

ZAMAN ETKENLİ FAALİYETE DAYALI MALİYETLEME (ZEFDM) YÖNTEMİ İLE YEŞİL LOJİSTİK MALİYET YÖNETİMİ: BİR VAKA ANALİZİ*

Arş. Gör. Dr. Ahmet ONAY^a

Örnek Olay (Vak'a) Tahlili
(Case Analysis)

*Muhasebe ve Vergi
Uygulamaları Dergisi
Mart 2021; 14 (1): 275-312*

ÖZ

Maliyet analiz yöntemleri, işletme yöneticilerinin rasyonel kararlar almalarını sağlamalıdır. Alınan kararların rasyonelliği, maliyet analizlerinin bir ürün, tedarik kanalı veya lojistik faaliyet için tüketilen kaynakların maliyetini doğru belirlemesine bağlıdır. Endüstri 4.0 Devriminin üretim/hizmet ortamlarında yarattığı dönüşüm, dolaylı maliyetlerin maliyet nesnelerinin maliyetleri içerisindeki payını görece artırmıştır. Bu dönüşüm, hacim bazlı dağıtım anahtarlarına güvenilemeyeceğini kesinleştirmiş ve geleneksel maliyet yöntemlerinin eksikliklerini gün yüzüne çıkarmıştır. Değişen şartlar sonucunda önce Faaliyete Dayalı Maliyetleme (FDM) ve sonrasında Zaman Etkenli Faaliyete Dayalı Maliyetleme (ZEFDM) yönteminin kullanılması doğru maliyetleme için bir zorunluluk haline gelmiştir. İleri teknolojilerle donatılmış üretim/hizmet ortamlarında işletme yöneticilerinin daha ileri maliyet yöntemleri ile zenginleştirilmiş bilgiye ihtiyaç duyması, daha karmaşık sektörlerde FDM'den daha kolay uygulanabilen ve daha doğru sonuçlar sunan ZEFDM yöntemini öne çıkarmıştır. Araştırmanın amacı, bir geri dönüşüm işletmesinin yeşil lojistik maliyetlerini ZEFDM yöntemiyle belirlemektir. Çalışmada, maliyet analizinin zor ve karmaşık olduğu lojistik sektöründe, analistlere kendi işletmelerinin, tedarik zincirlerinin, teknolojilerinin, ürün ve hizmetlerinin özelliklerini dikkate alarak maliyet hesaplama araçları geliştirmeleri için bir örnek sunulması amaçlanmıştır. Çağdaş bir maliyet belirleme aracı olan ZEFDM'nin bir yeşil lojistik işletmesinde uygulanabilirliği test edilmiştir. Çalışmada farklılıkları net bir şekilde ortaya koymak amacıyla, ZEFDM yöntemiyle elde edilen maliyetler, FDM ile hesaplanan maliyetler ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Maliyetleme Yöntemleri, Zaman Etkenli Faaliyete Dayalı Maliyetleme, Zaman Denklemleri, Lojistik Maliyetleri, Yeşil Lojistik.

JEL Kodları: M40, M41.

APA Stili Kaynak Gösterimi:

Onay, A. (2021). Zaman Etkenli Faaliyete Dayalı Maliyetleme (ZEFDM) Yöntemi ile Yeşil Lojistik Maliyet Yönetimi: Bir Vaka Analizi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*. 14 (1), 275-312.

* Makalenin gönderim tarihi: 16.03.2020; Kabul tarihi: 06.07.2020, iThenticate benzerlik oranı %5
^a Eskişehir Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, ahmet_onay@eskisehir.edu.tr
ORCID: [0000-0003-1182-6003](https://orcid.org/0000-0003-1182-6003).

GREEN LOGISTIC COST MANAGEMENT WITH TIME DRIVEN ACTIVITY-BASED COSTING (TDABC) METHOD: A CASE STUDY

ABSTRACT

Cost analysis methods should enable business managers to make rational decisions. The rationality of decisions taken depends on cost analysis accurately determining cost of resources consumed for a product, supply channel or logistics activity. The transformation of Industry 4.0 Revolution in the production/service environments has relatively increased share of indirect costs within costs of cost objects. This transformation has made sure that volume-based distribution keys cannot be relied upon and uncover the shortcomings of traditional cost methods. As a result of changing conditions, using firstly Activity Based Costing (ABC) and then Time-Driven Activity Based Costing (TDABC) method has become a necessity for correct costing. In production/service environments equipped with advanced technologies, need for information enriched by more advanced cost methods, has brought TDABC method to fore, which can be applied more easily than ABC in more complex sectors and offers more accurate results. The aim of research is to determine green logistics costs of a recycling company with TDABC method. In our study, it is aimed to present an example for analysts to develop cost calculation tools by considering characteristics of their own businesses, supply chains, technologies, products and services in logistics sector where cost analysis is difficult and complex. Applicability of TDABC, a modern cost determination tool, in a green logistics enterprise has been tested. In order to clearly demonstrate the differences in present study, costs obtained with TDABC method were compared with costs calculated with ABC.

