

ŞERİT TESTERE MAKİNESİ İLE EĞMEÇLİ PARÇALARIN KESİLMESİNDE EĞMEÇ DERİNLİĞİ VE PARÇA KALINLIĞININ BESLEME ORANI ÜZERİNE ETKİSİ

Erol BURDURLU

Hacettepe Üniversitesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliğı Bölümü, 06532, Beytepe, Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu araştırmada, eğmeçli formlara sahip parçaların şerit testere makinesi ile kesilmesinde, eğmeç derinliğı ve parça kalınlığının besleme oranı üzerindeki etkileri analiz edilerek, bu verilerin standart veri ve formüle dönüştürülmesi hedeflenmiştir.

Araştırmadaki veri tabanı, özellikle Siteler olmak üzere, Ankara'daki bazı küçük ve orta ölçekli işletmelerin gerçek üretim süreçlerinde işlem gören sandalye, masa, sehpa, vb. mobilyaların Kayın (Fagus Orientalis Lipsky) masif eğmeçli parçalarına göre oluşturulmuştur. İşlemin gerçekleştirilmesinde etkili olan işle işçi ile, makine ile, işin yapılışı ve çalışma ortamı ile ilgili faktörler kontrol altında tutularak, araştırmanın amacına bağılı olarak işlemin sadece "Ana faaliyet" olarak adlandırılan "Parçanın kesilmesi" alt işlem süreci göz önüne alınmıştır. Tek zamanlı elektronik kronometre kullanılarak 39 adet farklı genişlik ve eğmeç yüksekliğindeki parçaların her birinden 5'er adet olmak üzere toplam 195 adet gözlem yapılmıştır. Beşerli gruplar halindeki gözlemlerin öncelikle aritmetik ortalaması alınmış, bu şekilde elde edilen değerler SPSS bilgisayar paket programına aktararak regresyon analizi yapılmış, korelasyon katsayıları bulunmuş ve değişkenler arası ilişkiye ait regresyon eşitliğı çıkarılarak sonuçlar yorumlanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, eğmeç derinliğı ile besleme oranı arasında tama yakın kuvvetli bir negatif ilişki vardır. Yani, eğmeç derinliğı arttıkça besleme oranı üzerinde önemli azalışlar meydana getirmektedir. Parça kalınlığı ile besleme oranı arasında da negatif bir ilişki olmasına rağmen etkileşim çok daha azdır. Parça kalınlığı arttıkça besleme oranındaki azalış önemli derecede düşüktür.

Anahtar Kelimeler : Şerit testere makinesi, Eğmeçli parçaların kesilmesi, Şerit testere makinesinde besleme oranı

EFFECT OF CURVE DEPTH AND STOCK THICKNESS TO THE FEEDING RATE WHILE SAWING PIECES FROM STOCKS WITH BAND-SAW MACHINE

ABSTRACT

In this study, the effect of curve depth and stock thickness to the feeding rate while sawing curved pieces from stocks with band-saw machine and derivation of standard data and formula from the data obtained were examined.

The data base of the study was formed from the curved stocks from Beech (Fagus Orientalis Lipsky) of chair, table, coffee table, etc. which are used at real manufacturing process of some small- and medium-scale furniture manufacturing firms in Ankara, especially in Siteler which is the largest furniture manufacturing centre in Turkey. The factors which influence the realisation of the operations in relation with stock, operator, machine, method of operation and work place ergonomics were put under control, and only one element of process of "Sawing of curved pieces from the stocks ", which is called " Cutting the form laid out on stock guiding curved line " was considered. This operation only relates to the operator and called " Main task".

A total of 195 observations were made under real manufacturing conditions for different thickness' and curve heights as 5 observations per stock from 39 stocks. A stop watch or electronic timer, CASIO-Module No 972, was used for measuring work with 1 / 1000 th of a second accuracy. First, arithmetic means of observations in sets of 5 were calculated and then values from these calculations were analysed with regression analysis by using SPSS computer program. Correlations among variables and regression equation were found and results were interpreted.

According to the analysis, there is a negative relation near to absolute between curve depth and feeding rate. That is to say, so curve depth increases feeding rate decreases rapidly. Although there is also a negative relation between stock thickness and feeding rate interaction is fairly less.

