İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Yıl:15 Özel Sayı:29 Bahar 2016/1 s.171-188

İMALAT SÜREÇLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE MALİYET-ZAMAN GRAFİKLERİNİN KULLANIMI

Ali GÖRENER*

ÖZET
Maliyet-zaman grafikleri, özellikle ürünlerin imalat süreçleri boyunca ortaya çıkan maliyet değerlerinin zamana bağlı izlenerek görselleştirilmesinde kullanılan bir araçtır. İlk olarak Westinghouse firması tarafından süreçlerin zamanla bütünleşik maliyetlerini analiz etmek için uygulanmıştır. Bu çalışmada maliyet-zaman grafiklerinin üretim yönetiminde rekabet açısından büyük önem arz eden tedarik ve imalat süreçlerinin izlenmesine katkısı üzerinde durulmuştur. Ayrıca mobilya imalat endüstrisinden bir uygulama örneğine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maliyet-zaman grafikleri, İmalat süreçleri, İyileştirme

USING COST-TIME PROFILES FOR IMPROVEMENT OF MANUFACTURING PROCESSES

ABSTRACT
The cost-time profile is a visualization tool that especially follows the accumulation of cost in the manufacturing of a product through time. Westinghouse pioneered the use of cost-time profiles as a means to analyze integrated cost-time situations of processes. In this study, the contribution of cost-time profiles for supply and manufacturing processes, having a strategic place in production management in aspect of competition, is emphasized. Furthermore, application of furniture manufacturing industry related with the subject were given.

Keywords: Cost-time profile, Manufacturing processes, Improvement

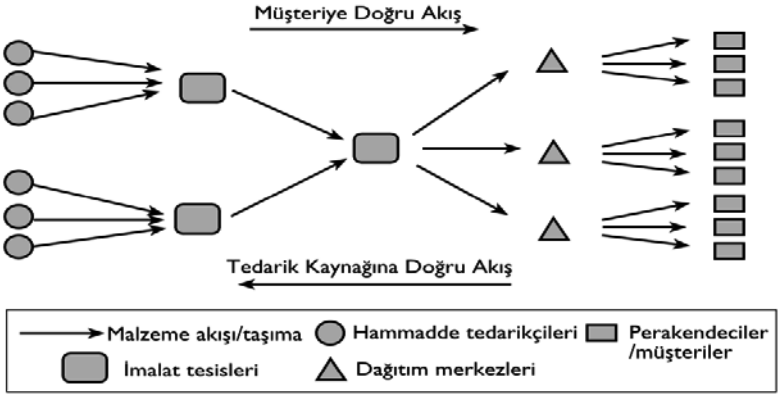
* İstanbul Ticaret Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sütlüce-İstanbul

1. GİRİŞ

Günümüz iş dünyasında kuruluşların, endüstrideki rakipleri karşısındaki rekabet avantajlarını koruyabilmek için gerçekleştirmeleri gereken temel görevlerden biri, müşteri taleplerine istenen şekilde cevap verebilmektir (Agarwal vd., 2006: 211). Bu görevi gerçekleştirirken müşterilerin kalite, hız, esneklik gibi isteklerinin uygun maliyetlerle karşılanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tedarik zinciri; üretimde kullanılacak hammadde ve yardımcı malzemeler ile üretim araçlarının (emek, sermaye, kaynak, teknoloji) bir araya getirilerek üretim noktalarına en uygun maliyet ve koşullarla teminini, imalat faaliyetlerini ve nihai ürünün müşterilere en uygun koşullarda ulaştırılmasını içeren kapsamlı bir yapıyı ifade etmektedir (Başkol, 2013: 4). Tedarik zinciri, üç temel aşamayı içermektedir. Bunlar; hammaddelerin temin edilmesi süreçleri, mamüllerin üretimine ilişkin faaliyet ve operasyonlar, dağıtım kanalları yolu ile ürünlerin müşterilere ulaştırılmasıdır (Yüksel ve Murat, 2001: 112). Ayrıca tersine tedarik zinciri operasyonları da gerçekleştirilebilmektedir. Belirtilen tüm safhalarda zaman ve maliyet kontrolüne özellikle dikkat edilmelidir.

İşletmelerde maliyetlerin tespit edilmesi ve kontrolüyle ilgili çalışmalar büyük önem taşımaktadır (Akgün, 2010: 36). İmalat sektöründeki firmaların dikkate alması gereken en önemli konulardan biri; müşteri odaklı gerçekleştirilen faaliyetlerin ortaya çıkardığı maliyetleri, en düşük seviyede tutmaktır (Küçük, 2005: 2). Müşteri isteklerine uygun maliyetle cevap verebilmek, rekabetin ana öğesini oluşturmaktadır. Tedarik zinciri süreçlerinin maliyetlerinin tespit edilebilmesi ve azaltılması noktasında birçok farklı araç mevcuttur.



Şekil 1. Tedarik Zincirinin Genel Yapısı (Başkol, 2013: 4)

Bir ürün için, kaynakların kullanımı ve harcanan süreler dikkate alınarak toplam akışın analizinde iki temel yöntem kullanılmaktadır. Birinci yaklaşım, muhasebe

tabanlı yaklaşımdır. Bu yaklaşımda ürünün maliyeti toplanarak tespit edilir ve temelde finansal raporlama amaçlı kullanılır. Diğer bir yaklaşım ise değer akış haritalandırmadır. Bu yaklaşım üretim sürecinin kaynak kullanımı çerçevesinde analiz edilmesine yardımcı olur. Her ikisi de üretim sürecinin kontrolünün sağlanmasında ve performansının belirlenmesinde kullanılabilen yararlı araçlardır. Maliyetlerin toplanması yaklaşımı, imalatın parasal yönü ile ilgilenir. Değer akış haritalandırma yaklaşımı ise esas olarak, önemli süreçlere ve kaynakların kullanımına odaklanmıştır. Katma değer yaratan süreçlerin belirlenmesinde çok etkili bir araçtır, fakat maliyetleri odak olarak dikkate almaz (Rivera ve Chen, 2007: 684).

