

# TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİNDE TEDARİKÇİ İLİŞKİLERİ VE EN İYİ PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

**Ertan GÜNER ve Mahmut Engin KARACA**

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Maltepe, 06570, Ankara,  
[erguner@gazi.edu.tr](mailto:erguner@gazi.edu.tr)

## ÖZET

Tam Zamanında Üretim (TZÜ) sistemi ilk kez Japonya'da Toyota firmasında uygulanmıştır. Bu sistemin imalat firmaları arasında gittikçe tercih edilmesi, israfı duyarlı olması ve maliyetleri azaltma çabası içinde olması dolayısıyladır. Bu çalışmada, TZÜ'de tedarikçi ilişkisi konusu ele alınmıştır. Elektrikli ev aletleri üreten ve TZÜ yapısına uygun üretim yapan bir firma tespit edilerek tedarikçi ilişkileri değerlendirilmiştir. Seçilen bir ürün için daha önce 83 olan tedarikçi firma sayısı 19'a indirgenebilmiştir. Ayrıca, bu ürün için en iyi üretim parti büyüklüğü hesaplanarak, ürünün bileşen parça ihtiyaçları buna göre belirlenmiştir. Bunun sonucunda yıllık stok taşıma maliyetinde önemli bir düşüş sağlanabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tam zamanında üretim, tedarikçi yönetimi, parti büyüklüğü.

## SUPPLIER RELATIONS AND OPTIMAL BATCH SIZE FOR JUST-IN-TIME PRODUCTION SYSTEM

### ABSTRACT

Just-in-Time (JIT) production system has first been used by Toyota Co. of Japan. Its sensitivity to waste and fighting with waste in order to reduce cost makes this production system very popular. In this study, supplier relations in JIT was studied. The supplier relations of an electrical appliances production company, which has a JIT like production system, is examined. One of its products is chosen and the number of suppliers, which supply this product, are decreased from 83 to 19. Moreover, optimal batch size of the selected product is calculated and this batch size is used in calculating raw materials requirement. As a result of using this batch sizes, an important saving can be achieved in yearly inventory holding cost.

**Keywords:** Just in time, suppliers management, lot size.

### 1. GİRİŞ

İşe değer katmayan her türlü atığın ve değişkenliğin yok edilmesi ve malzemelerin gerektiği yerde ve gerektiği zamanda çekilmesi TZÜ'nün esasını oluşturur. TZÜ çekme sistemine dayalı bir üretim sistemidir. Çekme kavramı hem ardışık üretim süreçlerinde ve hem de tedarikçilerle ilgili olarak kullanılır. Çekme sistemi üretim ve dağıtım talebini gerçekleştirmek için iş istasyonları arasında çeşitli sinyaller kullanır. Örneğin bir ürün talebi geldiğinde bu talep son istasyona iletilir ve kanban kartları ile istasyonlar arası malzeme çekimi sağlanır. Çekme sistemi sadece ihtiyaç olduğunda küçük partilerden oluşan malzemelerin üretilmesini sağlar. Bu sistem problemleri gizleyen stokların oluşumunu engeller ve

dolayısı ile stoklara yapılan yatırımı azaltırken imalat çevrim zamanları da indirgenir.

TZÜ felsefesinde en büyük israf kaynağı olarak stoklar dikkate alınır. Ancak tedarikçilerine olan güvensizlikten dolayı imalatçı firmaların hammadde kaynaklı stok tutma eğiliminde oldukları görülmektedir. Günümüz süreç odaklı sistemlerde ise tedarikçi ve alıcı firmalar birbirini takip eden ardışık süreçler olarak düşünülmekte ve karşılıklı faydaya dayalı tedarikçi ilişkileri dikkate alınmaktadır.

TZÜ imalat çevrelerinde tedarikçilerle yapılan satış sözleşmelerinde alıcının stok taşıma maliyetlerini en küçüklemek için tedarikçilerden satın alınan mallarını küçük partiler halinde sık sevkiyatlar şeklinde

yapması istenilen bir koşuldur. Bir imalat sisteminde satın alınan hammaddeler perakendeciler ve müşteriler için nihai ürünlere dönüştürülür. İmalatçı, perakendecilerin stok taşıma maliyetlerini en küçüklemek için ürünlerini küçük miktarlarda sevk etmek ve aynı zamanda kendi maliyetlerini de düşürmek için küçük miktarlarda hammadde temin yoluna giderler. Geleneksel TZÜ ortamında hammadde tedarikçisi kendisini imalatçıya adanmıştır. İmalat parti büyüklüğü, perakendecisinin satış hacmine (pazar talebine), birim ürün maliyetine, hazırlık maliyetine, stok taşıma ve nakliye maliyetine bağlıdır. Hammadde sipariş parti büyüklüğü ise imalat sisteminin hammadde ihtiyacına, birim hammadde maliyetine, sipariş verme ve stok taşıma maliyetine bağlıdır. Böylece en iyi (optimal) hammadde sipariş miktarları en iyi imalat parti büyüklüğüne eşit olmayabilir. TZÜ sistemini en iyi şekilde çalıştırmak için hammadde sipariş parti büyüklüğünü ve üretim parti büyüklüğünü tüm işlem parametrelerini göz önüne alarak aynı anda eniyilemek gerekir. Maalesef son zamanlara kadar literatürde yer alan TZÜ çalışmalarının büyük bir bölümü tanımlayıcı [1,2] ve büyük bir bölümü ise her iki alt sistem için tüm maliyetleri göz önüne almamıştır [3-5]. Sarker, Karim ve Azad [6] ve Sarker, Karim, ve Haque [7] sabit üretim oranı ve sürekli tedarik koşulu altında çalışan bir model geliştirmişlerdir. Onların çalışmalarında iki durum göz önüne alınmıştır. Birinci durumda hammadde sipariş miktarının üretim sisteminin tek bir partisi için gereken hammadde miktarına eşit olduğu varsayımdır. Bir üretim çevriminin başlangıcında yenilenen hammadde miktarı bu üretim koşurmasının sonunda tamamıyla kullanılacaktır. İkinci durumda bir ürünün tek bir partisi için gereken hammadde miktarı n seferde karşılanacağı, n tam sayı üzere, varsayılmaktadır. Böylece birinci durum TZÜ tedarik sistemine uygun olmasına karşın, ikinci durum TZÜ üretimi için tercih edilmez. Sabit üretim miktarı ve dönemsel dağıtım politikası altında bir üretim sisteminin hammadde ihtiyaçlarını karşılamak için bir sipariş politikası Golhar ve Sarker [8], Jamal ve Sarker [9], Sarker ve Golhar [10] ve Sarker ve Parija [11] tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacılar yukarıdaki birinci duruma benzer şekilde her bir çevrimdeki hammadde için imalatçının tek bir sipariş vermesine izin vermişlerdir. Bu durumda nihai ürünlerin sabit bir miktarı (diyelim ki x birim) her L zaman birimi sonunda (sabit aralıkta) müşteriye dağıtılacaktır. Bu dağıtım örneği stokların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Sarker ve Parija [11], n ardaşık üretim partisinde kullanılacak büyük bir miktarda hammadde alımı için bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada, TZÜ sistemlerinde tedarikçi ilişkileri üzerinde durulmuştur. TZÜ sistem yapısına uygun, seri imalat yapan bir firma göz önüne alınmıştır. Bu firma elektrikli ev aletleri üretimi yapmaktadır. Firmanın tedarikçileri ilişkileri ve satın alma süreci analiz edilmiştir. Analiz sonucunda firmanın tedarikçi sayısında aşırı fazlalık, yüksek hammadde stokları ve

depo alanında yetersizlik tespit edilmiştir. Bu problemlerin çözümlerine yönelik olarak, satın alma süreci yeniden oluşturulmuş ve tedarikçilerin seçimine yönelik olarak boyut analizi tekniği uygulanmıştır. Ayrıca gerek firmanın ürettiği ve gerekse tedarikçilerinden satın aldığı malzemeler için en iyi üretim/sipariş parti büyüklükleri Khan ve Sarker'in [12] geliştirdikleri model esas alınarak hesaplanmış, önerilen sistemin firmaya sağlayacağı katkılar değerlendirilmiştir.