Key Words: Band-saw machine, Sawing of wooden curved pieces, Feeding rate of band-saw machine

1. GİRİŞ

Şerit testere makinesinde eğmeçli hatlar veya düzensiz şekillere sahip parçalar serbest el beslemesi ile kesilmekte ve bu süreç tamamen işçi denetimli süreç kapsamına girmektedir. Serbest el kesimine kılavuzluk etmesi amacıyla ince kontrplak, metal veya lif levha gibi malzemeler üzerine parça formunun aktarılması bir şablon hazırlanması gerekir. Bu şablon aracılığıyla kesilecek olan form malzeme (Kereste veya her tür levha) üzerine, malzeme üzerindeki kusurları da göz önüne alarak alt alta ve uç uca olmak üzere bitişik iki parça arasında şerit testerenin hareket edebileceği boşluklar bırakılarak (yaklaşık 5mm) bir kalem ile aktarılır. Daha sonra malzeme veya parça makine tablası üzerine yerleştirilir. Parça hatları kılavuz alınarak ve çizgiler elde edilen parça üzerinde görünecek şekilde şerit testere ile kesim yapılır.

Buradan görüleceği üzere tüm süreç işçi-makine-malzeme etkileşimi ile işçi kontrollü olarak gerçekleşmektedir. İşlemin tamamlanma zamanı malzemelerin türü, malzeme kalınlığı, malzeme kalitesi, kesicinin yapısı ve geometrisi, kesicinin kalınlığı ve körlüğü, makinenin devir sayısı, çalışma yerinin ergonomik durumu, eğmeç derinliği, parça besleme oranı, ve işçi performans arzı gibi işin yapılışında etkili olan iş, işçi, malzeme, makine ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlere bağlı olarak artar veya azalır.

Yapılan işlemin her aşamasında denetim işçinin insiyatifinde olduğu için iş ölçümü esasları açısından bu süreç“Tamamen işçi denetimli süreç“ olarak adlandırılmaktadır. Bu tür süreçlerin zamanlarını kronometre yöntemi, önceden belirlenmiş zaman sistemleri ve standart veriler gibi iş ölçüm teknikleri ile ölçmek mümkündür [1-9].

İşlem süreci açısından bir başka ayrıntı da sürecin“ Ana faaliyet“ ve“Yan faaliyet“ şeklinde ayrışmasıdır. Şerit testere makinesinde eğmeçli parça kesimi ile ilgili yukarıda ayrıntısı verilen süreçte, direkt kesme işlemi ile ilgili olduğundan, „Şerit testere ile kesme“ işlem basamağı ana faaliyet, diğer basamaklar da kesme işleminin yapılabilmesi için mutlaka yerine getirilmesi gerekli basamaklar olduğundan yan faaliyet kapsamına girmektedir. Yan faaliyetler kapsamında gösterilen basamakların zamanını önceden belirlenmiş zaman sistemleri içerisindeki tablolardan bulmak mümkün iken, ana faaliyet kapsamındaki işlem basamağının zamanını ya direkt olarak kronometre ile ölçmek gerekirken ya da işlemin yapılışında etkili olan faktörlere bağlı bir fonksiyon (Standart Veri) türeterek buradan işlemin zamanını hesaplamak gerekmektedir. Her farklı işlem için istatistiksel esaslara uygun ayrı ayrı ölçümler yapmak gerektiğinden, bu da oldukça zahmetli ve üretime ait tüm süreç göz önüne alındığında çoğu zaman imkansız olduğundan, kronometre ile ölçüm tekniği özel amaçlar dışında tercih edilmemektedir. Bunun yerine daha pratik olan standart verilerden faydalanılmaktadır [1-9].

Yapılan literatür taramasında diğer alanlarda önceden belirlenmiş zaman sistemleri ve standart verilerin hazırlanması ve kullanılmasına yönelik ciddi çalışmalar olmasına rağmen mobilya endüstrisi ile ilgili yeterli araştırmalara rastlanmamaktadır. Bu da mobilya endüstrisi ile ilgili üretim planlama çalışmalarının hassas yapılamamasına, plan ile gerçek durumun uyumsuzluğuna ve iş tesliminde aksaklıklara neden olmaktadır. Bu çalışmanın çıkış noktası ve amacı da bu aksaklıkların yaşanmaması için bilimsel esaslara dayalı olarak standart veri üretimine model oluşturmaktır. Ayrıca, yurtdışı malzemelerle yapılan araştırmaların sonuçları da yerli malzemelerle yapılan işlemlerin zamanları ile uyum göstermeyeceğinden özellikle işçi denetimli süreçler için bu tür çalışmaların artırılması gerekmektedir.

