

YALIN MUHASEBE ARACI SKOR TABLOSU İLE DFMA’NIN FİNANSAL YARARLARININ ÖLÇÜLMESİ

Prof. Dr. Tunç KÖSE*

Dr. Şafak AĞDENİZ**

Makale Gönderim Tarihi : 08.04.2020 / Kabul Tarihi : 27.12.2020

Makale Türü: Araştırma

ÖZ

Geleneksel üretim sistemleri, günümüz müşterilerinin ihtiyacını karşılayamamış, buna bağlı olarak da yeni yöntemler geliştirilmiştir. Yalın üretim de bu yöntemlerden biridir. Fakat yalın üretim, montaj hattı ve sonrasındaki israfları ortadan kaldırırken, başlangıçta ürünün tasarım aşamasındaki israflara müdahale edememektedir. İşte bu noktada; karşımıza bir mühendislik uygulaması olan “Üretim ve Montaj İçin Tasarlama (DFMA)” çıkmaktadır. DFMA’nın uygulama pratiği, bir ürün tasarımındaki israfları veya verimsizliği tanımlamak, ölçmek ve ortadan kaldırmaktır. Bu kapsamda çalışmada, DFMA uygulamasının sağladığı ancak finansal olarak ifade edilemeyen faydaların yalın muhasebe aracı olan “Skor Tablosu (Box Score)” aracılığıyla gösterilmesi amaçlanmıştır. DFMA yönteminin gerçek finansal yararlarının, skor tablosu ile ölçülebilmesine ilişkin bir örnek olay ele alınmıştır. Sonuç olarak; DFMA yönteminin, işletmelere sağlayacağı faydaların finansal olarak analiz edilebilmesinde skor tablosunun uygun bir araç olarak kullanılabildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yalın Muhasebe, Skor Tablosu, Yalın Üretim, DFMA

Jel Sınıflandırması: M41, M49, M11

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Muhasebe ve Finansman ABD, tkose@ogu.edu.tr, ORCHID ID: 0000-0002-7578- 4837

** Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Muhasebe ve Finansman ABD, agdenizsafak@gmail.com, ORCHID ID: 0000-0003- 0373-4694

MEASUREMENT OF FINANCIAL BENEFITS OF DFMA WITH THE LEAN ACCOUNTING TOOL BOX SCORE**ABSTRACT**

Traditional production systems could not meet the needs of today's customers, and new methods were developed accordingly. Lean manufacturing is one of these methods. However, while lean manufacturing eliminates waste in the assembly line and beyond, it cannot interfere with the waste in the design phase of the product at the beginning. Here at this point; we have an engineering application, "Designing for Production and Assembly (DFMA). DFMA's implementation practice is to identify, measure and eliminate waste or inefficiency in a product design. In this context, the aim of the study is to show the benefits provided by the DFMA, but which cannot be expressed financially, through the Box Score, which is a lean accounting tool. A case study on how the real financial benefits of the DFMA method can be measured with the box score is discussed. As a result; it has been seen that the box score can be used as a suitable tool for financial analysis of the benefits that the DFMA method will provide to businesses.

Keywords: Lean Accounting, Box Score, Lean Manufacturing, DFMA

Jel Classification: M41, M49, M11

1. GİRİŞ

Günümüzde maliyet yönetimi uygulamaları, işletmelerin elinde bulunan etkin bir rekabet aracıdır. Küresel bir ortamda; satış fiyatının pazar tarafından belirlenmesi maliyet yönetiminin etkinliğini daha da arttırmaktadır. Deloitte tarafından yapılan bir araştırmada; maliyet yönetimi uygulamalarının halen küresel bir zorunluluk olduğu belirtilmektedir. Araştırmada, katılımcıların yüzde 71'i hala maliyet azaltma yönünde çalışmaları olduğunu belirtmişlerdir (Deloitte, 2019:4). Bu nedenle, ürün maliyetlerinin daha iyi anlaşılması ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bir ürün maliyetinin yaklaşık yüzde 70'i, tasarım aşamasında alınan kararlardan etkilenmektedir (Dewhurst 2011; Bogue 2012:112). Dolayısıyla maliyet düşürme ile ilgili çalışmaların daha ürünün tasarımı aşamasında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda diğer disiplinlerle birlikte çalışan bütüncül bir maliyet yönetimi yaklaşımının işletmelere daha rasyonel çözümler sunacağı değerlendirilmektedir.

Öncülüğü TOYOTA tarafından yapılan yalın üretim, sağlamış olduğu faydalar nedeniyle işletmelerin kullanmış olduğu sürekli iyileştirme yöntemlerinden biridir. Yalın üretim, üretim sürecinde ortaya çıkabilecek tüm israfları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Ancak, yalın üretim, parça tasarımı ve üretim verimliliği arasındaki nedensel ilişkiyi ele almamaktadır (Vranson, 2011:64). Bu yüzden, yalın üretimi

uygulayan organizasyonlarda, ürün tasarımındaki değişikliklerin analizinde farklı yöntem ve teknikler kullanılmaktadır. İlkelerinden birisi tasarıma odaklanma olan ve değer akışı sürecinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayan hedef maliyetleme, yalın organizasyonlarda kullanılan önemli yöntemler arasında yer almaktadır (Maskell ve diğerleri, 2011:196). Üretim başladıktan sonra yapılacak tasarım değişiklikleri, organizasyonlara hem yüksek maliyet hem de yüksek risk doğurabilmektedir (Dewhurst, 2011). Bu nedenle; tasarım aşamasındaki maliyetlerin analizinde; bir mühendislik terimi olan “Üretim ve Montaj İçin Tasarlama (DFMA¹-Design for Manufacture and Assembly) yöntemi işletmelere faydalı çözümler sunabilmektedir.

DFMA yönteminin temel hedefi, bir ürünün tasarımındaki israfları veya verimsizliği tanımlamak, ölçmek ve ortadan kaldırmaktır. Bu özelliği nedeniyle DFMA, yalın üretimin bir bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır (George ve Sheth, 2013; Schonberger, 2013:48). Ayrıca DFMA, hedef maliyetleme yönteminin tasarım aşamasındaki uygulamasında; destekleyici bir rol oynamaktadır. Yalın organizasyonlarda, işletmelerin öncelikle DFMA analizi yaparak ürünün tasarım aşamasında ortaya çıkan değer katmayan maliyetleri tespit etmesi, sonrasında üretim aşamasında yalın faaliyetlerine devam etmesi, ilgili değer akışı sürecinin daha etkin olmasını sağlamaktadır. DFMA yöntemi ile ilgili yapılan çalışmaların, daha fazla mühendislik alanında yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar, genellikle işletmelerde DFMA uygulamalarının nasıl yapıldığını ve elde edilen maliyetleri gösteren çalışmalardır (Ashley, 1995; Timár ve diğerleri, 2010; Bogue, 2012; George ve Sheth, 2013; More ve diğerleri, 2015; Kalyun ve Wodajo, 2015; Pranav ve diğerleri, 2017).