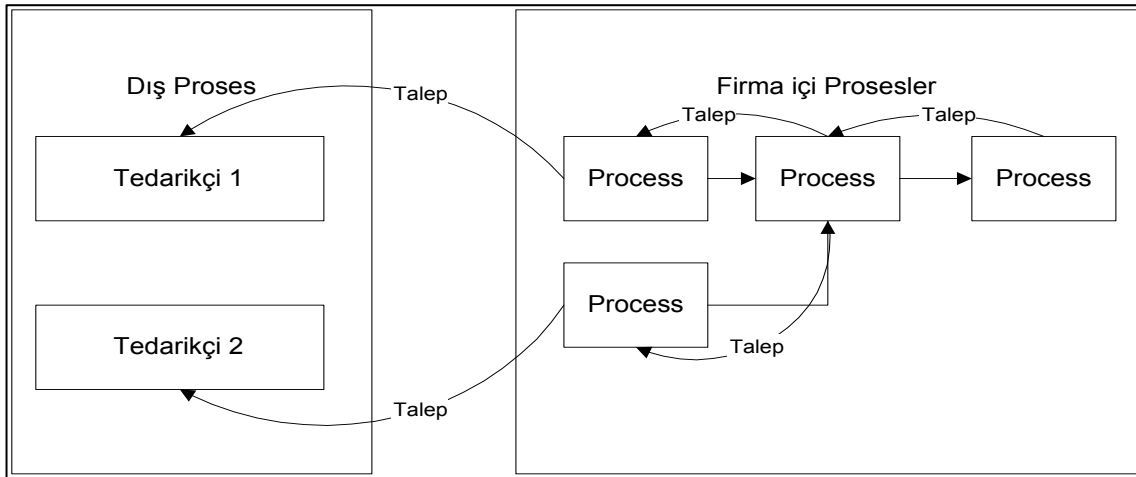
Çalışmanın ikinci bölümünde TZÜ ve tedarikçi ilişkisi konusu ele alınmış, üçüncü bölümünde ön incelemeler, dördüncü bölümde konuya ilişkin firma uygulaması yapılmış, genel değerlendirmenin yapıldığı sonuç bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

## 2. TZÜ VE TEDARİKÇİ İLİŞKİSİ

Başarılı bir TZÜ sisteminin en önemli şartı üretim süreçlerinde üretilen tüm parçalarla ilgili olarak üretilen miktarlar ve üretim zamanları konusunda doğru bilgi sahibi olmaktır [13]. Tipik bir imalat sürecinde bu durum bir önceki süreç den gereken miktarın çekilmesi ve önceki sürecin de çekilen miktar kadar üretim yapması şeklinde olur. Aynı durum tüm süreçler için geçerlidir. Son montaj hattı üretim planının başladığı nokta olarak ele alınmakta ve yarı mamullerin süreçler tarafından çekilmesi işlemi ilk sürece kadar devam etmektedir. TZÜ açısından bakıldığında firmanın ilk sürecinin çekeceği hammadde ve yarı mamullerin de stok olarak tutulması israf olarak değerlendirilmektedir. Bu şartlar altında hammadde ve yarı mamulleri sağlayan tedarikçiler de firmanın bir süreci olarak ele alınmaktadır ve tedarikçilerinden malzeme tedarik işlemi sanki bir önceki süreç den malzeme çekim işlemi gibi yapılmaktadır (Şekil 1). TZÜ'nün süreçler arasında bu çekme işlemini gerçekleştirmek için oluşturduğu bilgi akışına KANBAN denilir. Kanban çekilen ürünün tipini ve miktarını gösteren bir karttır. Bu kart bir sonraki süreç den bir öncekine üretim emri olarak gönderilir. Bu şekilde tüm imalat süreçlerinin birbirleriyle bağlantısı kurulmuş olmaktadır. Tedarikçilerde bu sistemin bir parçasıdır ve onlar da üretimlerini çekilen miktara ve çekildiği zamana göre ayarlamalıdır. TZÜ tedarikinin özellikleri özetlenmiş şekilde toplu olarak Tablo 1'de verilmektedir.

TZÜ tedarikinde önemli bir fark da parçaların ana sanayi firmasına teslim edilmiş şeklidir. James R. Freeland [14] tarafından yapılan bir çalışmada, TZÜ ve klasik satın alma (SA) arasında sevkiyat sıklığı açısından görünen farklar, Tablo 2'de verildiği gibi bulunmuştur. TUSİAD tarafından Türkiye genelinde yapılan bir araştırma da ise tedarik zamanlarının çevrimi Tablo 3'deki gibi elde edilmiştir [15].

*Az tedarikçi ile uzun dönemli ilişki:* Çok tedarikçiyle çalışmak, geç teslimat ve zayıf kalite için bir garanti



Şekil 1. Tedarikçi firma ilişkisi

Tablo 1. TZÜ tedariki

<b>TEDARİKÇİLER</b>
1. Az tedarikçi
2. Aynı tedarikçilerle sürekli çalışmak
3. Tedarikçiye fiyat avantajı sağlayabilmesi için destek
4. Uzaktaki tedarikçilerin bir araya getirilmesi
5. Alıcı firma tedarikçinin işini sistemine entegre ederek tedarikçinin işini elinden almaz
6. Tedarikçiler de kendi tedarikçilerinden TZÜ satın alımı yapmaları için teşvik edilir
<b>MİKTAR</b>
1. İstikrarlı bir üretim çizelgesi olmalıdır.
2. Küçük miktarlarda sık sevkiyatlar yapılır.
3. Uzun vadeli sözleşmeler uygulanır.
4. İstenilen miktardan az sevkiyat yapılamaz.
5. Tedarikçiler istenilen miktarlarda paketleme için teşvik edilirler.
6. Tedarikçiler üretim miktarlarını düşürmeleri için teşvik edilirler.
<b>KALİTE</b>
1. Tedarikçiye istenen kaliteye ulaşması için yardım edilir.
2. Tedarikçi ve alıcı firmanın kalite kontrol ekipleri arasında sıkı bir ilişki vardır.
3. Tedarikçiler; partilerden numune alıp kontrol etmelerinin yerine proses kontrol yöntemlerini kullanmaları yönünde teşvik edilir.
<b>SEVKİYAT</b>
1. Çizelgelenmiş sevkiyatlar planlanır.
2. Tedarik firmalarıyla çalışmak yerine bazen firmaların kendi taşıma ekiplerini kurmaları rasyonel olabilmektedir.

olabilir ama bu durum tedarikçilerin sizinle uzun dönemli ilişki düşünmelerine engel teşkil eder. Alıcı ve tedarikçi firmalar arasındaki uzun dönemli ilişkiler, en ekonomik alışveriş için şarttır[4, 16]. Amerikalı imalatçılar Japon imalatçılarla kıyaslandığında daha fazla tedarikçi ile çalışmayı tercih ettikleri görülür [17]. Örneğin GM'un çalıştığı tedarikçi sayısı 3000-3500 iken Toyota'nın tedarikçi sayısı 250'den az olduğu tespit edilmiştir. GM'un çok sayıda tedarikçi ile çalışmasından dolayı üretim çizelgelerini ve ilişkileri oluşturmada zorluklar, daha fazla para ve zaman harcanması, aynı parça için birden fazla tedarikçi kullanılmasından dolayı, her bir tedarikçi için sık ve küçük miktarlarda sevkiyat yapmanın zor olması gibi problemler ortaya çıkmaktadır [13,18]. Tablo 4'den de görülebileceği gibi TZÜ sistemini uygulamayan firmalar bile günümüzde az sayıda tedarikçi ile uzun vadeli çalışma eğilimindedirler [19].