Keywords: Costing Methods, Time-Driven Activity-Based Costing, Time Equations, Logistics Costs, Green Logistics.

JEL Codes: M40, M41.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

TDABC (Time Driven Activity-Based Costing) can be thought of as the next generation ABC (Activity-Based Costing). This new costing method was designed by Kaplan & Anderson as a model that can address the complexity and variability of daily activities in order to avoid time-consuming and costly update problems of ABC. TDABC has the potential to further facilitate cost analysis, especially in sectors such as banking, finance, education, medical services, medicine, wholesale and logistics.

In this study, TDABC, which brings solutions to the implementation problems of ABC, has been discussed with its advantages over ABC and traditional methods, along with the innovations and limitations it brings to cost management. The literature on TDABC was examined and a case study was carried out on the reverse logistics activities of a used clothing recycling company. In this study, it is aimed to show why the TDABC method is a powerful and flexible approach that can meet today's needs and how it can be applied effectively. In the study, it is aimed to provide an example for analysts to develop cost calculation tools by taking into account

the characteristics of their own businesses, supply chains, technologies, products and services in the logistics sector where cost analysis is difficult and complex.

Literature on Research

The TDABC, which aims to eliminate the limitations of the ABC, has the potential to create more benefits in service businesses with complex activity processes. When the literature is reviewed, most of the studies dealing with the TDABC focused on the service sector. Especially health, tourism, restaurants, logistics and libraries have been the organizations that researchers deem worthy of work the most. It has been determined that a significant part of the case studies conducted on the TDABC in the last two decades dealt with logistics activities.

From studies dealing with logistics costs to today, many studies have examined time equations. Bruggeman et al. (2005) applied the TDABC on logistic costs for the first time. In their study, the costs of Sanac, a logistics company originating in Belgium, were analyzed using the TDABC. It has been determined that equations consisting of multiple time drivers are beneficial against the complexity of logistics activities. Varila et al. (2007) examined the applicability of different drivers to distribute the costs of a logistics warehouse to products. It was determined that integration with existing systems is necessary in order to obtain the information required for time equations. It has been determined that measuring the realization times of the activities in practice increases the accuracy of the cost information. The greater the amount of data, the better the identification of the cost behavior of activities and products. Everaert et al. (2008a), in a case study conducted in a Belgium-based wholesaler, concluded that logistics activities cannot be modeled using a single cost driver as in ABC, and time equations should be used to estimate the time spent for each activity. Everaert et al. (2008b) created examples of cost models with TDABC for complex logistics activities. Causes of excessive logistics and distribution costs were evaluated with TDABC. It was stated that the time equations that model all possible sub-tasks can reflect the diversity in working methods. Somapa et al. (2010) implemented TDABC in a small-scale road transport company. It has been found that it is more difficult to estimate the time in non-routine activities. It has been proposed to develop formal methods to track time. Lechner et al. (2011) conducted a comprehensive research on the logistics activities of a company in the automotive industry in order to evaluate the cost problems caused by product diversity decisions during the product design phase. TDABC has been successful in determining the costs of dynamic and complex logistics activities. TDABC reveals the interplay between the costs and performance of logistics activities.

Many studies in the literature have compared TDABC, ABC and traditional cost method. Everaert & Bruggeman (2007) compared ABC and TDABC methods on the costs of a wholesale distribution company. TDABC has been more successful than its predecessor in reflecting complex possibilities in resource consumption times, identifying inefficient processes, and meeting the needs of low-profitable customer groups. Diaconeasa et al. (2010) presented the results of a case study conducted with the TDABC in a distribution company. It was concluded that ABC is more useful for simple logistics activities of distribution companies and TDABC for logistics activities with complex and dynamic features. Somapa et al. (2012) determined that TDABC overcomes the limitations of ABC in the cost analysis of a small-scale road logistics company. TDABC's use of simple parameters can be beneficial for small-scale businesses, such as in the sample business. However, the lack of data in the implementation phase of the method creates problems for businesses regardless of their size.