Yalın organizasyonlar, DFMA yöntemi ile tasarım aşamasındaki maliyetleri de en az seviyeye indirebilmektedirler. Burada DFMA'nın sağlayacağı bu maliyet azalışlarının finansal sonuçlarının ne şekilde yansıtılacağı sorunu karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu bu sorun, bu çalışmanın temel problemini oluşturmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı DFMA uygulamaları ile sağlanabilecek finansal faydaların Skor Tablosu aracılığıyla ölçülebilirliğini göstermektir. Bu çalışmada; öncelikle teorik kapsamda yalın üretim ve DFMA ile skor tablosu ele alınacaktır. Bir sonraki bölümde ise; örnek bir uygulama üzerinden skor tablosu kullanılarak DFMA'nın işletmelere sağlayacağı finansal faydaların Skor Tablosu ile ne şekilde ölçüleceği gösterilecektir.

2. YALIN ÜRETİM ve DFMA

Yalın üretim; eski kitle üretimi sistemiyle karşılaştırıldığında, müşteri istekleriyle uyumlu ve daha az fire ile üretimi gerçekleştirmek için daha az insan emeği, daha az yer, daha az yatırım ve daha az zamana ihtiyaç duyan, ürün geliştirmeyi, üretim operasyonlarını, tedarikçileri ve müşteri ilişkilerini organize etmek ve yönetmek için geliştirilmiş bir iş sistemi olarak tanımlanmaktadır (Yalın Kavramlar Sözlüğü, 2016:134-135).

Yalın üretimin öncülüğü, 2. Dünya Savaşından sonra Toyota tarafından yapılmıştır. Bu iş sisteminin sonucunda; Toyota, daha çok çeşitlilikte ve daha az miktarlarda, daha az hatalı ürünler üretmeye başlamıştır. Toyota, bu sistem sayesinde, kitle üretim sistemine göre, verilen bir kapasite miktarı için gereken

1 DFMA kelimesi; “Design For Manufacturing and Assembly” kavramının ilk harfleri alınarak oluşturulmuş bir terimdir. Literatürde DFMA, yaygın bir şekilde kullanıldığından; bu çalışmada İngilizce kısaltmasının kullanılması uygun görülmüştür.

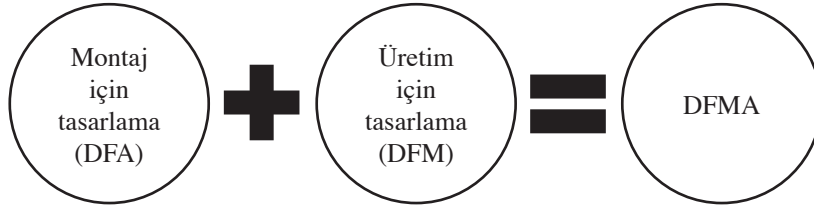
işgücünün yarısına, imalat alanı ve yatırım sermayesinin yarısına ve ürün geliştirme ve akış süresinin küçük bir oranına ihtiyaç duymaya başlamıştır (Yalın Kavramlar Sözlüğü, 2016:135).

Yalın üretimin temel felsefesi, üretim sürecinde ürüne değer katmayan her türlü israfın ortadan kaldırılmasıdır. İşletmelerde ortaya çıkabilecek israflar yalın üretim kapsamında yedi başlıkta toplanmaktadır (Yalın Kavramlar Sözlüğü, 2016:135; Spector, 2006:43; Pirasteh ve Fox, 2010:133, Vranson, 2011:64):

- **Fazla üretim:** Müşteri veya bir sonraki süreç tarafından gerçekte istenenden fazla üretilmesi. İsrafın en kötü şeklidir çünkü diğer altısına katkıda bulunmaktadır.
- **Bekleme:** Ürünün, bir sonraki aşamaya kadar beklediği atıl süredir.
- **Taşıma:** Parçalar ve ürünlerin, gereksiz yere taşınması, örneğin bir süreç adımından depoya, depodan bir sonraki süreç adımına taşıma gibi.
- **İşleme:** Tipik olarak yetersiz takımlar veya ürün tasarımı nedeniyle gereksiz ya da doğru olmayan işlem yapmak.
- **Stok:** Müşteri istek ve ihtiyacından fazla ürün bulundurulmasıdır.
- **Hareket:** Çalışanların, makinelerin ya da parçaların ürüne/hizmete değer katmayan hareketidir.
- **Düzeltilme (Hatalı üretimler ve denetim):** Muayene, yeniden işleme ve ıskarta.

Yalın üretim, bu israfları üretim sürecinden uzaklaştırmada önemli bir araçtır. Ancak, yöneticilerin sıklıkla gözden kaçırdığı ve yukarıda sayılan yedi israf kadar önemli bir israf daha söz konusudur. Yalın üretim, montaj hattındaki israfları ortadan kaldırırken, başlangıçta ürünün tasarım aşamasındaki israfların da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. İsraflar, montaj hattına ulaşmadan önce, bir ürünün tasarımında da bulunabilmektedir (Vranson, 2011:64). İşte bu noktada; yalın üretimi destekleyecek, yalın üretimin eksik yönünü tamamlayacak bir uygulama aracı karşımıza çıkmaktadır. Bu araç, bir mühendislik uygulaması olan “Üretim ve Montaj İçin Tasarlama (DFMA)’dır.

DFMA, geçmişi 1960’lı yıllara dayanan bir mühendislik uygulamasıdır. DFMA, hem üretim hem de montaj için ürün tasarımını değerlendirmek ve geliştirmek için uygulanan metodolojik prosedürler olarak tanımlanmaktadır (Gao ve diğerleri, 2019:1). DFMA, Şekil 1’de görülebileceği gibi iki bileşenden meydana gelmektedir.