Tablo 2. Satın alınan parçalar için (dolar bazında) sevkiyat sıklığı

	TZÜ SA (%)	Klasik SA (%)
<b>Günde Bir &gt;</b>	8,3	1,3
<b>Günlük</b>	13,7	7,6
<b>Haftalık</b>	59,5	33,9
<b>Aylık &gt;</b>	18,5	57,1

*Tedarikçi firma seçimi:* Avrupa ve Amerika'daki birçok firmanın tedarikçi seçimlerinde hala fiyat odaklı oldukları görülmektedir. Halbuki Japon sisteminde tedarikçiler seçilirken kendi proseslerine uyum sağlayabilecek ve istenen girdiyi sağlayabilecek teknik bilgiye sahip tedarikçiler seçilir. Ürünün fiyatından çok ürünün maliyetine, kalitesine, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine, sevkiyat yeterliliğine dikkat edilir [14,20,21]. Tedarikçi

**Tablo 3.** Türkiye’de satın alınan ürünler için tedarik zaman çevrimi

Sektör	1 Günlük	2-3 Günlük	4-7 Günlük	8-14 Günlük	> 14 Günden
Elektronik	%2	%8	%10	%14	%66
Çimento	%37	%22	%9	%13	%19
Otomotiv	%1	%7	%29	%33	%30

**Tablo 4.** Daha az tedarikçiye yöneliş

Firma Adı	Şu Andaki Tedarikçi Sayısı	Eskiden Çalıştığı Tedarikçi Sayısı	% Değişim
Xerox	500	5 000	-%90
Motorola	3 000	10 000	-%70
GM	5 500	10 000	-%67
Ford	1 000	1 800	-%44

seçiminde ilk aşama potansiyel tedarikçileri tespit etmek, onların iyi tedarikçi olabilme eğilimlerini değerlendirmek ve değerlendirme ölçütlerini oluşturulmak dır. Örneğin tedarikçi puanlama raporu, tedarikçi değerlendirmesi için bazı kriterleri tespit eder. Bu kriterlerin toplanması sonucunda en fazla puanı alan tedarikçi seçilir. [19]. Tedarikçi seçiminde kullanılabilir bir diğer yaklaşım da Boyut analizi (BA) yaklaşımıdır (bu yöntem üçüncü bölümde detaylı inceleneceği için burada yer verilmemiştir). İkinci aşama tedarikçinin sisteme dahil edilmesidir. Bir tedarikçinin sisteme dahil edilmesi için ona eğitimden, mühendislik ve imalat yardımına, elektronik veri transferinin formatına kadar her şey ele alınmalıdır [22].

### 3. ÖN İNCELEMELER

Çalışmada, TZÜ yapısına uygun seri üretimi yapan bir firma ele alınmıştır. Çok tedarikçiyle çalışan ve tedarikçileriyle sıkıntılar yaşandığı ifade edilen firmada elektrikli ev aletleri imalatı yapılmaktadır (firma adının açıklanmasını istemediği için isim veremiyoruz). Bu bölümde firmanın mevcut durumu analizi edilerek yeni bir satın alma süreci önerilecektir. Daha sonra firmanın tedarikçi seçimi için kullanılacak boyut analizi yaklaşımından bahsedilecektir. Ayrıca üretim ve sevkiyat için en iyi parti büyüklüğünün belirlenmesine yönelik olarak kullanılan yöntem açıklanacaktır.

#### 3.1. Mevcut Durum Analizi

Firmanın mevcut yapısı araştırıldığında satın alma ve tedarikçi ilişkilerine yönelik olarak şu sıkıntılar tespit edilmiştir: Aşırı derecede hammadde ve yarı mamul stoku tutulmaktadır. Tutulan stok seviyesi parçadan parçaya farklılık göstermekle beraber en az 13 en fazla 20 günlük hammadde ihtiyacını karşılayacak seviyededir. Kullanılmakta olan depo, stok alanı ihtiyacını karşılayamamakta, malzemeler arkalı önlü yerleştirilmekte ve istenilen malzemeleri bulmakta zaman zorluklar yaşanmaktadır. Gelen müşteri şikayetlerinin %80’inin kullanılan girdi malzemelerdeki yetersiz kalite kaynaklı olduğu tespit edilmiştir, firma aynı malzemeyi birden fazla tedarikçiden aldığı

için izlenebilirlik kaybolmuştur. Hammaddelerin sevkiyatı ile ilgili problemler yaşanabilmektedir, gelen malzemelerde zaman zaman hasar söz konusu olabilmektedir; tedarikçi seçimi fiyat odaklı olarak gerçekleşmekte ve iyi işlememektedir; firmanın ürünlerinde modüler tasarım uygulanmamaktadır.

Firmanın mevcut satın alma prosesini daha iyi analiz edebilmek için spesifik bir ürüne odaklanarak süreç ölçümleri üzerinde çalışma yapmaya karar verilmiş ve bunun için de Buharlı Quartz Soba seçilmiştir. Buharlı Quartz Soba, 45 adet parçadan oluşmakta ve bu parçaların tedariki için yaklaşık olarak 174 tedarikçiden alım yapılmaktadır. Buharlı Quartz Soba için mevcut satın alma prosesinin proses ölçüm sonuçları şöyledir: *Ölçüm 1* (malzeme talebi ile depoya girişi arasında geçen zaman), kullanılan farklı malzemeler için çeşitlilik göstermekle beraber ortalama olarak 10 gün. *Ölçüm 2* (stokta bulundurma maliyeti), ortalama olarak 15 günlük stokun taşıma maliyeti.

#### 3.2. Önerilen Satın Alma Süreci

Buharlı Quartz Soba’nın imalat süreci incelendiğinde, firmanın bu sobayı üretebildiği hattın günlük bu soba cinsinden kapasitesi 135 adet olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın ilk adımı olarak Ek 1’de toplu olarak Buharlı Quartz Sobayı oluşturan malzemelerin ürün ağacı ve alt malzemelerin maliyetleri verilmiştir. Ek’de görüleceği üzere firma her parça için ortalama 3,8 adet tedarikçiyle çalışmaktadır. Hangi alt malzeme tedarikçileri için öncelikli çalışma yapılacağına Ek 2’de verilen Pareto Analizi uygulanarak karar verilmiştir. Pareto Analizi sonucunda, kullanılan 45 adet parçadan 19’u, maliyetin ilk %80’lik kısmını oluşturduğu için bu parçaların tedarikçilerine yönelik çalışma yapılmaya karar verilmiştir. İyileştirme çalışmasına konu olan 19 adet alt parçanın her biri için firmanın en az 3 en fazla da 6 tedarikçiyle çalıştığı görülmüştür. Geri kalan 26 malzeme için de tedarikçi sayıları analiz edildiğinde firmanın maliyeti daha düşük kalemler için tedarikçi sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir.

Ön çalışmalar sonucunda firmanın satın alma süreci

için şu hedefler konulmuş ve proses iyileştirme çalışmalarına başlanmıştır: *Hedef 1* (malzeme talebi ile depoya girişi arasında geçen zaman) farklı malzemeler için çeşitlilik göstermekle beraber, ortalama olarak 5 gün; *Hedef 2* (stokta bulundurma maliyeti): ortalama olarak 5 günlük stokun taşıma maliyeti. Yani birinci ölçüm için mevcut satın alma sürecine göre %50'lik bir iyileşme; ikinci ölçüm için ise mevcut satın alma prosesinden yaklaşık olarak %65-70'lik bir iyileşme hedeflenmiştir.

Pareto analizi ile belirlenmiş 19 parçanın satın alınmasında uygun tedarikçilerin belirlenmesi için Boyut Analizi (BA) tekniği kullanılmıştır. BA tekniği takip eden bölümde incelenmiştir.

### 3.3. Boyut Analizi

BA, tedarikçi seçiminde kullanılacak yaklaşımlardan biridir. BA tedarikçinin seçiminde her bir ölçüte önem derecesine göre ağırlık vererek seçim yapmayı sağlayan bir matematiksel yöntemdir [23]. Bu yöntem kullanılırken önce değerlendirilecek ölçütlerin tespit edilmesi, daha sonra her bir ölçüte ağırlık ( $w_i$ ) verilmesi gerekmektedir. Bizim analizimizde dikkate alınan ölçütler şöyledir:

*Zamanında Teslimat:* Firmanın teslimat zamanlarına uygunluğu değerlendirilmiştir.

