (alttaki başlıklarda toplam 22 adet, yanlardaki başlıklarda ise 21'er adet matkap yuvası),
2. Matkaplar merkezleri arası uzaklık 32 mm,
3. İlk ve son sıralı matkap merkezi arası uzaklık 640 mm,
4. Maksimum delik derinliği 75 mm,
5. Maksimum levha kalınlığı 80 mm,
6. Maksimum delinecek levha eni 2500 mm,
7. Minimum delinecek levha eni 240 mm,
8. Alt başlıklar arası minimum uzaklık 96 mm,
9. Alt delik grupları için hidrolik fren sistemi.

### 2.1.2. Yöntem

Çalışma, mobilya fabrikasında üretilen ürünlerin üretim bütünlüğünü ilgilendiren levha boyutlandırma ve delgi makinesinde yapılmıştır. Levha boyutlandırma makinesinde metot etüdü yapılmıştır. Geliştirilen metodun mevcut metotla arasındaki farklar ortaya koyulmuştur. Her iki makinede de zaman etüdü yapılmıştır. Yapılan işler, önce elemanlarına ayrılmıştır. Daha sonra belirlenen paylarla birlikte her iki makine için standart süreler hesaplanmıştır. İş etüdü teknikleri ile gereksiz uygulamaların önüne geçilmeye ve kapasitenin artırılmasına çalışılmıştır.

Verilerin normal dağılıma uygunluğunun belirlenmesinde SPSS paket programı yardımıyla Tek Örnek Kolmogorov-Simironov testi ile normal dağılım gösterip göstermedikleri % 95 güvenle test edilmiştir.

Gözlenen zamanlara ait verilerin; aritmetik ortalaması, standart sapması ve varyasyon katsayısı belirlenmiştir. Her iki makinede gözlenen zamanlardan; işçiye bağlı eleman süreleri makineye bağlı eleman sürelerine göre daha fazla sapma göstermiştir. Ancak bu sürelerin, Tek Örnek Kolmogorov-Simironov testine göre normal dağılım göstermiş olmasına rağmen, bazılarının yapılması gereken ölçüm sayısını arttırdığı gözlenmiştir. % 95 güven aralığına göre, standart sapması yüksek olan işçiye bağlı eleman süreleri dikkate alınarak, levha boyutlandırma makinesinde mevcut metottaki işlemlerde ve delgi makinesinde ön etüt sayısı 10 adet olarak belirlenmiştir. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metottaki ön etüt sayısı ise 8 adet olarak belirlenmiştir. Bu durum, işletmedeki üretim planına göre hareket etme zorunluluğundan kaynaklanmıştır.

Çalışma sırasında meydana gelen, işin yapılmasıyla ilgili küçük aksamalar ve beklenmeyen süreler şöyledir;

1. Makine bakım onarımında geçen zamanlar,
2. Beklenmeyen uzun süreli arızalar,
3. Boş paletlerin getirilmesi ve dolu paletlerin sonraki hatlarda işlem görmek üzere boş paletlere aktarılması,
4. Her iki makinede de işin yapılmasına üçüncü işçilerin katılması durumundaki zamanlar,
5. İşçilerin aralarında konuşması sırasında (şakalaşma, dikkat dağıtıcı ve oyalayıcı hareketler gibi) işin bekletilmesine sebep olan zamanlar.

Bu süreler gözlenen zamanlara eklenmemiştir.

Temel zaman ve buna bağılı olarak standart zamanın hesaplanması, gereken gözlem sayısının belirlenmesi ve işlerin yapılma şartlarına göre seçilen paylar aşağıda gösterilmiştir.

Temel zamanın hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$TZ = GZ \times D \quad (\text{sn}) \quad (5)$$

Burada;

TZ = Temel zaman

GZ = Gözlenen zaman (Ölçülen zaman)

D = Derece (Tempo takdiri)

Standart zamanın hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$SZ = TZ \times (1 + \alpha) \quad (\text{sn}) \quad (6)$$

Burada;

SZ = Standart zaman

TZ = Temel zaman

$\alpha$  = Paylar (toleranslar)

Her eleman için 10 adet ön etüt yapılması planlanmıştır. Gereken gözlem sayısının belirlenmesinde %95 güven düzeyi ve  $\pm$  %5 hata payı ile aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$N' = \left( \frac{40 \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (\text{adet}) \quad (4)$$

Burada;

N = Ön etütte yapılan gözlem sayısı (adet)

N' = %95 güven düzeyi ve  $\pm$  %5 hata payı ile yapılması gereken gözlem sayısı (adet)

x = Okunan değerler

Çalışmanın yapıldığı makinelerde standart zamanın belirlenmesinde kullanılan paylar, dinlenme payları tablosundan yararlanılarak belirlenmiştir (tablo 3).

### **2.1.2.1. Levha Boyutlandırma Makinesinde İşin Elemanlarına Ayrılması ve Dinlenme Paylarının Belirlenmesi**

Levha boyutlandırma hattının analiz edilmesinden sonra yapılan iş elemanlarına ayrılmıştır.

#### **2.1.2.1.1. Mevcut Metotta İşin Elemanlarına Ayrılması**

Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metotla yapılan işlemin elemanlarına ayrılması ve elemanların ayırma noktaları şöyledir:

1. eleman: Kesim planının usta tarafından bilgisayara girilmesi ve optimize edilmesi  
Ayırma noktası: Start tuşuna basılması
2. eleman: İtıcıların, asansöre yönelerek levhalarla ilk teması  
Ayırma noktası: İtıcıların levhaları tezgâha itmeye başlaması
3. eleman: Levhaların tezgâha gelmesi  
Ayırma noktası: İtıcıların durması
4. eleman: Enine yönde tezgâha gelen levhaların işçiler tarafından boyuna yönde iticilere dayandırılması  
Ayırma noktası: Start tuşuna basılması
5. eleman: Makinenin çekiciler yardımıyla levhaları kesime hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
6. eleman: Kenarın tıraşlanması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
7. eleman: İtıcıların, levhaları iki gruba ayırması için kesime hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
8. eleman: Kesimin yapılması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
9. eleman: Alt panel ve rafların kesileceği grubun tezgâhın kullanılmayan bölgesinde bekletilmesi  
Ayırma noktası: İşçilerin son teması
10. eleman: İtıcıların, levhaları 2. tıraşlamaya hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
11. eleman: 2. tıraşlamanın yapılması



Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

12. eleman: Kapakların kesileceği levhaların döndürülerek sipere dayandırılması

Ayırma noktası: Start tuşuna basılması

13. eleman: İticilerin, kapakların kesileceği levhaları kesime hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

14. eleman: Kenarın tıraşlanması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

15. eleman: İticilerin, levhaları ilk kapakların kesimine hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

16. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

17. eleman: İlk kapakların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

18. eleman: İticilerin, levhaları ikinci kapakların kesimine hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

19. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

20. eleman: İkinci kapakların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

21. eleman: İticilerin, levhaları üçüncü kapakların kesimine hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

22. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

23. eleman: Üçüncü kapakların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

24. eleman: İticilerin, levhaları dördüncü kapakların kesimine hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

25. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

26. eleman: Dördüncü kapakların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

27. eleman: İticilerin, levhaları beşinci kapakların kesimine hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

28. eleman: Kesimin yapılması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
29. eleman: Beşinci kapakların palete taşınması  
Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
30. eleman: Tezgâhın kullanılmayan bölgesinde bekletilen alt panellerin kesileceği levhaların çevrilerek sipere dayandırılması  
Ayırma noktası: Start tuşuna basılması
31. eleman: İticilerin, alt panellerin ve rafların kesileceği levhaları hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
32. eleman: Kenarın tıraşlanması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
33. eleman: İticilerin, birinci alt panellerin kesileceği levhaları hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
34. eleman: Kesimin yapılması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
35. eleman: Birinci alt panellerin tezgâha taşınması  
Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
36. eleman: İticilerin, ikinci alt panellerin kesileceği levhaları hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
37. eleman: Kesimin yapılması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
38. eleman: İkinci alt panellerin tezgâha taşınması  
Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
39. eleman: İticilerin, üçüncü alt panellerin kesileceği levhaları hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
40. eleman: Kesimin yapılması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
41. eleman: Üçüncü alt panellerin palete taşınması  
Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
42. eleman: İticilerin, rafların kesileceği levhaları hazırlaması  
Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
43. eleman: kesimin yapılması  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

44. eleman: Rafların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

### **2.1.2.1.2. Geliştirilen Metotta İşin Elemanlarına Ayrılması**

Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metotla yapılan işlemin elemanlarına ayrılması ve elemanların ayırma noktaları şöyledir:

1. eleman: Kesim planının operatör tarafından bilgisayara girilmesi ve optimize edilmesi

Ayırma noktası: Start tuşuna basılması

2. eleman: İtıcıların, asansöre yönelerek levhalarla ilk teması

Ayırma noktası: İtıcıların levhaları tezgâha itmeye başlaması

3. eleman: Levhaların tezgâha gelmesi

Ayırma noktası: İtıcıların durması

4. eleman: Enine yönde tezgâha gelen levhaların işçiler tarafından boyuna yönde iticilere dayandırılması

Ayırma noktası: Start tuşuna basılması

5. eleman: Makinenin çekiciler yardımıyla levhaları kesime hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

6. eleman: Kenarın tıraşlanması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

7. eleman: İtıcıların, levhaları iki gruba ayırması için kesime hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

8. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

9. eleman: Sağ/Sol yatay rafların kesileceği grubuntezgâhın kullanılmayan bölgesinde bekletilmesi

Ayırma noktası: İşçilerin son teması

10. eleman: İtıcıların, levhaları 2. tıraşlamaya hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

11. eleman: 2. tıraşlamanın yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

12. eleman: Sağ/Sol dik ortaların kesileceği levhaların döndürülerek sipere dayanması

Ayırma: Start tuşuna basılması

13. eleman: İticilerin, sağ/sol dik ortaların kesileceği levhaları hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

14. eleman: Kenarın tıraşlanması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

15. eleman: İticilerin, levhaları ilk sağ/sol dik ortaları kesimine hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

16. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

17. eleman: İlk sağ/sol dik ortaların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

18. eleman: İticilerin, levhaları ikinci sağ/sol dik ortaları kesime hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

19. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

20. eleman: İkinci sağ/sol dik ortaların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

21. eleman: İticilerin, levhaları üçüncü sağ/sol dik ortaları kesime hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

22. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

23. eleman: Üçüncü sağ/sol dik ortaların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

24. eleman: İticilerin, levhaları dördüncü sağ/sol dik ortaları kesime hazırlaması

Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması

25. eleman: Kesimin yapılması

Ayırma noktası: Üst baskının kalkması

26. eleman: Dördüncü sağ/sol dik ortaların palete taşınması

Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

27. eleman: Tezgâhın kullanılmayan noktasında bekletilen sağ/sol yatay rafların kesileceği levhaların çevrilerek sipere dayandırılması

- Ayırma noktası: Start tuşuna basılması
28. eleman: İticilerin, sağ/sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması
- Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
29. eleman: Kenarın tıraşlanması
- Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
30. eleman: İticilerin, birinci sağ/sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması
- Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
31. eleman: Kesimin yapılması
- Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
32. eleman: Birinci sağ/sol yatay rafların palete taşınması
- Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
33. eleman: İticilerin, ikinci sağ/sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması
- Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
34. eleman: Kesimin yapılması
- Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
35. eleman: İkinci sağ/sol yatay rafların palete taşınması
- Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
36. eleman: İticilerin, üçüncü sağ/sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması
- Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
37. eleman: Kesimin yapılması
- Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
38. eleman: Üçüncü sağ/sol yatay rafların palete taşınması
- Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması
39. eleman: İticilerin, dördüncü sağ/sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması
- Ayırma noktası: Üst baskının uygulanması
40. eleman: kesimin yapılması
- Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
41. eleman: Dördüncü sağ/sol yatay rafların palete taşınması
- Ayırma noktası: İşçilerin levhalarla son teması

Levha boyutlandırma makinesinde, mevcut ve geliştirilen metotta yapılan zaman etüdü için belirlenen dinlenme payları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Levha boyutlandırma makinesinde esas alınan dinlenme payları

<b>DİNLENME PAYLARI</b>	
<b>FAKTÖRLER</b>	<b>PAYLAR (%)</b>
<b>A. KİŞİSEL İHTİYAÇLAR</b>	2
<b>B. YORULMA PAYLARI</b>	
<b>1. Bedensel Çaba Yorgunluğu ve Beceri</b>	
Orta ağırlıkta ve ustalık isteyen	8
<b>2. Düşünsel Çaba Yorgunluğu</b>	
% 30 - 40 yoğunluk	1
<b>3. Çalışma Sırasında Duruş Pozisyonu</b>	
Ayakta	2
<b>4. Gürültü</b>	
Konuşmak için sesi yükseltmek	1
<b>5. Göz Yorgunluğu</b>	
Çıplak gözle yapılan işler	0
<b>6. Çevre Koşulları</b>	
Duman, yağ kokusu vb faktörler	3
<b>C. GECİKME PAYLARI</b>	
Arızı	1
<b>TOPLAM</b>	<b>18</b>

### 2.1.2.2. Delgi Makinesinde İşin Elemanlarına Ayrılması ve Dinlenme Paylarının Belirlenmesi

Delgi hattına ait bilgiler toplandıktan sonra, delgi makinesinde yapılan işlem elemanlarına ayrılmıştır. Elemanlar ve ayırma noktaları şöyledir:

1. eleman: Kesim planının bilgisayara girilmesi ve makinenin ayarlanması  
Ayırma noktası: İlk iş parçasının delinmesi
2. eleman: İlk iş parçasının delinmesi ve yapılan işlemin kontrol edilmesi  
Ayırma noktası: Diğer iş parçalarının seri olarak delinmeye başlanması
3. eleman: İş parçasının delinmek üzere makineye vermesi  
Ayırma noktası: İşçinin iş parçası ile son teması
4. eleman: Makinenin iş parçasını delmesi  
Ayırma noktası: Üst baskının kalkması
5. eleman: İşçinin, delinen iş parçasını palete yerleştirmesi  
Ayırma noktası: İşçinin iş parçası ile son teması

Delgi makinesinde, zaman etüdü için belirlenen dinlenme payları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Delgi makinesinde esas alınan dinlenme payları

<b>DİNLENME PAYLARI</b>	
<b>FAKTÖRLER</b>	<b>PAYLAR (%)</b>
<b>A. KİŞİSEL İHTİYAÇLAR</b>	2
<b>B. YORULMA PAYLARI</b>	
<b>1. Bedensel Çaba Yorgunluğu ve Beceri</b>	
Hafif ve ustalık isteyen	4
<b>2. Düşünsel Çaba Yorgunluğu</b>	
% 30 - 40 yoğunluk	1
<b>3. Çalışma Sırasında Duruş Pozisyonu</b>	
Ayakta	2
<b>4. Gürültü</b>	
Konuşmak için sesi yükseltmek	1
<b>5. Göz Yorgunluğu</b>	
Çıplak gözle yapılan işler	0
<b>6. Çevre Koşulları</b>	
Duman, yağ kokusu vb faktörler	3
<b>C. GECİKME PAYLARI</b>	
Arızı	1
<b>TOPLAM</b>	<b>14</b>

### **3. BULGULAR**

Levha boyutlandırma makinesi ve delgi makinesinde, yapılan işler belirlenmiş, elemanlarına ayrılmış ve makineler için kullanılacak paylar belirlenmiştir. Daha sonra her iki makine için sırasıyla gözlenen zamanlar, temel zamanlar ve son olarak standart zamanlar belirlenmiştir.

#### **3.1. Levha Boyutlandırma Makinesinde Harcanan Zamanların Belirlenmesi**

##### **3.1.1. Mevcut Metotta Harcanan Zamanların Belirlenmesi**

Yapılan iş elemanlarına ayrıldıktan sonra her eleman için harcanan zamanlar belirlenmiştir. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metoda göre yapılan ölçümlerdeki 44 elemandan 14'ü işçiye bağlı diğerleri ise makineye bağlı elemanlardır. Tablo 9'da işçiye bağlı elemanlar gösterilmiştir.