Maliyetler ile harcanan süreyi aynı anda değerlendirebilen ve bunu görselleştirebilen temel bir aracın olmaması sebebiyle, Maliyet-Zaman Grafikleri (MZG) kullanılabilmektedir. MZG; ürünün imalat maliyetlerinin her bir zaman birimindeki toplamının grafiksel gösterimidir. MZG'nin ana çerçevesi; zaman ve maliyet dikkate alınarak üretim süreçlerinin eş zamanlı gözlemlenmesi şeklinde 1992'de Westinghouse firmasında oluşturulmuştur (Gallagher, 1992; 335; Rivera, 2006: 3; Rivera ve Chen, 2007: 684). Gracanin vd. (2013) maliyet-zaman grafiklerinin imalat akışının tümüne ilişkin maliyetin izlenmesi, görselleştirilmesi ve hesaplanmasında etkili bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Maliyet-zaman grafikleri ile ilgili yapılan akademik çalışmalar oldukça azdır. Gallagher (1992) çalışmasında, Westinghouse firmasında yapılan uygulamalardaki MZG'nin kullanımına ilişkin örneklere yer vermiştir. Chaudhari (2007) maliyet-zaman grafiklerini, değer mühendisliğinin bir aracı olarak ifade etmiştir. Yöntemi geleneksel araçlarla karşılaştıran araştırmacı, kolay anlaşılması, maliyetlerle süreçleri bütünleştirmesi ve iyileştirme önerilerinin etkisinin kolayca görülebilmesi gibi avantajlarına değinmiştir. Duque vd. (2007) maliyet-zaman grafiklerinin proje yönetimine ilişkin faaliyetlerin ekonomik durumunun izlenmesine yönelik bir araç olarak kullanımı üzerine çalışmışlardır. Rivera ve Chen (2007) yapmış oldukları çalışmada yalın araçların maliyet-zaman yatırımı üzerine etkisini incelemişlerdir. Duque ve Rivera (2010), proje yönetimindeki maliyet-zaman yatırımlarının optimizasyonu için bir aktivite çizelgeleme modeli önermişlerdir. Manotas ve Rivera (2010) ise işletme sermayesinin ekonomik yönetimi kapsamında maliyet-zaman grafiklerini kullanmışlardır. Gracanin vd. (2013) atölye tipi imalatı temel aldıkları simülasyon çalışması paralelinde maliyet-zaman grafiklerini kullanmışlardır. Seyedhosseini ve Taleghani (2015) çalışmalarında, değer akışı haritalandırma kapsamında MZG'ni iki farklı gelecek durum haritasından hangisinin maliyet açısından avantajlı olduğunun tespiti noktasında kullanmışlardır.

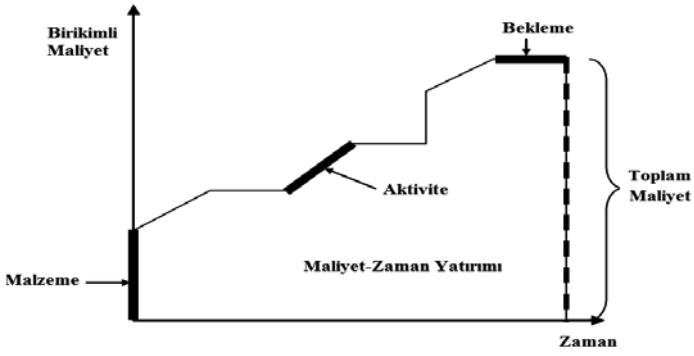
Bu çalışmada öncelikle maliyet-zaman grafiklerinin genel yapısı ve kullanım şekli açıklanmıştır. Sonrasında zamana bağlı maliyetin ifadesi olan maliyet-zaman yatırımı (MZY) tanımlanmış ve maliyetleri düşürmek için yapılabilecek faaliyetler irdelenmiştir. Son bölümde ise imalat sektöründen bir uygulama örneği sunulmuştur.

Çalışma maliyet-zaman grafikleri için, giriş seviyesinde türkçe bir kaynak olması amacıyla da hazırlanmıştır.

2. MALİYET-ZAMAN GRAFİKLERİ

Maliyet-zaman grafikleri, bir ürünün imalatı boyunca zamana bağlı maliyetlerini resmeden görsellerdir (Rivera ve Chen, 2007: 685). Grafiklerin; yapılan faaliyetleri, bunlara ilişkin maliyetleri ve harcanılan zamanı bir arada ifade edebilmesi nedeniyle, özellikle raporlama ve analiz aşamalarında algılama açısından büyük fayda sağladığı bir gerçektir.

Fooks (1993), "Performans için Grafikler" isimli eserinde çevrim zamanlarının düşürülmesi ve maliyetlerin azaltılması için maliyet-zaman grafiklerinin kullanımı üzerinde durmuştur. Westinghouse firmasında gerçekleştirilen uygulamalardan örnekler veren yazar, bu yöntemin sadece belirtilen firmaya özgü olmadığını, birçok kalite ve süreç iyileştirme girişiminde önemli bir araç olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir. Grafik, zaman bazlı yönetim yaklaşımının bir parçası olarak sunulmuştur. Herhangi bir ürün veya ürün grubu için maliyet-zaman grafiği oluşturulurken öncelikle bazı bilgilere ihtiyaç vardır. Fabrika bazında makro olarak maliyet-zaman grafikleri hazırlanabileceği gibi, herhangi bir iş akışı veya imalat süreci için mikro ölçekte grafiklerde hazırlanabilir (Chaudhari, 2007: 3).