*Küçük Partilerle Sevkiyat:* Günlük sevkiyat yapabilir ise ölçütün ağırlığı 5, iki günlük sevkiyat yapabilir ise ölçütün ağırlığı 4, üç günlük sevkiyat yapabilir ise 3, dört günlük sevkiyat yapabilir ise 2, beş günlük ve üstü için ise ağırlığı 1 olarak değerlendirilmiştir.

*Teknik Kapasite, Sağlamlık:* İyiden kötüye doğru, 5'den 1'e kadar ağırlık verilerek değerlendirilmiştir.

*CE ve ISO 9000 Belgeleri:* Eğer belge varsa ağırlık 2 yoksa 1 alınarak değerlendirilmiştir.

*Yakınlık:* 0-30 km uzaklık için ağırlık 5, 30-100 km uzaklık için ağırlık 4, 100-200 km uzaklık için ağırlık 3, 200-300 km uzaklık için ağırlık 2, 300-400 km uzaklık için ağırlık 1 olarak alınmıştır.

Daha önceden çalışılmamış tedarikçiler için referans araştırması yapılarak puanlama tamamlanmıştır.

$$BA = \prod_{i=1}^n \left( \frac{X_i}{Y_i} \right)^{w_i} \quad (1)$$

Bu tespitler yapıldıktan sonra tedarikçiler (örneğin X ve Y firması) formül (1) kullanılarak BA tekniğine göre değerlendirilebilir. BA değeri birden büyük çıktığında Firma (X) seçilecektir. Değerlendirmeye giren firma sayısı ikiden fazla ise sıradaki firma, Firma (X) ile değerlendirilmeye alınacak ve bu çalışma en iyi firma seçilene kadar devam edecektir. Örneğin; TZÜ tedariki yapan bir firmanın potansiyel tedarikçileri için Tablo 5'in oluşturulduğunu varsayarak bir "Boyut Analizi" tekniği uygulanır.

$$BA = \left( \frac{12}{5} \right)^2 \times \left( \frac{34}{30,50} \right)^{-3} \times \left( \frac{100}{75} \right)^4 \times \left( \frac{0,92}{0,86} \right)^6 \times \left( \frac{3}{1} \right)^{-2} \times \left( \frac{0,98}{0,90} \right)^5 \times \left( \frac{7}{5} \right)^{2,5} \times \left( \frac{4,5}{6,5} \right)^4 = 1,78$$

BA değeri birden büyük çıktığı için Firma (X) seçilecektir [23].

### 3.4. Üretim ve Satın Alma Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi

TZÜ sisteminde en uygun parti büyüklüğünün belirlenmesi önemlidir. Khan ve Sarker'in [12] bu konuda geliştirdikleri model bir üretim tesisinin ihtiyaçlarını karşılayacak hammadde ihtiyaçları için bir sipariş politikasını ortaya koyar. Üretim tesisi dışarıdan talep edilen nihai ürünleri sabit zaman aralıklarında sevk etmelidir. Model bir TZÜ dağıtım sistemi için üretim parti büyüklüklerini tespit ederek bir TZÜ hammadde tedarik sistemi ile birleştirilir. Khan ve Sarker'in [12] modeli uygulama yaptığımız firmada en iyi imalat ve hammadde sevkiyat miktarlarının belirlenmesinde uygun bir model olup onların formülasyonu kullanılarak gerekli değerler elde edilmiştir. Khan ve Sarker'e göre imalat parti büyüklüğü; pazar talebine, birim ürün maliyetine, hazırlık maliyetine, stokta bulundurma ve sevkiyat maliyetine bağlıdır. Tedarik edilecek malzemenin miktarına, hammadde maliyetine, sipariş verme maliyetine ve stokta bulundurma maliyetine bağlıdır. Formül (2) için yapılan varsayımlar şöyledir: her hammaddenin tek tedarikçisi olmalıdır, üretim düzgün

Tablo 5. Boyut analizi örneği

Performans Kriteri	Firma(X)	Firma(Y)	Ağırlık(w)
Firma büyüklüğü	12milyon \$	5milyon \$	2
Fiyat	34 \$	30.50 \$	-3*
Finanssal Durum	100	75	4
Zamanında Sevkiyat	0,92	0,86	6
Coğrafi Yer	3	1	-2*
Kabul Oranı	0,98	0,90	5
İstatistiksel Süreç Kontrol Uygulaması	7	5	2.5
İmalat Proses Yeterliliği	4,5	6,5	4

olmalıdır, yok satma olmamalıdır, ürünün bayiye sevkiyatı düzenli aralıklarla ve sabit miktarlarda olmalıdır, hammadde sevkiyatı sabit miktarda ve istendiği zaman yapılabilir, tedarikçi sevkiyattan sorumlu kılınmalıdır.

Formül (2)'de son ürün için hazırlık ve stokta bulundurma maliyeti ve hammadde için sipariş verme ve stokta bulundurma maliyet toplamı Toplam Maliyeti (TM) verecek şekilde formül oluşturulmuştur.

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{D_p \times (A_r + A_p)}{D_p \times f_r \times \frac{H_r}{2 \times p} - D_p \times \frac{H_p}{2 \times p} + \frac{H_p}{2}}} \quad (2)$$

\*Tüm ölçütlerde değerin büyük olması tercih sebebi ama bu ölçüt de değerin küçük olması tercih edildiği için ağırlık olarak eksi alınmıştır.

$$TM = \frac{D_p}{Q_p} \times (A_r + A_p) + Q_p (D_p \times f_r \times \frac{H_r}{2 \times p} - D_p \times \frac{H_p}{2 \times p} + \frac{H_p}{2}) + x \times \frac{H_p}{2} \quad (3)$$

Formüllerde kullanılan simgelerin anlamları şöyledir:

- TM : Toplam maliyet  
 $T_1$  : Bir çevrimdeki üretim zamanı ( $Q_p/P$ )  
 $T_2$  : Üretilen mamulün satışının tamamlanma zamanı ( $T-T_1$ )  
 $Q_p$  : Üretim parti büyüklüğü  
 $Q_r$  : r hammadde için optimal sipariş parti miktarı ( $f_r \times Q_p$ )  
P : Üretim hızı  
T : Sene içerisinde ölçümlenen çevrim zamanı ( $Q_p/D_p$ )

$D_r/Q_r \times A_r$ ; hammaddenin sipariş verme maliyetini,  
 $D_p/P \times (Q_r/2) \times H_r$ ; hammaddenin stokta bulundurma maliyetini,

$D_p/Q_p \times A_p$ ; sobanın üretimi için hazırlık maliyetini,  
 $(Q_p (1-D_p / (2 \times P)) - ((m-1)/2) \times x) \times H_p$ ; sobanın stokta bulundurma maliyetini verecek şekilde formülde kullanılmış ve sadeleştirmeler sonucu Formül (2) elde edilmiştir.

Formül (2)'nin  $Q_p$ 'ye göre türevinin alınması ve sıfıra eşitlenmesi sonucunda Formül (3)'deki  $Q_p^*$  değeri elde edilmiştir [12].

Formül (2)'nin uygulanabilmesi için, her hammaddenin temininde tek tedarikçiyle çalışılacağı, yok satma olmayacağı, ürünün bayiye sevkiyatının düzenli aralıklarla gerçekleşeceği, hammadde sevkiyatının üretimin hemen başında gerçekleşeceği, navlun bedellerinin tedarikçi firma tarafından karşılanacağı varsayılmıştır.

#### 4. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama bölümünde önceki bölümde açıklanan tedarikçi seçimi ve üretim parti büyüklüğünün belirlenmesi ile ilgili yaklaşımlar dikkate alınarak süreç iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar ve ölçüm sonuçları takip eden bölümde verilmektedir.