Method of The Research

The main purpose of the research is to determine the green logistics costs of a recycling business using the TDABC. Thus, the applicability of TDABC, a modern cost determination tool, has been tested in a green logistics enterprise. As the research method of the study, a case study which is widely used in cost and management accounting studies was chosen. Case studies are one of the most suitable research designs for in-depth investigation of a program, process or method. A detailed examination of a single case as a case study provides as much meaningful information about the real situation as possible. With the case study, TDABC, which is defended to provide more accurate information in cost distribution, has been evaluated for its applicability and financial performance in a sample enterprise with complex and dynamic logistics business processes.

In order to clearly reveal the differences in the cost information provided by TDABC in our research, this method has been applied in a green logistics business with complex and dynamic activities. In the research, quarterly data between October 2019-December 2019 of Eskişehir Branch of a Bursa-based recycling business was used. Collection, control/sorting, repair, washing/drying, packaging, storage, distribution and disposal activities are carried out in the branch where cost data are analyzed. In order to determine the activities of the sample business, interviews were made with business managers.

In order for the TDABC to be applied, activities must first be determined. The activity determination process is the same as in the ABC and a separate classification was not required for the sample business. The process of determining the costs of resource groups does not differ from the ABC. The third step of the TDABC is to determine the practical time capacity of the

resource group. For this, interviews should be made with employees and their activity processes should be observed. At this stage, the most important threat is the situation that emerges in the time study research conducted on workers and is named as the Hawthorne Effect in the literature. Accordingly, if the observer is in the same environment with the person doing the work and they are aware of this, they try to show their performance higher than they are (Mayo, 1930).

The stage of determining the practical capacity of resource cost pools in the sample enterprise is based on the interviews made with the employees during the implementation period and the use of fictional values for the data that cannot be obtained in order to complete the implementation. This stage, which is important for the successful results of the TDABC, could not be based on observations that the workers were not aware of, as the managers did not allow them to cause disruption in the operations of the enterprise. This is an important limitation for our study.

Findings of The Research

In the sample business, 9 hours a day is worked. It has been determined that activities are suspended due to tea and lunch break for 1 hour a day. For example, 2 employees worked 8 hours a day, 66 days in total, for collection activity during the implementation period. Accordingly, the theoretical capacity is calculated as $(2 \times 8 \times 66 \times 60)$ 63.360 minutes. If the practical capacity is considered as 80% of the theoretical capacity, it is (63360×0.80) 50.688 minutes. Then, to calculate the unit capacity cost ratio of the total resource cost pool, the total cost (18591.03₺) is divided by the practical capacity (50688 minutes). The same operations are done for each resource cost pool.

After calculating the capacity cost rates, the costs loaded on the activities are calculated. For this, time equations related to previously determined activities and sub-activities required for an activity to be carried out should be created. Time equations allow an estimate of how much time is needed to run an activity. At this stage, the determined time per activity unit is multiplied by the number of activity units to determine the total time required for an activity. For example, 45 trips were organized for the collection activity during the implementation period and 2 workers spent an average of 8 hours for each trip. The number of trips has been determined as the operating unit for the collection activity. The time required for the collection activity is $(2 \times 45 \times 8 \times 60)$ 43200 minutes. This time is allocated to deliveries according to the utilization rate of the activity.

In the last step of the TDABC, the capacity cost ratio for each activity is multiplied by the estimated time required for cost objects. Thus, the shares of the product deliveries made by the sample company during the implementation period are determined. For example, the share of Tepebaşı 1

delivery from the collection is calculated as $(0,367\text{₺}/\text{minute} \times 17280 \text{ minute})$ 6337.85₺.

Conclusion

The transformation in production environments has revealed the shortcomings of cost methods. As a result of changing conditions, using ABC first and then TDABC instead of traditional methods has become a necessity for more accurate costing. Inadequacies such as the fact that it is difficult to establish and update the costing model of the enterprise according to the ABC, the ABC's inability to respond to the changes in the conditions of the production environment, and the relative selection of cost factors in this method have led to the development of the TDABC. The TDABC method eliminates the shortcomings of ABC and enables the expression of the business activities with a single driver, as well as the ease of implementation, enabling the cost of each activity to be compared with the other in terms of time. In addition, proposing a model that takes into account practical capacity instead of theoretical capacity is an important advantage of TDABC over previous costing methods.