Şekil 1. DFMA Bileşenleri

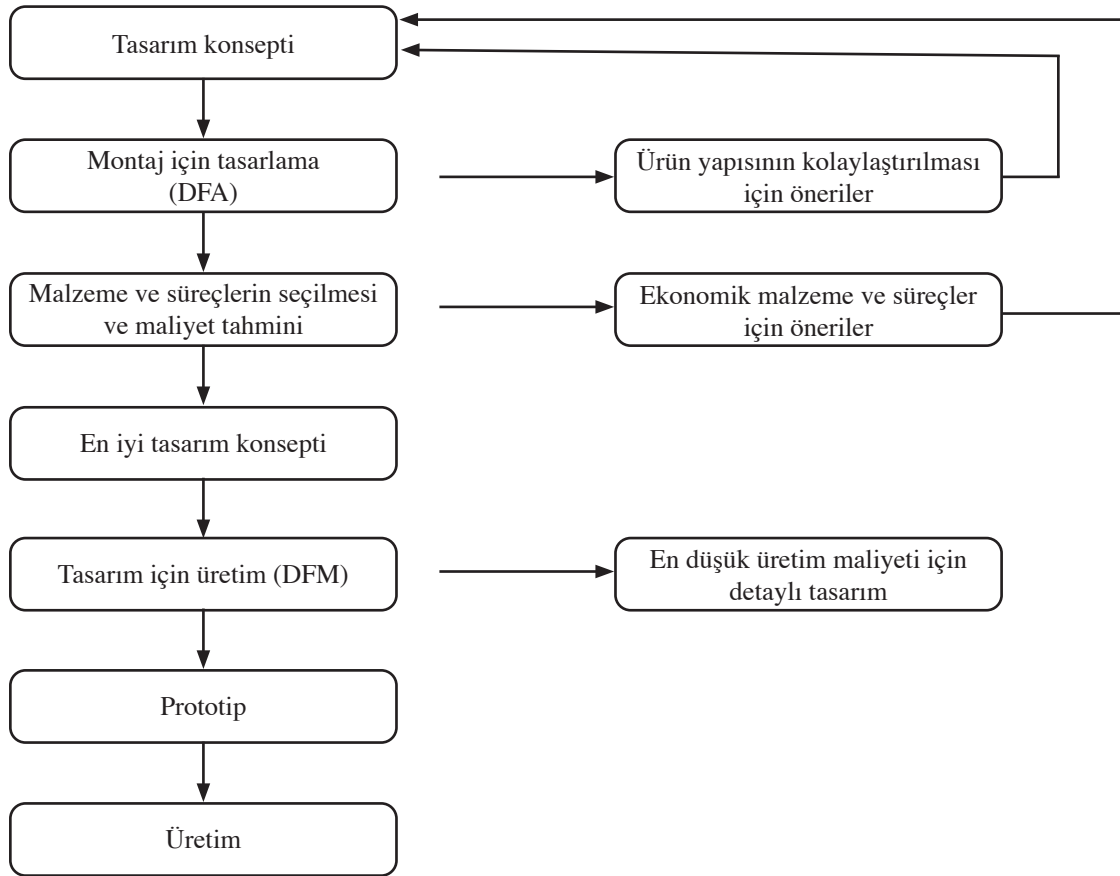
DFA (Design for Assembly-Montaj için tasarlama) ve DFM uygulamaları ilk olarak 1960'lı yılların sonunda ortaya çıkmış ve bu uygulamaların öneminin anlaşılmasıyla 1975 yılında bu uygulamalara yönelik ilk standart yayınlanmıştır. DFA (Design for assembly- Montaj için tasarlama), montaj kolaylığı için ürünün tasarlanması ile ilgili bir yöntemdir, kısacası yalnızca ürün montaj maliyetinin düşürülmesine odaklanmaktadır. DFA, parça sayısına, taşıma ve montaj kolaylığına odaklanarak tasarım ekiplerine minimum maliyetle üretime geçecek ürünlerin tasarımında yardımcı olmak için kullanılmaktadır.

DFM (Design for manufacture-Üretim için tasarlama) ise, montajdan sonra ürünü oluşturacak parçaların imalat kolaylığı için tasarım yöntemidir. Bu bağlamda DFM yönteminde temel amaç, toplam parça üretim maliyetinin düşürülmesine odaklanmaktır. Sonraki süreçte; her iki uygulama yaygın olarak tek bir metodoloji altında DFMA teknikleri olarak ele alınmış ve DFMA² yazılım olarak geliştirilmiştir.

DFMA uygulamaları, tasarım ve süreç iyileştirmeleri yoluyla ürün maliyetini en aza indirmek için kullanılmaktadır. Şekil 2'de DFMA sürecinin bir özeti sunulmaktadır. DFMA üç ana faaliyet için kullanılmaktadır (Boothroyd ve diğerleri, 2010:1):

- Eşzamanlı mühendislik çalışmalarının temeli olarak; tasarım ekibine imalat ve montaj maliyetlerini azaltmak için ürün yapısını basitleştirmede rehberlik sağlamak ve iyileştirmeleri ölçmek.
- Rakiplerin ürünlerini incelemek ve imalat ve montaj zorluklarını ölçmek için bir kıyaslama aracı olarak.
- Maliyetlerin kontrol edilmesine ve tedarikçi sözleşmelerinin müzakere edilmesine yardımcı olması gereken bir maliyet aracı olarak.

2 DFMA yazılımı, , Boothroyd Dewhurst Şirketinin tescilli ticari markasıdır.



Şekil 2. DFMA Süreci

Kaynak: Boothroyd ve diğerleri 2010, 14

Şekil 2’de görüleceği üzere; DFMA, ürün yapısını basitleştirerek, ürünlerin daha az ve daha düşük maliyetli parçalar kullanılarak üretilmesini sağlamaktadır. Bir ürünün maliyetini oluşturan unsurlar genel olarak; direkt ilk madde ve malzeme, direkt işçilik ve genel üretim maliyetleridir. Ürün yapısının, daha az parçadan meydana gelmesi sadece direkt ilk madde ve malzeme maliyetlerini değil aynı zamanda işçilik maliyetlerini ve genel üretim maliyetlerini de düşürecektir. Bunun yanında, üretim maliyetlerinin yanı sıra stok maliyetlerinde de azalma olacaktır. Tablo 1’de DFMA uygulamasının kılavuzları ve bu kılavuzların sağlayacağı faydalar gösterilmektedir.