##### 4.1. Süreç İyileştirme Adımları

**Adım 1:** Ek 2'de verilen Pareto Analiziyle elde edilmiş olan 19 parça için, satın alınan üründe ve tedarikçide aranan kriterler listelenmiş ve her ürünü sağlayabilecek tedarikçiler arasında BA tekniği kullanılarak seçim yapılmıştır. 20241 numaralı parça için yapılan BA çözümü Tablo 6'da verilmiştir. Tabloda görüleceği üzere ölçütler tespit edilerek ağırlık verilmiş ve tedarikçiler bire bir eşlenerek analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda, değerlendirilen altı adet tedarikçiden 20241/5 kodlu tedarikçi, tespit edilen ölçütlere ve ağırlık puanlarına göre diğerlerinden daha iyi olarak belirlenmiştir. Analiz yapılırken şu metodoloji uygulanmıştır: zamanında teslimat; küçük partilerle sevkiyat; teknik kapasite,

**Tablo 6.** 20241 nolu parça için BA

Kriter Listesi	Tedarikçi Firmalar						Ağırlık (w)
	20241/1	20241/2	20241/3	20241/4	20241/5	20241/6	
Zamanında Teslimat	5,0	3,5	4,0	4,0	5,0	3,5	5,0
Küçük Partilerle Sevkiyat	3,0	2,0	4,0	3,0	5,0	4,0	5,0
Fiyat ( $\times 10^6$ TL)	4,1	3,9	4,0	4,0	4,0	3,5	-4,0
Yakınlık(km)	1,0	1,0	5,0	1,0	5,0	5,0	4,0
Kabul Oranı(önceki girdi kontrol kayıtlarından alındı)%	90,0	85,0	90,0	92,0	90,0	80,0	5,0
Teknik Kapasite	5,0	4,0	4,5	5,0	5,0	3,0	5,0
BA 1-2= 150,23014 (1'den büyük çıktığı için 1 nolu firma 2'den daha iyidir.)							
BA 1-3= 0,0017777 (1'den küçük çıktığı için için 3 nolu firma 1'den daha iyidir.)							
BA 3-4= 1393,3482 (1'den büyük çıktığı için için 3 nolu firma 4'den daha iyidir.)							
BA 3-5= 0,0634034 (1'den küçük çıktığı için için için 5 nolu firma 3'den daha iyidir.)							
BA 5-6= 246,65984 (1'den büyük çıktığı için için için 5 nolu firma 6'dan daha iyidir.)							
<b>Sonuç :</b> Öncelikli Olarak 20241/5 nolu firma ile çalışılacaktır.							

sağlamlık; CE ve ISO 9000 belgeleri; yakınlık; daha önceden çalışılmamış tedarikçiler için referans araştırması yapılarak puanlama tamamlanmıştır. Diğer parçalar için de benzer şekilde yapılan BA sonuçları Ek 3’de toplu olarak verilmiştir.

**Adım 2:** Bu adımda, firmanın kârlılığı açısından avantajlı olacak sipariş miktarlarını tespit etmek için firmanın stokta bulundurma maliyeti ve ürünlerin sipariş verme maliyetleri tespit edilmiştir. Buharlı quartz sobanın bir gün stokta tutma maliyeti yapılan hesaplamalar sonucu 143500 TL olarak belirlenmiştir.

Sipariş verme maliyetleri hesaplanırken; depo görevlisinin mal talep formunu hazırlama, satın alıcının sipariş formunu hazırlama, sipariş formunu faks çekme, vs zamanlar dikkate alınmıştır. Her bir sipariş için firmanın sipariş verme maliyeti, depo görevlisi ve satın alma sorumlusu birlikte dikkate alındığında 500000 TL olarak tespit edilmiştir.

**Adım 3:** Çekme tipi üretim sisteminde esas olan müşteri talebi olduğu ve tedarik malzemelerine olan talebi de tetikleyeceği 2001 Ağustos - 2002 Nisan dönemine ait günlük talepler elde edilmiştir. Ürün için 250 günlük üretim dönemi dikkate alınmıştır. Firmanın en iyi üretim ve hammadde sevkiyat miktarları Khan ve Sarker’ın [14] önerdiği formüller temel alınarak hesaplanmıştır.

Formül (2) uygulanırken her hammaddenin temininde tek tedarikçiyle çalışılacağı, yok satma olmayacağı, ürünün bayiye sevkiyatının (x) düzenli aralıklarla ve günlük ortalama talep olan 35 adet olarak gerçekleşeceği, hammadde sevkiyatının üretimin hemen başında gerçekleşeceği, navlun bedellerinin tedarikçi firma tarafından karşılanacağı, ayrıca ürün talebinin senelik talebin ortalaması alınarak günlük 35

adet olarak düzgün dağıldığı varsayılmıştır.  $D_p$  değeri bir önceki yıla ait verilerden hesap edilmiş ve 8750 olarak alınmıştır. Firmanın günlük kapasitesi 250 (üretim zamanı) ile çarpılarak P değeri bulunmuştur.  $H_p$  değeri, Adım 2’de hesap edilen senelik(365 günlük) stok tutma maliyetinin 250 güne dönüştürülmesi neticesinde  $(\%51.5 \cdot 70 \cdot 10^6)$  bulunmuştur.  $A_p$  değeri, firmanın bu ürünü üretmek için harcadığı hazırlık maliyetidir ve bu ürünü üretmek için hattın hazırlanması amacıyla hatta çalışan 12 işçi yaklaşık olarak 20 dakika zaman harcamaktadırlar. 12 işçinin 20 dakika süren hazırlığı firmaya 4 işçi saatine mal olmaktadır. Bir işçinin saati 2 milyon TL olarak hesap edildiğinde  $A_p$  değeri 800000 TL olarak bulunmuştur.  $A_r$  değeri Adım 2’de bulunan 500000 TL olarak kullanılmıştır.  $H_r$  ise  $H_p$  ile aynı mantıkla hesap edilmiştir.

Her bir tedarik malzemesi için  $Q_p$  ve  $Q_r^*$  değerleri hesap edilmiştir. Yalnız formülün ilk uygulanması sonucunda hesap edilen  $Q_p^*$  değeri kabul edilmeden önce m değerine bakılmalıdır, çünkü m değerinin tam sayı olmadığı bir sevkiyat mümkün değildir. Bu sebepten ilk hesaplanan her m değeri için, eğer tam sayı değilse, bir alt ve bir üst komşu tamsayı için TM hesaplanmış ve TM’yi en küçük yapan m değeri çözüm olarak seçilmiştir. Tablo 7’de 20241 nolu parça için verilen sonuçlar diğer parçalar için de benzer şekilde yapılmıştır [24].

Tablo 7’de  $D_p$ , P,  $H_p$ ,  $A_p$ ,  $f_r$ ,  $A_r$ ,  $H_r$ , x değerleri konularak  $Q^*p$  değeri hesap edilmiştir. Hesap edilen  $Q^*p$  değeri için  $T=0,01026$ ,  $T_1 = 0,00266$ ,  $L=0,004$ ,  $T_2=0,0076$ ,  $TM=3163,9$ ,  $m=2,56$  olarak bulunmuştur. m değeri tam sayı olmadığı için, m değerinin bir alt ve bir üst sınırı için TM hesaplanmış, m=2 için 3242,8 ve m=3 için 3195 bulunmuştur. Bu durumda m=3 için TM daha küçük olması dolayısıyla, en iyi parti

**Tablo 7.** 20241 nolu parça için en iyi parti büyüklüğü hesap tablosu

Parça Adı: 20241			
Tedarikçi Adı: 20241/5			
$D_p$	:8750		
P	:33750		
$Q_p^*$	:89,7832		
$H_p$	:36,0		
$A_p$	:8,0		
$f_r$	:3		
$D_r$	:26250		
$A_r$	:5,0		
$H_r$	:2,00		
T	:0,01026		
$T_1$	:0,00266		
x	:35		
L	:0,004		
$T_2$	:0,0076		
m	:2,56523		
		$TC = 3163,9$	
		Karşılaştırma	
		$Q_p$	$TC$
		70	3242,8
		105	3195,0
		Seçim Değeri ve Sonuç	
		m : 3	
		$Q_p$ : 105	
		$Q_r^*$ : 315	
		T : 0,0120	
		$T_1$ : 0,0031	
		$T_2$ : 0,0089	

Not:  $H_p$ ,  $A_p$ ,  $A_r$ ,  $H_r$  ve TC değerleri  $X10^6$  TL’dir. T,  $T_1$ ,  $T_2$ , L değerleri yıldır. Güne çevirmek için 250 ile çarpılması gereklidir.

miktarı olarak 105 birim bulunmuştur. Seçim değeri ve sonuç başlığı altında,  $m=3$  olduğunda hesap edilen  $Q_p$ ,  $Q^*_r$ ,  $T$ ,  $T_1$  ve  $T_2$  değerleri verilmiştir. Khan ve Sarker'e [12] göre her imalat döneminin başında o imalat için kullanılacak hammaddenin tamamının hazır bulunması gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu durumda, firma bir parti ürünü 3 kez ( $m$ ), 35 birimlik ( $x$ ) partiler halinde bayiye/müşteriye sevk edecektir. Yapılan hesaplamalar sonucunda, firmanın sobayı 105'er birimlik partiler halinde üretmesi ve tedarikçilerin de üretimden hemen önce 105 adet soba üretmek için gerekli olan miktardaki malzemeyi ( $Q_r$ ) depoya teslim etmeleri gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sobanın üretimini ve tedarik malzemelerinin ne sıklıkta sevkiyatının yapılması gerektiğini gösterir grafik Şekil 2'deki gibi ortaya çıkmaktadır.