In this study, the costs of green logistics activities of a recycling business were calculated with the TDABC. Costs are compared with those calculated by ABC. The activity cost pools of the sample enterprise, the cost drivers and the time needed for the realization of each activity were obtained as a result of the observations and interviews made with the employees. Differences have been determined between the results of the two methods in terms of loading general production costs on cost objects. Since capacity usage is not taken into account in the ABC, the costs are calculated higher than the TDABC. Since only time is used as the activity cost driver in the TDABC, the calculations are simpler. On the other hand, unlike ABC, more realistic results have been obtained since capacity utilization is taken into account.

The formulation created to determine how long the activity takes place in total by determining how much time the sub-activities or processes required for the realization of an activity are consumed is called time equations. Industry 4.0 elements such as the Internet of Things, automation, RFID (Radio Frequency Identification) and GPS (Global Positioning System) have the potential to ensure that time equations give near-precise results. How much time a sub-activity or process spends can be determined more easily and accurately thanks to advanced technologies. On the other hand, Industry 4.0 elements can eliminate the need for cost distribution as well as the elimination of cost distribution problems. The production tools developed with automation and robotics and connected to each other and to the main server with the Internet of Things can determine in real time how much cost is incurred for each cost object thanks to the Big Data collected

by the sensors placed on them. Thus, in the near future, general production costs will be directly attributable to the cost of cost objects without the need for costing methods.

1. GİRİŞ¹

İkinci Sanayi Devrimi sonrası dönemde, toplumsal refahın artırılması için ekonomik, sosyal ve çevresel kaynakların fütursuzca tahrip edilmesi, kârlılığı işletmelerin birincil amacı olarak öne çıkaran anlayışın sorgulanmasına sebep olmuştur. 1970'lerde ortaya çıkan kurumsal sürdürülebilirlik anlayışı, işletmelerin günümüz dünyasının ihtiyaçlarını karşılamak için gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğine zarar vermemesi gerektiğini savunur. Sürdürülebilirliğin lojistik sektörüne yansımaları, yeşil lojistik kavramıyla olmuştur. Yeşil lojistik, faaliyetlerin ekonomik işlevselliğinin yanında çevresel ve sosyal kaynaklara olumsuz etkisini en aza indirmek için yapılan tüm girişimleri tanımlar. Günümüzün yoğun rekabet ortamı, geri dönüşüm ve tersine lojistik faaliyetlerin, sürdürülebilirlik anlayışının baskısı altındaki işletmeler tarafından hem kurumsal sosyal sorumluluk hem de maliyet yönetimi aracı olarak görülmesine yol açmıştır.

Tersine lojistik, ürünün üreticisinden nihai tüketicisine doğru olan olağan akışının tersine, tedarik zincirinin herhangi bir noktasından üreticisine geri dönüşünü ifade eden geniş kapsamlı bir kavramdır. Ürünün hatalı üretilmiş olması kullanımı sonrası yeniden üretim sürecine dâhil edilmesi ya da işlevini yitirmesi sonucunda atık haline gelmesi gibi sebeplerle üreticisi tarafından iade alınması, tersine lojistiğin kapsamındadır. İşletmelerin tersine lojistik faaliyetler yürütmesinin altında farklı amaçlar yatabilir;

- Ürünün amaçlanan tüketici ihtiyaçlarını giderememesiyle ortaya çıkan itibar riskine karşı bir aksiyon olarak yürütülebilir.
- İşlevini yitiren ürünün tamamının ya da bazı parçalarının üretim sürecine yeniden dâhil edilmesiyle maliyet avantajı kazanmak için yürütülebilir.
- Ürünün neden olduğu atık sorununun çözülmesi gibi işletmenin itibarını pekiştiren kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetlerinin bir parçası olarak yürütülebilir.

Birçok lojistik faaliyet, işletmeler için çoğu zaman tedarik zincirinde yer alan bir paydaşla işbirliğini gerektirir. İşbirliğinin de ötesinde bazen bir lojistik faaliyet için dış kaynak kullanımının tercih edilmesi, işletmeye maliyet avantajı sağlayan bir seçenek haline gelebilir. İşletme yöneticilerinin lojistik faaliyetler hakkında aldıkları kararlar, katlanılan maliyeti doğrudan etkiler. Maliyet analiz yöntemleri, işletme yöneticilerinin en rasyonel kararları almalarını sağlamalıdır. Karar alıcıların, lojistik süreçleri daha verimli hale getiren maliyet azaltma fırsatlarını belirlemek için doğru bilgiye gereksinim duymaları doğaldır. Alınan kararların