Şekil 2. Maliyet-Zaman Grafiği (Gallagher, 1992: 336; Duque vd., 2007: 3)

Şekil 2'de maliyet-zaman grafiğinin genel yapısı verilmiştir. Grafiğin temel kısımları; aktiviteler, malzemeler ve maliyetler olarak ifade edilebilir. Grafikten elde edilebilecek diğer bilgiler ise; toplam maliyet, maliyet-zaman yatırımı ve direkt maliyettir.

2.1. Aktiviteler

Aktiviteler, MZG üzerinde pozitif eğilimle gösterirler (Rivera ve Chen, 2007: 685). Aktivite bir imalat sürecindeki işlemi ifade edebileceği gibi, tedarik zinciri içerisindeki bir taşıma işlemini de ifade edebilmektedir. İmalat için düşündüğümüzde, aktivite için kullanılacak malzeme işlem başlamadan hazır olmalıdır. İşlemin maliyeti, grafiğin dikey ekseninde belirtilmekte olup, süresi ise yatay eksende ifade edilmektedir. Aktivite maliyetleri, aktivitenin gerçekleştirilmesi için çalıştırılan operatörlerin maliyetini ve kullanılan kaynaklara ilişkin katlanılan maliyetleri içermektedir (Gallagher, 1992: 335).

2.2. Malzemeler

Malzemeler, MZG üzerinde dikey çizgilerle gösterilirler. Bunun nedeni malzemelerin kullanımının anlık olarak gerçekleşmesidir. Malzeme maliyeti, sürecin o ana kadar olan maliyetine eklenerek dikey sütunda gösterilir. Malzemeler aktivite başlamadan hazır olmalıdır. İmalat süreci boyunca gerçekleştirilecek tüm işlemler için malzemeler daha önceden bulundurulabileceği gibi, işlem başlamadan hemen önce malzeme tedariğide yapılabilir (Rivera ve Chen, 2007: 685).

2.3. Beklemeler

Beklemeler grafik üzerinde yatay çizgilerle ifade edilirler (Chaudhari, 2007: 2). MZG direkt maliyetlere odaklandığından, bekleme sırasında oluşan maliyetler grafik üzerinde gösterilmez. Bu maliyetler ek giderler veya başka bir isimle (fırsat maliyeti vb.) genel maliyete katılabilir. Beklemeler süreç içerisinde herhangi bir aktivitenin olmadığı zamanlardır. Fakat bir sonraki aktiviteler için hazırlıklar bu safhalarda gerçekleşebilmektedir. Beklemeler konusunda altı çizilmesi gereken diğer bir husus, üretim zamanının uzatılmasına neden olmalarıdır (Rivera ve Chen, 2007: 685). Bekleme zamanlarının fazla olması, MZG altında kalan alanı arttıracağından, paranın geri dönüşünün gecikmesine de neden olacaktır.

2.4. Toplam Maliyet

Ürünün üretimiyle ilgili maliyetlerin toplanması ile elde edilir. Paranın zaman değeri ve yatırımla ilgili diğer konular bu maliyetin içerisinde yer almaz. Toplam maliyet grafiğin sağında, yatay eksenin son kısmında ifade edilir (Rivera ve Chen, 2007: 685).

2.5. Maliyet-Zaman Yatırımı

Maliyet-zaman grafiğinin altında kalan alan MZY'nı simgelemektedir. Üretim süreci boyunca ne kadar zaman için, hangi ölçüde bir maliyet oluştuğunu ifade

etmektedir (Rivera ve Chen, 2007: 685). MZY, bir ürün veya ürün grubu için ifade edilebileceği gibi bir proje için harcanan zaman ve paranın analiz edilmesinde de kullanılabilir (Duque ve Rivera, 2010: 1453).

2.6. Direkt Maliyetler

MZG, gerçekleşen bir yatırımı ifade ettiklerinden dolayı, bu yatırımın maliyeti faiz oranı ile birlikte hesaplanmalıdır (Rivera ve Chen, 2007: 685).

Direkt Maliyet = Toplam Maliyet + (Maliyet-Zaman Yatırımı x Faiz Oranı)

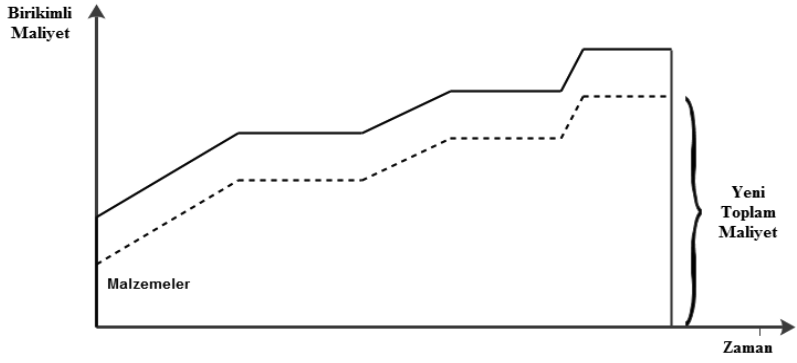
İmalat süreçleri dikkate alındığında, MZG açısından özellikle grafiğin altında kalan alanın mümkün olduğunca daha az olması gerektiği açıktır. Bu sayede daha az maliyetle, daha kısa sürede ürün ortaya çıkarılabilecek, ayrıca pazara sunum noktasında da avantaj sağlanacaktır. MZY'nın azaltılmasına yönelik olarak uygulanabilecek yöntemler izleyen bölümde açıklanmıştır.

3. MALİYET-ZAMAN YATIRIMININ AZALTILMASI

Maliyet-zaman grafiğinin altında yer alan alanın küçültülmesi için yapılacaklar, maliyetlerin azaltılmasına yönelik girişimler ve imalat süresinin düşürülmesine yönelik faaliyetler olarak ifade edilebilir. Bu yöntemler alt başlıklarda kısaca açıklanmıştır (Chaudhari, 2007: 5-6; Rivera ve Chen, 2007: 686-687).

