

# Bir Mobilya Fabrikasında Optimal İmalat Politikasının Belirlenmesi

Ercan TANRITANIR

İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Bahçeköy - İstanbul -TÜRKİYE

Fatih HOCAOĞLU

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gebze- Kocaeli - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 24.10.1997

**Özet:** Optimal imalat politikasını belirlemenin amacı; fabrika içinde iş akışını basitleştirmek ve montaj hatlarını dengelemektir. Bu çalışmada, standart mobilya üreten bir fabrikadaki karmaşık iş akışı ve dengesiz montaj hattı sorunlarını çözmek için alternatif imalat politikaları geliştirilmiştir. Kıyaslama yapabilmek için imalat politikaları Siman simülasyon dili ile modellenmiştir. Bilgisayar desteği ile yapılan uygulamalar sonucunda bu mobilya fabrikasında 6. politika en uygun imalat politikası olarak belirlenmiştir.

## The Determining of the Optimal Manufacturing Policy in a Furniture Factory

**Abstract:** The aim of determining the optimal manufacturing policy is to simplify the work flow and to balance the assembly lines. In this study, alternatives manufacturing policies have determined in order to solve this troubles in a factory that produced standard furniture has complex work flow and unbalanced assembly lines. These policies were modelled using Siman simulation language. The application carried out with the aid of computer showed that performance values of 6th policy are the best suitable for furniture manufacturing in this factory.

### Giriş

Bu çalışmada uygulama alanı olarak standart mobilya üreten bir fabrika alınmıştır. Kapalı üretim alanı 1435 m<sup>2</sup> olan bu fabrikanın toplam alanı; idari binalar, sosyal tesisler, yeşil alanlar, ana ve ara yollar ile birlikte 7656 m<sup>2</sup>'ye ulaşmaktadır. Fabrikada 3 imalat şefi, 2 ustabaşı, 9 postabaşı ve 106 işçi çalışmaktadır.

Fabrikanın, orta ve yüksek gelirli tüketici sınıfına hitap eden ürünleri; artan nüfus nedeniyle giderek küçülen ve standart hale gelen konutlarda alan tasarrufu sağlayan standart mobilyalardır. Bu mobilyaların özellikle yatak elemanları, kullanımı sona erdiğinde -amortisörleri yardımıyla- kolayca kapatılabilmektedir.

Fabrikada üretilen mobilyalar dokuz adet modülden oluşmaktadır. Bunlar; Tek Kişilik Yatak, Gardrop, Tek Kapılı Gardrop, Çalışma Masası, Küçük Vitrin, Çift Kişilik Yatak, Ranza, Köşe Modülü ve Oturma Seti'dir.

Seri üretim yapan bu fabrikada Ana Üretim Planı her yıl aralık ayı sonunda yapılmaktadır. Asıl olarak bütçe

işlemleri için hazırlanan bu plan ile her ay üretilmesi gerekli minimum modül miktarları da belirlenmektedir.

Aylık üretim planının temel alındığı fabrikada, satış müdürlüğü her ayın satış tahminini önceki yılların satış trendi, mevsimsel dalgalanmalar ve son ayın bayi siparişleri ışığında iki ay öncesinden belirlemektedir. Üretim Planlama ve Kontrol Şefi, bu tahmini değerleri elindeki son üç yıllık satış miktarlarına göre irdelemekte, stokları ve ilave siparişleri de dikkate alarak aylık üretim planını oluşturmaktadır.

Aylık üretim planları belirlendikten sonra malzeme teminine geçilmektedir. Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) yapılarak gerekli siparişler verilmektedir. Yüksek fiyatlı malzemelerde temin süreleri belirtilerek uzun süreli olarak elde tutulmamasına çalışılmaktadır. Zira satıcılar ödemelerde ayda %7'lik bir ödeme farkı almaktadırlar. Özellikle lamine kaplı yongalevhada günü gününe sipariş verilmeye çalışılmaktadır. Vida, somun, rondela,... gibi malzemelerde ABC analizi de dikkate alınarak iki aylık stok tutulmaktadır.

Bu fabrikada alternatif imalat politikalarını incelemenin amacı; stoklu üretim yapan, montaj hattını dengelemekte güçlük çeken ve iş akışı oldukça karmaşık olan bir üretim sisteminde performans değerlerini yükseltebilmek için alternatif imalat politikaları geliştirmek ve bu politikaları mevcut imalat sistemiyle kıyaslamaktır.