Tablo 1. Genel DFMA Kılavuzları ve Faydaları

DFMA Kılavuzları	Sağlanacak Faydalar
Parça sayısının en aza indirilmesi	Geliştirilmiş güvenilirlik, daha az satın alma ve düşük stok maliyetleri, basitleştirilmiş montaj
Özel bileşenler yerine standart, hazır parçaların kullanımı	Azalan maliyetler, daha düşük satın alma sağlama süreleri, potansiyel olarak daha fazla güvenilirlik
Etkin birleştirme ve sabitleme için bağlantı elemanları/tasarım kullanımının en aza indirilmesi ve standartlaştırılması	Düşük maliyetler, basitleştirilmiş montaj, gelişmiş güvenilirlik, basitleştirilmiş onarım ve bakım
Farklı malzemenin mümkün olduğunca az kullanılması	Basitleştirilmiş birleştirme, daha az üretim sürecine ihtiyaç
Hassas parçaların kullanımının en aza indirilmesi	Daha az parça arızası, daha kolay kullanım ve montaj nedeniyle maliyet azaltımı
Toleransları veya yüzey kalitesini fazla belirtmeyin	Daha kolay üretim ve düşük üretim maliyetleri
İmalat kolaylığı için tasarım	Karmaşık armatürlerin ve takımların ortadan kaldırılmasından kaynaklanan maliyet düşüşleri
Modüler tasarımların düşünülmesi	Basitleştirilmiş montaj ve test sayesinde düşük maliyetler
Hataya dayanıklı tasarımların hedeflenmesi	Yanlış monte edilmiş parçaları yeniden çalışma ihtiyacını ortadan kaldırarak maliyet azaltma
Basit parça oryantasyonu ve kullanımı için tasarım	Katma değer içermeyen manuel çaba veya özel fiykir sayesinde maliyette azalma
Önceden belirlenmiş montaj tekniği düşünülerek tasarım yapılması	Kanıtlanmış/bilinen tekniklerin kullanımından kaynaklanan maliyetlerde azalma
Otomatik / robotik montaj için tasarım düşünülmesi	Manuel yöntemlere göre potansiyel maliyet azaltma

Kaynak: Bogue, 2012:114.

Tablo 1’de, DFMA uygulamasının sağlayacağı faydalar teorik olarak verilmektedir. Görüleceği üzere; tasarım aşamasında gerçekleştirilecek her bir DFMA uygulaması işletmelere çok önemli maliyet avantajları sağlamaktadır. Tablo 2’de, DFMA çalışmasının uygulandığı 123 örnek olay uygulamasından elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

Tablo 2. DFMA Uygulamasının Yapıldığı 123 Örnek Olay Araştırmasından Elde Edilen Sonuçlar

	Ortalama Azalma (yüzde)	Örnek Olay Sayısı
İşçilik Maliyetleri	42	8
Parça Sayısı	53	103
Montaj Zamanı	59	68
Montaj Maliyetleri	45	20
Montaj Faaliyetleri	54	25
Ürün Geliştirme Döngüsü	45	2
Toplam Maliyet	50	32

Kaynak: Boothroyd ve diğerleri, 2010:22

Tablo 2’de görüleceği üzere; DFMA uygulaması sonucu, işletmelerde ortaya çıkabilecek toplam maliyetlerde yaklaşık yüzde 50’lik bir azalma tespit edilmiştir. DFMA uygulaması; otomotiv, savunma, tıp, telekom gibi çok çeşitli sanayi kollarında kullanılabilir (More ve diğerleri, 2015:843).

DFMA’nın uygulama pratiği, bir ürün tasarımındaki israfları veya verimsizliği tanımlamak, ölçmek ve ortadan kaldırmaktır. DFMA, bu özelliği nedeniyle Yalın Üretim sisteminin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Yalın üretim, ürünün montaj hattına gelip nihai tüketiciye kadar olan süreçteki israfları; DFMA ise, ürünün montaj hattına gelmeden önceki israfları ortadan kaldırarak işletmeler için önemli maliyet avantajları sunmaktadır. Sonuç olarak; Yalın üretim ve DFMA birbirlerini bir değer akışında tamamlamakla beraber; birbirleriyle ilgili temel farklılıklar da içermektedirler (Vranson, 2011:65):

- Birincisi, yalın üretimle ilgili büyük bir sorun sürdürülebilirliktir. Yalın üretim, gizli tasarım verimsizliklerini düzeltmediği için üretim sürecinde sürekli motivasyon sağlayamamaktadır. Bir tasarım değişikliği ihtiyacı, bu süreçte ortaya çıkmaktadır. İyi çalışan bir DFA analizi ile tasarım değişikliği ihtiyacına gerek duyulmamaktadır. Çünkü verimsizlik, çıkacak olan tasarımdan önce belirlenmekte ve düzeltilmektedir.
- İkincisi, yalın üretim parçaların nasıl sipariş edildiğini, üretildiğini, satın alındığını ve teslim edildiğini düzenlemektedir. Fakat bu süreçte gecikmiş teslimat, tutarsızlıklar, taşıma hasarı ve yanlış yerleştirilmiş parçalar nedeniyle hammadde sıkıntısı kaçınılmaz olarak ortaya çıkacaktır. Parça sayısını azaltarak DFMA bu sorunların çoğunu ortadan kaldırabilmektedir.
- Üçüncüsü, verimsiz tasarımlar, kullanımı ve takılması zor parçaları içermektedir. Bu tür sorunlara, yalın üretimin yapacağı bir şey yoktur. DFA analizi, bu sorunları vurgulayarak mühendislerin üretimden önce bu sorunlar hakkında bir şeyler yapmalarını sağlayacaktır.

3. YALIN MUHASEBE ARACI OLARAK SKOR TABLOSU

Yalın, yalnızca üretimi ya da fabrikayı değil, organizasyonun tümünü etkileyen geniş kapsamlı bir iş stratejisidir. Bu bağlamda, organizasyonun tümünün özellikle de muhasebe bilgi sisteminin yalın dönüşüme uyum sağlaması gerekmektedir. Fakat geleneksel üretim koşullarına uygun olarak tasarlanan geleneksel muhasebe bilgi sistemi, yalın organizasyonların ihtiyacını karşılayamamaktadır.

Bu nedenle, mevcut muhasebe bilgi sisteminin yerini alacak “Yalın Muhasebe” uygulamaları geliştirilmiştir. Yalın muhasebe, yalın düşünce tarafından gerçekleştirilen sürekli iyileştirme faaliyetlerinin finansal sonuçlarını açık, anlaşılır ve karara yönelik bir biçimde ortaya koymaktadır. Bu nedenle; organizasyonun değer akışlarına dayalı karar almayı kolaylaştıracak, finansal sonuçlara olumlu etki sağlayacak iyileştirme fırsatlarını içeren ve atıl kapasiteyi gösteren her türlü yöntem, rapor, tablo gibi araçları kapsamaktadır (Balcı, 2011:19).

Yalın muhasebe, sistem olarak; değer akış muhasebesi, yalın performans ölçütleri ve değer akış kapasitesi üzerine kurulmuştur. Yalın üretim uygulayan organizasyonlarda; bu üç temel unsurun bir arada ele alınmasını ve yalın iyileştirmelerin finansal faydalarının yansıtılmasını sağlamak üzere “Skor Tablosu (Box Score)” geliştirilmiştir. Skor tablosu örneği, Tablo 3’te verilmiştir. Tablo 3’de yer alan ölçüler, şirketlere ve sektöre göre değişebilmektedir.