3.1. Hammadde ve Diğer Malzemelere İlişkin Maliyetlerin Azaltılması

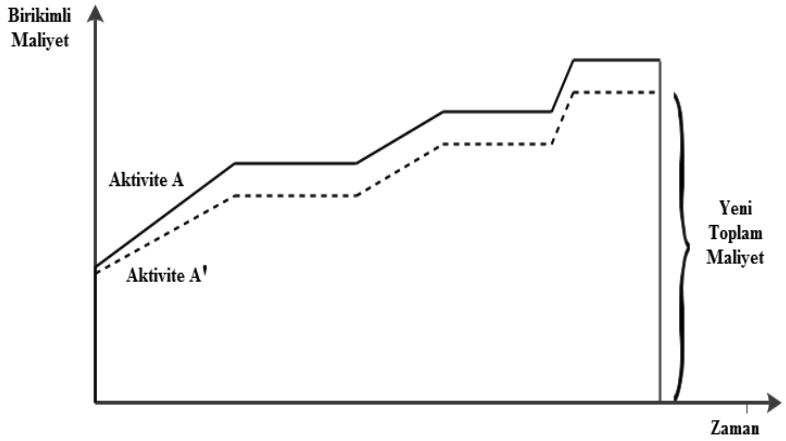
Hammadde ve malzeme tedarik süreçlerinde istenen özelliklerde ürün, daha uygun fiyat ile satın alınabilirse, bir başka ifadeyle malzeme tedarik süreçlerindeki maliyetler düşürülebilirse, maliyet-zaman grafiğinin altında kalan alan Şekil 3'teki gibi azaltılabilecektir. Bu noktada, maliyet yönetimi açısından satın alma işleminin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır



Şekil 3. Malzeme Maliyetinin Azaltılmasının Grafiğe Etkisi

3.2. Aktivitelere İlişkin Maliyetlerin Azaltılması

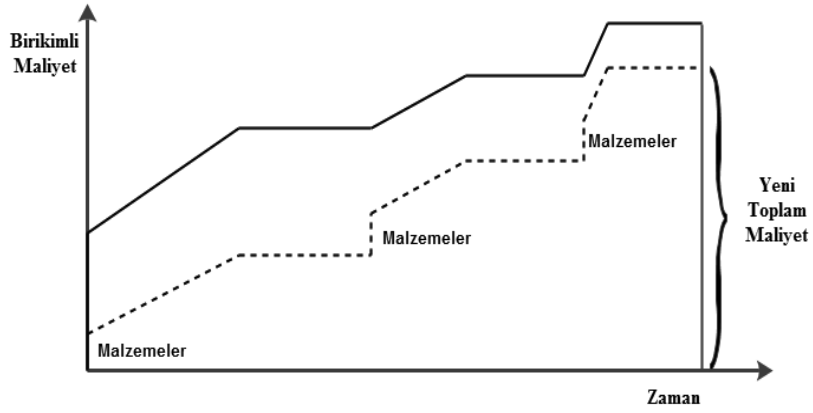
İmalat sürecinde gerçekleştirilecek aktiviteler için varolan maliyet azaltılabilirse, eğri altındaki alan küçülecektir. Şekil 4'te ifade edilen grafikte, Aktivite A'ya ilişkin maliyet azaltılmış, bu sayede MZY'da azalmıştır.



Şekil 4. Aktivite Maliyetinin Azaltılmasının Grafiğe Etkisi

3.3. Tam Zamanında (Just-in-time) Anlayışının Benimsenmesi

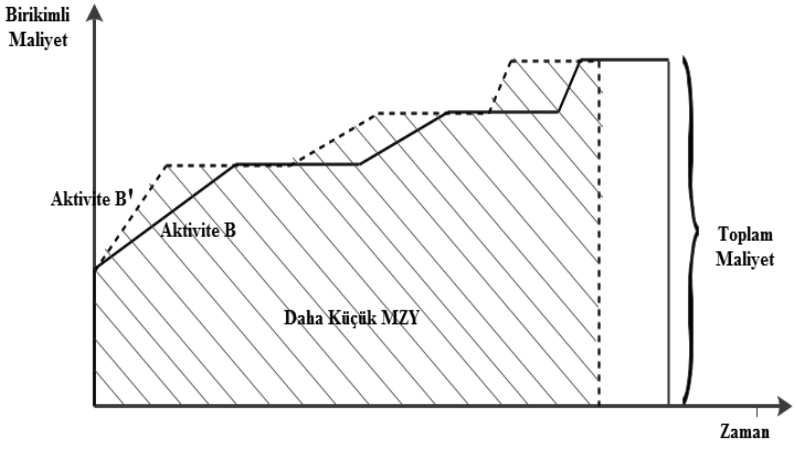
Tam zamanında tedarik sisteminin oluşturulabilmesi halinde, tüm malzemelerin stokta olması gerekliliği ortadan kalkacak, ihtiyaç olduğunda tedarik gerçekleştirilecektir. Bu sistem, grafiğin altında kalan alanın ve toplam maliyetin küçülmesine imkân verebilmektedir. Şekil 5'te görüldüğü gibi, örnek bir uygulama için, malzemelerin tümünün sürecin başında tedarik edilmesi yerine tam zamanında tedarik, belirli miktarda avantaj sağlamaktadır.