¹ Çalışmanın her aşamasında benden desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Nurten Erdoğan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

rasyonelliği, maliyet analizlerinin bir ürün, tedarik kanalı veya lojistik faaliyet için tüketilen kaynakların maliyetini doğru belirlemesine bağlıdır. Bir ürün, hizmet, dağıtım kanalı, müşteri veya müşteri grubu için yürütülen faaliyetlerin maliyetlerinin doğru belirlenmesi, söz konusu maliyet nesnesinin (cost object – maliyeti bulunacak şey) gerçek kârlılığının ortaya çıkarılmasını sağlar. Böylece mevcut kaynaklar, tedarik zincirinde yer alan daha kârlı yatırımlara yönlendirilebilir.

Uluslararası ekonomik sınırların ortadan kalktığı günümüz işletme çevresi, üst yöneticilerin lojistik faaliyetleri ve bu faaliyetlerle ilgili maliyetleri giderek daha fazla dikkate almalarına sebep olmuştur. Lojistik maliyetlerin kontrol altına alınması amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Maliyet nesnelerinin elde edilmesi için yürütülen faaliyetlere odaklanan Faaliyete Dayalı Maliyetleme (FDM), en çok kullanılan yaklaşımlardan biri olmuştur. FDM; bir ürünün, hizmetin, müşterinin, müşteri grubunun ya da dağıtım kanalının tükettiği faaliyetlerin maliyetinin ölçülmesine olanak sağlar. FDM, geleneksel yöntemlere göre birçok üstünlüğü olmasına ve yaygın şekilde kullanılmasına karşın, bazı eksikliklere sahiptir. FDM, yöneticilerin lojistik sürecinin tamamı yerine faaliyetlerin her birine ayrı ayrı odaklanmasına yol açar. Lojistik sürecin koordinasyonu göz ardı edilebilir. Lojistik maliyetler üzerine yürütülen araştırmaların çoğu, faaliyetlerin birbirleriyle ilişkileri yerine her bir faaliyetin maliyetinin azaltılmasına odaklanır. Oysa lojistik sürecinin verimliliği, sürecin bütünlüğüne bağlıdır. Bir faaliyetin maliyetinin azaltılması için gösterilen çabalar, bazen lojistik sürecinin toplam maliyetinin azalması veya verimliliğin artması anlamına gelmez.

Çalışanlardan veri toplarken karşılaşılan zorluklar ve katlanılan maliyetler, karmaşık ve değişken üretim hatları ve müşteri çeşitliliği ile birleştiğinde FDM'nin uygulanmasını zorlaştırır. FDM'de karşılaşılan zorluklar, çok daha basit bir şekilde güçlü ve esnek maliyet modelleri oluşturulmasına imkân tanıyan Zaman Etkenli Faaliyete Dayalı Maliyetleme'nin (ZEFDM) geliştirilmesinin birincil sebebidir. ZEFDM, yeni nesil FDM olarak düşünülebilir. Bu yeni maliyetleme yöntemi, Kaplan & Anderson tarafından FDM'nin zaman alıcı ve yüksek maliyetli güncelleme sorunlarını bertaraf etmek üzere günlük faaliyetlerin karmaşıklığını ve değişkenliğini ele alabilecek bir model olarak tasarlanmıştır. ZEFDM, özellikle bankacılık, finans, eğitim, medikal hizmetler, tıp, toptan satış ve lojistik gibi sektörlerde maliyet analizlerini daha fazla kolaylaştırma potansiyeline sahiptir. ZEFDM, lojistik şirketleri için önemli bir alternatif maliyetleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, FDM'nin uygulama sorunlarına çözümler getiren ZEFDM, FDM'ye ve geleneksel yöntemlere göre avantajları, maliyet yönetimine getirdiği yenilikler ve sınırlılıkları ile birlikte tartışılmıştır. ZEFDM ile ilgili literatür incelenmiş ve bir kullanılmış giysi geri dönüşümü şirketinin ters

lojistik faaliyetleri üzerinde vaka çalışması yapılarak örnek uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, ZEFDM yönteminin neden günümüz ihtiyaçlarına karşılık verebilen güçlü ve esnek bir yaklaşım olduğunu ve nasıl etkili bir şekilde uygulanabileceğini mümkün olduğunca basit bir şekilde göstermek amaçlanmıştır. Çalışmada, maliyet analizinin zor ve karmaşık olduğu lojistik sektöründe, analistlere kendi işletmelerinin, tedarik zincirlerinin, teknolojilerinin, ürün ve hizmetlerinin özelliklerini dikkate alarak maliyet hesaplama araçları geliştirmeleri için bir örnek sunulması amaçlanmıştır. Son bölümde çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir.