## Materyal ve Yöntem

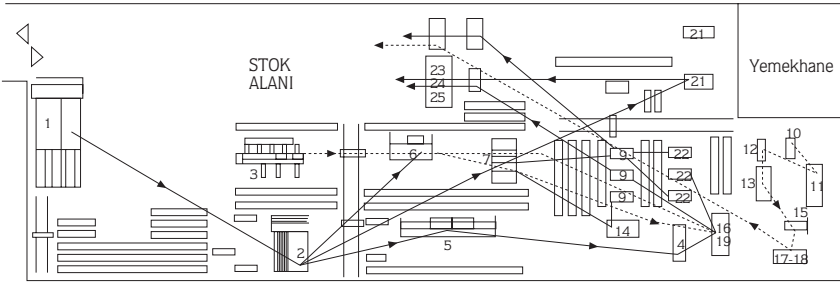
### Mobilya Fabrikasında Makinaların Yerleşimi

Bu mobilya fabrikasında sipariş atölyesi ve akış atölyesinin birlikte uygulaması görülmektedir. Bilindiği gibi, sipariş atölyesinin geleneksel yerleşim düzeni olan fonksiyonel düzenlemede aynı işlemleri gören makinalar veya tezgahlar bir araya getirilmektedir. Akış atölyesinde

ise, makinalar geri harekete neden olmadan ardışık işlemleri gerçekleştirecek bir hat şeklinde sıralanmaktadır. Bu fabrikadaki makinaların dökümü Tablo 1’de, makinaların yerleşimi ve iş akışı ise Şekil 1’de verilmiştir.

Mobilya fabrikasında M1, M2, M3, M5, M6 ve M7 makinalarının yerleşiminde hat düzenleme; M4, M9, M14, M16, M19, M21, M22, M23, M24 ve M25’in yerleşiminde ise fonksiyonel düzenleme esas alınmıştır. Bu durum özellikle M9, M14, M16, M19, M21, M22, M23, M24 ve M25 gibi el tezgahlarında açık olarak görülmektedir.

M1, M2, M3, M5, M6 ve M7 makinalarında ardışık ve/veya atlamalı işlemler görerek ilerleyen parçalar; iş akışına göre M4, M9, M14, M16, M19, M21, M22, M23, M24 ve M25’e gitmektedirler.



Şekil 1. Fabrikadaki Parça Hareketi.

Tablo 1. Fabrikada bulunan makinalar.

MAKİNA NO	MAKİNANIN ADI
1	Levha Kaba Ebatlama Makinası
2	Çift Taraflı Levha Net Ebatlama Makinası
3	NC Levha Ebatlama Makinası
4	Arabalı Yatar Daire Testere
5	Kenar İşleme Makinası
6	Kenar İşleme Makinası
7	Çoklu Delik Delme Makinası
9	Baza Toplama Tezgahı
10	Masalı Daire Testere
11	Bantlı Zımpara Makinası
12	Çekmece Kasnağının Toplanması
13	Çekmece Altlığının Çakılması
14	Freze (bazalama için)
15	Tablalı Freze (çekmece için)
16-19	Çalışma Masası Tablası ve Etajer Montajı
17-18	Çekmece Kızaklarının Çakılması ve Alistırılması
21	Yatak Elemanlarının Toplanması
22	Temizlik İşlemi
23-24-25	Rötuşlama, Aksesuar Takma ve Ambalajlama

Fabrikadaki çekmece imalatı için hücre karakteri taşıyan bir birim bulunmaktadır. Bu birimdeki makineler U - tipinde yerleştirildiği halde, parçalar U - tipi iş akışı göstermemektedir. Çünkü, makineler iş akışına göre ardışık olarak yerleştirilmemiştir.

M1, M2, M3, M5, M6'nın akış tipi imalatı uygulaması ve M7'nin hazırlık süresinin uzun olması bu makineler arasında fazla miktarda yarımamül stoklarına neden olmaktadır. Bu yüzden sözkonusu makineler arasındaki mesafeler büyük tutulmuştur.

Parçalar, makineler arasında rulmanlı konveyörler yardımıyla ve partiler halinde taşınmaktadır (1).