Şekil 5. Tam Zamanında Tedarik Sisteminin Etkisi

3.4. Aktivite Sürelerinin Azaltılması

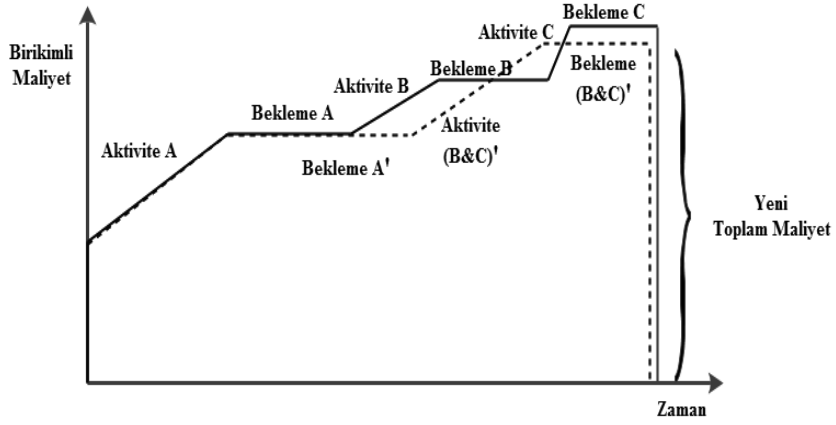
Gerçekleştirecek aktivitelerin daha kısa sürelerde tamamlanması mümkün ise, maliyet-zaman yatırımı belli oranda azaltılabilecektir. Yapılacak iş etüdü ve yalınlaştırma çalışmaları ile gereksiz hareket ve faaliyetler tespit edilerek daha yalın bir süreç oluşturulabilir. Şekil 6'da B aktivitesinin süresinin azaltılmasıyla elde edilebilecek fayda ifade edilmiştir.



Şekil 6. Aktivite Sürelerinin Azaltılmasının Grafiğe Etkisi

3.5. Aktivite Sayısının Azaltılması

Ürün geliştirme ve iyileştirme teknikleriyle imalat akışlarındaki aktiviteler azaltılabilirse veya uygun şekilde birleştirilebilirse, üretim için gerekli yatırım azalacaktır. Burada yatırım kelimesi ile ürün imalatı için harcanan para ve zamanın ifade edildiği unutulmamalıdır.

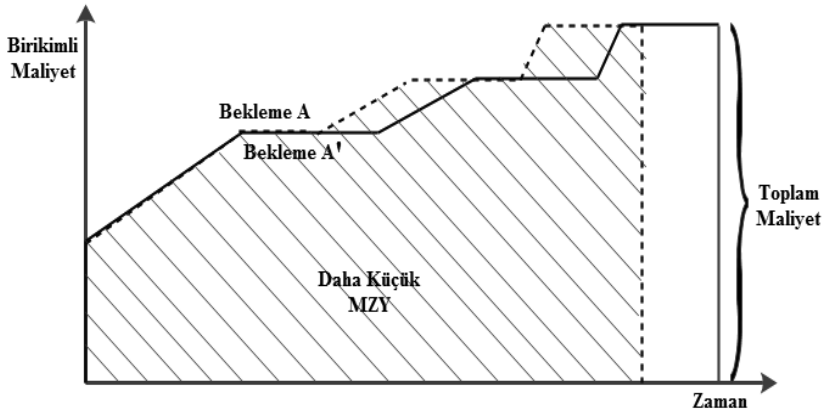


Şekil 7. Aktivitelerin Birleştirilmesinin Grafiğe Etkisi

Şekil 7'de B ve C aktivitesi, öncesindeki bekleme zamanı arttırılarak ve gerekli hazırlıklarla birlikte iki aktivite birleştirilerek (arada ayrıca bekleme olmaksızın) Aktivite (B&C) olarak uygulanmıştır. Belirtilen işlemler için ürüne ilişkin tasarımın gözden geçirilmesi veya imalat hattındaki süreçlerin düzenlenmesi gerekebilir. Bu sayede zaman ve maliyet tasarrufu sağlanabilmektedir.

3.6. Bekleme Sürelerinin Azaltılması

İmalat süreçlerin içerisinde var olan hazırlık zamanları ve diğer bekleme gerektirecek faaliyetler (taşıma işlemleri vb.) verimliliği etkileyen temel unsurlardandır. Bu süreleri azaltmak için; kalıp değişim sürelerinin (setup time) azaltılması, hücresel üretim, toplam verimli bakım gibi yalın yönetim yaklaşımları kullanılabilir (Rivera ve Chen, 2007: 689). Şekil 8'de bekleme süresinin azaltılmasıyla sağlanabilecek fayda gösterilmiştir.



Şekil 8. Bekleme Süresinin Azaltılmasının Grafiğe Etkisi

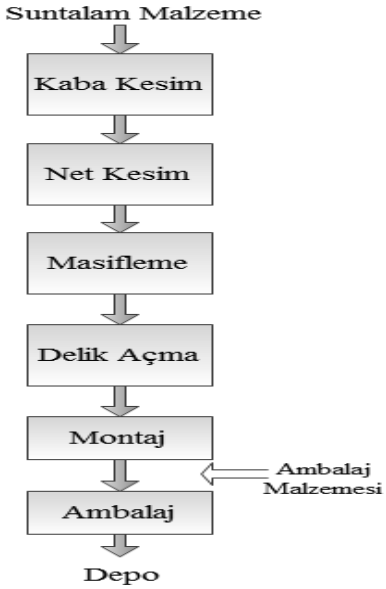
Görüldüğü gibi farklı yöntemler ile maliyet-zaman grafiğinin altındaki alanı, bir başka ifadeyle maliyet-zaman yatırımını azaltmak mümkündür. Hangi yöntemin uygun olduğunun seçilmesi, işletmenin elindeki imkanlara, imalat akışına ve ürüne göre değişmekle birlikte, ayrı bir çalışma konusudur. King (2000) yapmış olduğu çalışmada karar verme aşamasında; takım çalışmaları, nominal grup tekniği ve beyin fırtınası gibi yöntemleri önermektedir (Chaudhari, 2007: 5).