2. TEORİK ALTYAPI VE LİTERATÜR

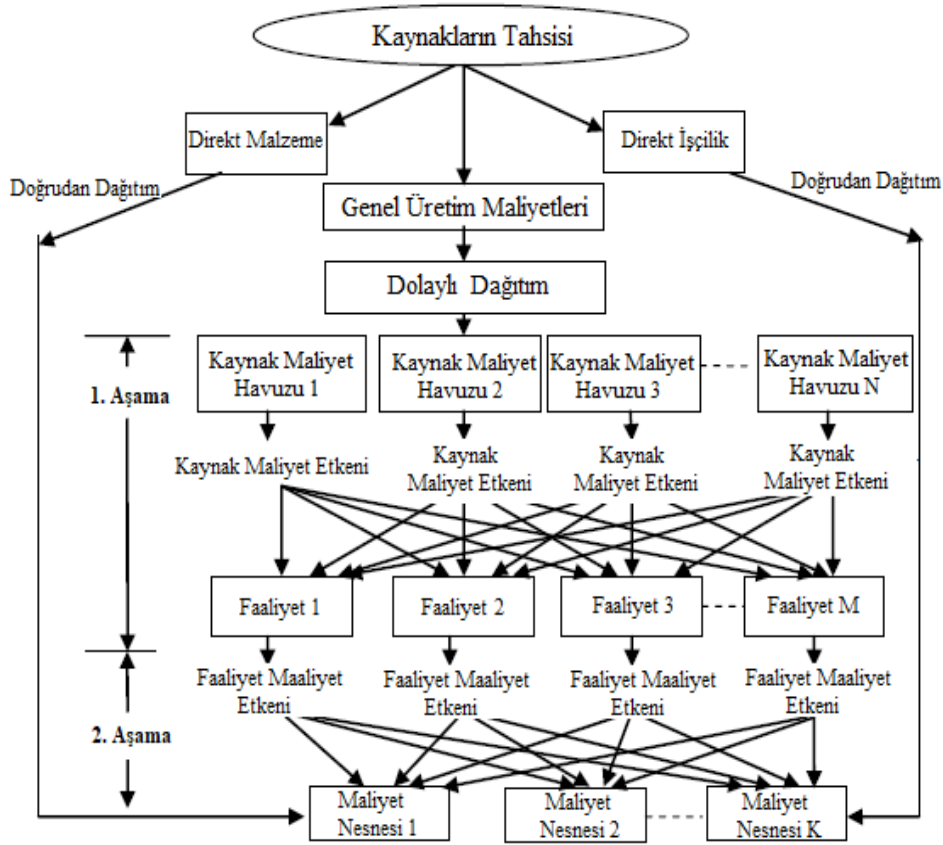
Yeni üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve ürün, hizmet, dağıtım kanalı ve müşteri çeşitliliğinin artması, işletmelerin maliyet yapılarını büyük ölçüde değiştirmiştir. Ürüne veya hizmete doğrudan yüklenemeyen genel üretim maliyetleri; işçilik veya hammadde/malzeme gibi direkt maliyetlerden daha önemli hale gelmiştir. Bu ortamda geleneksel maliyetleme yöntemleri yetersiz kalmış, sundukları sorunlu maliyet bilgisi, karar alıcıları yanlış yönlendirmeye başlamıştır. Maliyet analizlerinde ortaya çıkan sorunlar, yeni yaklaşımların geliştirilmesine yol açmıştır. Bu yaklaşımlardan birisi, ürün veya hizmet için faaliyetlerin yürütülmesi gerektiği ve faaliyetlerin kaynakları tüketerek maliyet yarattığı öncülüyle hareket eden Faaliyet Dayalı Maliyetleme (FDM) yaklaşımıdır (Erdoğan, 2007:59).