2. ARAŞTIRMA GEREÇLERİ VE YÖNTEM

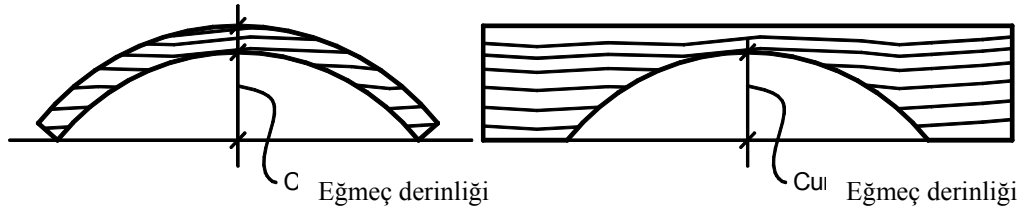
2.1. Şerit Testere Makinesi

Şerit testere makinesinde kesici olarak şerit (band) şeklinde kesiciler kullanılmakta ve bu makine adını kesicisinden almaktadır. Prizmatik parçaların elde edilmesi için doğrusal kesimin yanısıra eğmeçli ve serbest formlu parçaların da elde edilmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Makine ölçüsü kasnaklarının çapı ile belirlenmekte, bu ölçü aynı zamanda makine tablası üstü ile üst kasnakaltı arasındaki mesafeyi de göstermektedir. Bu araştırmada gözlemlere esas olan şerit testere 60'lık olup mobilyacılıkta en genel ölçüdür.

Şerit testerenin lama genişliği kesilecek eğmeç derinliğinin belirlenebilmesi açısından önemlidir. Lama genişliği arttıkça kesilebilecek eğmeç derinliği azalmaktadır. Farklı eğmeç derinliğine uygun lama genişlikleri farklı literatürlerde tablo olarak verilir [10]. Bu çalışmada, şerit testerelede kullanılan lama genişlikleri 20 mm ve lama kalınlığı 0, 70 mm olarak sabit tutulmuştur.

2.2. Numuneler

Numuneler, Ankara ve özellikle Siteler içerisinde faaliyet gösteren, sandalye, koltuk, masa ve sehpa gibi masif elemanlar üreten küçük, orta, ve büyük ölçekli firmaların gerçek üretim süreçlerinden seçilmiştir. Bu tür mobilya üretiminde en fazla kullanılan malzeme olması nedeniyle, ağaç türü olarak Kayın (Fagus Orientalis Lipsky) parçalar tercih edilmiştir. Ölçümler, amaca uygun kalınlık ve eğmeç derinliğine sahip parçalar işlenirken alınmıştır. Eğmeç derinliği, parça eğmecini oluşturan yayın başlangıç ve bitiş noktalarının birleştirilmesi ile ortaya çıkan doğrudan yayın ortasına bir dik doğru uzatılması ve bu doğrunun uzunluğunun ölçülmesi ile bulunmuştur (Şekil 1)



Şekil 1. Eğmeç derinliğinin belirlenmesi

2.3. Zaman Ölçüm Aleti

Şerit testere makinesinde farklı kalınlık ve farklı eğmeç derinliğine sahip parçaların işleme zamanının ölçülmesinde 1/100 sn hassasiyetinde Casio- Module No. 972 marka elektronik kronometre kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

Şerit testere makinesinde eğmeçli hatlar veya düzensiz şekillere sahip parçalar serbest el beslemesi ile kesilmesinde aşağıdaki işlem basamaklarına uyulmaktadır:

1. Bir şablon aracılığıyla eğmeçli formun malzeme üzerine aktarılması
2. Malzemenin makine tablası üzerine kesim kolaylığı sağlanacak şekilde yerleştirilmesi (Gerektiğinde kesim kolaylığı için malzemeyi daha küçük parçalara ayırma)
3. Şablon çizgilerini kılavuz olarak eğmeçli parçanın kesimi
4. Elde edilen parçaların düzgün bir şekilde istiflenmesi

Bu işlem basamaklarından üçüncü sırada olan“ Şablon çizgilerini kılavuz olarak eğmeçli parçanın kesimi“ işlem basamağı ana faaliyet diğerleri yan faaliyet kapsamındadır. Yan faaliyet kapsamındaki işlem basamaklarının zamanları önceden belirlenmiş zaman sistemleri içerisindeki tablolardan hesaplanabildiğinden, bu araştırmada sadece ana faaliyet kapsamındaki işlem basamağın temel zamanının

belirlenmesi ve standart verisinin oluşturulmasına yönelik fonksiyonun türetilmesi hedef alınmış ve araştırma bu şekilde kısıtlanmıştır.