İfade edilen yöntemlerin uygulamada nasıl kullanılabileceğini göstermek amacıyla mobilya imalat sektöründe gerçekleştirilen bir çalışma örnek olarak sunulmuştur.

4. UYGULAMA

MZG kullanımının daha iyi anlaşılması amacıyla, sipariş tipi mobilya üreten bir firmada ahşap mutfak dolabı imalat süreci örnek olarak incelenmiştir. Günümüz mobilya endüstrisi işletmeleri, çok düşük kâr marjlarında ve yoğun rekabet ortamında faaliyetlerini devam ettirmek zorundadırlar (Tanrıtanır vd., 2004: 151; Akdağ, 2011; Uçar, 2011). Bu nedenle sektör açısından, maliyetlerin analizi ve iyileştirilmesi oldukça önemlidir.

Uygulama kapsamında, öncelikle seçilen ürünün imalatına ilişkin mevcut akış şeması incneleerek fiili imalattaki durum kontrol edilmiştir. Sonrasında mevcut planlarda belirtilen imalat ve bekleme süreleri incelenmiştir. Grafiğin çizimi için maliyet verileri de gerektiğinden, bu veriler de edinilerek gerekli tüm bilgiler toplanmıştır. Ahşap mutfak dolabına ait imalat akış şeması Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Ahşap Mutfak Dolabı İmalat Akış Şeması

Ürünün hazırlanması için öncelikle suntalam malzemenin tedarik edilmesi gereklidir. Alınan malzemenin kaba kesimi gerçekleştirildikten sonra net (son) kesim işlemi gerçekleştirilir. Sonrasında gerekli malzemeler (tutkal, masif çıta vd.) kullanılarak masifleme makinesi yardımıyla masifleme işlemi yapılır. Tutkal kuruduktan sonra fazlalıklar rendelenir. Delik ve oyuk açma işleminden sonra hazırlanmış olan malzemeler monte edilir. Basit olarak nitelendirilebilecek bir ambalajlama (streçleme ve etiketleme) işleminden sonra ikincil işlemler (boya, cila, kenar bantlarının eklenmesi vb.) için ürün depolama alanına götürülür.

İmalat akışı dikkate alınarak ifade edilen aktivite maliyetleri ile süreleri Tablo 1 ve 2'de ifade edilmiştir. Uygulama örneğinin temin edildiği işletme, maliyetlerin parasal olarak yayınlanmasına izin vermediğinden, makale kapsamındaki bilgiler birim maliyet olarak verilmiştir.

Tablo 1. Malzeme ve Aktivite Maliyetleri

Malzeme Maliyetleri	**Aktivite Maliyetleri**
İlk malzeme maliyeti	Kaba Kesim = 6 birim

= 26 birim	
Ambalaj malzemesi maliyeti = 4 birim	Net Kesim = 19 birim
	Masifleme = 16 birim
	Delik Açma = 4 birim
	Montaj = 10 birim
	Ambalaj = 2 birim
Toplam maliyet = 87 birim	

Elde edilen bilgilere dayanılarak sürece ilişkin maliyet-zaman grafiği çizilmiş ve Şekil 10'da ifade edilmiştir.

Toplam maliyet = 87 birim

Maliyet-zaman yatırımı = 10775 birim-dakika

İmalat süreçlerinin analizinde direkt maliyet şu şekilde hesaplanmaktadır (Rivera, 2006: 15):

Direkt maliyet = Toplam Maliyet + (Maliyet-Zaman Yatırımı x İç Verim Oranı)

İç verim oranı ortalama %0,4 olarak hesaplanmıştır.

Direkt maliyet = 87 + (10775 x 0,004) = 130,1 birim

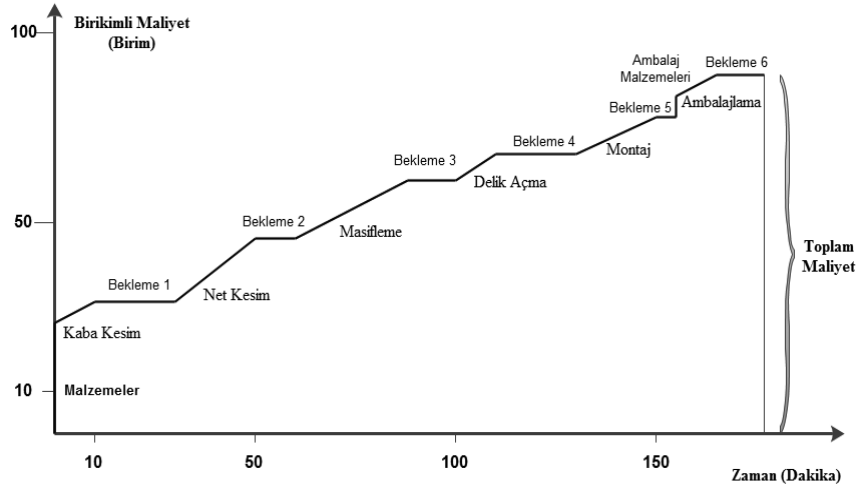
Tablo 2. Aktivite ve Bekleme Süreleri

Aktivite Süreleri	**Bekleme Süreleri**
Kaba Kesim = 10 dk	Bekleme 1 = 17 dk
Net Kesim = 22 dk	Bekleme 2 = 10 dk

Masifleme = 29 dk	Bekleme 3 = 11 dk
Delik Açma = 7 dk	Bekleme 4 = 23 dk
Montaj = 22 dk	Bekleme 5 = 6 dk
Ambalaj = 10 dk	Bekleme 6 = 15 dk
Harcanan toplam süre = 182 dakika	

Ortaya çıkan duruma ilişkin olarak, özellikle imalat akışının iyileştirilmesi için bir dizi çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların ilk aşamasında hızlı sonuç alınabilecek tekniklere odaklanılmıştır. Bu safhada yapılan işlemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Delik açma işlemi için gerekli olan tertibat yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca işlem esnasında sabitleme kontrolüne harcanan zamanı gidermek için, sabitleme aparatı değiştirilerek ilk yerleştirmeden sonra kontrol gerektirmeyecek bir yapı oluşturulmuştur. İyileştirmenin bu saftasında yalın üretimde kullanılan ve kalıp değişim sürelerinin azaltılmasına yardımcı olan SMED (Single-Minute Exchange of Die) yaklaşımı model alınmıştır.