FDM yaklaşımı birçok faydasına karşın, uygulama sorunları nedeniyle yaygın şekilde kabul görmemiştir. FDM yöntemi, zaman alıcı anketler ve yüksek veri işleme maliyetleri gerektirir. FDM için gereken bilgilere ulaşılmasının önünde var olan örgütsel ve davranışlar engeller, uygulamayı zorlaştırır. Söz konusu engeller, yapmak zorunda oldukları faaliyetler hakkında çalışanlar ile yapılan görüşmeler esnasında daha fazla hissedilir. Görüşmeler doğal bir yanlılık barındırır. Çünkü çalışanlar, faaliyetlerinin verimsizliklerini gizlemek isterler. Bu nedenle FDM yönteminde, maliyet etkeni oranları kaynak kapasitelerinin tamamının kullanıldığı hatalı varsayımıyla hesaplanır (Öker & Adıgüzel, 2010:76). FDM yöntemi Şekil 1’de özetlenmiştir.

Maliyet yönetimine getirdiği birçok faydasına karşın FDM, hizmet işletmelerinde özellikle de lojistik sektöründe, üretim işletmelerindeki uygulamalarında genellikle mevcut olmayan çeşitli zorluklar doğurmaktadır. Lojistik işletmelerinde faaliyetler, süreçlerin çıktıları ile üretim işletmelerinde olduğu kadar kolay ilişkilendirilemez. Üretim işletmelerinde yürütülen faaliyetler genellikle kesin olarak belirlenirken; birçok lojistik hizmet işletmesinde kolayca tanımlanamaz. FDM'nin lojistik organizasyonlara uygulanmasının bir diğer zorluğu da lojistik iş süreçlerinin karmaşıklığıdır. İş süreçlerinin karmaşıklığı, FDM hesaplamalarının daha

fazla zorlaştırır. FDM'nin lojistik süreçlere getirdiği zorlukların nedenleri şöyle özetlenebilir (Baykasoğlu & Kaplanoğlu, 2008:311):

- Veri toplama süreci üretim sektöründe olduğundan daha karmaşıktır.
- Lojistik faaliyetlerin çıktılarını tanımlamak nispeten daha zordur.
- Birçok durumda faaliyetlerin ve maliyet etkenlerinin belirlenmesi kolay değildir.
- Hizmet taleplerine yanıt olarak yürütülen faaliyetlerin tahmin edilebilirlik gücü zayıftır.
- Ortak kapasite, toplam maliyetin yüksek bir bölümünü temsil etmektedir. Ortak kapasiteyi çıktı ile ilgili faaliyetler arasında dağıtmak zordur.



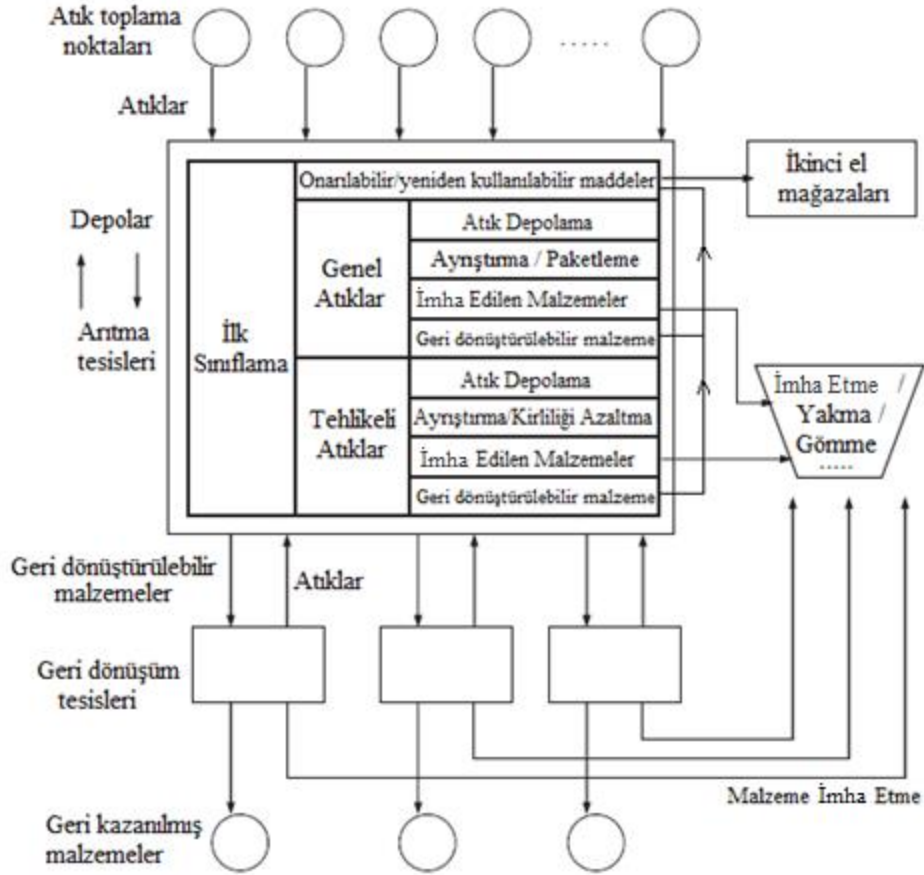
Şekil 1: FDM Yöntemi

Kaynak: Namazi, M. (2016). Time Driven Activity Based Costing: Theory, Applications and Limitations. *Iranian Journal of Management Studies*, 9(3), 457-482.