Tablo 3. Skor Tablosu

SKOR TABLOSU					
DEĞER AKIŞI			Mevcut Durum	Gelecek Durum	Finansal Faydalar
Performans Ölçümleri	Verimlilik	Gelir / Çalışan sayısı			
	Zamanında teslimat	Zamanında sevk edilen parça yüzde 'si			
	İlk seferde doğruluk	Hücrenin ilk seferde doğru ürün yüzde 'si			
	Akış süresi	Değer akışı haritalamadan			
	Ortalama maliyet	Toplam Maliyet/ Sevk edilen ürün adedi			
	Yerleşim alanı	Değer akışı tarafından kullanılan atölye alanı			
Kapasite Analizi	Verimli kapasite yüzde 'si	Her akıştaki kesintisiz süre/ toplam süreç süresi			
	Verimsiz kapasite yüzde 'si	Gerekli diğer faaliyetlere harcanan süre / toplam süreç süresi			
	Atıl kapasite yüzde 'si	yüzde 100-(Üretken yüzde + Üretken olmayan yüzde)			

Finansal Sonuçlar	Gelirler	Toplam satışlar			
	Malzemeler	Toplam malzeme satın almaları			
	Dış işlemler	Toplam dışarıda gerçekleştirilen süreçler			
	İşçilik	Toplam işçilik maliyetleri			
	Makine	Toplam makine maliyetleri			
	Diğer Maliyetler	Toplam diğer maliyetler			
	Değer Akış Kârı	Gelirler – Toplam maliyetler			
	Satış Kârlılığı	Değer akış kârı/Gelirler			

Kaynak: Maskell ve diğerleri, 2011:196.

Yalın organizasyonlarda sorun; Yalın'ın ne yaptığının nasıl ölçüleceğidir. Buradaki kritik nokta; operasyonel performansla finansal sonuçlar arasındaki bağlantıyı kurabilmektir. Yalın muhasebede, bu bağlantıyı Skor Tablosu sağlamaktadır. Skor tablosu, üç boyutlu bir bakış açısı sağlamakta ve Yalın organizasyonlarda tüm iş kararlarının temeli olarak kullanılmaktadır. Bu üç bileşen aşağıdaki gibidir (Köse ve Ağdeniz, 2019:815):

- Operasyonel performans (Değer akış performansı ölçümleri)
- Kapasite kullanımı (Değer akış kapasitesi)
- Finansal performans (Değer akış finansalları)

Skor tablosundaki, operasyonel performans ölçümleri ile finansal performans ölçümleri doğrudan ilişkilidir. Operasyonel performans ölçümlerini eşzamanlı olarak iyileştirmenin tek yolu, akış, çekme ve sürekli iyileştirme olduğundan; performansın iyileştirilmesi, maliyetlerin de düşmesini de sağlamaktadır (Katko, 2014:116). Yalın organizasyonlar, maliyetlerin kök nedeninin harcama kararlarına dayandığını bilmektedirler. Yalın organizasyonlar, çalışanlarını ve makinelerini operasyonel gider olarak değil, kaynak olarak görmektedirler, bu nedenle Skor Tablosunda yer alan kapasite kullanımını, makineler ve çalışanlar olmak üzere iki alt başlıkta ele almaktadırlar.

Kapasite ile değer akışının üretim maliyetleri arasındaki ilişki; değer akışının atıl kapasite miktarına ve alınması düşünülen bir iş kararı için gerekli olan kapasite miktarına bağlıdır (Katko, 2014:116). Sonuç olarak; yukarıda üç bileşen şeklinde ele alınan yalın performans ölçüm sistemi, yalın iyileştirmelerde geleneksel performans ölçüm sistemleri işe yaramayacağı için, Yalın'ın başarısında hayati bir önem taşımaktadır. Yalın performans ölçümlerinin birincil amacı; organizasyonun değer akışlarındaki yetersiz performansa ilişkin problemleri ortaya çıkarmak, kök nedenleri belirlemek ve düzeltici faaliyetleri devreye almaktır (Katko, 2014:74).

Geleneksel organizasyonlarda, iş kararlarına yönelik finansal analizleri yapmak için kitlesel üretime yönelik olarak tasarlanan “standart maliyet yöntemi” kullanılmaktadır. Yalın organizasyonlarda ise; yalın

iş stratejisiyle çatışan bu yöntem yerine Skor tablosu kullanılarak birçok iş kararlarına yönelik finansal analizler yapılabilmektedir. Analiz edilebilecek iş kararlarına ilişkin örnekler aşağıdaki gibidir (Katko, 2014:116-136).

- Finansal yararların ölçülmesi
- Ürün maliyetinin fiyat belirlemede kullanılması
- Yeni işin kârlılığı
- Müşterilerin, pazarların ve iş kollarının kârlılığının belirlenmesi
- Dışarıdan temin
- Yatırım satın almaları
- Personelin işe alınması
- Sürekli iyileştirmenin etkisi

4. SKOR TABLOSU KULLANILARAK DFMA’NİN FİNANSAL YARARLARININ ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK OLAY³

Yalın üretim uygulayan bir üretim işletmesinde, üretim süreci dört aşamada gerçekleşmektedir. Bu aşamalar ve bu aşamalardaki işlemler aşağıda verilmiştir:

- **Talaşlı imalat:** Hammaddeler ürünün bileşen parçalarına dönüştürülmektedir.
- **Kaynak:** Bileşen parçalar ara montajlara kaynaklanır.
- **Montaj:** Tamamlanmış ürünlerin montajı yapılmaktadır.
- **Nakliye:** Ürünler müşterilere gönderilmektedir.