Tablo 9. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metotta işçiye bağlı elemanlar

Devre No	Eleman No						
	1	4	9	12	17	20	23
1	196	24,80	5,86	24,87	5,38	5,57	5,43
2	182	24,43	5,4	22,21	5,37	5,59	5,14
3	165	24,23	5,65	26,08	5,23	5,53	5,18
4	188	21,20	5,73	27,16	5,01	5,03	5,66
5	210	25,84	5,19	26,08	5,66	5,08	5,62
6	180	22,47	5,05	27,31	5,52	5,69	5,15
7	185	22,33	4,93	26,79	5,18	5,65	5,53
8	192	24,24	5,36	27,27	5,48	5,93	5,04
9	179	25,18	5,20	26,93	5,21	5,29	5,93
10	170	21,43	5,49	27,77	5,18	5,85	5,30
11	158	26,90	5,41	29,13	5,33	5,22	4,80
12	215	27,37	5,62	22,81	5,46	6,43	4,95
13	205	27,96		21,38	5,54	6,25	6,20
14	152	28,02		22,36			6,15
15	215	18,20		21,45			
$\bar{X}$	186	24,31	5,41	25,31	5,35	5,62	5,43
Standart Hata	5	0,72	0,08	0,66	0,05	0,11	0,11
S	19,8	2,79	0,28	2,57	0,18	0,42	0,43
N'	17	20	4	15	2	8	9
Alt Limit	175	22,76	5,22	23,87	5,23	5,36	5,18
Üst Limit	197	25,85	5,58	26,73	5,46	5,87	5,68

Tablo 9'un devamı

Devre No	Eleman No						
	26	29	30	35	38	41	44
1	5,65	5,18	6,26	7,95	6,98	6,69	7,19
2	5,25	5,52	6,21	7,01	6,90	6,71	6,72
3	5,20	5,36	6,21	7,36	6,97	6,26	7,02
4	5,21	5,57	6,28	7,65	7,63	6,92	6,99
5	5,18	5,97	6,28	7,16	6,78	5,95	6,94
6	5,37	5,31	6,26	7,11	6,92	5,91	6,82
7	5,48	5,57	6,24	7,55	6,69	5,83	6,86
8	5,65	5,22	6,25	7,08	6,73	6,20	7,94
9	5,95	5,72	6,27	6,83	6,39	6,81	7,40
10	5,67	5,12	6,23	6,92	6,71	6,19	7,82
11	5,49	5,82	6,28	7,55	6,74	6,89	7,75
12	5,51	5,52	6,24	7,56	6,68	6,89	6,59
13	5,82	5,61	6,25	7,36	6,71	5,89	5,92
14		5,46		7,48	6,86	5,37	8,01
15				7,21		7,10	8,20
$\bar{X}$	5,49	5,50	6,25	7,32	6,84	6,37	7,21
Standart Hata	0,06	0,65	0,01	0,79	0,07	0,13	0,16
S	0,25	0,24	0,02	0,31	0,27	0,51	0,63
N'	3	3	1	3	2	10	11
Alt Limit	5,34	5,35	6,23	7,14	6,67	6,08	6,86
Üst Limit	5,64	5,63	6,26	7,48	6,99	6,66	7,56

İşçiye bağlı elemanlardan özellikle 1, 4 ve 12 nolu elemanlar için yapılması gereken gözlem sayısı (N') ön etüt sayısından yüksek çıkmıştır. %95 güven aralığı ve N' dikkate alınarak ön etüt sayısı 10 olarak belirlenmiştir. Standart zamanlar buna göre hesaplanmıştır.

Makineye bağlı elemanlar Tablo 10'da gösterilmiştir

Tablo 10. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metotta makineye bağlı elemanlar

Devre No	Eleman No											
	2	3	5	6	7	8	10	11	13	14	15	16
1	17,43	22,47	6,65	12,87	4,25	9,70	6,08	14,57	6,42	11,28	3,70	8,21
2	17,72	22,57	7,63	12,87	4,20	9,87	5,96	14,25	6,06	10,87	3,96	8,87
3	17,62	22,85	7,67	12,64	4,12	9,81	6,03	14,82	6,27	11,17	3,60	8,66
4	17,50	22,64	7,79	12,83	4,02	9,93	6,14	14,49	6,78	11,45	3,61	8,56
5	17,62	23,12	7,40	12,30	4,11	9,94	6,15	14,75	6,62	11,42	3,48	8,68
6	17,36	22,51	7,65	12,56	4,05	9,75	6,26	14,62	6,81	11,27	3,48	8,67
7	17,45	22,81	7,66	12,45	4,06	9,96	6,07	14,76	6,85	11,38	3,64	7,98
8	17,41	23,54	7,59	12,18	3,99	9,93	6,12	14,14	6,50	11,38	3,55	8,65
9	17,73	22,73	7,23	12,72	4,01	9,89	6,09	14,63	6,54	11,30	3,88	8,89
10	17,06	23,28	7,15	12,67	4,16	9,78	6,08	14,24	6,52	10,94	3,44	8,83
$\bar{X}$	17,49	22,85	7,44	12,61	4,10	9,86	6,10	14,53	6,54	11,25	3,63	8,60
Standart Hata	0,06	0,11	0,1	0,07	0,02	0,02	0,02	0,07	0,07	0,06	0,05	0,09
S	0,19	0,35	0,34	0,23	0,08	0,09	0,07	0,24	0,24	0,19	0,17	0,29
N'	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2
Alt Limit	17,34	22,59	7,19	12,43	4,03	9,79	6,04	14,35	6,35	11,10	3,51	8,39
Üst Limit	17,36	23,10	7,68	12,77	4,15	9,92	6,15	14,69	6,71	11,87	3,75	8,80

Tablo 10'un devamı

Devre No	Eleman No											
	18	19	21	22	24	25	27	28	31	32	33	34
1	3,62	8,70	3,38	8,85	3,83	8,84	3,85	8,67	7,48	8,60	3,80	7,08
2	3,71	8,66	3,45	8,64	3,52	8,78	3,72	8,49	7,66	8,52	3,58	7,09
3	3,72	8,62	3,32	8,72	3,69	8,69	3,78	8,72	7,96	8,31	3,80	7,14
4	3,61	8,74	3,44	8,75	3,53	8,80	3,65	8,75	7,55	8,46	3,61	7,14
5	3,64	8,82	3,58	8,64	3,52	8,72	3,79	8,70	7,27	8,44	3,93	7,12
6	3,72	8,84	3,54	8,73	3,47	8,71	3,55	8,89	7,44	8,53	3,86	7,09
7	3,59	8,71	3,48	8,57	3,62	8,72	3,59	8,85	7,83	8,51	3,82	7,02
8	3,64	8,82	3,58	8,94	3,65	8,94	3,77	8,84	7,39	8,45	3,77	7,40
9	3,69	8,80	3,43	8,91	3,47	8,91	3,89	8,87	7,76	8,41	4,03	7,07
10	3,65	8,88	3,52	8,99	3,43	8,91	3,81	8,91	7,42	8,66	4,00	7,17
$\bar{X}$	3,66	8,76	3,47	8,77	3,57	8,80	3,74	8,77	7,58	8,49	3,82	7,13
Standart Hata	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,06	0,03	0,04	0,03
S	0,04	0,08	0,08	0,14	0,12	0,09	0,11	0,12	0,21	0,09	0,14	0,1
N'	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	2	1
Alt Limit	3,62	8,69	3,41	8,67	3,48	8,73	3,66	8,67	7,41	8,41	3,71	7,05
Üst Limit	3,69	8,82	3,53	8,87	3,66	8,86	3,81	8,86	7,73	8,55	3,92	7,20

Makineye bağı eleman sürelerinin çoğunlukla %95 güven aralığında olduğu gözlenmiştir. Makine işlem süreleri çok fazla değişiklik göstermeyeceğinden bu aralık dışında kalan sürelerin ise kronometreyi başlatma ve durdurmadaki küçük farklardan kaynaklandığı söylenebilir.

### 3.1.2. Geliştirilen Metotta Harcanan Zamanların Belirlenmesi

İşletmede, kesim planları sürekli farklılık göstermektedir. Yapılan üretim planına göre aynı kesim planına rastlamak oldukça güçtür. Bu nedenle mevcut yöntemde çalışılan kesim planına en yakın kesim planı üzerinden ölçüm yapılmıştır. Yapılan iş, elemanlarına ayrıldıktan sonra, her eleman için harcanan zamanlar belirlenmiştir. Sonuç olarak 41 eleman elde edilmiştir. Bu elemanlardan 13'ü işçiye bağı, diğerleri ise makineye bağı elemanlardır. Tablo 11'de işçiye bağı elemanlar gösterilmiştir.

Tablo 11. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metotta işçiye bağı elemanlar

Devre No	Eleman No												
	1	4	9	12	17	20	23	26	27	32	35	38	41
1	67,24	26,1	5,45	25,76	4,80	4,32	4,77	4,49	7,95	6,62	6,10	6,22	6,55
2	66,45	26,78	5,55	24,84	5,18	5,26	4,89	4,82	7,97	6,43	6,20	6,43	6,35
3	58,88	25,27	5,32	24,62	4,61	4,99	4,61	4,87	7,19	6,69	6,23	6,21	6,52
4	69,37	24,21	5,46	25,88	4,27	4,78	5,18	4,91	7,66	6,51	6,52	6,30	6,36
5	57,56	22,54	5,62	23,04	5,35	4,48	5,33	5,25	7,27	6,85	6,36	6,82	6,27
6	63,23	23,95	5,57	27,79	4,74	4,54	4,78	4,29	7,36	6,87	6,62	6,36	6,62
7	70,26	25,65	5,47	28,83	5,23	4,99	4,78	4,79	7,48	6,29	6,23	6,42	6,54
8	69,22	26,88	5,61	25,92	4,88	4,33	5,26	5,11	7,29	6,42	6,28	6,90	6,42
$\bar{X}$	<b>65,28</b>	<b>25,17</b>	<b>5,51</b>	<b>25,8</b>	<b>4,88</b>	<b>4,71</b>	<b>4,95</b>	<b>4,82</b>	<b>7,52</b>	<b>6,59</b>	<b>6,32</b>	<b>6,46</b>	<b>6,45</b>
Std Hata	<b>1,72</b>	<b>0,53</b>	<b>0,03</b>	<b>0,64</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>	<b>0,04</b>
S	<b>4,88</b>	<b>1,50</b>	<b>0,10</b>	<b>1,81</b>	<b>0,35</b>	<b>0,34</b>	<b>0,26</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,20</b>	<b>0,17</b>	<b>0,26</b>	<b>0,12</b>
N'	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Alt Limit	<b>61,19</b>	<b>23,91</b>	<b>5,42</b>	<b>24,31</b>	<b>4,58</b>	<b>4,42</b>	<b>4,72</b>	<b>4,55</b>	<b>7,26</b>	<b>6,40</b>	<b>6,17</b>	<b>6,23</b>	<b>6,35</b>
Üst Limit	<b>69,36</b>	<b>26,43</b>	<b>5,59</b>	<b>27,35</b>	<b>5,18</b>	<b>5,00</b>	<b>5,17</b>	<b>5,07</b>	<b>7,77</b>	<b>6,76</b>	<b>6,46</b>	<b>6,67</b>	<b>6,55</b>

Benzer kesim planının kullanılması iki metot arasında büyük farklar çıkarmayacağı düşünüldüğünden, gerçekleştirilmek istenen amaca uygun düşmektedir.

İşletmedeki üretim planına göre hareket etme zorunluluğundan dolayı gözlem sayısı 8 adet olarak belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucu, yapılması gereken gözlem sayısının 8 adetten az olduğu görülmüştür. Bu durum için, işçilerin normal hızda çalıştıklarının bir göstergesi olduğu söylenebilir.

Her iki metotta da ortak bulunan 1, 4, ve 12 nolu işçiye bağlı elemanların, ön etüt sayısının az olmasına rağmen, geliştirilen metotta normale daha yakın olduğu görülmektedir.

Makineye bağlı elemanlar Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metotta makineye bağlı elemanlar

Devre No	Eleman No									
	2	3	5	6	7	8	11	13	14	15
1	17,43	22,47	7,63	12,87	4,60	9,70	14,57	6,42	11,28	3,53
2	17,72	22,57	7,67	12,87	4,80	9,87	14,25	6,06	11,49	3,95
3	17,62	22,85	7,79	12,64	4,73	9,81	14,82	6,27	11,52	3,63
4	17,50	22,64	7,40	12,83	4,62	9,93	14,49	6,78	11,45	3,74
5	17,62	23,12	7,65	12,30	4,68	9,94	14,75	6,62	11,42	3,66
6	17,36	22,51	7,66	12,56	4,86	9,75	14,62	6,81	11,46	3,85
7	17,45	22,81	7,59	12,45	4,58	9,96	14,76	6,85	11,38	3,71
8	17,41	23,54	7,23	12,18	4,62	9,93	14,14	6,50	11,38	3,88
$\bar{X}$	17,51	22,81	7,58	12,59	4,69	9,86	14,55	6,54	11,42	3,74
Standart Hata	0,04	0,12	0,06	0,09	0,03	0,03	0,08	0,09	0,02	0,04
S	0,12	0,36	0,17	0,26	0,10	0,09	0,24	0,28	0,07	0,14
N'	1	5	1	1	1	1	1	2	1	2
Alt Limit	17,40	22,51	7,42	12,36	4,60	9,77	14,34	6,30	11,35	3,62
Üst Limit	17,61	23,11	7,72	12,80	4,77	9,94	14,75	6,77	11,48	3,86

Tablo 12'nin devamı

Devre No	Eleman No								
	16	18	19	21	22	24	25	28	29
1	10,17	3,76	10,17	3,14	10,37	3,74	10,18	7,38	8,34
2	10,21	3,16	10,24	3,89	10,41	3,66	10,02	7,56	8,45
3	10,81	3,88	10,33	3,91	10,16	3,72	10,15	7,77	8,46
4	10,88	3,73	10,37	3,87	10,48	3,62	10,04	7,55	8,48
5	10,37	3,81	10,19	3,81	10,36	3,51	10,2	7,37	8,41
6	10,44	3,82	10,32	3,86	10,42	3,71	10,36	7,48	8,32
7	10,32	3,85	10,30	3,78	10,30	3,75	10,28	7,78	8,3
8	10,29	3,75	10,34	3,82	10,14	3,62	10,17	7,39	8,44
$\bar{X}$	<b>10,44</b>	<b>3,72</b>	<b>10,28</b>	<b>3,76</b>	<b>10,33</b>	<b>3,67</b>	<b>10,18</b>	<b>7,54</b>	<b>8,40</b>
Standart Hata	<b>0,09</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>
S	<b>0,26</b>	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,25</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>
N'	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Alt Limit	<b>10,21</b>	<b>3,52</b>	<b>10,22</b>	<b>3,54</b>	<b>10,22</b>	<b>3,59</b>	<b>10,08</b>	<b>7,39</b>	<b>8,34</b>
Üst Limit	<b>10,65</b>	<b>3,91</b>	<b>10,34</b>	<b>3,97</b>	<b>10,43</b>	<b>3,73</b>	<b>10,26</b>	<b>7,67</b>	<b>8,54</b>

Tablo 12'nin devamı

Devre No	Eleman No							
	30	31	33	34	36	37	39	40
1	3,4	7,91	3,46	7,86	3,64	7,82	3,76	7,8
2	3,55	7,84	3,75	7,92	3,62	7,84	3,72	7,72
3	3,61	7,98	3,68	7,8	3,72	7,86	3,68	7,84
4	3,73	7,98	3,78	7,75	3,68	7,82	3,82	7,8
5	3,66	7,74	3,7	7,7	3,67	7,81	3,86	7,81
6	3,71	7,76	3,75	7,72	3,62	7,8	3,8	7,89
7	3,89	7,75	3,65	7,86	3,71	7,88	3,84	7,82
8	3,65	7,89	3,71	7,68	3,73	7,94	3,86	7,78
$\bar{X}$	<b>3,65</b>	<b>7,85</b>	<b>3,69</b>	<b>7,79</b>	<b>3,67</b>	<b>7,85</b>	<b>3,79</b>	<b>7,81</b>
Standart Hata	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>
S	<b>0,14</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>
N'	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Alt Limit	<b>3,53</b>	<b>7,77</b>	<b>3,60</b>	<b>7,71</b>	<b>3,63</b>	<b>7,80</b>	<b>3,73</b>	<b>7,76</b>
Üst Limit	<b>3,76</b>	<b>7,92</b>	<b>3,76</b>	<b>7,85</b>	<b>3,71</b>	<b>7,88</b>	<b>3,84</b>	<b>7,84</b>

Geliştirilen metotta da makineye bağlı eleman sürelerinin çoğunlukla %95 güven aralığında olduğu gözlenmiştir. Makine işlem süreleri çok fazla değişiklik

göstermeyeceğinden bu aralık dışında kalan sürelerin de kronometreyi başlatma ve durdurmadaki küçük farklardan kaynaklandığı söylenebilir.

### **3.2. Levha Boyutlandırma Makinesinde Temel Zamanların Belirlenmesi**

Her elemana ait harcanan zamanların ölçülmesiyle birlikte derecelendirme de yapılmıştır. Harcanan zamanlar derece ile çarpılarak temel zamanlar elde edilmiştir. Tüm elemanlarda yapılması gereken gözlem sayısı ön etüt sayısından küçük çıkmıştır. Bu da tüm elemanlar için ön etüt sayısının yeterli olduğu anlamına gelmektedir.

#### **3.2.1. Mevcut Metotta Temel Zamanların Belirlenmesi**

Levha boyutlandırma makinesinde, mevcut metoda göre temel zamanların belirlenmesi Tablo 13'te gösterilmiştir.





Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU																
BAŞLAMA : 10:30 BİTİŞ : 14:55 GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk			ETÜT TARİHİ 26.01.2011										ETÜT NO : 1 SAYFA NO : 2			
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat										ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :			
Devre No	Eleman No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v	
																GZ/D/TZ
6	GZ	12,87	12,87	12,64	12,83	12,30	12,56	12,45	12,18	12,72	12,67	12,61	1	0,24	1,90	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	12,87	12,87	12,64	12,83	12,30	12,56	12,45	12,18	12,72	12,67	12,61				
7	GZ	4,25	4,20	4,12	4,02	4,11	4,05	4,06	3,99	4,01	4,16	4,1	1	0,09	2,20	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	4,25	4,20	4,12	4,02	4,11	4,05	4,06	3,99	4,01	4,16	4,1				
8	GZ	9,70	9,87	9,81	9,93	9,94	9,75	9,96	9,93	9,89	9,78	9,86	1	0,09	0,91	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	9,70	9,87	9,81	9,93	9,94	9,75	9,96	9,93	9,89	9,78	9,86				
9	GZ	5,86	5,40	5,65	5,73	5,19	5,05	4,93	5,36	5,20	5,49	5,39	4	0,30	5,57	
	D	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	0,90	1,00	0,90					
	TZ	5,27	5,40	5,65	5,73	5,19	5,05	5,92	4,82	5,20	4,94	5,31				
10	GZ	6,08	5,96	6,03	6,14	6,15	6,26	6,07	6,12	6,09	6,08	6,1	1	0,08	1,31	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	6,08	5,96	6,03	6,14	6,15	6,26	6,07	6,12	6,09	6,08	6,1				
$\bar{X}$ = ortalama													S = Standart Sapma		$\%v =$ Varyasyon Katsayısı	



Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU																
BAŞLAMA : 10:30 BİTİŞ : 14:55 GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk			ETÜT TARİHİ 26.01.2011										ETÜT NO : 1 SAYFA NO : 4			
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat										ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :			
Eleman No	Devre No	GZ/D/TZ										10	N'	S	% v	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	9					
16	GZ	8,21	8,87	8,66	8,56	8,68	8,67	7,98	8,65	8,89	8,83	8,83	2	0,29	3,37	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	8,21	8,87	8,66	8,56	8,68	8,67	7,98	8,65	8,89	8,83	8,83				
17	GZ	5,38	5,37	5,23	5,01	5,66	5,52	5,18	5,48	5,21	5,18	5,18	2	0,20	3,76	
	D	0,90	0,90	0,90	1,00	0,80	0,80	1,10	0,90	1,00	1,00					
	TZ	4,84	4,83	4,70	5,01	4,52	4,41	5,69	4,93	5,21	5,18	4,93				
18	GZ	3,62	3,71	3,72	3,61	3,64	3,72	3,59	3,64	3,69	3,65	3,65	1	0,05	1,37	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	3,62	3,71	3,72	3,61	3,64	3,72	3,59	3,64	3,69	3,65	3,65				
19	GZ	8,70	8,66	8,62	8,74	8,82	8,84	8,71	8,82	8,80	8,88	8,88	1	0,09	1,03	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	8,70	8,66	8,62	8,74	8,82	8,84	8,71	8,82	8,80	8,88	8,88				
20	GZ	5,57	5,59	5,53	5,03	5,08	5,69	5,65	5,93	5,29	5,85	5,85	4	0,30	5,43	
	D	0,90	0,90	0,80	1,10	1,00	0,90	1,00	0,90	1,10	0,90					
	TZ	5,01	5,03	4,42	5,53	5,08	5,12	5,65	5,33	5,81	5,26	5,26				
$\bar{X}$ = ortalama		S = Standart Sapma										% v = Varyasyon Katsayısı				

Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU														
BAŞLAMA : 10:30 BİTİŞ : 14:55 GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk			ETÜT TARİHİ 26.01.2011							ETÜT NO : 1 SAYFA NO : 5				
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat							ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :				
Devre No	Eleman No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N'	S	% v
21	GZ	3,38	3,45	3,32	3,44	3,58	3,54	3,48	3,58	3,43	3,52	1	0,09	2,59
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	3,38	3,45	3,32	3,44	3,58	3,54	3,48	3,58	3,43	3,52			
22	GZ	8,85	8,64	8,72	8,75	8,64	8,73	8,57	8,94	8,91	8,99	1	0,14	1,60
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	8,85	8,64	8,72	8,75	8,64	8,73	8,57	8,94	8,91	8,99			
23	GZ	5,43	5,14	5,18	5,66	5,62	5,15	5,53	5,04	5,93	5,30	4	0,29	5,37
	D	1,00	1,10	1,10	1,00	1,00	1,10	0,90	1,10	1,00	1,00			
	TZ	5,43	5,65	5,69	5,66	5,62	5,66	4,97	5,54	5,93	5,30			
24	GZ	3,83	3,52	3,69	3,53	3,52	3,47	3,62	3,65	3,47	3,43	2	0,12	3,36
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	3,83	3,52	3,69	3,53	3,52	3,47	3,62	3,65	3,47	3,43			
25	GZ	8,84	8,78	8,69	8,80	8,72	8,71	8,72	8,94	8,91	8,91	1	0,09	1,02
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	8,84	8,78	8,69	8,80	8,72	8,71	8,72	8,94	8,91	8,91			
<b>X̄ = ortalama</b>												<b>S</b>	<b>% v = Varyasyon Katsayısı</b>	
												<b>8,8</b>	<b>8,8</b>	

Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU														
BAŞLAMA : 10:30		ETÜT TARİHİ										ETÜT NO : 1		
BİTİŞ : 14:55		26.01.2011										SAYFA NO : 6		
GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk		İŞÇİ/İŞÇİLER										ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK		
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA		Hakan										ONAYLAYAN :		
EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI:		Murat												
ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE														
Devre No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v
26	GZ	5,65	5,25	5,20	5,21	5,18	5,37	5,48	5,65	5,95	5,67	3	0,26	4,76
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00			
	TZ	5,65	5,25	5,20	5,21	5,18	5,37	5,48	5,65	5,36	5,67			
27	GZ	3,85	3,72	3,78	3,65	3,79	3,55	3,59	3,77	3,89	3,81	1	0,11	2,94
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	3,85	3,72	3,78	3,65	3,79	3,55	3,59	3,77	3,89	3,81			
28	GZ	8,67	8,49	8,72	8,75	8,70	8,89	8,85	8,84	8,87	8,91	1	0,13	1,48
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	8,67	8,49	8,72	8,75	8,70	8,89	8,85	8,84	8,87	8,91			
29	GZ	5,18	5,52	5,36	5,57	5,97	5,31	5,57	5,22	5,72	5,12	3	0,27	4,95
	D	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,90	1,00			
	TZ	5,18	4,96	4,82	5,01	5,37	4,77	5,01	5,22	5,14	5,12			
30	GZ	6,26	6,21	6,21	6,28	6,28	6,26	6,24	6,25	6,27	6,23	1	0,03	0,48
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	6,26	6,21	6,21	6,28	6,28	6,26	6,24	6,25	6,27	6,23			
$\bar{X}$ = ortalama												S = Standart Sapma	% v = Varyasyon Katsayısı	

Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU															
BAŞLAMA : 10:30		ETÜT TARİHİ												ETÜT NO : 1	
BİTİŞ : 14:55		26.01.2011												SAYFA NO : 7	
GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk		İŞÇİ/İŞÇİLER												ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK	
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA		Hakan												ONAYLAYAN :	
EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI:		Murat													
ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE															
Elemen No	Devre No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v
		GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ	GZ/D/TZ
31	GZ	7,48	7,66	7,96	7,55	7,27	7,44	7,83	7,39	7,76	7,42	7,58	1	0,22	2,90
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,48	7,66	7,96	7,55	7,27	7,44	7,83	7,39	7,76	7,42	7,58			
32	GZ	8,60	8,52	8,31	8,46	8,44	8,53	8,51	8,45	8,41	8,66	8,49	1	0,10	1,18
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	8,60	8,52	8,31	8,46	8,44	8,53	8,51	8,45	8,41	8,66	8,49			
33	GZ	3,80	3,58	3,80	3,61	3,93	3,86	3,82	3,77	4,03	4,00	3,82	2	0,15	3,93
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	3,80	3,58	3,80	3,61	3,93	3,86	3,82	3,77	4,03	4,00	3,82			
34	GZ	7,08	7,09	7,14	7,14	7,12	7,09	7,02	7,40	7,07	7,17	7,13	1	0,10	1,40
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,08	7,09	7,14	7,14	7,12	7,09	7,02	7,40	7,07	7,17	7,13			
35	GZ	7,95	7,01	7,36	7,65	7,16	7,11	7,55	7,08	6,83	6,92	7,26	3	0,36	4,96
	D	0,90	1,00	0,90	1,00	1,10	1,00	0,90	1,00	1,10	1,00				
	TZ	7,16	7,01	6,62	7,65	7,88	7,11	6,80	7,08	7,51	6,92	7,17			
$\bar{X}$ = ortalama		S = Standart Sapma												% v = Varyasyon Katsayısı	

Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU															
BAŞLAMA : 10:30 BITİŞ : 14:55 GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk			ETÜT TARİHİ 26.01.2011										ETÜT NO : 1		
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat										ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK		
Devre No			ONAYLAYAN :												
Eleman No	GZ/D/TZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v
36	GZ	3,71	3,77	3,76	3,68	3,96	3,72	3,67	3,51	3,61	3,66	3,71	1	0,12	3,23
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	3,71	3,77	3,76	3,68	3,96	3,72	3,67	3,51	3,61	3,66	3,71			
37	GZ	7,52	7,05	8,01	7,08	7,21	7,18	7,31	7,22	7,12	7,10	7,28	2	0,29	3,98
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,52	7,05	8,01	7,08	7,21	7,18	7,31	7,22	7,12	7,10	7,28			
38	GZ	6,98	6,90	6,97	7,63	6,78	6,92	6,69	6,73	6,39	6,71	6,87	3	0,32	4,66
	D	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	6,98	6,90	6,27	6,87	6,78	6,92	6,69	6,73	6,39	6,71	6,72			
39	GZ	3,88	3,75	4,01	3,84	3,93	3,98	3,89	4,02	4,09	4,05	3,94	1	0,11	2,79
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	3,88	3,75	4,01	3,84	3,93	3,98	3,89	4,02	4,09	4,05	3,94			
40	GZ	7,75	6,79	7,85	7,64	7,82	7,09	7,15	7,87	7,20	7,10	7,43	4	0,40	5,38
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,75	6,79	7,85	7,64	7,82	7,09	7,15	7,87	7,20	7,10	7,43			
$\bar{X}$ = ortalama			S = Standart Sapma										% v = Varyasyon Katsayısı		

Tablo 13'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU																	
BAŞLAMA : 10:30 BİTİŞ : 14:55 GEÇEN SÜRE : 4 saat 25 dk			ETÜT TARİHİ 26.01.2011										ETÜT NO : 1 SAYFA NO : 9				
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat										ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :				
Eleman No	Devre No	GZ/D/TZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	%v	
			41		GZ	6,69	6,71	6,26	6,92	5,95	5,91	5,83	6,20	6,81	6,19	6,35	6
		D	0,90	0,90	0,90	0,90	1,20	1,10	1,10	0,90	0,90	0,90					
		TZ	6,02	6,04	5,63	6,23	7,14	6,50	6,41	5,58	6,13	5,57	6,12				
42		GZ	3,79	3,84	3,92	3,74	3,66	3,82	3,83	3,68	3,79	3,61	3,77	1	0,09	2,39	
		D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		TZ	3,79	3,84	3,92	3,74	3,66	3,82	3,83	3,68	3,79	3,61	3,77				
43		GZ	10,37	10,40	10,56	10,67	10,55	10,45	10,66	10,82	10,32	10,44	10,52	1	0,16	1,52	
		D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		TZ	10,37	10,40	10,56	10,67	10,55	10,45	10,66	10,82	10,32	10,44	10,52				
44		GZ	7,19	6,72	7,02	6,99	6,94	6,82	6,86	7,94	7,40	7,82	7,17	5	0,42	5,86	
		D	0,90	1,00	0,90	1,10	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	0,90					
		TZ	6,47	6,72	6,32	7,69	6,94	6,82	6,86	7,15	7,40	7,04	6,94				
$\bar{X}$ = ortalama			S = Standart Sapma			%v = Varyasyon Katsayısı											



### **3.2.2. Geliştirilen Metotta Temel Zamanların Belirlenmesi**

Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metoda göre belirlenen temel zamanlar Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metoda göre gözlenen zamanlar, tempo takdiri ve temel zamanlar

<b>ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU</b>													
<b>BAŞLAMA</b> : 13:15		<b>ETÜT TARİHİ</b>					<b>ETÜT NO</b> : 3						
<b>BİTİŞ</b> : 14:35		20.07.2011					<b>SAYFA NO</b> : 1						
<b>GEÇEN SÜRE</b> : 1 saat 20 dk		<b>İŞÇİ/İŞÇİLER</b>					<b>ETÜDÜ YAPAN</b> : ALİ ÇAKMAK						
		Hakan Murat					<b>ONAYLAYAN</b> :						
<b>İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA</b>													
<b>EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI:</b>													
<b>ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE</b>													
Devre No	Elemen No	Devre No											
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	N'	S	% v
1	GZ	67,24	66,45	58,88	69,37	57,56	63,23	70,26	69,22	65,28	7	4,88	7,48
	D	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2				
	TZ	80,69	79,74	70,66	83,24	69,07	75,88	84,31	83,06	73,26			
2	GZ	17,43	17,72	17,62	17,50	17,62	17,36	17,45	17,41	17,51	1	0,13	0,72
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	17,43	17,72	17,62	17,50	17,62	17,36	17,45	17,41	17,51			
3	GZ	22,47	22,57	22,85	22,64	23,12	22,51	22,81	23,54	22,81	1	0,36	1,59
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	22,47	22,57	22,85	22,64	23,12	22,51	22,81	23,54	22,81			
4	GZ	26,1	26,78	25,27	24,21	22,54	23,95	25,65	26,88	25,17	5	1,51	6,00
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	26,1	26,78	25,27	24,21	22,54	23,95	25,65	26,88	25,17			
5	GZ	7,63	7,67	7,79	7,40	7,65	7,66	7,59	7,23	7,58	1	0,18	2,34
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,63	7,67	7,79	7,40	7,65	7,66	7,59	7,23	7,58			
<b><math>\bar{X}</math> = ortalama</b>										<b>S = Standart Sapma</b>		<b>% v = Varyasyon Katsayısı</b>	

Tablo 14'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU													
BAŞLAMA : 13:15 BİTİŞ : 14:35 GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk			ETÜT TARİHİ 20.07.2011			ETÜT NO : 3 SAYFA NO : 2							
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat			ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :							
Devre No													
	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	N'	S	% v	
6	GZ	12,87	12,87	12,64	12,83	12,30	12,56	12,45	12,18	12,59	1	0,26	2,10
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	12,87	12,87	12,64	12,83	12,30	12,56	12,45	12,18	12,59			
7	GZ	4,60	4,80	4,73	4,62	4,68	4,86	4,58	4,62	4,69	1	0,10	2,17
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	4,60	4,80	4,73	4,62	4,68	4,86	4,58	4,62	4,69			
8	GZ	9,70	9,87	9,81	9,93	9,94	9,75	9,96	9,93	9,86	1	0,10	0,99
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	9,70	9,87	9,81	9,93	9,94	9,75	9,96	9,93	9,86			
9	GZ	5,45	5,55	5,32	5,46	5,62	5,57	5,47	5,61	5,51	1	0,10	1,83
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	5,45	5,55	5,32	5,46	5,62	5,57	5,47	5,61	5,51			
10	GZ	7,65	7,41	7,31	7,51	7,32	7,21	7,60	7,51	7,44	1	0,15	2,06
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,65	7,41	7,31	7,51	7,32	7,21	7,60	7,51	7,44			
$\bar{X}$ = ortalama	S = Standart Sapma											% v = Varyasyon Katsayısı	