Grafığın üst kısmı firmanın soba üretimini ve satışını, alt kısmı ise tedarik malzemesinin firmaya gelişini ve tüketimini göstermektedir. Grafiğe göre, soba 105'er birimlik partiler halinde ve 0,8 gün içinde üretilmekte, her üretimin hemen başında tüm tedarik malzemeleri fabrikaya giriş yapmakta ve üretilen 105 adet soba her gün 35 adet sevkiyat yapılarak bayiye satılmaktadır. Stoktaki soba miktarı 3 günde erimekte ve yeniden 105 adet üretim yapılmaktadır.

#### 4.2. Süreçte Sağlanan İyileşmenin Ölçümü ve Sonuçlar

Önerilen sistemin uygulanması sonucunda ortaya çıkan sonuçlar şöyledir:

Firmanın mevcut sisteminde 3-4 günlük son ürün stoku tutulmaktayken, önerilen sistemde de son ürün stoku yaklaşık 3 günlük olarak tespit edilmiştir.

Sipariş verme ve stok bulundurma maliyetlerinin

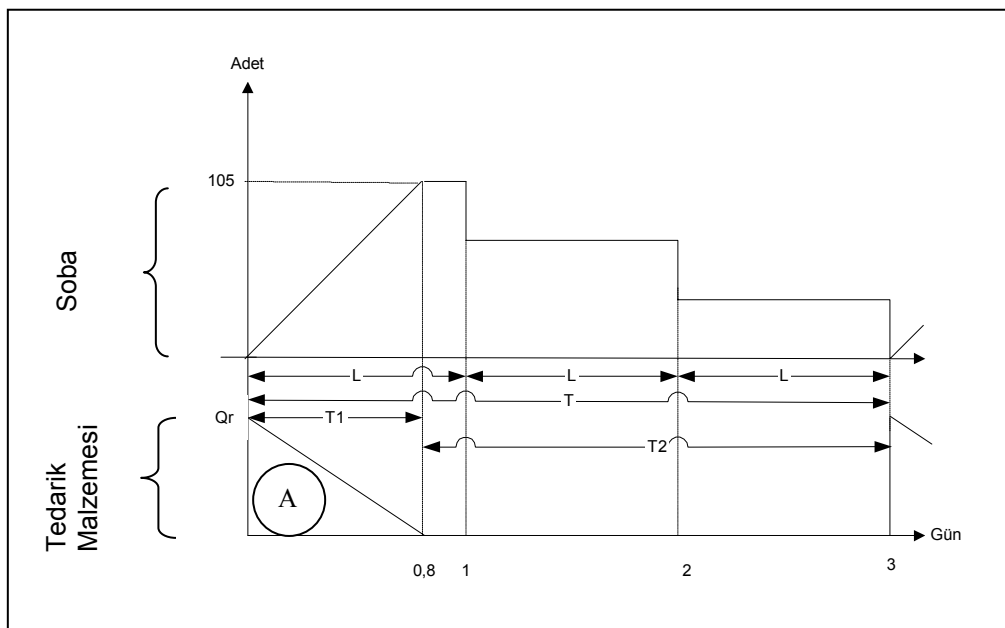
yeniden düzenlenmesi ve en iyi parti büyüklüğünün tespiti ile hammadde ve yarı ürün stok seviyeleri açısından önceki duruma göre kayda değer farklılıklar tespit edilmiştir.

Hammadde ve yarı mamul stoku eski sistemde farklı malzemeler için 13-20 gün arasında değişirken, önerilen sistemde hammadde ve yarı mamul stoku Şekil 2'deki "A" alanı kadar bir stokta bulundurma maliyeti ile 0,8 günden fazla değildir. Stokta tutulan hammadde ve yarı mamul miktarında ortalama 13-20 günlük stoktan, ortalama bir günden az stoka düşüş sağlanmıştır. Bunun firmaya toplamda sağladığı fayda Ek 4'den de görüldüğü üzere stok bulundurma maliyetlerinde 14 185 500 000 TL'dan 367 800 000 TL'ya düşüş gerçekleşmiştir. Bu iyileştirmeye sebep olan etkenin, tedarikçilerin iyi seçimi ve nihayetinde tedarikçiye duyulan güvenden ileri gelmekte olduğu unutulmamalıdır.

Ek 4'de görüleceği üzere firmanın mevcut sisteminin stokta bulundurma ve sipariş verme maliyeti ile, önerilen sistemin stokta bulundurma ve sipariş verme maliyeti karşılaştırılmış ve yaklaşık yarı yarıya bir iyileşme ile sistemin firmaya bir senede kazandıracağı getiri 8 174 200 000 TL olarak tespit edilmiştir. Tedarikçi seçimi sırasında, sık sevkiyatlardan dolayı birim maliyetlerde gözlenen 2 625 000 000 TL'lık artış da bu rakamdan düşüldüğünde 5 549 200 000 TL net getiri sağlandığı ortaya çıkmıştır.

Firmanın stok alanı yetersizliği veya stok alanını etkisiz kullanımı, stokların azaltılması ile çözümlenmiştir.

Analiz edilen 19 parça için eskiden 83 farklı tedarikçiyle çalışılırken önerilen sistemde her malzeme için tek tedarikçi ile çalışılması tercih



Şekil 2. En iyi üretim ve sevkiyat miktarı karşılaştırma grafiği



edilmiş ve bu sayede çalışılan tedarikçi sayısında 64 adetlik bir düşüş sağlanmıştır.

Tedarikçilerle uzun vadeli ve sözleşmeli çalışmanın getirdiği bir avantaj olarak ve tedarikçi seçiminde sevkiyat sıklığı ve sevkiyat zamanına uygunluk bir kriter olarak seçildiği için siparişin verilmesinden depoya girişine kadar geçen süre ortalama 10 günden maksimumda 3 güne çekilebilmiş ve hedef ölçüm olarak tanımlanmış 5 günün de altına indirilebilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elektrikli ev aletleri üreten, Tam Zamanında Üretim sisteminin uygulanabileceği bir firmada tedarikçi seçiminin ve tedarikçi yönetiminin sağlayacağı faydalar üzerinde durulmuştur.

Seçilen firma, 18 adet farklı ürünün montajını gerçekleştirmekte ve montaj firmalarında gözlendiği üzere birçok tedarikçiyle muhatap olmak zorunda kalmaktadır.

Bu çalışmada firmanın ürettiği ürünlerden sadece birisi için tedarik sistemi analiz edilmiştir. Bu ürün 45 farklı parçanın bileşiminden oluşmakta ve bu parçaların tedariki için 174 farklı tedarikçiden alım yapılmakta idi. Seçilen ürünü oluşturan alt bileşenler için Pareto Analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda firmanın 45 adet parçasından 19 tanesinin ürün maliyetinin %80'ini oluşturduğu tespit edilmiş ve bu parçalar için Boyut Analizi tekniği kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Böylece tedarikçi sayısı 83'den 19'a düşürülmüştür. Daha sonra bu 19 parça için firmanın en iyi üretim ve sevkiyat miktarları hesap edilmiştir.