### Sistemin Siman İle Simulasyonu

Bu bölümde deterministik işlem süreleri ve değişken talep miktarları altında alternatif imalat politikalarının davranışları incelenmiştir. Bu amaçla Siman simulasyon dili kullanılmıştır. Siman, model ve deneysel programdan oluşmaktadır. Ancak fabrikada imal edilen tüm modüllerin simülasyona dahil edilmesi, Siman'da bellek yetersizliği ve koşum süresinin kısalığı gibi sorunları ortaya çıkarmıştır. Zira, sistemde 126 adet parça ve 25 adet makina bulunmaktadır. Bu parçaların işlem gördüğü her makina için ve birkaç işlem gördükten sonra ortaya çıkan kombine bloklar ile grup bloklar için ayrı ayrı tanımlanması, parçalara ait günlük talep miktarlarının ve her makina için işlem sürelerinin tek tek girilmesi, simülasyonun koşumunu iyiden iyiye imkansız kılmıştır. Bu nedenle Siman'ın bellek kısıtını zorlayan verilerin aşağıdaki şekilde azaltılması yoluna gidilmiştir (2,3):

1. Sistemin Siman ile simülasyonundan önce fabrikada imal edilen tüm modüller ele alınmış ve performans ölçütleri gözlenmiştir. Koşum esnasında Siman'da bellek sorunu ortaya çıkınca uygulama, imalatında hemen hemen tüm makinelerin kullanıldığı Küçük Vitrin üzerinde yoğunlaştırılmıştır.

2. Talep miktarlarının günlük değerleri yerine, modüllerin talep dağılımları bulunarak, bu dağılımların parametreleri girilmiştir. Bilgisayar desteğinde yapılan dağılım testleri sonucunda, modüllere ilişkin taleplerin üstel dağılım gösterdiği bulunmuştur. Ancak imalat sistemini daha iyi temsil edebilmek için, örnek modülün talep dağılım parametresi, benzer imalat karakteristiği gösteren modüllerin talep dağılım parametreleriyle birlikte değerlendirilmiştir.

3. İmalatta bilinmesi gerekli süreler işlem süresi,

hazırlık süresi ve taşıma süreleridir. Sözkonusu süreleri belirlemek amacıyla her parça için işlem gördüğü makinelerde kronometre ile ölçümler yapılarak standart zamanlar bulunmuştur (4). Fabrikada zaman etüdleriyle belirlenen deterministik işlem süreleri yerine de gösterdikleri istatistiksel dağılımların parametreleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada performans ölçütü olarak;

- Sistem Zamanı,
- Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı,
- Tamamlanan Parça Sayısı,
- Makina Kullanım Oranı ve
- Ortalama Kuyruk Uzunluğu, alınmıştır.

Fabrikada kullanılan üretim sisteminin simülasyonunda darboğazların M7'ye kadar olan bölgede yoğunlaştığı görülmüştür. Bu nedenle sadece ilk 13 makina dikkate alınarak performans ölçütleri irdelenmiştir.

Her simülasyon koşumunun süresi fazla mesai olmadığında 480 dakika, fazla mesai olduğunda ise günlük talebi karşılayacak uzunluktadır.

### Modelin Varsayımları

1. Bu modelde hammadde, hazır parçalar ve yardımcı malzemeler muayene edilmeksizin kullanıma hazır durumdadır.

2. Sistemde işçi kısıtı yoktur.

3. Sistemdeki tüm kuyruklarda İlk Gelen Önce (İGÖ) kuralı uygulanmıştır.

4. Makinaların bakım ve onarım süreleri ihmal edilmiştir.

### Modelin Parametreleri

Modelin parametreleri aşağıdaki gibidir :

- 1. İşlem süreleri,
- 2. Hazırlık süreleri,
- 3. İş istasyonları arası taşıma süreleri,
- 4. Günlük talebin dağılımı.

### Fabrikanın Aktüel Durumu ve Alternatif İmalat Politikaları

Fabrikada halen kullanılmakta olan imalat sistemindeki makina sayılarında değişim yapılarak 7 ayrı

politika geliştirilmiştir. Bu politikalar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

1. Politika: Fabrikanın gerçek durumunu gerçek makina sayılarıyla göstermektedir.

2. Politika: Mevcut durumdaki kuyruk sorunlarını gidermek için M1'in sayısı bir adet artırılarak ikiye çıkarılmış; M12, M13, M17 ve M20 birer adet azaltılmıştır.