Tablo 14'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU														
BAŞLAMA : 13:15		ETÜT TARİHİ										ETÜT NO : 3		
BİTİŞ : 14:35		20.07.2011										SAYFA NO : 3		
GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk		İŞÇİ/İŞÇİLER										ETÜDÜ YAPAN : ALI ÇAKMAK		
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA		Hakan										ONAYLAYAN :		
EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI:		Murat												
ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE														
Devre No		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{x}$	N'	S	% v	
Eleman No		GZ/D/TZ	GZ	D	TZ	GZ	D	TZ	GZ	D	TZ	GZ	D	TZ
11		14,57	14,25	14,82	14,49	14,75	14,62	14,76	14,14	14,55	1	0,25	1,69	
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		14,57	14,25	14,82	14,49	14,75	14,62	14,76	14,14	14,55				
12		25,76	24,84	24,62	25,88	23,04	27,79	28,83	25,92	25,84	7	1,82	7,03	
		1,00	1,10	1,10	1,00	1,10	0,90	0,90	1,00					
		25,76	27,32	27,08	25,88	25,34	25,01	25,95	25,92	26,03				
13		6,42	6,06	6,27	6,78	6,62	6,81	6,85	6,50	6,54	2	0,28	4,30	
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		6,42	6,06	6,27	6,78	6,62	6,81	6,85	6,50	6,54				
14		11,28	11,49	11,52	11,45	11,42	11,46	11,38	11,38	11,42	1	0,08	0,66	
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		11,28	11,49	11,52	11,45	11,42	11,46	11,38	11,38	11,42				
15		3,53	3,95	3,63	3,74	3,66	3,85	3,71	3,88	3,74	2	0,14	3,77	
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		3,53	3,95	3,63	3,74	3,66	3,85	3,71	3,88	3,74				
$\bar{X}$ = ortalama		S = Standart Sapma										%v = Varyasyon Katsayısı		
		3,74										3,88		

Tablo 14'ün devamı

<b>ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU</b>													
<b>BAŞLAMA</b> : 13:15			<b>ETÜT TARİHİ</b>			<b>ETÜT NO</b> : 3							
<b>BİTİŞ</b> : 14:35			20.07.2011			<b>SAYFA NO</b> : 4							
<b>GEÇEN SÜRE</b> : 1 saat 20 dk			<b>İŞÇİ/İŞÇİLER</b> Hakan Murat			<b>ETÜDÜ YAPAN</b> : ALİ ÇAKMAK							
<b>İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA</b>						<b>ONAYLAYAN</b> :							
<b>EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI:</b>													
<b>ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE</b>													
<b>Eleman No</b>	<b>Devre No</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	N'	S	% v
	<b>GZ/D</b>	<b>TZ</b>											
16	GZ		10,17	10,21	10,81	10,88	10,37	10,44	10,32	10,29	1	0,27	2,56
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ		10,17	10,21	10,81	10,88	10,37	10,44	10,32	10,29			
17	GZ		4,80	5,18	4,61	4,27	5,35	4,74	5,23	4,88	7	0,36	7,36
	D		1,00	0,90	1,00	1,00	0,90	1,00	0,90	1,00			
	TZ		4,80	4,66	4,61	4,27	4,82	4,74	4,71	4,88			
18	GZ		3,76	3,16	3,88	3,73	3,81	3,82	3,85	3,75	5	0,23	6,24
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ		3,76	3,16	3,88	3,73	3,81	3,82	3,85	3,75			
19	GZ		10,17	10,24	10,33	10,37	10,19	10,32	10,30	10,34	1	0,07	0,72
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ		10,17	10,24	10,33	10,37	10,19	10,32	10,30	10,34			
20	GZ		4,32	5,26	4,99	4,78	4,48	4,54	4,99	4,33	7	0,35	7,36
	D		1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ		4,32	4,73	4,99	4,78	4,48	4,54	4,99	4,33			
<b><math>\bar{X}</math> = ortalama</b>			<b>S = Standart Sapma</b>			<b>%v = Varyasyon Katsayısı</b>							

Tablo 14'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU																							
BAŞLAMA : 13:15 BİTİŞ : 14:35 GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk			ETÜT TARİHİ 20.07.2011			ETÜT NO : 3 SAYFA NO : 5																	
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat			ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :																	
Devre No Eleman No	1		2		3		4		5		6		7		8		N'		S		% v		
	GZ/D/TZ		GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	GZ	D	
21	GZ	3,14	3,89	3,91	3,87	3,81	3,86	3,78	3,82	3,76	6	0,25	6,76										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00													
	TZ	3,14	3,89	3,91	3,87	3,81	3,86	3,78	3,82	3,76													
22	GZ	10,37	10,41	10,16	10,48	10,36	10,42	10,30	10,14	10,33	1	0,12	1,19										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00													
	TZ	10,37	10,41	10,16	10,48	10,36	10,42	10,30	10,14	10,33													
23	GZ	4,77	4,89	4,61	5,18	5,33	4,78	4,78	5,26	4,95	4	0,27	5,41										
	D	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90													
	TZ	4,77	4,89	4,61	4,66	4,80	4,78	4,78	4,73	4,75													
24	GZ	3,74	3,66	3,72	3,62	3,51	3,71	3,75	3,62	3,67	1	0,08	2,21										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00													
	TZ	3,74	3,66	3,72	3,62	3,51	3,71	3,75	3,62	3,67													
25	GZ	10,18	10,02	10,15	10,04	10,2	10,36	10,28	10,17	10,18	1	0,11	1,11										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00													
	TZ	10,18	10,02	10,15	10,04	10,2	10,36	10,28	10,17	10,18													
$\bar{X}$ = ortalama													S = Standart Sapma		% v = Varyasyon Katsayısı								

Tablo 14' ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU																							
BAŞLAMA : 13:15 BITİŞ : 14:35 GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk			ETÜT TARİHİ 20.07.2011			ETÜT NO : 3 SAYFA NO : 6																	
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat			ETÜDÜ YAPAN : ALI ÇAKMAK ONAYLAYAN :																	
Devre No	1		2		3		4		5		6		7		8		N'		S		% v		
	Eleman No	GZ/D/TZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
26	GZ	4,49	4,82	4,87	4,91	5,25	4,29	4,79	5,11	4,82	6	0,31	6,42										
	D	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	0,90														
	TZ	4,49	4,82	4,87	4,42	4,73	4,29	4,79	4,60	4,63													
27	GZ	7,95	7,97	7,19	7,66	7,27	7,36	7,48	7,29	7,52	4	0,31	4,08										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00														
	TZ	7,95	7,97	7,19	7,66	7,27	7,36	7,48	7,29	7,52													
28	GZ	7,38	7,56	7,77	7,55	7,37	7,48	7,78	7,39	7,54	1	0,17	2,19										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00														
	TZ	7,38	7,56	7,77	7,55	7,37	7,48	7,78	7,39	7,54													
29	GZ	8,34	8,45	8,46	8,48	8,41	8,32	8,3	8,44	8,40	1	0,07	0,83										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00														
	TZ	8,34	8,45	8,46	8,48	8,41	8,32	8,3	8,44	8,40													
30	GZ	3,4	3,55	3,61	3,73	3,66	3,71	3,89	3,65	3,65	2	0,14	3,90										
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00														
	TZ	3,4	3,55	3,61	3,73	3,66	3,71	3,89	3,65	3,65													
X̄ = ortalama		S = Standart Sapma		%v = Varyasyon Katsayısı		3,65		3,71		3,89		3,65		3,65									

Tablo 14'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU														
BAŞLAMA : 13:15 BİTİŞ : 14:35 GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk			ETÜT TARİHİ 20.07.2011			ETÜT NO : 3 SAYFA NO : 7								
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat			ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :								
Eleman No	Devre No		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{x}$	N'	S	% v
	GZ/D/TZ													
31	GZ		7,91	7,84	7,98	7,98	7,74	7,76	7,75	7,89	7,86	1	0,10	1,26
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ		7,91	7,84	7,98	7,98	7,74	7,76	7,75	7,89	7,86			
32	GZ		6,62	6,43	6,69	6,51	6,85	6,87	6,29	6,42	6,59	1	0,21	3,18
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ		6,62	6,43	6,69	6,51	6,85	6,87	6,29	6,42	6,59			
33	GZ		3,46	3,75	3,68	3,78	3,7	3,75	3,65	3,71	3,69	1	0,10	2,72
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ		3,46	3,75	3,68	3,78	3,7	3,75	3,65	3,71	3,69			
34	GZ		7,86	7,92	7,8	7,75	7,7	7,72	7,86	7,68	7,79	1	0,09	1,12
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ		7,86	7,92	7,8	7,75	7,7	7,72	7,86	7,68	7,79			
35	GZ		6,10	6,20	6,23	6,52	6,36	6,62	6,23	6,28	6,32	1	0,17	2,76
	D		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ		6,10	6,20	6,23	6,52	6,36	6,62	6,23	6,28	6,32			
$\bar{X}$ = ortalama			S = Standart Sapma			%v = Varyasyon Katsayısı								



Tablo 14'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU													
BAŞLAMA : 13:15 BİTİŞ : 14:35 GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk			ETÜT TARİHİ 20.07.2011							ETÜT NO : 3 SAYFA NO : 8			
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat							ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :			
Eleman No	Devre No	GZ/D/TZ										S	% v
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	N'		
36	GZ	3,64	3,62	3,72	3,68	3,67	3,62	3,71	3,73	3,67	1	0,04	1,20
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	3,64	3,62	3,72	3,68	3,67	3,62	3,71	3,73	3,67			
37	GZ	7,82	7,84	7,86	7,82	7,81	7,8	7,88	7,94	7,85	1	0,05	0,59
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	7,82	7,84	7,86	7,82	7,81	7,8	7,88	7,94	7,85			
38	GZ	6,22	6,43	6,21	6,30	6,82	6,36	6,42	6,9	6,46	2	0,26	4,06
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	6,22	6,43	6,21	6,30	6,82	6,36	6,42	6,9	6,46			
$\bar{X}$ = ortalama		S = Standart Sapma										%v = Varyasyon Katsayısı	

Tablo 14'ün devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU												
BAŞLAMA : 13:15 BİTİŞ : 14:35 GEÇEN SÜRE : 1 saat 20 dk			ETÜT TARİHİ 20.07.2011							ETÜT NO : 3 SAYFA NO : 9		
İŞLEM: LEVHA BOYUTLANDIRMA EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI: ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE			İŞÇİ/İŞÇİLER Hakan Murat							ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK ONAYLAYAN :		
Devre No Eleman No	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	N'	S	% v
39	GZ	3,76	3,72	3,68	3,82	3,86	3,8	3,84	3,86	1	0,07	1,76
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	3,76	3,72	3,68	3,82	3,86	3,8	3,84	3,86			
40	GZ	7,8	7,72	7,84	7,8	7,81	7,89	7,82	7,78	1	0,05	0,62
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	7,8	7,72	7,84	7,8	7,81	7,89	7,82	7,78			
41	GZ	6,55	6,35	6,52	6,36	6,27	6,62	6,54	6,42	1	0,12	1,88
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
	TZ	6,55	6,35	6,52	6,36	6,27	6,62	6,54	6,42			
$\bar{X}$ = Ortalama	S = Standart Sapma		% v = Varyasyon Katsayısı									

### **3.2.3. Levha Boyutlandırma Makinesinde Standart Zamanların Belirlenmesi**

Levha boyutlandırma makinesinde mevcut ve geliştirilen yönteme ait temel zamanlara, toleransların (payların) da eklenmesiyle standart zamanlar elde edilmiştir. Zaman etüdünün temel zamanların belirlenmesinden sonraki son aşaması standart zamanların hesaplanmasıdır.

#### **3.2.3.1. Mevcut Metoda Ait Standart Zamanlar**

Mevcut metoda ait standart zamanlar Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metoda ait standart zamanlar

STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ												
İŞLEM LEVHA BOYUTLANDIRMA											PAY ORANI % 18	
El. No	Standart Zamanlar (sn)										$\bar{X}$	S
	SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8	SZ9	SZ10		
1	185,0 2	193,28	194,70	177,47	186,09	191,16	174,64	271,87	168,98	200,60	<b>194,38</b>	<b>28,93</b>
2	17,43	17,72	17,62	17,50	17,62	17,36	17,45	17,41	17,73	17,06	<b>17,49</b>	<b>0,20</b>
3	22,47	22,57	22,85	22,64	23,12	22,51	22,81	23,54	22,73	23,28	<b>22,85</b>	<b>0,35</b>
4	27,52	31,71	25,73	30,36	24,39	29,17	23,71	28,60	22,28	26,29	<b>26,98</b>	<b>3,04</b>
5	7,65	7,63	7,67	7,79	7,40	7,65	7,66	7,59	7,23	7,15	<b>7,54</b>	<b>0,35</b>
6	12,87	12,87	12,64	12,83	12,30	12,56	12,45	12,18	12,72	12,67	<b>12,61</b>	<b>0,24</b>
7	4,25	4,20	4,12	4,02	4,11	4,05	4,06	3,99	4,01	4,16	<b>4,10</b>	<b>0,09</b>
8	9,70	9,87	9,81	9,93	9,94	9,75	9,96	9,93	9,89	9,78	<b>9,86</b>	<b>0,09</b>
9	6,22	6,37	6,62	6,76	6,12	5,96	6,98	5,69	6,14	5,83	<b>6,27</b>	<b>0,41</b>
10	6,08	5,96	6,03	6,14	6,15	6,26	6,07	6,12	6,09	6,08	<b>6,10</b>	<b>0,08</b>
11	14,57	14,25	14,82	14,49	14,75	14,62	14,76	14,14	14,63	14,24	<b>14,53</b>	<b>0,24</b>
12	23,48	23,59	27,70	25,64	24,62	25,78	31,61	28,96	28,60	26,21	<b>26,62</b>	<b>2,59</b>
13	6,42	6,06	6,27	6,78	6,62	6,81	6,85	6,50	6,54	6,52	<b>6,54</b>	<b>0,25</b>
14	11,28	10,87	11,17	11,45	11,42	11,27	11,38	11,38	11,30	10,94	<b>11,25</b>	<b>0,20</b>
15	3,70	3,96	3,60	3,61	3,48	3,48	3,64	3,55	3,88	3,44	<b>3,63</b>	<b>0,17</b>
16	8,21	8,87	8,66	8,56	8,68	8,67	7,98	8,65	8,89	8,83	<b>8,60</b>	<b>0,29</b>
17	5,71	5,70	5,55	5,91	5,34	5,21	6,72	5,82	6,15	6,11	<b>5,82</b>	<b>0,44</b>
18	3,62	3,71	3,72	3,61	3,64	3,72	3,59	3,64	3,69	3,65	<b>3,66</b>	<b>0,05</b>
19	8,70	8,66	8,62	8,74	8,82	8,84	8,71	8,82	8,80	8,88	<b>8,76</b>	<b>0,09</b>
20	5,92	5,94	5,22	6,53	5,99	6,04	6,67	6,30	6,87	6,21	<b>6,17</b>	<b>0,47</b>
21	3,38	3,45	3,32	3,44	3,58	3,54	3,48	3,58	3,43	3,52	<b>3,47</b>	<b>0,09</b>
22	8,85	8,64	8,72	8,75	8,64	8,73	8,57	8,94	8,91	8,99	<b>8,77</b>	<b>0,14</b>
23	6,41	6,67	6,72	6,68	6,63	6,68	5,87	6,54	7,00	6,25	<b>6,55</b>	<b>0,31</b>
24	3,83	3,52	3,69	3,53	3,52	3,47	3,62	3,65	3,47	3,43	<b>3,57</b>	<b>0,12</b>
TP	<b>585,0 4</b>	<b>560,37</b>	<b>560,57</b>	<b>550,80</b>	<b>551,84</b>	<b>559,25</b>	<b>545,41</b>	<b>644,58</b>	<b>537,19</b>	<b>566,00</b>	<b>562,41</b>	
SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x $\alpha$ )							S = Standart Sapma					
TP = Toplam							$\bar{X}$ = Ortalama					

Tablo 15'in devamı

STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ												
İŞLEM LEVHA BOYUTLANDIRMA											PAY ORANI % 18	
El. No	Standart Zamanlar (sn)										$\bar{X}$	S
	SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8	SZ9	SZ10		
25	8,84	8,78	8,69	8,80	8,72	8,71	8,72	8,94	8,91	8,91	8,80	0,09
26	6,67	6,20	6,14	6,15	6,11	6,34	6,47	6,67	6,32	6,69	6,38	0,23
27	3,85	3,72	3,78	3,65	3,79	3,55	3,59	3,77	3,89	3,81	3,74	0,11
28	8,67	8,49	8,72	8,75	8,70	8,89	8,85	8,84	8,87	8,91	8,77	0,13
29	6,11	5,86	5,69	5,92	6,34	5,64	5,92	6,16	6,07	6,04	5,98	0,21
30	6,21	7,33	7,33	7,41	7,41	7,39	7,36	7,38	7,40	7,35	7,26	0,37
31	7,48	7,66	7,96	7,55	7,27	7,44	7,83	7,39	7,76	7,42	7,58	0,22
32	8,60	8,52	8,31	8,46	8,44	8,53	8,51	8,45	8,41	8,66	8,49	0,10
33	3,80	3,58	3,80	3,61	3,93	3,86	3,82	3,77	4,03	4,00	3,82	0,15
34	7,08	7,09	7,14	7,14	7,12	7,09	7,02	7,40	7,07	7,17	7,13	0,10
35	8,44	8,27	7,82	9,03	9,29	8,39	8,02	8,35	8,87	8,17	8,47	0,46
36	3,71	3,77	3,76	3,68	3,96	3,72	3,67	3,51	3,61	3,66	3,71	0,12
37	7,52	7,05	8,01	7,08	7,21	7,18	7,31	7,22	7,12	7,10	7,28	0,29
38	8,24	8,14	7,40	8,10	8,00	8,17	7,89	7,94	7,54	7,92	7,93	0,27
39	3,88	3,75	4,01	3,84	3,93	3,98	3,89	4,02	4,09	4,05	3,94	0,11
40	7,75	6,79	7,85	7,64	7,82	7,09	7,15	7,87	7,20	7,10	7,43	0,40
41	7,10	7,13	6,65	7,35	8,43	7,67	7,57	6,58	7,23	6,57	7,23	0,58
42	3,79	3,84	3,92	3,74	3,66	3,82	3,83	3,68	3,79	3,61	3,77	0,09
43	10,37	10,40	10,56	10,67	10,55	10,45	10,66	10,82	10,32	10,44	10,5	0,16
44	7,64	7,93	7,46	9,07	8,19	8,05	8,09	8,43	8,73	8,30	8,19	0,48
TP	585,04	560,37	560,57	550,80	551,84	559,25	545,41	644,58	537,19	566,00	562,41	
SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x $\alpha$ )							S = Standart Sapma					
TP = Toplam							$\bar{X}$ = Ortalama					