Parça kalınlığı ve eğmeç derinliğinin şerit testere makinesinde parça besleme hızına etkisinin belirlenmesi için farklı kalınlıklarda ve farklı eğmeç derinliklerine sahip 39 numune modelin her birinden beşer adet olmak üzere toplam 195 gözlem yapılmış ve her bir gözlem zamanı standart iş ölçüm formuna kaydedilmiştir. İşçi, malzeme, makine ve ortamla ilgili diğer faktörlerin işleme etkisinin tolere edilebilmesi için gözlemler yöntemle dayalı olarak rastgeleleştirilmiştir. Alınan bu gözlemler ön gözlem kabul edilerek gözlem sayısının yeterliliğinin saptanmasında, \pm %5 hata ve %95 güven seviyesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır[4]:

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

Yukarıdaki formülasyonda;

N' = Gözlem sayısı

N = Esas gözlem sayısını bulmak için alınan ön gözlem sayısı

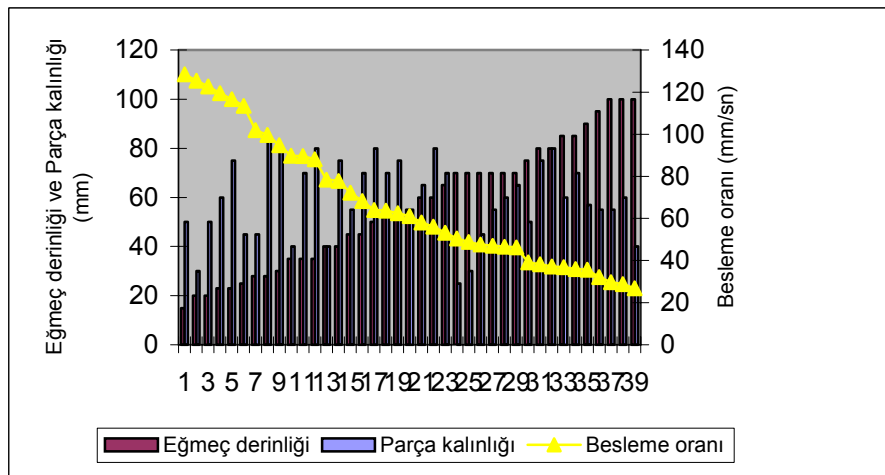
X = Ön gözlemler

Alınan ön gözlemlerin sayısının formülle elde edilen değerlerden daha yüksek olması nedeniyle gözlem sayısı yeterli kabul edilmiştir. 39 numuneye ait beşli gözlemlerin aritmetik ortalamaları alınarak elde edilen değer numune gözlem değeri olarak kabul edilmiştir.

Bu şekilde elde edilen değerler SPSS bilgisayar paket programına aktararak regresyon analizi yapılmış, korelasyon katsayıları bulunmuş, ve regresyon eşitliği çıkarılarak sonuçlar yorumlanmıştır.

4. BULGULAR VE VERİ ANALİZİ

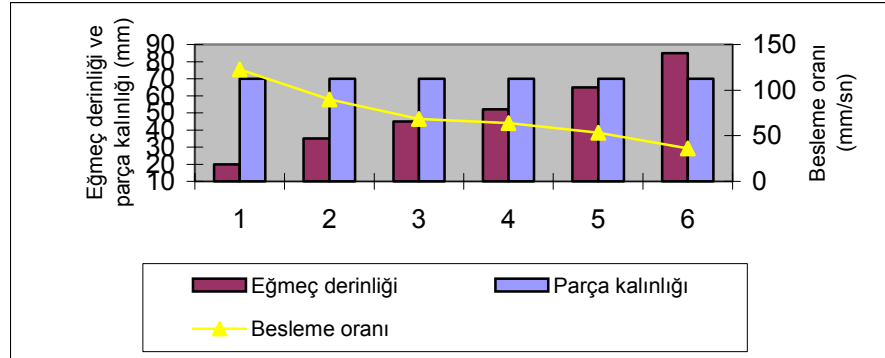
Öncelikle, her bir numuneye ait beşli gözlemlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Elde edilen bu değerler işlem zamanı olarak kaydedilmiştir. Bu değer kesim uzunluğu (mm) ile ilişkilendirilerek bir saniyede kesilen uzunluk bulunmuş ve bu değer kalınlık ve eğmeç derinliğine bağlı parça besleme hızı olarak kaydedilmiştir. Oluşturulan tablo verileri grafik olarak sunulmuştur (Şekil 2) [11]. Grafik, parçaların eğmeç derinliği büyüklüğüne göre sıralanmasıyla oluşturulmuştur. Bu nedenle, ortaya çıkan ilişki eğrisi, eğmeç derinliği arttıkça besleme oranının hızlı şekilde düştüğünü göstermektedir.