3. Politika: İkinci politikadan elde edilen sonuçlara göre M1'in sayısı üçe çıkarılmış, diğerleri aynı kalmıştır

4. Politika: M8, dört adetten bir adete indirilmiş; diğerleri aynı sayıda bırakılmıştır.

5. Politika: M9'un sayısı bir adete indirilmiştir.

6. Politika: M1'in sayısı dört adete çıkarılmıştır.

7. Politika: M3'ün sayısı iki adet olmuştur.

Burada amaç, sistemin gerçek performans ölçütlerini belirlemek değil, sistemin alternatif imalat politikalarına göre performans değerlerini karşılaştırmaktır. Bu değerler; tüm modellerde Sistem Zamanı, Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı, Tamamlanan Parça Sayısı, Makina Kullanım Oranı ve Ortalama Kuyruk Uzunluğu'dur.

#### Modelin Tanımlanması

Fabrika üzerinde yedi adet simülasyon modeli kurulmuştur. Fabrikanın tümü, mevcut imalat sistemine göre benzetilmiştir. Modelde 23 tezgah, 126 parça ve 600 işlem bulunmaktadır. M23, M24 ve M25'in işlem süresi bileşik olduğu için bir tezgah olarak değerlendirilmiştir.

Modelin işletilmesinde gezen birimlerin 1. özelliği A(1) parça kod numarasını, 2. özelliği A(2) ait olduğu modülün kod numarasını, 3. özelliği A(3) ise parçanın bir önce işlem gördüğü tezgah numarasını belirtmektedir. Kombine olan bloklar için yeni A(1) ve A(3) özellikleri atanmıştır.

Gezen birimlerin üretimi, modüllere gelen günlük talebin gösterdiği dağılımın parametrelerine göre sağlanmıştır. Gezen birimlerin A(1) özelliklerinin atanması, modül içerisindeki kullanım oranına göre (olasılık dallanması) yapılmıştır. Gezen birimlerin işlem rotaları A(1) ve A(3)'ün ikili olarak kontrolü ile sağlanmıştır (5,6).

Performans ölçütü olan "Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı"nın tespiti için X(1) değişkeni kullanılmıştır.

Sisteme her gezen birim girişinde X(1) değişkeni bir adet artırılmış sistemden ayrılmalarda bir adet azaltılmıştır. Kombine bloklarda ise, kombine olan parça sayısının bir eksiği kadar azaltılmıştır.

Daha önce belirtilen performans ölçütlerini test etmek amacıyla yapılan koşullarla elde edilen Siman özet raporları incelenerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

#### Bulgular

##### Sistem Zamanı

Sözkonusu modülü oluşturan parçaların imalat esnasında sistemde harcadığı zamanlar, mevcut üretim sistemi ve alternatif politikalar için aşağıda verilmiştir:

1. Politika = 249.90 dk.
2. Politika = 232.15 dk.
3. Politika = 268.85 dk.
4. Politika = 268.85 dk.
5. Politika = 268.85 dk.
6. Politika = 241.83 dk.
7. Politika = 246.68 dk.

Görüldüğü gibi sistem zamanı 232.1 dk. ile 2. politikada en küçük, 268.8 dk. ile 3.,4. ve 5. politikalarda en büyüktür (Şekil 2).

##### Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı

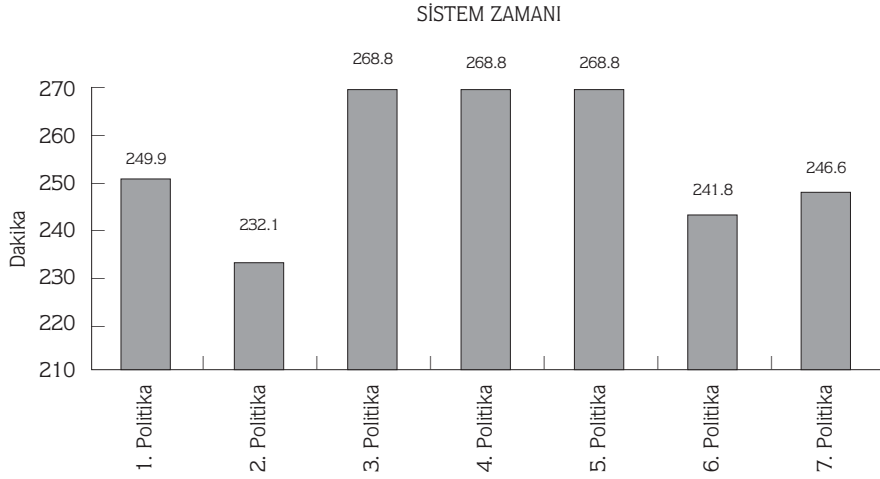
2 no'lu grafikte görüldüğü gibi, sistemdeki ortalama parça sayısı 1134.7 adet ile 6. politikada en düşük iken, 1724.4 adet ile 1. politikada en yüksek değere ulaşmıştır (Şekil 3).