### 3.2.3.2. Geliştirilen Metoda Ait Standart Zamanlar

Geliştirilen metoda ait standart zamanlar Tablo 16'da gösterilmiştir

Tablo 16. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metoda ait standart zamanlar

<b>STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ</b>										
<b>İŞLEM</b>									<b>PAY ORANI</b>	
LEVHA BOYUTLANDIRMA (Yeni Metot)									% 18	
Eleman No	Standart Zamanlar (sn)								$\bar{X}$	S
	SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8		
1	95,21	94,09	83,37	98,22	81,8	89,53	99,48	98,01	<b>92,46</b>	<b>6,84</b>
2	17,43	17,72	17,62	17,50	17,62	17,36	17,45	17,41	<b>17,51</b>	<b>0,12</b>
3	22,47	22,57	22,85	22,64	23,12	22,51	22,81	23,54	<b>22,81</b>	<b>0,36</b>
4	30,79	31,6	29,81	28,56	26,59	28,26	30,26	31,71	<b>29,70</b>	<b>1,78</b>
5	7,63	7,67	7,79	7,40	7,65	7,66	7,59	7,23	<b>7,58</b>	<b>0,17</b>
6	12,87	12,87	12,64	12,83	12,30	12,56	12,45	12,18	<b>12,59</b>	<b>0,26</b>
7	4,60	4,80	4,73	4,62	4,68	4,86	4,58	4,62	<b>4,69</b>	<b>0,10</b>
8	9,70	9,87	9,81	9,93	9,94	9,75	9,96	9,93	<b>9,86</b>	<b>0,09</b>
9	6,43	6,55	6,28	6,44	6,63	6,57	6,45	6,62	<b>6,50</b>	<b>0,11</b>
10	7,65	7,41	7,31	7,51	7,32	7,21	7,60	7,51	<b>7,44</b>	<b>0,15</b>
11	14,57	14,25	14,82	14,49	14,75	14,62	14,76	14,14	<b>14,55</b>	<b>0,24</b>
12	30,40	32,24	31,96	30,54	29,91	29,51	30,62	30,59	<b>30,72</b>	<b>0,93</b>
13	6,42	6,06	6,27	6,78	6,62	6,81	6,85	6,50	<b>6,54</b>	<b>0,28</b>
14	11,28	11,49	11,52	11,45	11,42	11,46	11,38	11,38	<b>11,42</b>	<b>0,07</b>
15	3,53	3,95	3,63	3,74	3,66	3,85	3,71	3,88	<b>3,74</b>	<b>0,14</b>
16	10,17	10,21	10,81	10,88	10,37	10,44	10,32	10,29	<b>10,44</b>	<b>0,26</b>
17	5,66	5,50	5,44	5,04	5,68	5,59	5,55	5,76	<b>5,53</b>	<b>0,22</b>
18	3,76	3,16	3,88	3,73	3,81	3,82	3,85	3,75	<b>3,72</b>	<b>0,23</b>
19	10,17	10,24	10,33	10,37	10,19	10,32	10,30	10,34	<b>10,28</b>	<b>0,07</b>
20	5,10	5,59	5,89	5,64	5,29	5,36	5,89	5,11	<b>5,48</b>	<b>0,31</b>
21	3,14	3,89	3,91	3,87	3,81	3,86	3,78	3,82	<b>3,76</b>	<b>0,25</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>455,00</b>	<b>458,61</b>	<b>447,02</b>	<b>458,75</b>	<b>439,78</b>	<b>448,85</b>	<b>462,61</b>	<b>460,63</b>	<b>453,91</b>	
SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x $\alpha$ )					S = Standart Sapma					
$\bar{X}$ = Ortalama										

Tablo 16'nın devamı

<b>STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ</b>										
<b>İŞLEM</b>									<b>PAY ORANI</b>	
LEVHA BOYUTLANDIRMA (Yeni Metot)									% 18	
Eleman No	Standart Zamanlar (sn)								$\bar{X}$	S
	SZ1	SZ2	SZ3	SZ4	SZ5	SZ6	SZ7	SZ8		
22	10,37	10,41	10,16	10,48	10,36	10,42	10,30	10,14	<b>10,33</b>	<b>0,12</b>
23	5,63	5,77	5,44	5,50	5,66	5,64	5,64	5,59	<b>5,61</b>	<b>0,10</b>
24	3,74	3,66	3,72	3,62	3,51	3,71	3,75	3,62	<b>3,67</b>	<b>0,08</b>
25	10,18	10,02	10,15	10,04	10,2	10,36	10,28	10,17	<b>10,18</b>	<b>0,11</b>
26	5,30	5,69	5,75	5,21	5,58	5,06	5,65	5,43	<b>5,46</b>	<b>0,24</b>
27	9,38	9,40	8,48	9,03	8,57	8,68	8,82	8,60	<b>8,87</b>	<b>0,36</b>
28	7,38	7,56	7,77	7,55	7,37	7,48	7,78	7,39	<b>7,54</b>	<b>0,16</b>
29	8,34	8,45	8,46	8,48	8,41	8,32	8,3	8,44	<b>8,40</b>	<b>0,06</b>
30	3,4	3,55	3,61	3,73	3,66	3,71	3,89	3,65	<b>3,65</b>	<b>0,14</b>
31	7,91	7,84	7,98	7,98	7,74	7,76	7,75	7,89	<b>7,86</b>	<b>0,09</b>
32	7,81	7,58	7,89	7,68	8,08	8,10	7,42	7,57	<b>7,77</b>	<b>0,24</b>
33	3,46	3,75	3,68	3,78	3,7	3,75	3,65	3,71	<b>3,69</b>	<b>0,10</b>
34	7,86	7,92	7,8	7,75	7,7	7,72	7,86	7,68	<b>7,79</b>	<b>0,08</b>
35	7,19	7,31	7,35	7,69	7,50	7,81	7,35	7,41	<b>7,45</b>	<b>0,20</b>
36	3,64	3,62	3,72	3,68	3,67	3,62	3,71	3,73	<b>3,67</b>	<b>0,04</b>
37	7,82	7,84	7,86	7,82	7,81	7,8	7,88	7,94	<b>7,85</b>	<b>0,04</b>
38	7,33	7,58	7,32	7,43	8,04	7,50	7,57	8,14	<b>7,61</b>	<b>0,31</b>
39	3,76	3,72	3,68	3,82	3,86	3,8	3,84	3,86	<b>3,79</b>	<b>0,06</b>
40	7,8	7,72	7,84	7,8	7,81	7,89	7,82	7,78	<b>7,81</b>	<b>0,04</b>
41	7,72	7,49	7,69	7,50	7,39	7,81	7,71	7,57	<b>7,61</b>	<b>0,14</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>455,00</b>	<b>458,61</b>	<b>447,02</b>	<b>458,75</b>	<b>439,78</b>	<b>448,85</b>	<b>462,61</b>	<b>460,63</b>	<b>453,91</b>	
<b>SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x <math>\alpha</math>)</b>						<b>S = Standart Sapma</b>				
<b><math>\bar{X}</math> = Ortalama</b>										

Levha boyutlandırma makinesinde:

1. Mevcut metotta, en kısa iş devresi standart zamanı 9 nolu devrede 537,19 sn, en uzun iş devresi standart zamanı ise 8 nolu devrede 644,58 sn olarak bulunmuştur.
2. Geliştirilen metotta, en kısa iş devresi standart zamanı 5 nolu devrede 450,30 sn, en uzun iş devresi standart zamanı ise 7 nolu devrede 463,80 olarak bulunmuştur.

### 3.3. Delgi Makinesinde Standart Zamanların Hesaplanması

Delgi makinesinde sağ-sol yan parçasının delinmesi için yapılan işlemler, elemanlarına ayrıldıktan sonra her eleman için harcanan süreler bulunmuştur. Bu sürelerin derecelere çarpılması ile temel zamanlar elde edilmiştir.

En son delgi makinesi için belirlenen payların temel zamanlara eklenmesiyle sağ-sol yan parçasına ait iş devreleri standart zamanları hesaplanmıştır.

### **3.3.1. Temel Zamanların Belirlenmesi**

Delgi makinesinde kullanılacak paylar belirlendikten sonra temel zamanlar hesaplanmıştır.

Delgi makinesinde toplam 5 eleman belirlenmiştir. Bunlardan 1, 2, 3 ve 5 nolu elemanlar işçiye bağlı, 4 nolu eleman ise makineye bağlı elemanlardır. Tüm elemanlarda yapılması gereken gözlem sayısı ön etüt sayısından küçük çıkmıştır. Bu da tüm elemanlar için ön etüt sayısının yeterli olduğu anlamına gelmektedir.

Delgi makinesine ait gözlenen zamanlar ve temel zamanlar Tablo 17’de gösterilmiştir.



Tablo 17. Delgi makinesinde gözlenen zamanlar, tempo takdiri ve temel zamanlar

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU																
BAŞLAMA : 10:00			ETÜT TARİHİ										ETÜT NO : 2			
BİTİŞ : 16:45			09.05.2011										SAYFA NO : 1			
GEÇEN SÜRE : 70 dk			İŞÇİ/İŞÇİLER										ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK			
İŞLEM: ÇOK AMAÇLI DOLAP SAĞ-SOL YAN İŞLEM 1			Yakup Hüseyin										ONAYLAYAN :			
EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI																
ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE																
Eleman No	Devre No	GZ/D/TZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v
			1	GZ	147	150	167	171	152	163	148	161	173	176	160,80	7
	D	1,20	1,20	0,90	0,80	1,00	1,00	1,20	1,00	0,80	0,80					
	TZ	176,40	180	150,30	136,80	152	163	177,60	161	138,40	140,80	157,63				
2	GZ	161	178	171	193	196	184	181	158	167	159	174,80	9	13,08		
	D	1,10	1,00	1,00	0,75	0,75	0,80	0,80	1,20	1,00	1,20					
	TZ	177,10	178	171	144,75	147	147,20	144,80	189,60	167	190,80	165,73				
3	GZ	3,47	3,45	3,82	3,46	3,68	3,34	3,57	3,84	3,83	3,60	3,61	4	0,17	4,71	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	3,47	3,45	3,82	3,46	3,68	3,34	3,57	3,84	3,83	3,60	3,61				
4	GZ	4,49	4,73	4,58	4,33	4,63	4,60	4,62	4,75	4,53	4,75	4,60	1	0,12	2,60	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	4,49	4,73	4,58	4,33	4,63	4,60	4,62	4,75	4,53	4,75	4,60				
5	GZ	3,70	3,55	3,45	3,56	3,33	3,35	3,55	3,29	3,56	3,31	3,47	2	0,13	3,75	
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
	TZ	3,70	3,55	3,45	3,56	3,33	3,35	3,55	3,29	3,56	3,31	3,47				
$\bar{X}$ = Ortalama													S = Standart Sapma		% v = Varyasyon Katsayısı	

Tablo 17'nin devamı

ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU															
BAŞLAMA : 10:00			ETÜT TARİHİ			ETÜT NO : 2									
BİTİŞ : 16:45			09.05.2011			SAYFA NO : 2									
GEÇEN SÜRE : 55 dk			İŞÇİ/İŞÇİLER			ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK			ONAYLAYAN :						
İŞLEM: ÇOK AMAÇLI DOLAP SAĞ-SOL YAN İŞLEM 2			Yakup Hüseyin												
EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI															
ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE															
Eleman No	Devre No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v
1	GZ	141	137	124	133	131	147	132	146	139	121	135,10	6	8,61	6,37
	D	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	0,90	1,00	0,90	1,00	1,20				
	TZ	141	137	148,80	133	131	132,30	132	131,40	139	145,20	137,07			
2	GZ	103	115	118	109	122	112	120	107	119	121	114,60	5	6,55	5,71
	D	1,10	1,00	1,00	1,10	0,90	1,00	0,90	1,10	1,00	0,90				
	TZ	113,30	115	118,00	119,90	109,80	112	108	117,70	119	108,90	114,35			
3	GZ	3,54	3,23	3,63	3,93	3,71	3,66	3,87	3,34	3,42	3,68	3,60	5	0,22	6,1
	D	1,00	1,10	1,00	0,90	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00				
	TZ	3,54	3,55	3,63	3,54	3,71	3,66	3,48	3,34	3,42	3,68	3,56			
4	GZ	2,53	2,59	2,66	2,71	2,38	2,67	2,59	2,69	2,67	2,71	2,62	2	0,10	3,81
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	2,53	2,59	2,66	2,71	2,38	2,67	2,59	2,69	2,67	2,71	2,62			
5	GZ	2,51	2,71	2,28	2,32	2,37	2,45	2,23	2,31	2,51	2,32	2,40	5	0,14	5,83
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	2,51	2,71	2,28	2,32	2,37	2,45	2,23	2,31	2,51	2,32	2,40			
$\bar{X}$ = Ortalama												S = Standart Sapma		% v = Varyasyon Katsayısı	

Tablo 17'nin devamı

		ZAMAN ETÜDÜ ÖLÇÜM FORMU											ETÜT NO : 2		
		ETÜT TARİHİ											SAYFA NO : 3		
		İŞÇİ/İŞÇİLER											ETÜDÜ YAPAN : ALİ ÇAKMAK		
		Yakup Hüseyin											ONAYLAYAN :		
		İŞLEM: ÇOK AMAÇLI DOLAP SAĞ-SOL YAN İŞLEM 3													
		EL VE ÖLÇÜ ARAÇLARI													
		ETÜT TABLASI ve KRONOMETRE													
Eleman No	Devre No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	N'	S	% v
	GZ/D/TZ														
1	GZ	162	145	139	134	150	165	149	152	131	158	148,50	8	11,44	7,7
	D	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,20	1,00				
	TZ	130	145	139	134	150	132	149	152	157	158	144,58			
2	GZ	151	162	136	147	167	148	144	158	139	138	149	7	10,53	7,06
	D	1,00	0,80	1,10	1,00	0,80	1,00	1,00	0,80	1,10	1,10				
	TZ	151	129,60	149,60	147	133,60	148	144	126,40	152,90	151,80	143,39			
3	GZ	3,49	3,27	3,44	3,23	3,49	3,25	3,61	3,64	3,43	3,04	3,39	4	0,19	5,6
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00				
	TZ	3,49	3,27	3,44	3,23	3,49	3,25	3,43	3,46	3,43	3,04	3,35			
4	GZ	2,59	2,25	2,45	2,57	2,31	2,43	2,62	2,35	2,43	2,48	2,45	4	0,12	4,89
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
	TZ	2,59	2,25	2,45	2,57	2,31	2,43	2,62	2,35	2,43	2,48	2,45			
5	GZ	2,30	2,48	2,44	2,45	2,16	2,26	2,61	2,50	2,48	2,54	2,42	5	0,14	5,78
	D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00				
	TZ	2,30	2,48	2,44	2,45	2,16	2,26	2,48	2,50	2,48	2,54	2,41			
$\bar{X}$ = Ortalama												S = Standart Sapma		% v = Varyasyon Katsayısı	

### **3.3.2. Standart Zamanların Belirlenmesi**

Delgi makinesinden elde edilen temel zamanlara payların da eklenmesiyle, zaman etüdünün son aşaması olan standart zamanlar elde edilmiştir. Standart zamanlar Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18. Delgi makinesine ait standart zamanlar