Haftalık raporlama için skor tablosunu kullanan bu işletmede kullanılan performans ölçüleri Tablo 4’te ve oluşturulan Skor Tablosu ise, Tablo 5’te verilmiştir:

Tablo 4. Performans Ölçüleri ve Ölçümleri

Performans Ölçüsü	Performans Ölçüsünün Ölçümü
Verimlilik	Çalışan başına satış miktarı
Akış	Stok gün sayısı
Zamanında Teslimat	Müşteri talep zamanı
Kalite	Değer akışı süresince ilk defada doğru üretilen ürün oranı
Maliyet	Ortalama birim maliyette azalma

3 Uygulama, Katko (2013)’den uyarlanmıştır.

Tablo 5. Skor Tablosu

Performans Ölçümleri	Verimlilik	54.55
	Akış	24
	Zamanında Teslimat	yüzde 86
	Kalite	yüzde 60
	Ortalama Birim Maliyet	426.54 \$
Kapasite	Verimli	yüzde 49
	Verimsiz	yüzde 31
	Atıl Kapasite	yüzde 20
Finansal Sonuçlar	Satış Hasılatı	1.875.000 \$
	Malzeme Maliyeti	829.835
	Dönüşüm Maliyetleri	
	İşçilik	307.130
	Makine	88.800
	Dışarıda İşleme (Fason)	36.000
	Tesisler	15.450
	Diğer	2.416
	Toplam Maliyetler	1.279.631 \$
	Değer Akış Karı	595.369 \$
	Satış Kazancı	yüzde 31.75

İşletmede ortaya çıkan israflar, Tablo 5’de verimsiz kapasite başlığı altında verilmiştir. Bu israflar; bekleme zamanı, yeniden işleme, hurda, atıl kalma süresi, fazla üretim ve inceleme süresi olup işletmede tüm zamanın yüzde 31’ini oluşturmaktadır.

İşletme, DFMA yöntemine yatırım yaparak aşağıdaki faydaların sağlanabileceğini öngörmektedir:

- İşlenen ve kaynaklı parçaların sayısının yüzde 30 azaltılabileceği,
- İşleme, kaynak ve montajdaki işçilik içeriğinin yüzde 25 azaltılabileceği;
- İşleme, kaynak ve montajda yeniden çalışmanın ortadan kaldırılabilmesi,
- Parça sayısı ile ilişkili diğer israfların ortadan kaldırılabilmesi.

DFMA yönteminden beklenen bu faydaların finansal olarak ölçülerek işletme yöneticilerine raporlanabilmesi için aşağıda sıralanan üç adımın tamamlanmış olması gerekmektedir:

- **1. Adım:** Gelecek dönemlere ilişkin skor tablosunun hazırlanması,
- **2. Adım:** Skor tablosunun atıl kapasiteyi kullanma üzerine etkilerinin planlaması,
- **3. Adım:** DFMA'nın gerçekleşen finansal faydalarının ölçümünde skor tablosunun kullanımı.

4.1. Gelecek Dönemlere İlişkin Skor Tablosunun Hazırlanması

Öncelikle DFMA'nın, beklenen faydalarını yansıtan skor tablosunun planlanması gerekmektedir. Bu aşamada işletmeler neden sonuç ilişkisi, pareto analizi, ağaç diyagramları, Gantt şeması vb. yalın karar verme tekniklerini kullanabilirler. Bu yöntemler kullanılarak, işletme DFMA'nın sağlayacağı her bir faydanın, skor tablosunun her bir unsuru üzerindeki etkisini analiz eder. Tablo 6'da DFMA uygulamasından beklenen operasyonel faydalarının etkisi gösterilmektedir.

Tablo 6. DFMA'nın Beklenen Faydaları

DFMA'nın Sağladığı Faydalar	Performans Ölçümü	Kapasite	Değer Akışı Kârı
Parça sayısında yüzde 30 azalma ve yeniden işlemenin ortadan kaldırılması	Akışın iyileştirilmesi	Verimsiz kapasitenin yüzde 31'den yüzde 16'ya düşürülmesi	Malzeme maliyetinin 248.950 \$ azalması
	Kalitenin iyileştirilmesi	Atıl kapasitenin yüzde 20'den yüzde 46'ya çıkarılması	
	Birim başına maliyetin iyileştirilmesi		
İşçilik içeren maliyetlerin yüzde 25 azalması	Zamanında teslimatın iyileştirilmesi	Verimli kapasitenin yüzde 38'den yüzde 29'a düşürülmesi	Herhangi bir değişiklik yok
		Atıl kapasitenin yüzde 46'dan yüzde 56'ya çıkarılması	

Yapılan bu analizlerden sonra, gelecek duruma ilişkin skor tablosu düzenlenebilir. Tablo 7'de; DFMA uygulamasının beklenen operasyonel faydaları, gelecek durum skor tablosu aracılığıyla gösterilmektedir.

Tablo 7. Gelecek Durum Skor Tablosu

		Mevcut Durum	Gelecek Durum
Performans Ölçümleri	Verimlilik	54.55	54.55
	Akış	24	16.80
	Zamanında Teslimat	yüzde 86	yüzde 95
	Kalite	yüzde 60	yüzde 90
	Ortalama Birim Maliyet	426.54 \$	343.56 \$
Kapasite	Verimli	yüzde 49	yüzde 29
	Verimsiz	yüzde 31	yüzde 15
	Atıl Kapasite	yüzde 20	yüzde 56
Finansal Sonuçlar	Satış Hasılatı	1.875.000 \$	1.875.000 \$
	Malzeme Maliyeti	829.835	580.885
	Dönüşüm Maliyetleri		
	İşçilik	307.130	307.130
	Makine	88.800	88.800
	Dışarıda İşleme (Fason)	36.000	36.000
	Tesisler	15.450	15.450
	Diğer	2.416	2.416
	Toplam Maliyetler	1.279.631 \$	1.030.681 \$
	Değer Akış Karı	595.369 \$	844.319 \$
	Satış Kazancı	yüzde 31.75	yüzde 45.03

DFMA'nın beklenen faydaları; skor tablosunun performans ölçümleri üzerinde önemli iyileştirmeler öngörmektedir. Bununla birlikte iyileştirmeler sonucunda malzeme maliyetlerinde elde edilecek olan 248.950 \$'lık azalma; işletmenin değer akış kârlılığının 844.319 \$'a çıkmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda işletmenin atıl kapasitesi de yüzde 20'den yüzde 56'ya çıkacaktır. Dolayısıyla atıl kapasitenin kullanımı hakkında, planlama yapılarına kadar finansal analiz tamamlanmamalıdır. Bir sonraki aşamada atıl kapasitenin ne şekilde değerlendirilebileceği üzerinde durulacaktır.

4.2. Skor Tablosunun Atıl Kapasiteyi Kullanma Üzerine Etkilerinin Planlaması

İşletme, DFMA uygulamasından kaynaklanan ek kapasiteyi değerlendirmede iki alternatif tespit etmiştir. Bu alternatifler, aşağıda gibidir:

- **1. Alternatif - Ek Kapasitenin Artan Talebi Karşılığında Kullanılması:** İşletme talebin, yakın gelecekte yüzde 33 artmasını beklemektedir. Söz konusu bu talep artışı, gelir ve malzeme maliyetlerini artıracak, ancak yeni kapasite satın alınması gerekmediğinden dönüşüm maliyetlerini artırmayacaktır.
- **2. Alternatif – Ek Kapasitenin İşletme İçinde Değerlendirilmesi:** Yaratılan bu ek kapasite, işletme içinde yer alan diğer değer akışlarında kullanılabilir. Bu ek kapasitenin, işletmenin başka birimlerinde kullanılması işçilik ve makine maliyetlerini düşürecektir.