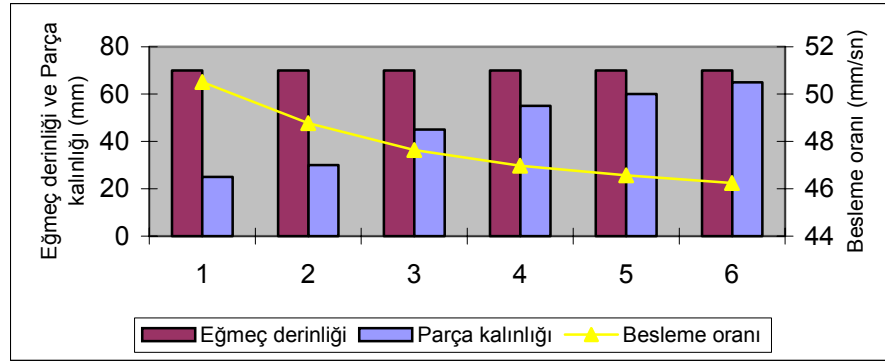
Şekil 2. Eğmeç derinliği ve parça kalınlığına göre besleme oranı değerleri

Eğmeç derinliği ve parça kalınlığına göre besleme hızındaki değişimi görebilmek için Şekil 2'de verilen verilerden önce parça kalınlığı sonra eğmeç derinliği sabit tutularak Şekil 3 ve Şekil 4'deki grafikler elde

edilmiştir. Grafiklerden, eğmeç derinliği ve parça kalınlığı arttıkça besleme hızının azaldığı görülmektedir. Ancak, bu azalmada eğmeç derinliğinin etkisi daha fazladır.



Şekil 3. Eğmeç derinliğinin besleme oranına etkisi



Şekil 4. Parça kalınlığının besleme oranına etkisi

Bağımsız değişkenler olan eğmeç derinliği ve parça kalınlığının bağımlı değişken olan besleme oranı ile ilgili bağıntı şeklinin ve değişkenler arası bağıntı derecesinin bulunması için regresyon ve korelasyon analizi ve buna bağlı varyans analizi [11] Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Varyans Analizi

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Deneme	2	67 399	33 700	503. 91	0. 000***
Hata	75	5 016	67		
Toplam	77	72 415			

Tablo 1'den görüleceği üzere değişkenler arası ilişki % 99 güvenle önemli çıkmıştır. Değişkenler arası bağıntı derecesinin bulunması için korelasyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenler arası korelasyon katsayıları

Bağımlı Değişken	Eğmeç Derinliği	Parça Kalınlığı
Besleme Oranı	-0. 959	-0. 048

Tablo 2'den görüleceği üzere, eğmeç derinliği ile besleme oranı arasında tama yakın kuvvetli bir negatif ilişki vardır. Yani, eğmeç derinliği arttıkça besleme oranı üzerinde önemli azalışlar meydana getirmektedir. Parça kalınlığı ile besleme oranı arasında da negatif bir ilişki olmasına rağmen etkileşim çok daha azdır. Parça kalınlığı arttıkça besleme oranındaki azalış önemli derecede düşüktür. Bu ilişkilerin değerlerinin bulunarak fonksiyonun ortaya konabilmesi için regresyon eşitliği aranmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Regresyon eşitliği analiz tablosu

Değişkenler	Katsayı	Std. Sapma	T	P
Sabit	144.443	0.4321	33.43	0.000***
Eğmeç derinliği	-1.1446	0.0361	-31.71	0.000***
Parça Kalınlığı	-0.2068	0.0600	-3.45	0.001***