<b>STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ</b>													
<b>İŞLEM</b>													
<b>ÇOK AMAÇLI DOLAP SAĞ-SOL YAN İŞLEM 1</b>													
<b>PAY ORANI</b>													
<b>% 14</b>													
<b>Eleman No</b>	<b>Standart Zamanlar (sn)</b>										<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>S</b>	
	<b>SZ1</b>	<b>SZ2</b>	<b>SZ3</b>	<b>SZ4</b>	<b>SZ5</b>	<b>SZ6</b>	<b>SZ7</b>	<b>SZ8</b>	<b>SZ9</b>	<b>SZ10</b>			
<b>1</b>	201,09	205,20	171,34	155,95	173,28	185,82	202,46	183,54	157,77	160,51	<b>179,69</b>	<b>18,86</b>	
<b>2</b>	201,89	202,92	194,94	165,02	167,58	167,81	165,07	216,14	190,38	217,51	<b>188,92</b>	<b>21,08</b>	
<b>3</b>	3,96	3,93	4,35	3,93	4,20	3,81	4,07	4,38	4,37	4,10	<b>4,11</b>	<b>0,20</b>	
<b>4</b>	4,49	4,73	4,58	4,33	4,63	4,60	4,62	4,75	4,53	4,75	<b>4,60</b>	<b>0,13</b>	
<b>5</b>	4,22	4,05	3,93	4,06	3,80	3,82	4,05	3,75	4,06	3,77	<b>3,95</b>	<b>0,15</b>	
<b>TOPLAM</b>	<b>415,65</b>	<b>420,83</b>	<b>379,14</b>	<b>333,29</b>	<b>353,49</b>	<b>365,86</b>	<b>380,27</b>	<b>412,56</b>	<b>361,11</b>	<b>390,64</b>	<b>381,28</b>		
<b>SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x <math>\alpha</math>)</b>										<b>S = Standart Sapma</b>		<b><math>\bar{X}</math> = Ortalama</b>	

Tablo 18'in devamı

<b>STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ</b>													
<b>İŞLEM</b>												<b>PAY ORANI</b>	
<b>ÇOK AMAÇLI DOLAP SAĞ-SOL YAN İŞLEM 2</b>												<b>% 14</b>	
<b>Eleman No</b>	<b>Standart Zamanlar (sn)</b>										<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>S</b>	
	<b>SZ1</b>	<b>SZ2</b>	<b>SZ3</b>	<b>SZ4</b>	<b>SZ5</b>	<b>SZ6</b>	<b>SZ7</b>	<b>SZ8</b>	<b>SZ9</b>	<b>SZ10</b>			
<b>1</b>	160,74	156,18	169,63	151,62	149,34	150,82	150,48	149,79	158,46	165,52	<b>156,25</b>	<b>7,17</b>	
<b>2</b>	129,16	131,10	134,52	136,68	125,17	127,68	123,12	134,17	135,66	124,14	<b>130,14</b>	<b>5,01</b>	
<b>3</b>	4,03	4,04	4,13	4,03	4,22	4,17	3,96	3,80	3,89	4,19	<b>4,04</b>	<b>0,13</b>	
<b>4</b>	2,53	2,59	2,66	2,71	2,38	2,67	2,59	2,69	2,67	2,71	<b>2,62</b>	<b>0,10</b>	
<b>5</b>	2,86	3,08	2,59	2,64	2,70	2,79	2,54	2,63	2,86	2,64	<b>2,73</b>	<b>0,16</b>	
<b>TOPLAM</b>	<b>299,32</b>	<b>296,99</b>	<b>313,53</b>	<b>297,68</b>	<b>283,81</b>	<b>288,13</b>	<b>282,69</b>	<b>293,08</b>	<b>303,54</b>	<b>299,2</b>	<b>295,79</b>		
<b>SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x <math>\alpha</math>)</b>										<b>S = Standart Sapma</b>		<b><math>\bar{X}</math> = Ortalama</b>	

Tablo 18'in devamı

<b>STANDART ZAMANLARIN BELİRLENMESİ</b>													
<b>İŞLEM</b>												<b>PAY ORANI</b>	
<b>ÇOK AMAÇLI DOLAP SAĞ-SOL YAN İŞLEM 3</b>												<b>% 14</b>	
<b>Eleman No</b>	<b>Standart Zamanlar (sn)</b>										<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>S</b>	
	<b>SZ1</b>	<b>SZ2</b>	<b>SZ3</b>	<b>SZ4</b>	<b>SZ5</b>	<b>SZ6</b>	<b>SZ7</b>	<b>SZ8</b>	<b>SZ9</b>	<b>SZ10</b>			
<b>1</b>	147,74	165,30	158,46	152,76	171,00	150,48	169,86	173,28	179,20	180,12	<b>164,82</b>	<b>11,82</b>	
<b>2</b>	172,14	147,74	170,54	167,58	152,30	168,72	164,16	144,09	174,30	173,05	<b>163,46</b>	<b>11,19</b>	
<b>3</b>	3,97	3,72	3,92	3,68	3,97	3,70	3,91	3,94	3,91	3,46	<b>3,81</b>	<b>0,16</b>	
<b>4</b>	2,59	2,25	2,45	2,57	2,31	2,43	2,62	2,35	2,43	2,48	<b>2,44</b>	<b>0,12</b>	
<b>5</b>	2,62	2,82	2,78	2,79	2,46	2,57	2,82	2,85	2,82	2,89	<b>2,74</b>	<b>0,14</b>	
<b>TOPLAM</b>	<b>329,06</b>	<b>321,83</b>	<b>338,15</b>	<b>329,38</b>	<b>332,04</b>	<b>327,90</b>	<b>343,37</b>	<b>326,51</b>	<b>362,66</b>	<b>362</b>	<b>337,29</b>		
<b>SZ (Standart Zaman) = TZ + (TZ x <math>\alpha</math>)</b>										<b>S = Standart Sapma</b>		<b><math>\bar{X}</math> = Ortalama</b>	

Delgi makinesinde; tek iş parçasına ait en kısa iş devresi standart zamanı 4 nolu devrede 960,35 sn, en uzun iş devresi standart zamanı ise 10 nolu devrede 1051,8 sn olarak bulunmuştur.



#### 4. TARTIŞMA

Çalışmada, levha tipi mobilya üreten bir işletmede, levha boyutlandırma makinesi ve delgi makinesi üzerinde iş etüdü tekniklerinden yararlanılarak, bunun yanında işçiler üzerindeki çalışma yorgunluğunun azaltılıp; üretimdeki verimi arttırmak ve iş devresi standart zamanlarını hesaplamak amaçlanmıştır.

Mevcut metotla levha boyutlandırma makinesinde yapılan işlemde ve delgi makinesinde 10, geliştirilen metotla levha boyutlandırma makinesinde yapılan işlemde ise 8 adet ön etüt yapılmıştır. %95 güvenle yapılması gereken ölçüm sayıları belirlenmiştir. % 95 güven aralığı dışında kalan ölçümler olsa da, ön etüt sayıları % 95 güvenle ve  $\pm$  %5 hata pay ile yapılması gereken ölçüm sayısından fazla çıkmıştır. Bu oranlar zaman etüdü yapılabilmesi için yeterli görülmüştür. Literatürde güven aralığına yer verilmeden, sadece zaman etüdü örnek büyüklüğü hesaplama formülünden yararlanılarak ön etütlerin yeterliliği tartışılmıştır.

Yapılan zaman etüdü ve metot etüdü teknikleri sonucu, iş devresi standart zamanı, 9,37 dk'dan 7.56 dk'ya düşürülmüştür. Devre başına düşen sürede %19,29'luk bir azalma gerçekleşmiştir. Üretim miktarı %25 artmıştır.

Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metotta, özellikle levha sayısının artırılmasının, işçiler üzerindeki etkileri tartışılmalıdır. Bu nedenle, mevcut ve geliştirilen metotlarda işçilere bağlı elemanların ortalamalarına bakılması gerekir (Tablo 19).

Tablo 19. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut ve geliştirilen metotlarda işçilere bağlı elemanların ortalamaları

Metot	Eleman No	Mevcut Metot	Geliştirilen Metot
M/G	1	184,7	65,28
M/G	4	24,78	25,17
M/G	9	5,39	5,51
M/G	12	26,25	25,8
M/G	17	5,32	4,88
M/G	20	5,52	4,71
M/G	23	5,4	4,95
M/G	26	5,46	4,82
M	30	6,25	7,52
G	27		
M	35	7,26	6,59
G	32		
M	38	6,87	6,32
G	35		
M	41	6,35	6,46
G	38		
M	44	7,17	6,45
G	41		

M: Mevcut metoda ait eleman numarası,

G: Geliştirilen metoda ait eleman numarası,

M/G: her iki metoda ait ortak eleman numarası

Elemanların içeriği şöyledir;

1.eleman: Kesim planının bilgisayara girilmesi ve optimize edilmesi

4.eleman: Makine tezgâhına enine yönde gelen levhaların, çevrilerek boyuna yönde sipere dayandırılması

9.eleman: İlk kesilen 4'lü (5'li) levha grubunun tezgâhın kullanılmayan bölümüne çekilmesi

12.eleman: 4'lü (5'li) levhalardan oluşan diğer grubun, kesim için çevrilerek sipere dayandırılması

17, 20, 23 ve 26.eleman: Kesimi yapılan parçaların tezgâha taşınması

27 ve 30.eleman: Tezgâhın kullanılmayan bölümündeki levha grubunun kesim için sipere dayandırılması

32, 35, 38, 41 ve 44.eleman: Kesimi yapılan parçaların tezgaha taşınması

1 nolu elemanda, geliştirilen metotta, usta yerine operatörün işlem yapmış olmasının, süreyi %64.65 oranında kısalttığı görülmüştür.

4, 9, 12, 27 ve 30 nolu elemanlarda, mevcut ve geliştirilen metoda bakıldığında, geliştirilen metotta levha sayısının artmasına rağmen levhaların çevrilmesinde çok büyük zorluk yaşanmadığı anlaşılmaktadır.

17, 20, 23 ve 26 nolu elemanlarda, geliştirilen metotla birlikte parçaların taşınmasının kolaylaştığı, 32, 35, 38, 41 ve 44 nolu elemanlarda ise taşıma zorluğunun çok fazla değişmediği gözlenmiştir.

Zaman etüdü ile delgi makinesinde üç işlem gören bir dolaba ait sağ-sol yan levhasının, iş devresi standart zamanı 16,90 dk olarak belirlenmiştir. Mevcut delgi planları yeterli görülmüştür. Sağ-sol yan levhanın delgi makinesinde gördüğü işlem sayısı, makine özelliklerinin kısıtlı olması nedeniyle azaltılamamıştır.

Literatürde, mobilya endüstrisinde kullanılan iş etüdü teknikleriyle ilgili kısıtlı çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan mobilya endüstrisinde yapılan iş etüdü çalışmalarında; Dizdar, E. ve Özen, R. (2001)' de metot etüdü ile levha boyutlandırma makinesine ait üretim zamanını ve üretim miktarını toplam 7 adet gözlemlerle incelemişler ve yapılması gereken ölçüm sayısı %90 güvenle 3,93 bulmuşlardır. Buna göre; iş devresi standart zamanının 13,6 dk' dan 4,55 dk' ya indiğini, böylece % 66,5 oranında zaman tasarrufu ve % 590 oranında da üretim artışı sağlandığını ortaya koymuşlardır.

Torunoğlu, F. (2006)'da üretimdeki kesilen levha sayısı ve işleme yapılan makinede herhangi bir değişiklik yapmadan levha boyutlandırma makinesi için 5 ve 2 adet gözlemden oluşan ve farklı kesim planlarını kapsayan iki ayrı ölçüm yapmış; sonuç olarak toplam kesim sürelerini belirlenmiş, bunlara göre makinenin pratik kapasitesini 33,74 m<sup>2</sup>/sa olarak bulmuş ve bu değerden yararlanarak %28' lik bir kapasite kullanım oranı hesaplanmıştır. Çoklu delgi makinesinde yapılan gözlemlerde ise sayısal değerlere yer verilmemiş, makinenin tam kapasite çalışmadığını ve gönyesiz iş parçalarının işlem süresini arttırdığını belirtmiştir. Yapılan tüm sayısal gözlemlerde, tempo takdiri, normal zaman, temel zaman ve standart zaman öğelerine yer verilmemiştir.

Çalışmadaki sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında; Dizdar, E. ve Özen, R. (2001)'e göre levha boyutlandırma makinesinde daha düşük üretim artışı ve zaman tasarrufu elde edilmiştir. Bu sonucun elde edilmesinde, makinenin her kesimde kullanılan levha sayısını iki katına çıkarmaya uygun olmasının ve kesim işleminde yapılan ara depolama değişikliklerinin etkili olduğu söylenebilir. Çalışmada, kullanılan makine özellikleri ve

işletme üretim planlaması gereği levha sayısı ise ancak %25 oranında arttırılmıştır. Buna göre farklılıklarda ara depolama ve makine kapasitesine bağlı levha sayısının az tutulmasından kaynakdığı ortaya konulabilir.

Sipariş tipi üretim yapan bir mobilyafabrikasında çalışan Torunoğlu, F. (2006)'de ise levha boyutlandırma ve delgi makinesini de kapsayan makinelerde üretim standart zamanları belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan iş etüdü tekniklerinden zaman etüdü terimleri kullanılmamıştır. Üretim miktarı artışı veya zaman tasarrufu elde edilememiştir. Sonuç olarak, üretim zamanları belirlenmiş ve kapasite üzerine etkili olan faktörler ortaya konulmuştur.

Mobilya endüstrisi dışında yapılan metot etüdü ve zaman etüdü çalışmalarında; Bircan, H. ve İskender, G. (2005)'de yapılması gereken ölçüm sayısı %95 güvenle belirlenmiştir. Sonuç olarak; kaçınılmaz etkin olmayan sürelerin ortadan kaldırılması ile toplam endoskopi sayısında % 78'e, günlük toplam çalışma süresi temelinde ise % 68'e varan bir verimlilik artış oranı elde edilmiştir.

Demirbaş, Z. A. (2010)'da metot etüdü kullanmış, sonuç olarak hazır giyim işletmesinde çalışan işçilerin verim değerlerinde artışlar sağlandığı görülmüştür. Her işçinin verim değerinde farklı artışlar görülmekle birlikte, ortalamaya bakıldığında %10'luk bir verim artışı sağlanmıştır. Taşıma ve iş bekleme sürelerinin de azaldığını, gözlemlenen zaman içinde işçiler dışında verimlilik değerlerinde artış sağlanmadığını belirtmiştir.

Gencer, A. (2006)'da zaman etüdü ayrıntılı olarak incelenmiş; bidon üretim tesisinde mevcut ve önerilen iş durumları için zaman etüdü yapılmış ve işletmeye önerilerde bulunulmuştur. Çalışmanın sonucunda %26,22 üretim artışı, %27,78 zaman kazancı, %8,33 personel kazancı ve bidon başına %29,58 işçilik maliyeti kazancı sağlandığı açıklanmıştır.

Gümüştay, O. O. (2006)'da zaman etüdü üzerinde durulmuştur. Ekim makinesi imalatında zaman standardı belirlenmiş ve her bir makine için 31 saat 23 dakika 47 saniye olarak belirlenmiştir.

Şahin, E. (2003)'de, yapılan metot ve zaman etüdü düzenlemeleri ile su pompası imalatında, %20 oranında zaman tasarrufu, %25 oranında da üretim artışı sağlanmıştır.

Mobilya endüstrisi dışında yapılan metot etüdü ve zaman etüdü çalışmalarında, bu çalışmada olduğu gibi üretim zamanları ve buna bağlı üretim miktarları ortaya konulmuştur.

## 5. SONUÇ

Çalışmada, işletmedeki levha boyutlandırma makinesinde (GabbianiGalaxy 125) ve delgi makinesinde (VitapSigma 2 TAS) iş etüdü teknikleri uygulanmıştır. Zaman etüdü yapılarak iş devresi standart süreleri belirlenmiştir.

İş etüdü tekniklerinden yararlanılarak, levha boyutlandırma makinesinde şu değişiklikler yapılmıştır:

1. Kesim planı, makine bilgisayarına, usta yerine operatör tarafından girilmiştir.
2. Her kesimde kullanılan levha sayısı 1 artırılarak 5'e çıkarılmıştır.
3. Kesimin gerçekleştiği ilk tezgâhın yakınına sabit palet yerine asansörlü bir palet yerleştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu, levha boyutlandırma makinesinde, kesim planlarına göre iş devresi standart zamanı, 9,37 dk'dan 7.56'ya düşürülmüştür. Devre başına %19,29'luk bir azalma gerçekleşmiştir. Levha sayısının 5'e çıkarılmasıyla üretim miktarı %25 artırılmıştır. Kesimin gerçekleştiği ilk tezgâhın yakınına sabit palet yerine asansörlü paletin yerleştirilmesi, büyük parçaların palete aktarılmasında kolaylık sağlamıştır. Dolayısıyla taşıma işlemi kolaylaştırılmıştır.