##### Tamamlanan Parça Sayısı

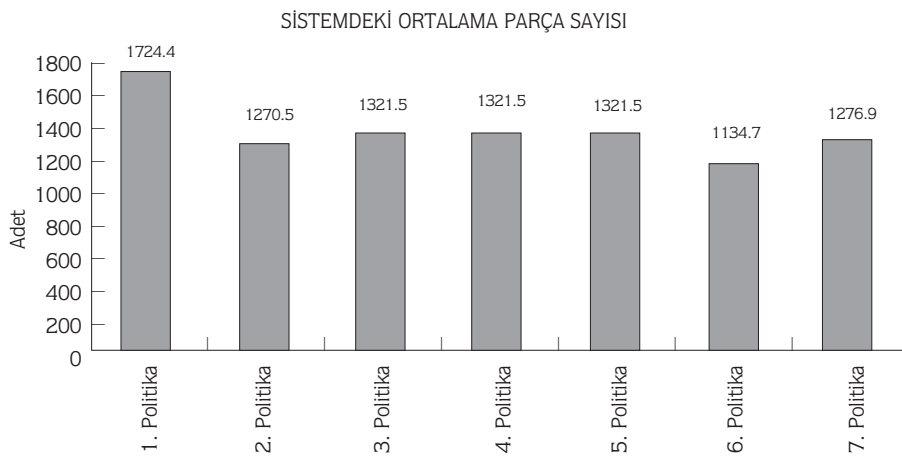
Bu performans ölçütüne ilişkin simülasyon sonuçları aşağıdaki gibidir:

1. Politika = 37 Adet
2. Politika = 53 Adet
3. Politika = 62 Adet
4. Politika = 62 Adet
5. Politika = 62 Adet
6. Politika = 76 Adet
7. Politika = 61 Adet

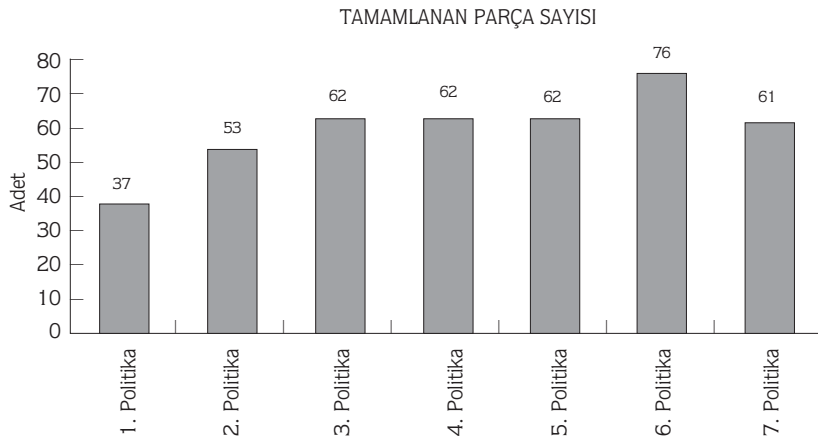
En büyük değere 76 adet ile 6. politikada ulaşılırken, en düşük değere 37 adet ile 1. politikada ulaşılmıştır (Şekil 4).



Şekil 2. Sistem Zamanı.



Şekil 3. Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı.



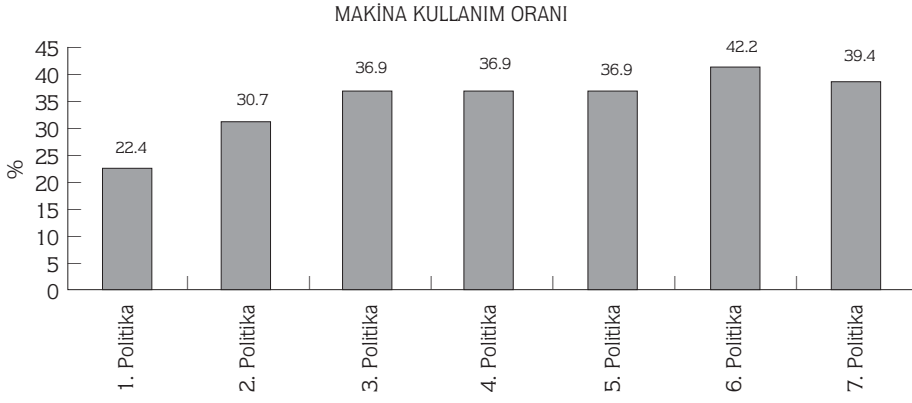
Şekil 4. Tamamlanan Parça Sayısı.