Bu iki alternatifin sağlayacağı faydalara göre, işletme tarafından hazırlanacak nihai skor tablosu Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 8’de işletmenin DFMA uygulamalarının sağladığı ek kapasiteyi kullanmak için belirledikleri iki alternatifin yer aldığı skor tablosu görülmektedir.

Tablo 8. Nihai Skor Tablosu

		Mevcut Durum	Gelecek Durum	Talebin artması (Alternatif 1)	Ek kapasitenin aktarılması (Alternatif 2)
Performans Ölçümleri	Verimlilik	54.55	54.55	70.91	125.81
	Akış	24	16.80	16.8	16.8
	Zamanında Teslimat	yüzde 86	yüzde 95	yüzde 95	yüzde 95
	Kalite	yüzde 60	yüzde 90	yüzde 90	yüzde 90
	Ortalama Birim Maliyet	426.54 \$	343.56 \$	316.48 \$	270.49 \$
Kapasite	Verimli	yüzde 49	yüzde 29	yüzde 38	yüzde 57
	Verimsiz	yüzde 31	yüzde 15	yüzde 16	yüzde 21
	Atıl Kapasite	yüzde 20	yüzde 56	yüzde 45	yüzde 23
Finansal Sonuçlar	Satış Hasılatı	1.875.000 \$	1.875.000 \$	2.493.750 \$	2.437.500 \$
	Malzeme Maliyeti	829.835 \$	580.885\$	772.577\$	755.151\$
	Dönüşüm Maliyetleri				
	İşçilik	307.130	307.130	307.130	173.110
	Makine	88.800	88.800	88.800	65.000
	Dışarıda İşleme (Fason)	36.000	36.000	47.880	47.880
	Tesisler	15.450	15.450	15.450	11.345
	Diğer	2.416	2.416	2.416	2.416
	Toplam Maliyetler	1.279.631 \$	1.030.681 \$	1.234.253 \$	1.054.902
	Değer Akış Karı	595.369 \$	844.319 \$	1.259.497 \$	1.382.599
	Satış Kazancı	yüzde 31.75	yüzde 45.03	yüzde 50.51	yüzde 56.72

İşletme birinci alternatifi değerlendirmesinde durumunda; işletmenin artan satışlardan dolayı satış hasılatının ve değer akış kârının artması beklenmektedir. Satış kazancının ise yüzde 31.75'den yüzde 50.51'e çıkması beklenmektedir. Çalışan başına satış miktarı olarak belirlenen verimlilik 54.55'den 70.91'e çıkmaktadır. Ayrıca işletmenin halen kullanabileceği atıl kapasite kalmaktadır. İşletmenin bu atıl kapasiteyi de değerlendirerek performans sonuçlarını arttırabileceği değerlendirilmektedir.

İşletmenin ikinci alternatifi seçmesi durumunda; işletmenin satış hasılatı ve değer akış kârı yine artmaktadır. İşletmenin satış kazancının yüzde 31.75'den yüzde 56.72'ye yükseleceği görülmektedir. Burada elde edilen ek kapasite işletmenin diğer bölümlerinde kullanıldığından dolayı işletmenin özellikle işçilik maliyetleri önemli ölçüde azalmış bu da değer akış kârının ve satış kazancının diğer alternatiflere nazaran daha yüksek olmasını sağlamıştır. İşletmenin verimliliğinde ise 54.55'den 125.81'e bir artış beklenmektedir.

Bu iki alternatifin sonuçları değerlendirildiğinde; DFMA uygulamaları sonucu elde edilen ek kapasitenin, işletme içinde değerlendirilmesinin (2.Alternatif) daha rasyonel bir karar olduğu görülmektedir.

4.3. DFMA'nın Gerçekleşen Finansal Faydalarının Ölçümünde Skor Tablosunun Kullanımı

DFMA'nın finansal faydalarının ölçümünde son adım, değer akışı performansını yönetmek, ölçmek ve DFMA'nın gerçek etkisini değerlendirmek için haftalık skor tablosu raporlarını kullanmaktır. Haftalık raporlamaya ayrıca haftalık kök neden analizi ve değer akışı performansının her üç boyutu üzerinde düzeltici eylem planı eşlik etmektedir. Bu aşamada; bir süreçte bir değişim önerilmesi, değişimin hayata geçirilmesi, sonuçların ölçülmesi ve uygun eylem için harekete geçilmesinden oluşan bilimsel yöntemeye dayalı biri iyileştirme döngüsü olan PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al), sorunların zamanında keşfedilmesini sağlayarak daha hızlı kök neden analizi ve düzeltici eyleme olanak tanımaktadır (Yalın Kavramlar Sözlüğü, 2016:80). Haftalık Skor Tablosu örneği, Tablo 9'da verilmiştir⁴.

4 Tablo 9 hazırlanırken; işletmenin ikinci alternatifi seçtiği değerlendirilmiştir.

Tablo 9. Haftalık Skor Tablosu Örneği

		Mevcut Durum	1.Hafta	2.Hafta...	Gelecek Durum
Performans Ölçümleri	Verimlilik	54.55			125.81
	Akış	24			16.8
	Zamanında Teslimat	yüzde 86			yüzde 95
	Kalite	yüzde 60			yüzde 90
	Ortalama Birim Maliyet	426.54 \$			270.49 \$
Kapasite	Verimli	yüzde 49			yüzde 57
	Verimsiz	yüzde 31			yüzde 21
	Atıl Kapasite	yüzde 20			yüzde 23
Finansal Sonuçlar	Satış Hasılatı	1.875.000 \$			2.437.500 \$
	Malzeme Maliyeti	829.835			755.151
	Dönüşüm Maliyetleri				
	İşçilik	307.130			173.110
	Makine	88.800			65.000
	Dışarıda İşleme (Fason)	36.000			47.880
	Tesisler	15.450			11.345
	Diğer	2.416			2.416
	Toplam Maliyetler	1.279.631 \$			1.054.902
	Değer Akış Karı	595.369 \$			1.382.599
	Satış Kazancı	yüzde 31.75			yüzde 56.72

Tablo 9’da görüleceği üzere; kapasite, DFMA’nın zaman tasarrufunu ölçebilmekte ve değer akışı gelir tablosu da, DFMA’nın tam finansal etkisini yansıtabilmektedir. Böylece skor tablosu DFMA’nın gerçekleşen finansal faydalarını bir bütün olarak yansıtabilmiştir. Skor tablosu sayesinde DFMA bilgi kullanıcılarına, karar almada kullanacakları çok önemli veriler sağlanmaktadır.