Üretim miktarı işletmenin bir gün içindeki mesai saati dikkate alınarak belirlenmiştir. İşletmenin günlük çalışma süresi 10 saattir. Bu süreden 45 dk olan öğle molası ve 15 dk olan çay molası çıkarıldığında kalan mesai süresi 9 saattir (540 dk). Buna göre elde edilen iş devresi standart zamanı, günlük devre sayısı ve kesilen levha sayısı Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Levha boyutlandırma makinesinde elde edilen sonuçlar

Metot	Günlük Mesai Süresi (dk)	İş Devresi Standart Zamanı (dk)	Devre Sayısı (adet/gün)	Kesilen Levha Sayısı (adet/gün)
Mevcut Metot	540	9,37	57	228
Geliştirilen Metot	540	7,56	71	355

Delgi makinesinde elde edilen sonuçlar ise şöyledir:

Tek iş parçasına ait 3 işlemin toplam standart süresi 1014,36 sn (16,90 dk),

Günlük kapasite  $540 \text{ dk} / 16,90 \text{ dk} = 31 \text{ adet/gün}$

## 6. ÖNERİLER

İşletmedeki çalışma saati standart mesai saatinden fazladır. Standart mesai saatinin 8 olmasına rağmen işletme çalışanları 10 saatlik mesai yapmaktadır. Bu durum, işçilerin yorgunluğunu arttırmakta ve iş performansını düşürmektedir. Çok fazla çalışan işçi mesai bitimine yakın tüm dikkatini işe vermekte zorlanmaktadır. İşletmede öncelikle yapılması gereken, mesai saatlerinin standarda uygun seviyeye getirilmesi ve gerekirse 2 vardiyalı üretime geçmesidir.

İşletmede tek bir fork-lift ustası çalışmaktadır. Bundan dolayı levha boyutlandırma makinesinin boşalan asansörünün yüklenmesinde 15 dk'ya varan gecikmeler olduğu gözlenmiştir. Bu da kesim işlemlerinde sık da olmasa gecikmelere yol açmıştır. Üretimdeki bu sorun, fork-lift usta sayısının en uygun sayıda artırılmasıyla giderilebilir.

Levha boyutlandırma makinesinde, kesici ve çizici testere olarak iki marka kullanıldığı görülmüştür. Dimar ve Leitz marka testerelerden, Dimar marka testerelerin daha çabuk köreldiği ve kesimde kaplanmış levha yüzeylerinde bozulmalara sebep olduğu gözlenmiştir. Bu da makinenin sık sık durdurulmasına sebep olmakta ve kesim işlemi aksatmaktadır. Dolayısıyla üretim kapasitesi düşmektedir. Çalışmanın yapıldığı levha boyutlandırma makinesinde Leitz marka testereler kullanılmıştır. Ancak, kesici ve çizici testerelerde sadece Leitz markasının kullanılması ile yaşanabilecek zaman kayıpları önlenebilir.

Levha boyutlandırma makinesinde kesimdeki levha (2800x2100mm boyutlarında) sayısının artırılarak 4'ten 5'e çıkarılmasının işçileri çok fazla zorlamadığı görülmüştür. Makinenin maksimum kesim yüksekliği 115 mm'dir. Dolayısıyla levha sayısı ve kullanılan testere çapı artırılarak makine kapasitesi daha da yükseltilebilir. Bunun olması durumunda makine hattına bir işçinin daha katılması gerekebilir.

Levha boyutlandırma makinesindeki 2nci, 3ncü ve 4ncü havalı tezgâhların biraz daha uzatılması veya bir havalı tezgâh daha eklenmesi, hem mevcut durumda hem de levha sayısının artırılması durumunda levhaların çevrilmesini kolaylaştıracaktır. Buna ek olarak mevcut sabit paletlerle makine arasına yerde paralel hareket edebilecek bir palet yerleştirilebilir. Asansörden enine yönde gelen levha, boyuna yönde döndürüldükten sonra kesilerek iki gruba ayrılmaktadır. Bu işlemden sonra palet yaklaştırılarak kesilen parçaların taşınması kolaylaştırılabilir.

İşletmede 5 adet delgi makinesi bulunmaktadır. Bunlardan ikisi, diğerlerine göre daha yeni ve daha çok işlevselliğe sahiptir. Bu makinelerde bir ürün grubuna ait sadece büyük parçaların delgi işlemi yapıldığında, bu işlem makine kapasitesini arttıracaktır. Küçük parçalar ise diğer delgi makinelerinde işlenebilir. Böylece, kapasitesi yüksek olan makinelerde küçük parçalar için harcanan zaman ortadan kaldırılabilir.

Delgi makinesinde, operatörün makine başında olmadığı durumlarda, makinenin ayarlanmasında bazen işi çok iyi bilmeyen işçinin ayarlama yapması uzun sürmektedir. Yanlış ayar yapıldığında bunun düzeltilmesi de yeni ayar yapılmasında geçen süre kadar zaman kayıplarına sebep olmaktadır. Makine ayarlarının usta ya da operatör tarafından yapılması gerekir. Böylece olası zaman kayıpları önenebilir. Özellikle birden çok işlem gerektiren levhaların delinmesinde, ayar yapacak işçi makine hakkında yeterli teknik bilgiye sahip olmalıdır.

Bazı ürünlerde alt-üst panellerin vida ile monte edildiği görülmüştür. Ürünün sürekli taşınmasını gerektiren durumlarda bu bölgelerde zamanla esneme ve buna bağlı direnç kayıpları meydana gelebilir. Uzun vadede bu sorunların yaşanmaması için, bu tip ürünlerde alt-üst panellerin ve sabit panellerin monte edilmesinde kavelayla birlikte silindir çektirmeli bağlantı elemanları standart hale getirilmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Demirci, S., Türkiye Mobilya Endüstrisinin Sorunları ve Çözüm Önerileri, Politeknik Dergisi, 4 (2005) 369-379.
2. Anonim, Sanayi Genel Müdürlüğü, Türkiye Mobilya Sanayi, Mobilya Sektör Raporu, Mart, 2010.
3. Dizdar, E. N ve Özen, R., Ahşap Mobilya Endüstrisinde Üretim Verimliliği İçin İş Etüdü Uygulamaları, Teknoloji Dergisi, 1-2 (2001) 1-9.
4. Nadler, G., Motion and Time Study, Mc GRAW-HILL BookCompany, INC, New York, Tronto, London, 1955.
5. Üçüncü, K., Ergonomi ve İş Etüdü, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Notları, No:77, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 2005.
6. Şahin, E., Bir İşyerindeki Metot ve Zaman Etüdü İle Verimliliğin Belirlenmesi, Teknoloji Dergisi, 3-4 (2003) 59-66.
7. Kurt, M. ve Dağdeviren, M., İş Etüdü, Gazi Kitapevi, Fersa Matbaacılık, Ankara, 2003.
8. Bilen, G., Tekstil İşletmesinde İş Etüdünün Verimliliğe Etkisi ve Bir Tekstil Fabrikasında Uygulamalı Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu, 2007.
9. Yücel, E., İş Süreçlerinin Analizinde İş Etüdü, Editör Erkan Bayraktar, Üretim ve Hizmet Süreçlerinin Yönetimi, 1. Baskı, Çağlayan Kitapevi, İstanbul, 2007.
10. Gencer, A., Verimlilik Analizinde İş etüdünün Kullanılması ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 2006.
11. Kuruüzüm, O., Verimliliği Arttırmada İş Etüdü Teori ve Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1992.
12. British StandartsGlossary, London, 1969.
13. Türengül, M., İşletme Ekonomisi ve Yönetimi, Kütahya, 2002.
14. Gümüşay, O. O., Ekim Makinası İmalatında Zaman Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
15. Ayanoğlu, M., Sakarya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Üretim Yönetimi Ders Notları, 3. Baskı, Ekim 2006, s153.

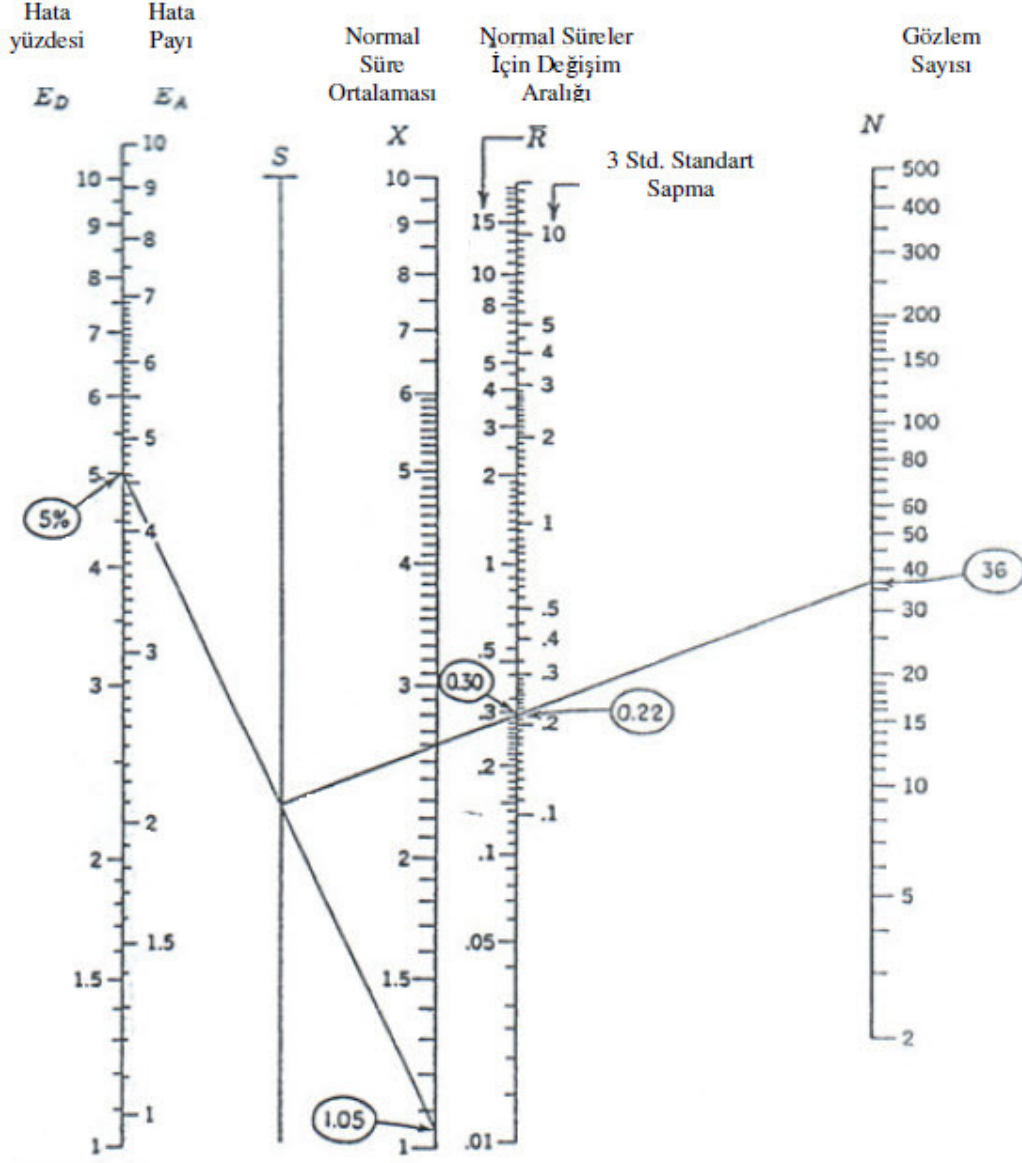


16. Barnes, M. R., Motion and Time Study: Measurement of Work, John WileyandSons, INC, Fifth Edition, New York, London, Sydney, 1963.
17. Ireson, W. G. and Grant, L. E., Handbook of IndustrialEngineeringand Management, PrentiveHall, New Jersey, 1955.
18. Kobu, B., Üretim Yönetimi, University of Massachusetts Dartmouth CharltonCollege of Business, 13. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A. Ş.2006.
19. Bircan, H. ve İskender, G., İş Ölçümü Tekniklerinden Zaman Etüdü Üzerine Bir Uygulama, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2 (2005) 199-217.
20. Akal, Z., İş Etüdü, MPM Yayınları No: 29, Ankara, 1997.
21. <http://dkterim.gov.tr/bts/?kategori=verilst&kelime=metot&ayn=tam> Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlük. 5 Mayıs 2011.
22. [http://tdkterim.gov.tr/karsilik/?kategori=karsilik\\_liste&ayn=bas&kelime=prosed](http://tdkterim.gov.tr/karsilik/?kategori=karsilik_liste&ayn=bas&kelime=prosed) %FCr Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlük. 5 Mayıs 2011.
23. [http://tdkterim.gov.tr/karsilik/?kategori=karsilik\\_liste&ayn=bas&kelime=prosed](http://tdkterim.gov.tr/karsilik/?kategori=karsilik_liste&ayn=bas&kelime=prosed) %FCrTürk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlük. 5 Mayıs 2011.
24. Top, A., Üretim Sistemleri Analizi ve Planlaması, Yayın No: 321, 3. Baskı, İşletme Dizi No: 36, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1996.
25. Demirbaş, Z. A., Verimlilik Arttırma Tekniği Olarak Metot Etüdünün Bir Hazır Giyim İşletmesinde Uygulanmasının İşletme Performansına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, , Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2010.
26. Mundel, M. E., Motion and Time StudyPrinciplesandPratctices, Fourth Edition, Prentice-HALL, INC, EnglewoodCliffs, New Jersey, 1975.
27. Demir, M. H. ve Gümüšoğlu, Ş., Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi), İşletme Ekonomi Dizisi No:338, 7. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2009.
28. Torunoğlu, F., Kapasite Planlaması ve Mobilya Üretim Sistemlerinde Kapasite Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 2006.
29. Kanawaty, G., İş Etüdü, Çev. Zuhul AKAL, Ankara: MPM Yayınları, No:29, 2004
30. Timur, H., İş Ölçümü, İş Planlaması, Verimlilik, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yayınları, No: 207, Ankara, 1984
31. [http://www.makelmakina.com/tr/teknik\\_ozellikler.aspurunID=173&katalogD=1](http://www.makelmakina.com/tr/teknik_ozellikler.aspurunID=173&katalogD=1) Makel Makine Resmi İnternet Sitesi. 5 Mayıs 2011

32. [http://www.makelmakina.com/tr/teknik\\_ozellikler.aspurunID=278&katalogID=6](http://www.makelmakina.com/tr/teknik_ozellikler.aspurunID=278&katalogID=6)  
Makel Makine Resmi İnternet Sitesi. 5 Mayıs 2011

## 8. EKLER

EK 1. Nomogram Cetveli



## EK 2. Levha boyutlandırma makinesinde mevcut metoda ait iş akış şeması

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ						
ŞEMA NO: 1	ÖZET							
KONU:	ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM				
İş Etüdü Teknikleri	İŞLEM	31						
	TAŞIMA	13						
	GEÇİKME	0						
	OKLAMA	0						
İŞ: Levha Boyutlandırma YONTEM: Mevcut	DEPOLAMA	0						
YER: Gündoğdu Mobilya								
İŞÇİ(LER) KART NO: Salim Murat	UZAKLIK (m)							
ÇİZEN Ali ÇAKMAK	ZAMAN (adam-sn)							
ONAYLAYAN	MALİYET							
TARİH	İŞÇİLİK							
	MALZEME							
TANIM	Miktar (adet)	Uzaklık (m)	Zaman (sn)	SİMGE		AÇIKLAMALAR		
				○	⇒	□	▽	
Kesim planım bilgisayara girilmesi ve optimize edilmesi	4		194,38	○				
İticilerin, asansöre yönelerek levhalarla ilk teması	4		17,49	○				
Levhaların tezgâha gelmesi	4		22,85	○				
Enine yönde tezgâha gelen levhaların işçiler tarafından boyuna yönde iticilere dayandırılması	4		26,98	○				2860x2100 mm boyutlarında 4 adet yüzeyi kaplanmış yonga levha
Makinenin çekiciler yardımıyla levhaları kesime hazırlaması	4		7,54	○				
Kenarın traşlanması	4		12,61	○				
İticilerin, levhaları iki gruba ayırması için kesime hazırlaması	4		4,10	○				
Kesimin yapılması	4		9,86	○				
Alt panel ve rafların kesileceği grubun tezgâhın ölü noktasında beklemeye alınması	4		6,27	○				1026x2100 mm boyutlarında 4 adet yüzeyi kaplanmış yonga levha
İticilerin, levhaları 2. traşlamaya hazırlaması	4		6,10	○				
2. traşlamanın yapılması	4		14,53	○				
TOPLAM	176		562,41	31	13			