Önerilen iyileşmeler sonucunda, mevcut sistemde hammaddeler için taşınan 13-20 günlük stok yaklaşık bir güne indirilmiştir. Bunun sonucunda stokta tutma maliyeti 14 185 500 000 TL'den 367 800 000 TL'ye indirgenerek önemli bir maliyet tasarrufu sağlanmıştır. Çalışmanın firmaya toplam maliyetler açısından sağlayabileceği tasarruf ise 8 174 200 000 TL olarak tespit edilmiştir. Bu tasarrufun sağlanmasında tedarikçilerin doğru seçimi ve tedarikçilere duyulan güven faktörü önemli etkindir.

Firmanın, 18 farklı ürünün montajını yaptığı ve yaklaşık olarak 250-300 tedarikçi ile çalıştığı diğer ürünler içinde benzer analizler yapıldığı takdirde firmaya sağlayabileceği tasarruf açıkça görülebilir. Ayrıca tedarikçi ilişkilerinin iyi yönetiminin de firmaya pek çok faydası olacaktır. İyi yönetilen bir tedarikçi filosuna sahip olmak sadece Tam Zamanında Üretim sistemi uygulayan firmalar için değil diğer tüm firmalar için de gereklidir.

## KAYNAKLAR

1. Aderohunmu, R., Mobolurin, A., ve Bryson, N., "Joint vendor-buyer policy in JIT manufacturing", **Journal of Operational Research Society**, Cilt 46 No 3, 375-385, 1995.
2. Chapman, S. N. ve Carter, P. L., "Supplier/customer inventory relationships under just in time", **Decision Sciences**, Cilt 21, 35-51, 1990.
3. Ansari, A., ve Hechel, J., "JIT purchasing: impact of freight and inventory costs", **Journal of Purchasing and Materials Management**, Cilt 23, No 2, 24-28, 1987.
4. Ansari, A. ve Modarress, B., "Just-in-Time Purchasing: Problems and Solutions", **National Association of Purchasing Management**, Cilt 22, No 2, 11-15, 1986.
5. O'Neal, C.R: "The buyer-seller linkage in a just in time environment", **Journal of Purchasing and Materials Management**, Cilt 25, No 1, 34-40, 1989.
6. Sarker, R. A., Karim, A. N. M., ve Azad, S., "Integrated inventory system: cases of product-raw materials and producer-wholesalers", **Thirty seventh Annual Convention of The Institution of Engineers Bangladesh**, Rajshahi, Bangladesh, 1993.
7. Sarker, R. A., Karim, A. N. M., ve Haque, A.F.M.A., "An optimal batch size for a production system operating under a continuous supply/demand", **International Journal of Industrial Engineering**, Cilt 2, No 3, 189-198 1995.
8. Golhar, D. Y., ve Sarker, B. R., "Economic manufacturing quantity in a just in time delivery system", **International Journal of Production Research**, Cilt 30, No 5, 961-972, 1992.
9. Jamal, A. M. M. ve Sarker, B.R., "An optimal batch size for a production system operating under a just in time delivery system", **International Journal of Production Economics**, Cilt 32, 255-260, 1993.
10. Sarker, R. A., ve Golhar, D. Y., "A reply to a note to "Economic manufacturing quantity in a just in time delivery system", **International Journal of Production Research**, Cilt 31, No 11, 27-49, 1993.
11. Sarker, R. A ve Parija, G.R., "Optimal batch size and raw material ordering policy for a production system with a fixed interval, lumpy demand delivery system", **European Journal of Operational Research**, Cilt 89, 593-608. 1996.
12. Khan, A. R. ve Sarker, R. A., "An Optimal Batch Size for JIT Manufacturing System", **Computers & Industrial Engineering**, Cilt 42, 127-136, 2002.
13. Manoochehri, G. H., "Suppliers and the Just-In-Time Concept", **Journal of Purchasing and Materials Management**, Cilt 20, No 4, 16-21, 1984.
14. Freeland, J. R., A Survey of Just-in-Time Purchasing Practices in The United States,

- Production & Inventory Management Journal**, Cilt 32, No 2, 43-49, 1991.
15. TÜSİAD Competitive Strategies Series-6, Moving Forward, **TÜSİAD Publication**, 102-109, 2000.
  16. Burton, T. T., "JIT/Repetitive Sourcing Strategies: Tying the Knot" with Your Suppliers", **Production and Inventory Management Journal**, Cilt 29, No 4, 38-41, 1988.
  17. Deming, W. E., **Krizden Çıkış**, KALDER, 29-40, 1998.
  18. Fuller, N. W., "Just-in-Time Purchasing and Supply: A Review of the Literature", **International Journal of Operations & Production Management**, Cilt 15, No 9, 219-235, 1995.
  19. Heizer, J. ve Render, B., **Production and Operations Management**, Third Edition, Prentice Hall, 474-487. 1992
  20. Rommel, G., Brück, F., Diederichs, R., Kempis, R. D., Kaas, H. V., Fuhry, G. ve Kurfess, V., **Quality Pays**, Macmillan Press Ltd., 76-84, 145, London, Great Britain, 1996.
  21. Obolensky, N., "**Business Re-Engineering Tools and Techniques for Achieving Effective Change**", Gulf Professional Publishing Company, 42-44, 1996.
  22. Wesner, J. W., Hiatt, J. M. ve Trimble, D. C., **Winning with Quality**, Addison-Wesley Publishing Company, 53-54, 1994.
  23. Willis, T. H. ve Huston, C. R., "Vendor Requirements and Evaluation in a Just-in-Time Environment", **International Journal of Operations & Production Management**, Cilt 10, No 4, 41-50, 1989.
  24. Karaca, M. E., **Tam zamanında üretim sisteminde tedarikçi ilişkileri**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2002.

**Ek 1. Buharlı quartz soba alt malzeme bilgileri**

Parça Kodu	Birim İmalat için Gerekli Adet	Birim Parça Maliyeti (X10 <sup>6</sup> TL)	Birim Ürün için Maliyet (M) (X10 <sup>6</sup> TL)	Çalışılan Tedarikçi Sayısı
20241	3	3,90	11,7	5
20287	1	0,60	0,6	5
20289	1	2,90	2,9	3
30055	1	1,50	1,5	6
30099	1	0,20	0,2	3
30115	1	2,00	2	4
30268	2	1,10	2,2	3
30639	4	0,65	2,6	4
30640	1	2,65	2,65	5
30642	1	0,30	0,3	4
30648	1	0,90	0,9	3
30649	1	1,00	1	3
30650	1	1,10	1,1	3
30653	4	0,15	0,6	3
30655	2	0,10	0,2	3
30657	1	0,45	0,45	2
30658	1	2,50	2,5	3
30663	1	2,25	2,25	4
30667	1	0,10	0,1	2
30809	1	1,00	1	3
30811	1	3,00	3	3
30812	1	1,65	1,65	3
30814	1	2,15	2,15	5
30841	1	1,00	1	5
30846	1	1,80	1,8	4
30847	1	0,10	0,1	2
30848	1	2,15	2,15	5
30867	1	0,80	0,8	3
30872	1	0,95	0,95	5
30876	1	1,15	1,15	5
30877	1	1,10	1,1	3
40004	2	0,06	0,12	4
40020	2	0,06	0,12	4
40024	3	0,06	0,18	4
40076	1	0,05	0,05	4
40147	2	0,05	0,1	3
40223	2	0,05	0,1	4
40847	1	4,65	4,65	4
40849	1	1,30	1,3	6
40850	1	2,60	2,6	4
40851	1	1,90	1,9	6
40857	4	0,01	0,04	4
40860	2	0,01	0,02	3
40887	1	1,20	1,2	6
40891	2	0,01	0,02	4