Şekil 10. Sürece İlişkin Maliyet-Zaman Grafiği

Hızlı kalıp değiştirme ve çabuk yapılan ayar işlemleri, iş istasyonlarının yüksek

verimliliğe ulaşabilmesi açısından önemlidir. Shingo'ya (1985) göre bu yaklaşım her fabrikada ve hemen hemen her türlü makineye uygulanabilir bir yaklaşımdır. Metodun en önemli ilk adımı, makinenin çalışmadığı anda yürütülebilen iç ayar işlemlerini, makine çalışırken de yapılabilecek dış ayar işlemlerinden ayırmaktır (Tanık, 2010: 122).

Süreçteki imalat içi ve imalat dışı ayarlama-düzenleme faaliyetleri ayrıştırılmıştır. Bu sayede delik açma işlemi 7 dakikadan 4 dakikaya indirilmiştir. Ayrıca işçilik maliyeti azalmıştır. Yeni delik açma aparatı sayesinde, delik açma işlemi sonrasındaki sökme-bekleme işlemi süresi de azalmıştır. "Bekleme 4" ile ifade edilen süre 19 dakikaya inmiştir. Sürece göre yerleşim düzeninin uygulandığı işletmede, toplam akış miktarının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yerleşim belli oranda iyileştirilerek montaj için taşıma mesafesi bir miktar kısaltılmıştır. Bu sayede "Bekleme 4" işleminden yaklaşık 1,5 dakika kazanç sağlanmıştır. İyileştirmeler sonucu elde edilen maliyet-zaman grafiği Şekil 11'de verilmiştir.

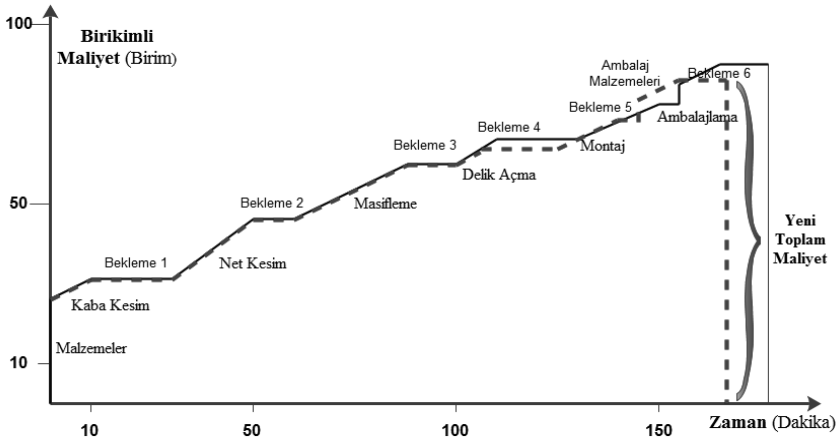
Toplam maliyet = 76 birim

Maliyet-zaman yatırımı = 10312 birim-dakika

Direkt maliyet = 76 + (10312 x 0,004) = 117,2 birim

Yapılan iyileştirmeler sonucunda bu aşamadaki toplam maliyet yaklaşık 11 birim düşürülmüştür. İmalat için harcanan zaman ise 8,5 dakika azaltılmıştır. Şekil 11'de görülebileceği gibi iyileştirmeler sonrasında grafiğin altında kalan alanda azalma gözlenmiştir. Direkt maliyet ise yaklaşık % 10 oranında azaltılmıştır.

Bu aşamadan sonra iyileştirmeler için ikinci safhaya geçilmiştir. Daha kapsamlı ve bir proje planı çerçevesinde zamana bağlı hedeflerle ilerlemesi öngörülen iyileştirme projesi tasarlanmıştır. Detaylı bir iş etüdü çalışmasının ardından öncelikle imalat süreçlerinin analizi ve iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır. Sonrasında ise imal edilen tüm ürünlere ilişkin değerler dikkate alınarak, fabrika içi yerleşim düzeni ve tedarik planları irdelenecektir.



Şekil 11. İyileştirmeler Sonucu Elde Edilen Maliyet-Zaman Grafiği

5. SONUÇ

İmalat süreçlerinin izlemesinde, ileri seviyede sayısal hesaplamaları içeren tekniklerin kullanımı kadar, anlaşılması kolay ve yapılan iyileştirmelerin görsel olarak ifade edilebileceği araçların kullanılması da önemlidir. Gerçekleştirilen çalışmada, bu araçlardan biri olan maliyet-zaman grafiklerinin kullanımına ilişkin bilgiler verilmiştir. Süreçlerin iyileştirilmesine yönelik zaman ve maliyet odaklı yaklaşımlar maddeler halinde açıklandıktan sonra, imalat sektöründen bir örnek uygulama sunulmuştur.

Kısa süre içerisinde uygulanabilecek öneriler sonucu, imalat sürecinde hem süre hem de maliyet açısından kayda değer iyileştirmeler söz konusu olmuştur. Bir sonraki safhada uygulanacak iyileştirme planı dahilinde belirtilen akışa ilişkin olarak sunulan temel öneriler şunlardır:

- Kaba kesim ve net kesim arasında kalan bekleme süresi kesinlikle azaltılmalıdır. Aktivitelerin analizi için detaylı metot ve zaman etüdü çalışması gereklidir.