EK 2'nin devamı

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ							
ŞEMA NO: 1		ÖZET							
KONU:	İŞ:	YER:	İŞÇİ(LER)	KART NO:	ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM	
İş Etüdü Teknikleri	Levha Boyutlandırma	Gündoğdu Mobilya	Salim		İŞLEM	31			
YÖNTEM: Mevcut			Murat		TAŞIMA	13			
					GEÇİKME	0			
					YOKLAMA	0			
					DEPOLAMA	0			
					UZAKLIK (m)				
					ZAMAN (adam-sn)				
					MALİYET				
					İŞÇİLİK				
					MALZEME				
					TOPLAM				
TANIM	Miktar (adet)	Uzakhk (m)	Zaman (sn)	SİMGE					AÇIKLAMALAR
Kapakların kesileceği levhaların döndürülerek sipere dayanması	4		26,62	○	→	□	▽		1756x2100 mm boyutlarında 4 adet üzeği kaplanmış yonga levha
İticilerin, kapakların kesileceği levhaları kesime hazırlaması	4		6,54	○					
Kenarın tıraşlanması	4		11,25	○					
İticilerin, levhaları ilk kapakların kesimine hazırlaması	4		3,63	○					
Kesimin yapılması	4		8,60	○					
İlk kapakların palete taşınması	4		5,82	○					1756x396 mm boyutlarında 4 adet üzeği kaplanmış yonga levha
İticilerin, levhaları ikinci kapakların kesimine hazırlaması	4		3,66	○					
Kesimin yapılması	4		8,76	○					
İkinci kapakların palete taşınması	4		6,17	○					
İticilerin, levhaları üçüncü kapakların kesimine hazırlaması	4		3,47	○					
Kesimin yapılması	4		8,77	○					
Üçüncü kapakların palete taşınması	4		6,55	○					
İticilerin, levhaları dördüncü kapakların kesimine hazırlaması	4		3,57	○					
Kesimin yapılması	4		8,80	○					
TOPLAM	176		562,41	31	13				

EK 2'nin devamı

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ					
ŞEMA NO: 1		ÖZET					
KONU:		ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM		
İş Etüdü Teknikleri		İŞLEM	31				
İŞ: Levha Boyutlandırma		TAŞIMA	13				
YÖNTEM: Mevcut		GEÇİKME	0				
YER: <del>Gündoğdu</del> Mobilya		YOKLAMA	0				
İŞÇİ(LER) KART NO		DEPOLAMA	0				
Salim		UZAKLIK (m)					
Murat		ZAMAN (adam-sn)					
ÇİZEN:		MALİYET					
Ali ÇAKMAK		İŞÇİLİK					
ONAYLAYAN		MALZEME					
TARİH		TOPLAM					
TANIM	Miktar (adet)	Uzaklık (m)	Zaman (sn)	SİMGE			AÇIKLAMALAR
Dördüncü kapakların palete taşınması	4		6,38	○	⇒		
İtçilerin, levhaları beşinci kapakların kesimine hazırlaması	4		3,74	○			
Kesimin yapılması	4		8,77	○			
Beşinci kapakların palete taşınması	4		5,98	○			
Tezgâhın ölçü noktasında bekletilen alt panellerin kesileceği levhaların çevrilerek sipere dayandırılması	4		7,26	○			1026x2100 mm boyutlarında 4 adet üzeri kaplanmış yonga levha
İtçilerin, alt panellerin ve rafların kesileceği levhaları hazırlaması	4		7,58	○			
Kenarın traşlanması	4		8,49	○			
İtçilerin, birinci alt panellerin kesileceği levhaları hazırlaması	4		3,82	○			
Kesimin yapılması	4		7,13	○			
Birinci alt panellerin tezgâha taşınması	4		8,47	○			768x529 mm boyutlarında 4 adet üzeri kaplanmış yonga levha
İtçilerin, ikinci alt panellerin kesileceği levhaları hazırlaması	4		3,71	○			
Kesimin yapılması	4		7,28	○			
<b>TOPLAM</b>	<b>176</b>		<b>562,41</b>	<b>31</b>	<b>13</b>		

EK 2'nin devamı

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ					
ŞEMA NO: 1		ÖZET					
KONU:		ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM		
İş Etüdü Teknikleri		İŞLEM	31				
İŞ: Levha Boyutlandırma		TAŞIMA	13				
YONTEM: Mevcut		GECİKME	0				
YER: Gündoğdu Mobilya		YOKLAMA	0				
İŞÇİ(LER) KART NO:		DEPOLAMA	0				
Salim		UZAKLIK (m)					
Murat		ZAMAN (adam-sn)					
ÇİZEN		MALİYET					
Ali ÇAKMAK		İŞÇİLİK					
ONAYLAYAN:		MALZEME					
TARİH		TOPLAM					
TANIM	Miktar (adet)	Uzakhk (m)	Zaman (sn)	SİMGE		AÇIKLAMALAR	
				○	⇨	□	▽
İkinci alt panellerin tezgâha taşınması	4		7,93	○			
İticilerin, üçüncü alt panellerin kesileceği levhaları hazırlaması	4		3,94	○			
Kesimin yapılması	4		7,43	○			
Üçüncü alt panellerin palete taşınması	4		7,23	○			
İticilerin, rafların kesileceği levhaları hazırlaması	4		3,77	○			
Kesimin yapılması	4		10,52	○			
Rafların palete taşınması	4		8,19	○			768X460 mm boyutlarında 4 adet yüzeyi kaplanmış yonga levha
<b>TOPLAM</b>	<b>176</b>		<b>562,41</b>	<b>31</b>	<b>13</b>		

EK 3. Levha boyutlandırma makinesinde geliştirilen metoda ait iş akış şeması

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ					
ŞEMA NO: 2	ÖZET						
KONU:	ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM			
İş Etüdü Teknikleri	İŞLEM	31	29	2			
İŞ: Levha Boyutlandırma YÖNTEM: Geliştirilen	TAŞIMA	13	12	1			
	GECİKME	0	0	0			
	YOKLAMA	0	0	0			
	DEPOLAMA	0	0	0			
YER: Gündoğdu Mobilya							
İŞÇİ(LER) KART NO: Salim Murat	UZAKLIK (m)						
ÇİZEN Ali ÇAKMAK ONAYLAYAN	ZAMAN (adam-sn)						
TARİH	MALİYET İŞÇİLİK MALZEME						
TANIM	Miktar (adet)	Uzaklık (m)	Zaman (sn)	SİMGE ○ → □ ▽			AÇIKLAMALAR
Kesim planının bilgisayara girilmesi ve optimize edilmesi	5		92,46	○			
İticilerin, asansöre yönelerek levhalarla ilk teması	5		17,51	○			
Levhaların tezgâha gelmesi	5		22,81	○			
Enine yönde tezgâha gelen levhaların işçiler tarafından boyuna yönde iticilere dayandırılması	5		29,70	○			2800x2100 mm boyutlarında 5 adet levha
Makinenin çekiciler yardımıyla levhaları kesime hazırlaması	5		7,58	○			
Kenarın tıraşlanması	5		12,59	○			
İticilerin, levhaları iki gruba ayırması için kesime hazırlaması	5		4,69	○			
Kesimin yapılması	5		9,86	○			
Sağ-sol yatay rafların kesileceği grubun tezgâhın kullanılmayan bölgesinde bekletilmesi	5		6,50	○			1996x769 mm boyutlarında 5 adet levha
İticilerin, levhaları 2. tıraşlamaya hazırlaması	5		7,44	○			
2. tıraşlamanın yapılması	5		14,55	○			
Sağ-sol dik ortaların kesileceği levhaların döndürülerek sipere dayandırılması	5		30,72	○			1996x1992 mm boyutlarında 5 adet levha
İticilerin sağ-sol dik ortaların kesileceği levhaları hazırlaması	5		6,54	○			
Kenarın tıraşlanması	5		11,42	○			
<b>TOPLAM</b>	<b>205</b>		<b>453,91</b>	<b>29</b>	<b>12</b>		



EK 3'ün devamı

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ				
ŞEMA NO: 2		ÖZET				
KONU:	ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM		
İş Etüdü Teknikleri	İŞLEM	31	29	2		
	TAŞIMA	13	12	1		
	GECİKME	0	0	0		
	YOKLAMA	0	0	0		
	DEPOLAMA	0	0	0		
YER: Gündoğdu Mobilya						
İŞÇİ(LER) KART NO:						
Salim Murat	UZAKLIK (m)					
ÇİZEN	ZAMAN (adam-sn)					
Ali ÇAKMAK	MALİYET					
ONAYLAYAN	İŞÇİLİK					
TARİH	MALZEME					
TANIM	Miktar (adet)	Uzaklık (m)	Zaman (sn)	SİMGE		AÇIKLAMALAR
İtıcılerin, levhaları ilk sağ-sol dik ortaları kesime hazırlaması	5		3,74	○		
Kesimin yapılması	5		10,44	○		
İlk sağ-sol dik ortaların palete taşınması	5		5,53	○		1992x499 mm boyutlarında 5 adet levha
İtıcılerin, levhaları ikinci sağ-sol dik ortaların kesimine hazırlaması	5		3,72	○		
Kesimin yapılması	5		10,28	○		
İkinci sağ-sol dik ortaların palete taşınması	5		5,48	○		1992x499 mm boyutlarında 5 adet levha
İtıcılerin, levhaları üçüncü sağ-sol dik ortaların kesimine hazırlaması	5		3,76	○		
Kesimin yapılması	5		10,33	○		
Üçüncü sağ-sol dik ortaların palete taşınması	5		5,61	○		1992x499 mm boyutlarında 5 adet levha
İtıcılerin, levhaları dördüncü sağ-sol dik ortaların kesimine hazırlaması	5		3,67	○		
Kesimin yapılması	5		10,18	○		
Dördüncü sağ-sol dik ortaların palete taşınması	5		5,46	○		1992x499 mm boyutlarında 5 adet levha
<b>TOPLAM</b>	<b>205</b>		<b>453,91</b>	<b>29</b>	<b>12</b>	

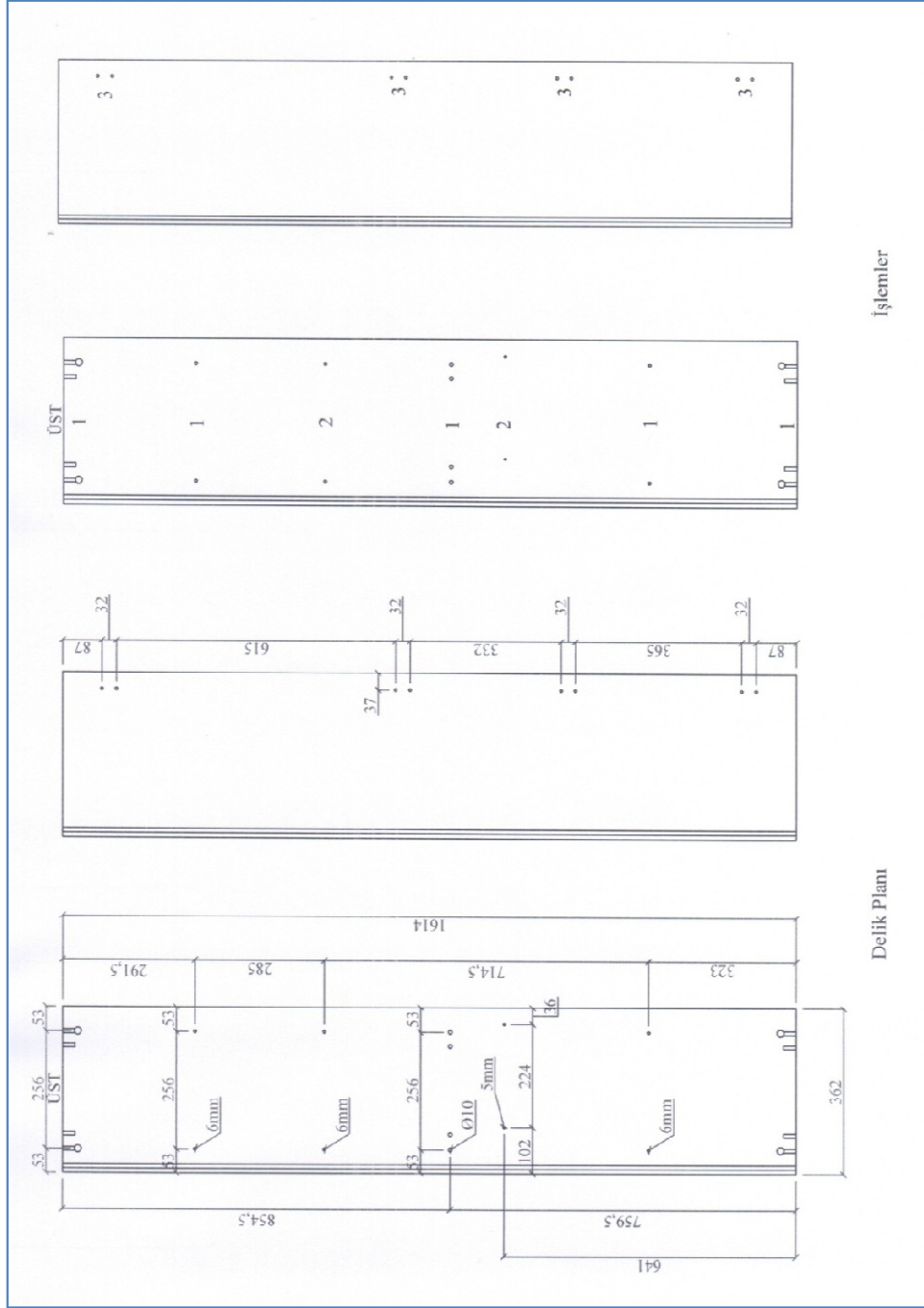
EK 3'ün devamı

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ						
ŞEMA NO: 2	ÖZET							
KONU:	ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM				
İş Etüdü Teknikleri	İŞLEM	31	29	2				
İŞ: Levha Boyutlandırma YÖNTEM: Geliştirilen	TAŞIMA	13	12	1				
	GECİKME	0	0	0				
	YOKLAMA	0	0	0				
	DEPOLAMA	0	0	0				
YER: Gündoğdu Mobilya								
İŞÇİ(LER) KART. NO:								
Salim								
Murat								
ÇİZEN								
Ali ÇAKMAK								
ONAYLAYAN								
TARİH								
	UZAKLIK (m)							
	ZAMAN (adam-sn)							
	MALİYET							
	İŞÇİLİK							
	MALZEME							
TANIM	Miktar (adet)	Uzakhk (m)	Zaman (sn)	SİMGE		AÇIKLAMALAR		
				○	⇒	□	▽	
Tezgâhın kullanılmayan bölgesinde bekletilen sağ-sol yatay rafların kesileceği levhaların çevrilerek sipere dayandırılması	5		8,87					1996x769 mm boyutlarında 5 adet levha
İticilerin, sağ-sol yatay rafların kesileceği levhaları kesime hazırlaması	5		7,54					
Kenarın tıraşlanması	5		8,40					
İticilerin, birinci sağ-sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması	5		3,65					
Kesimin yapılması	5		7,86					
Birinci sağ-sol yatay rafların palete taşınması	5		7,77					769x499 mm boyutlarında 5 adet levha
İticilerin, ikinci sağ-sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması	5		3,69					
Kesimin yapılması	5		7,79					
İkinci sağ-sol yatay rafların palete taşınması	5		7,45					769x499 mm boyutlarında 5 adet levha
<b>TOPLAM</b>	<b>205</b>		<b>453,91</b>	<b>29</b>	<b>12</b>			

EK 3'ün devamı

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ TİPİ						
ŞEMA NO: 2	ÖZET							
KONU:	ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİ	ARTIRIM				
İş Etüdü Teknikleri	İŞLEM	31	29	2				
	TAŞIMA	13	12	1				
İŞ: Levha Boyutlandırma YÖNTEM: Geliştirilen	GECİKME	0	0	0				
	YOKLAMA	0	0	0				
	DEPOLAMA	0	0	0				
YER: Gündoğdu Mobilya								
İŞÇİ(LER) KART NO:								
Salim								
Murat								
UZAKLIK (m)								
ÇİZEN	ZAMAN (adam-sn)							
Ali ÇAKMAK								
ONAYLAYAN	MALİYET							
TARİH	İŞÇİLİK							
	MALZEME							
TANIM	Miktar (adet)	Uzaklık (m)	Zaman (sn)	SİMGE			AÇIKLAMALAR	
				○	⇒	□	▽	
İticilerin, üçüncü sağ-sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması	5		3,67	○				
Kesimin yapılması	5		7,85	○				
Üçüncü sağ-sol yatay rafların palete taşınması	5		7,61		⇒			769x499 mm boyutlarında 5 adet levha
İticilerin, dördüncü sağ-sol yatay rafların kesileceği levhaları hazırlaması	5		3,79	○				
Kesimin yapılması	5		7,81	○				
Dördüncü sağ-sol yatay rafların palete taşınması	5		7,61		⇒			769x499 mm boyutlarında 5 adet levha
<b>TOPLAM</b>	<b>205</b>		<b>453,91</b>	<b>29</b>	<b>12</b>			

Ek 4. Mevcut delik planı ve yapılan işlemler



## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Gümüşhane’de doğdu. Lise öğrenimini Trabzon Fatih Lisesi’nde tamamladı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Orman Endüstri Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2010 yılında yüksek lisans bursu aldı.

İyi derecede İngilizce bilen Ali ÇAKMAK halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.