5. SONUÇ

İşletmeler, günümüz rekabetçi ortamında ayakta kalabilmek için maliyet etkinliği, kalite, zaman ve yenilik gibi kritik başarı faktörleri üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. İşletmeler bu kritik faktörlerini temel alan çeşitli uygulamalar gerçekleştirmektedirler. Yalın üretim, bu uygulamalardan biri olarak işletmelerde her türlü israfı ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Ancak yalın üretim, tasarlanan bir ürünün montaj hattına geldikten sonraki israflara odaklanmaktadır. Oysaki ürünün tasarım aşamasında da birçok israf

ortaya çıkmakta ve bunlar işletmelerde ciddi maliyetlere neden olabilmektedir. Bu aşamada DFMA yöntemi, ürünün tasarım aşamasındaki israfları ortadan kaldırarak yalın üretim uygulamalarını tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir.

Gerek yalın üretim gerekse de DFMA yöntemi, ürünün tasarım sürecinden başlayarak üretimdeki her türlü israfı ortadan kaldırarak bir değer akışı üzerinde işletmelere önemli maliyet avantajları sağlamaktadır. Fakat buradaki sorun; sağlanan bu faydaların ölçümünün geleneksel muhasebe bilgi sistemi ile yansıtılamamasıdır. Bu nedenle “Yalın Muhasebe” yaklaşımı geliştirilmiştir. Yalın muhasebe ise, yalın üretim uygulamalarının sağladığı faydaları finansal olarak göstermek amacıyla bir araç olarak Skor Tablosunu kullanmaktadır.

Çalışmada; üç aşamalı bir süreçte; DFMA yönteminin gerçek finansal yararlarının skor tablosu ile ölçülebilmesi üzerinde durulmuş ve buna ilişkin bir örnek olay ele alınmıştır. DFMA uygulamasından beklenen operasyonel faydaların etkisi, gelecek durum şeklinde skor tablosuna yansıtılmış ve iyileştirmeler analiz edilmiştir. Daha sonra ise; DFMA tarafından yaratılan ek kapasitenin kullanılmasında farklı alternatifler üzerinde durulmuş ve bu alternatifler üzerinde iyileştirmeler analiz edilmiştir. Skor tablosundaki performans ölçümleri bölümü; DFMA'nın operasyonel iyileştirmelerini yansıtırken; kapasite bölümü, DFMA'nın zaman tasarrufunu ölçebilmektedir. Finansal sonuçlar bölümü ise, DFMA'nın gerçek finansal etkisini yansıtabilmektedir. Sonuç olarak; DFMA yönteminin, işletmelere sağlayacağı faydaların finansal olarak analiz edilebilmesinde skor tablosu uygun bir araç olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Ashley, S. 1995. "Cutting Costs and Time with DFMA", Mechanical Engineering, March, s.74-77.
- Balcı, B.R. 2011. Yalın Finansal Muhasebe, İzmir: Altın Nokta Basım Yayım Dağıtım.
- Bogue, R. 2012. "Design for Manufacture and Assembly: Background, Capabilities and Applications", Assembly Automation, 32(2), s.112-118.
- Boothroyd, G., Dewhurst, P. ve Knight, W.A. 2010. Product Design for Manufacture and Assembly, Third Edition, CRC Press, Taylor Francis Group
- Deloitte. 2019. Save to Transform As A Catalyst For Embracing Digital Disruption- Deloitte's Second Biennial Global Cost Survey. Deloitte.
- Dewhurst, N.P. 2011. "Product Design: Design First, Lean Second. Assembly, 54, s.62-68.
- Gao, S., Jin, R. ve Lu, W. (2019). "Design for Manufacture and Assembly in Construction: A Review". Building Research & Information, DOI: 10.1080/09613218.2019.1660608
- George, B., Mistry, P.M. ve Sheth, S. M. Study and Scope of DFMA and GD&T in Manufacturing Process: A Case Study on Dual Plate Check Valve. 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Technologies - ICACCT 2013.
- Kalyun, M. ve Wodajo, T. 2012. "Application of a Design Method for Manufacture and Assembly". Master of Science Thesis in the Master's Programme Design and Construction Project Management Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Structural Engineering Steel and Timber Structures, Chalmers University Of Technology Göteborg, Sweden 2012.
- Katko, N. 2013. "Measuring the Financial Benefits of DFMA Using the Lean Accounting Box Score" (<ftp://ftp.dfma.com/2013pdf/Katko.pdf>) Erişim Tarihi:15.01.2020
- Katko, N. 2014. Yalın CFO, Yalın Yönetim Sisteminin Mimarisi, Çeviren: Tunç Sancı, Optimist Kitap, Optimist Yayın No:379, İstanbul.
- Köse, T. ve Ağdeniz, Ş. 2019. "Yalın Yönetim Muhasebesi Aracı Olarak Skor Tablosu", XI.International Congress on Social Sciences, China to Adriatic, 8-10 Kasım 2019, Bursa.
- Maskell, B., Baggaley, B. ve Grasso, L., (2011). Practical Lean Accounting: A Proven System for Measuring and Managing the Lean Enterprise, Second Edition, New York: CRC Press.
- More, N.K., Buktar, R.B., Ali, S.M. ve Samant, S. 2015. "Design for Manufacture and Assembly (DFMA) Analysis of Burring Tool Assembly", International Journal of Engineering and Technology", 2(6), s.843-849.
- Pirasteh, R.M. - Fox, R. E. 2010. Profitability With No Boundaries: Optimizing TOC and Lean-Six Sigma, ASQ Quality Press, USA.
- Pranav, N.C.D., Warriar, V. ve Jayakrishnan, V. 2017. "Redesigning of Shopping Cart for Cost Reduction Using DFMA". MATEC Web of Conferences 95. DOI: 10.1051/mateconf/20179510003
- Schonberger, R.J. 2013. "DFMA- A Lean Potent Methodology", Assembly, April, s.48-51.
- Spector, R.E. 2006. "How Constraints Management Enhances Lean and Six Sigma", Supply Chain Management Review, Jan/Feb, 10, 1, s. 42-47.

Timár, I., Borbély, T., Líztes, I.ve Horváth, P. 2010. "Cost Calculations with Method of Design for Manufacture and Assembly (DFMA)", Fascicle of Management and Technological Engineering, Volume IX (XIX), s.4288-4292.

Vranson, D. M. 2011. "DFMA vs. Lean", Assembly, January, s.64-67.

Yalın Kavramlar Sözlüğü. 2016. Optimist Kitap, Optimist Yayın No:247, İstanbul.