- Masifleme öncesi bekleme süresinin kısaltılması için, süreçte gerekli malzemelerin konumlandırılması ve hazırlık işlemlerinin durumu incelenmelidir.

- Masifleme işleminin süresi, tüm aktivite süreleri içerisinde en fazla olanıdır. Bu sürenin azaltılmasına yönelik olarak çalışmalar yapılmalıdır.

- Montaj işleminin ve öncesindeki bekleme süresinin bütünleşik olarak ele alınıp, kısaltılmasına yönelik çalışmaların yapılması gereklidir.

- Son aşamada yapılan ambalajlama işlemi, çalışan personel tarafından dikkatlice yapılmak istenmesi nedeniyle oldukça yavaş gerçekleşmektedir. Ürünlerin hasar almasını önleyecek bir iş tasarımı yapılarak, süre mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Gerekirse yarı otomatik sistemler devreye alınabilir.

- Ambalajlama sonrasındaki depo alanına sevkiyat süresi azaltılmalıdır. İç lojistik birimi ile birlikte imalat planına göre bir program oluşturmalıdır. Bu safhadaki bekleme çok önemli gözükmese de montaj alanında bekleyen son ürün, yerleşim açısından farklı problemlere neden olabilecektir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda maliyet-zaman grafikleriyle izlenen süreçlerin iyileştirilmesinde kullanılan teknikler (yalın yaklaşımlar, kalite iyileştirme araçları vd.) ve bunların grafiğe etkisi irdelenebilir. Ayrıca maliyet-zaman grafiklerinin, değer akışı haritalandırma tekniğiyle birlikte kullanımına ilişkin çalışmalar gerçekleştirilebilir.

6. KAYNAKÇA

Agarwal, A., Ravi, S. & Tiwari, M.K. (2006). "Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach", European Journal of Operational Research, Vol. 173, pp. 211-225.

Akdağ, E. "Mobilyada Lale Devri bitmiştir". http://www.aksiyon.com.tr/roportaj/mobilyada-lale-devri-bitmistir_530841, internet adresinden adresinden 05.07.2015 tarihinde edinilmiştir.

Akgün, A. İ. (2010). "Üretim sistemlerinin gerekli kıldığı maliyet hesaplama yöntemi olarak standart maliyetler ve sapma analizlerinin incelenmesi", Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Vol. 1, pp. 35-64.

Başkol, M. (2013). "Tedarik Zinciri Yönetimi", M. N. Timur ve G. S. Çekerol (Editör). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, pp. 24-47.

Chaudhari, G. (2007). "Cost-time profiling as a tool in value engineering", Value World, Vol. 30, No: 1, pp. 1-8.

Duque, D. F. M., Rivera, L. & Chen, F. F. (2007). "Working capital position: A new tool to monitor economic status in project management", Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Brazil, pp. 1-9.

Duque, D. F. M. & Rivera, L. (2010). "Activity scheduling for cost-time ınvestment optimization in project management", Proceedings of 4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, Donostia, pp. 1453-1461.

Fooks, J. H. (1993). "Profiles For Performance: Total Quality Methods For Reducing Cycle Time". Addison-Wesley Publications, Westinghouse Total Quality Series.

Gallagher J. L. (1992). "Cost-time management: A powerful tool in a new application-cleaning up the weapons complex", Proceedings of the Symposium on Waste Management at Tucson, Arizona, pp.335-340.

Gracanin, D., Lalic, B., Beker, I., Lalic, D. & Buchmeister, B. (2013). "Cost-time profile simulation for job shop scheduling decisions", International Journal of Simulation Model, Vol.12, No: 4, pp.213-224.

King, T. R. (2000). "Value Engineering-Theory & Practice in Industry", Washington: Lawrence D. Miles Value Foundation Publications.

Küçük, E. (2005). "Yeni üretim ortaminda genel üretim maliyetleri ve kayseri'deki bazı uygulamalara ilişkin bir araştırma", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Temmuz-Aralık 2005, pp. 1-23.

Manotas, D. F. & Rivera, L. (2010). "Working capital exposure: A methodology to control economic performance in production environment project", Proceedings of POMS 21st Annual Conference, Canada, pp. 1-14.

Rivera, L. & Chen, F.F. (2007). "Measuring the ımpact of lean tools on the cost-time ınvestment of a product using cost-time profiles", Robotics and Computer Int. Manufacturing, Vol. 23, pp. 684-689.

Rivera, L. (2006). "Inter-Enterprise cost-time profiling", Virginia Polytechnic Institute and State University PhD Dissertation, Virginia.

Seyedhosseini, S. M. & Taleghani, A. E. (2015). "A stochastic analysis approach on the cost-time profile for selecting the best future state map ", The South African Journal of Industrial Engineering, Vol. 26, No: 1, pp.267-291.

Shingo, S. (1985). "A Revolution in Manufacturing: The SMED System", USA: Productivity Press.

Tanık, M. (2010). "Kalıp ayar sürelerinin SMED metodolojisi ile iyileştirilmesi: Bir yalın altı sigma uygulaması". Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Vol. 25, pp. 117-140.

Tanrıtanır, E., Sütçü, A., Alkan, H. & Koruca, H. İ. (2004). Mobilya imalatında faaliyet maliyetleri yardımıyla simülasyon destekli personel organizasyonu. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Vol. 19, No: 2, pp. 151-160.

Uçar, R. B. "Düşük kar marjı ile yüksek verimilik". Para Dergisi, http://www.myfikirler.org/dusuk-kar-marji-ile-yuksek-verimlilik.html, internet adresinden 05.07. 2015 tarihinde edinilmiştir.

Yüksel, Ö. & Murat, G. (2001). "Sanal örgütlenmeler: Enformasyon teknolojilerinin işletmelerin örgüt yapısına ve rekabet gücüne yansıması", Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, Vol. 3, No: 3, pp. 111-124.