Ek 2. Pareto analizi çalışması

Sıra No	Parça Kodu	Birim İmalat için Gerekli Adet	Birim Parça Maliyeti (X10 <sup>6</sup> TL)	Birim Ürün için Maliyet (M) (X10 <sup>6</sup> TL)	Çalışılan Tedarikçi Sayısı	Oran (M/65)	Kümülatif Oran
1	20241	3	3,90	11,7	5	0,18	0,18
2	40847	1	4,65	4,65	4	0,071538	0,2515385
3	30811	1	3,00	3	3	0,046154	0,2976923
4	20289	1	2,90	2,9	3	0,044615	0,3423077
5	30640	1	2,65	2,65	5	0,040769	0,3830769
6	30639	4	0,65	2,6	4	0,04	0,4230769
7	40850	1	2,60	2,6	4	0,04	0,4630769
8	30658	1	2,50	2,5	3	0,038462	0,5015385
9	30663	1	2,25	2,25	4	0,034615	0,5361538
10	30268	2	1,10	2,2	3	0,033846	0,57
11	30814	1	2,15	2,15	5	0,033077	0,6030769
12	30848	1	2,15	2,15	5	0,033077	0,6361538
13	30115	1	2,00	2	4	0,030769	0,6669231
14	40851	1	1,90	1,9	6	0,029231	0,6961538
15	30846	1	1,80	1,8	4	0,027692	0,7238462
16	30812	1	1,65	1,65	5	0,025385	0,7492308
17	30055	1	1,50	1,5	4	0,023077	0,7723077
18	40849	1	1,30	1,3	6	0,02	0,7923077
19	40887	1	1,20	1,2	6	0,018462	0,8107692
20	30876	1	1,15	1,15	5	0,017692	0,8284615
21	30650	1	1,10	1,1	3	0,016923	0,8453846
22	30877	1	1,10	1,1	3	0,016923	0,8623077
23	30649	1	1,00	1	3	0,015385	0,8776923
24	30809	1	1,00	1	3	0,015385	0,8930769
25	30841	1	1,00	1	5	0,015385	0,9084615
26	30872	1	0,95	0,95	5	0,014615	0,9230769
27	30648	1	0,90	0,9	3	0,013846	0,9369231
28	30867	1	0,80	0,8	3	0,012308	0,9492308
29	20287	1	0,60	0,6	5	0,009231	0,9584615
30	30653	4	0,15	0,6	3	0,009231	0,9676923
31	30657	1	0,45	0,45	2	0,006923	0,9746154
32	30642	1	0,30	0,3	4	0,004615	0,9792308
33	30099	1	0,20	0,2	3	0,003077	0,9823077
34	30655	2	0,10	0,2	3	0,003077	0,9853846
35	40024	3	0,06	0,18	4	0,002769	0,9881538
36	40004	2	0,06	0,12	4	0,001846	0,99
37	40020	2	0,06	0,12	4	0,001846	0,9918462
38	30667	1	0,10	0,1	2	0,001538	0,9933846
39	30847	1	0,10	0,1	2	0,001538	0,9949231
40	40147	2	0,05	0,1	3	0,001538	0,9964615
41	40223	2	0,05	0,1	4	0,001538	0,998
42	40076	1	0,05	0,05	4	0,000769	0,9987692
43	40857	4	0,01	0,04	4	0,000615	0,9993846
44	40860	2	0,01	0,02	3	0,000308	0,9996923
45	40891	2	0,01	0,02	4	0,000308	1

Toplam Malzeme Maliyeti : 65

A : Pareto prensibine göre son ürün içerisindeki maliyetin ilk %80'lik kısmını oluşturan parça grubu dikkate alınacaktır.

**Ek 3. Boyut analizi sonuçları**

Parça Kodu	Eski Birim Fiyat (X10 <sup>6</sup> TL)	Yeni Birim Fiyat (X10 <sup>6</sup> TL)	Fiyat Farkı Sebebiyle Oluşacak Maliyet* (X10 <sup>6</sup> TL)	Çalışılacak Tedarikçi**
20241	3,90	4,00	-2625,00	20241/5
40847	4,65	4,65	0,00	40847/2
30811	3,00	3,00	0,00	30811/2
20289	2,90	2,95	-437,50	
30663	2,25	2,25	0,00	202306/1
30640	2,65	2,65	0,00	
30814	2,15	2,15	0,00	306308/1
30639	0,65	0,65	0,00	
30268	1,10	1,10	0,00	34/3
40850	2,60	2,55	437,50	
30658	2,50	2,50	0,00	
30657	0,45	0,45	0,00	30/1
30667	0,10	0,10	0,00	
30848	2,15	2,15	0,00	
30812	1,65	1,65	0,00	308/1
30115	2,00	2,00	0,00	
30055	1,50	1,50	0,00	301300/1
40851	1,90	1,90	0,00	
40887	1,20	1,20	0,00	408/1
30846	1,80	1,80	0,00	30846/4
40849	1,30	1,30	0,00	40849/5
Net (toplam) Maliyet:			-2625,00	

\*Eski fiyatla yeni fiyat arasındaki fark alınmış ve senelik satılması planlanan 8750 adet soba için gereken miktarla çarpılarak bulunmuştur. Eğer yeni alınan fiyat firmaya ek maliyet getiriyor ise (-), maliyet avantajı söz konusu ise (+)'dir. Örneğin, 20241 kodlu parça için eski fiyatla yeni fiyat arasındaki fark  $(-0,10 \times 10^6 \text{ TL})$ 'dir. 20241 kodlu parça sene içerisinde  $(8750 \times 3)$  adet kullanılacaktır, dolayısıyla ek maliyet  $2625 \times 10^6 \text{ TL}$ 'dir.

\*\*Tedarikçiler kodlarıyla tanımlanmıştır. Örneğin 20241 kodlu parça 20241/5 kodlu tedarikçiden temin edilecektir. Her farklı kod farklı bir tedarikçiyi ifade eder.

**Ek 4. Eski sistem yeni sistem maliyet açısından karşılaştırma**

Malzeme Kodu	Eski Stokta Bulundurma Maliyeti (Senelik) (A)	Eski Sipariş Verme Maliyeti (Senelik) (B)	Eski Toplam Maliyet (Senelik) (A+B)	Yeni Stokta Bulundurma Maliyeti (Senelik) (C)	Yeni Sipariş Verme Maliyeti (Senelik) (D)	Yeni Toplam Maliyet (Senelik) (C+D)
20241	3150	119,8	3269,8	81,7	416,7	500,8
40847	1254,75	119,8	1374,55	32,5	416,7	449,2
30811	808,5	119,8	928,3	21,0	416,7	437,7
20289	798	119,8	917,8	20,7	416,7	437,4
30640	714	119,8	833,8	18,5	416,7	435,2
30639	693	119,8	812,8	18,0	416,7	434,7
40850	687,75	119,8	807,55	17,8	416,7	434,5
30658	672	119,8	791,8	17,4	416,7	434,1
30663	609	119,8	728,8	15,8	416,7	432,5
30268	567	119,8	686,8	14,7	416,7	431,4
30814	577,5	119,8	697,3	15,0	416,7	431,7
30848	577,5	119,8	697,3	15,0	416,7	431,7
30115	540,75	119,8	660,55	14,0	416,7	430,7
40851	514,5	119,8	634,3	13,3	416,7	430
30846	493,5	119,8	613,3	12,8	416,7	429,5
30812	446,25	119,8	566,05	11,6	416,7	428,3
30055	404,25	119,8	524,05	10,5	416,7	427,2
40849	351,75	119,8	471,55	9,1	416,7	425,8
40887	325,5	119,8	445,3	8,4	416,7	425,1
Toplam	14185,5		16461,7	367,8		8287,5

Not: Eski olarak ifade edilen mevcut sistemi, yeni olarak ifade edilen önerilen sistemi ifade eder. Eski stokta bulundurma maliyeti, ortalama olarak her gün 15 günlük stok devri olduğu ve günlük talebin 35 adet olduğu ifadesi kabul edilerek yapılmıştır  $(15 \times 35 \times f_i \times H_i)$ . Eski sipariş verme maliyeti hesaplanırken siparişlerin ortalama olarak 15'er günlük arayla verildiği bilgisi ve eski sipariş verme maliyeti kullanılmıştır  $(4\ 375\ 000 + 2\ 812\ 500) \times 250/15$ . Yeni stokta bulundurma maliyeti  $D_i/P \times (Q_r/2) \times H_i$  formülasyonundan hesap edilmiştir. Yeni sipariş verme maliyeti  $D_i/Q_r \times A_r$  formülasyonundan hesap edilmiştir [28]. Maliyetler X 10<sup>6</sup> TL'dir.