Bu tabloya göre, regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur;

$$\text{Besleme Oranı (mm/sn)} = 144.4 - 1.14 \text{ Eğmeç Derinliği (mm)} - 0.21 \text{ Parça Kalınlığı (mm)}$$

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, şerit testere makinesinde eğmeçli parçaların kesilmesi anında eğmeç derinliği ve parça kalınlığının besleme oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, eğmeç derinliği ile besleme oranı arasında tama yakın kuvvetli bir negatif ilişki vardır. Yani, eğmeç derinliği arttıkça besleme oranı üzerinde önemli azalışlar meydana getirmektedir. Parça kalınlığı ile besleme oranı arasında da negatif bir ilişki olmasına rağmen etkileşim çok daha azdır. Parça kalınlığı arttıkça besleme oranındaki azalış önemli derecede düşüktür. Bu ilişkilerin büyüklüğünün belirlenmesi için regresyon eşitliği çıkarılmış ve aşağıdaki fonksiyon elde edilmiştir:

$$\text{Besleme Oranı (mm/sn)} = 144.4 - 1.14 \text{ Eğmeç Derinliği (mm)} - 0.21 \text{ Parça Kalınlığı (mm)}$$

Bu eşitlikten herhangi bir eğmeç derinliği ve herhangi bir parça kalınlığına sahip parçanın besleme oranı ve bu besleme oranından da parçanın eğmeçli kenar uzunluğuna göre kaç saniyede kesilebileceği % 99 güven seviyesi ve \pm % 5 hata ile bulunabilir. Ancak, buradan elde edilen değer ana faaliyet olarak adlandırılan eğmeçli parçanın şerit testere makinesinde kesilmesi ile ilgilidir. Bu süreye, hazırlık zamanı, yan faaliyet zamanları ve dağılım zamanlarının eklenmesi gereklidir.

Herhangi bir işlem noktasında işlem zamanının bilinmesi son derece önemlidir. Bu süreler, kapasite planlaması, gerekli makine sayısının, malzeme kullanım hızının, direkt işçilik ve enerji maliyetlerinin, işin bitirilme veya teslim zamanının belirlenmesi gibi içinde zaman unsurunun yer aldığı tüm planlama analizlerinde veri olarak son derece önemlidir. Çünkü, yönetim açısından doğru karar doğru veri ile alınabilir.

KAYNAKLAR

1. MPM REFA, "İş Etüdü Yöntem Bilgisi", **MPM**, Ankara, 1979.
2. Prak, A., L., Myers, T., W., Furniture Manufacturing Process", Second Edition, Department Of Industrial Engineering, **North Carolina State University**, Raleigh 1979.
3. Burdurlu, E., Mobilya Endüstrisinde İş Etüdü Uygulamaları Üzerine Araştırmalar, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 1995.
4. Barnes, M., R., Motion And Time Study, Design And Measurement Of Work, Seventh Edition, **John Wiley And Sons**, New York 1980.
5. Öncer, M., Asil, N., İş Örnekleme Yöntemiyle Dört Modern Mobilya Fabrikasında Kayıp Zamanların Saptanması ve Önleme Yolları, **MPM**, Ankara, 1992.
6. Willard, R. And Myers T. W., Estimating and Analysing for Manufacturing Decisions, **North Carolina State University**, Raleigh, N. C., 172p., 1976.
7. Dizdar, E. N., İş Etüdü Kavramı İçerisinde Zaman Etüdünün İncelenmesi ve Mobilya Endüstrisinde Uygulanması, **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1994.
8. Şahin, E., Bir İşyerinde Metot Ve Zaman Etüdü İle Verimliliğin Belirlenmesi, **Teknoloji**, Yıl: 6, Sayı 3-4, sf. 59-65, 2003.
9. Dizdar, E. N., Özen, R., Ahşap Mobilya Endüstrisinde İş Etüdü Uygulanması, **Teknoloji**, Yıl: 4, Sayı 1-2, sf. 1-9, 2001.
10. Feirer, J. L. and Hutchings, G., Advanced Woodwork and Furniture Making, **Chass A. Bennet Co. Inc.**, Peoria, Illinois, 528p., 1978.
11. Dizdar, E., İstatistik, **Kale Ofset**, Ankara, 2000.