#### Makina Kullanım Oranı

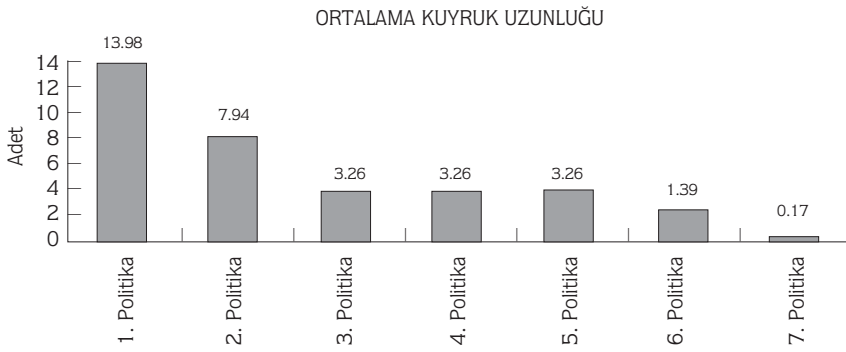
Makina kullanım oranı % 42.2 ile 6. politikada en yüksek, % 22.4 ile 1. politikada en küçüktür (Şekil 5).

#### Ortalama Kuyruk Uzunluğu

Bu performans ölçütünün en yüksek değeri 13.98 adet parça ile 1. politikada, en küçük değeri ise 0.17 adet parça ile 7. politikada görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 5. Makina Kullanım Oranı.



Şekil 6. Ortalama Kuyruk Uzunluğu.

Tablo 2. Sistem Performanslarının Birlikte Değerlendirilmesi.

	POLİTİKALAR						
	1.PI	2.PI	3.PI	4.PI	5.PI	6.PI	7.PI
SİSTEM ZAMANI		*					
SİSTEMDEKİ ORTALAMA PARÇA SAYISI					*		
TAMAMLANAN PARÇA SAYISI					*		
MAKİNA KULLANIM ORANI					*		
ORTALAMA KUYRUK UZUNLUĞU							*

## Sonuçlar

Sistem performanslarının tümü birlikte değerlendirildiğinde Tablo 2'deki durum ortaya çıkmaktadır:

Performans ölçütlerinden Sistem Zamanı'nda 2. politika; Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı, Tamamlanan Parça Sayısı, ve Makina Kullanım Oranı'nda 6. politika; Ortalama Kuyruk Uzunluğu'nda ise 7. politika daha başarılı olmuştur.

Fabrika içinde gezen birimler, süreklilik arzetmeleri nedeniyle her zaman katlanılmak zorunda kalınan bir stoktur. Kuyrukların ve sistemde harcanan zamanın azaltılması bu stoğun da azalmasını, dolayısıyla toplam maliyetin düşmesini sağlayacaktır.

Sonuç olarak; 6. politika üç performans ölçütünde en başarılı, diğer ikisinde ise ikinci en başarılı olmuştur. M1'in yani Levha Kaba Ebatlama Makinası'nın sayısı dört adet olmalıdır.

## Kaynaklar

1. Tanrıtınır, E., Tam Zamanında Üretim Sistemi ve Bir Orman Endüstri İşletmesinde Uygulaması, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi (Basılmamıştır), İstanbul,1993.
2. Durmuşoğlu, S., Operating Policies For JIT Manufacturing, JIT Manufacturing Systems, Operational Planning and Control Issues, A.Şatır (Ed.), pp.95-114, 1991.
3. Pegden, D. Inroduction to SIMAN with Version 3.0. Enhancements, State College, Pennsylvania, March, 1986.
4. Kobu, B., Üretim Yönetimi, İ.Ü. İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü, Yayın No:33, S.37- 52, İstanbul, 1980.
5. Dinçmen, M., Çebi, T., ve Öztürkoğlu, S., Üretim Benzetiminde Denge, Yöneylem Araştırması Dergisi, 2. S. 105-121, 1983.
6. Tanrıtınır, E., ve Hocoaoğlu, F., Tam Zamanında Üretim Sistemi ve Bir Mobilya Fabrikası Örneği, II. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, S. 359-373, Trabzon, 1993.