FDM yönteminin hizmet işletmelerinde uygulanması nispeten daha zordur. Üretim sektöründe olduğu gibi maliyet nesnelerinin sınırlarının kesin olarak saptanamaması maliyet oluşturma sürecini karmaşıklaştıran temel sebeptir.

Maliyet oluşturmamın zor olduğu sektörlerden birisi de lojistikdir. Geri dönüşüm ve yeşil lojistiği kapsayan tersine lojistik faaliyetler ise çok daha karmaşık süreçlerden oluşur. Ürünün müşteriden üreticiye doğru yönelmesi bilgi akışı, nakliye ve depolama gibi tipik lojistik faaliyetleri tersine çevirirken; sökme (parçalara ayırma), geri dönüştürme, arıtma veya imha etme gibi faaliyetleri hizmet sürecine dâhil etmektedir. Şekil 2’de, basitleştirilmiş bir tersine lojistik sürecinin akış diyagramı yer almaktadır. Birçok işletme için maliyet azaltma aracı olarak görülen tersine lojistik maliyetlerinin doğru belirlenmesi, maliyet yönetiminde kararların kalitesinin en önemli belirleyicisidir.

Endüstri 4.0 Devrimi sonrası dönemde, üretim yöntemleri giderek karmaşıklaşmıştır. Endüstri 4.0 unsurları olarak ifade edilen yapay zekâ, büyük veri analitiği, robotik, nesnelerin interneti gibi ileri teknolojilerin dönüştürdüğü üretim hatları ve iş süreçleri, geleneksel maliyet yöntemlerinde ürün veya hizmete doğrudan yüklenemeyen maliyetlerin hacmini ve çeşitliliğini önemli ölçüde değiştirmiştir. İleri teknolojilerle donatılmış üretim/hizmet ortamları, işletme yöneticilerinin daha ileri maliyet yöntemleri ile zenginleştirilmiş bilgiye ihtiyacını artırmıştır. Bu ihtiyaç, daha karmaşık sektörlerde FDM’den daha kolay uygulanabilen ve daha doğru sonuçlar sunan ZEFDM yöntemini öne çıkarmıştır. ZEFDM, diğer ileri maliyet analizi teknikleriyle birlikte kullanıldığında, karar alıcılar için daha faydalı sonuçlara ulaşılabilir.



Şekil 2. Geri Dönüşüm Süreci

Kaynak: Tsai, W. H., & Hung, S. J. (2009). Treatment and Recycling System Optimisation With Activity-Based Costing in WEEE Reverse Logistics Management: An Environmental Supply Chain Perspective. *International Journal of Production Research*, 47(19), 5391-5420.

Literatürde birçok çalışma, FDM'nin hizmet işletmelerinde nasıl uygulanacağına açıklık getirmeyi amaçlamıştır. FDM yönteminin özellikle hizmet işletmelerinde kendini daha fazla hissettiren sınırlılıklarını gidermeyi amaçlayan ZEFDM yöntemi, karmaşık faaliyet süreçlerine sahip hizmet işletmelerinde daha fazla fayda yaratma potansiyeline sahiptir. Literatüre bakıldığında, ZEFDM yöntemini ele alan çalışmaların büyük çoğunluğu hizmet sektörüne odaklanmıştır. Özellikle sağlık, turizm, restoran, lojistik işletmeleri ve kütüphaneler araştırmacıların en fazla çalışmaya değer gördükleri organizasyonlar olmuştur. ZEFDM yöntemine ilişkin son yirmi yılda yapılan örnek olay çalışmalarının önemli bir bölümünün lojistik faaliyetleri ele aldığı belirlenmiştir.

Lojistik maliyetleri ele alan çalışmaların ilk örneklerinden günümüze kadar, birçok araştırma zaman denklemlerini incelemiştir. ZEFDM yöntemini

lojistik maliyetler üzerinde ilk defa Bruggeman vd. (2005) uygulamıştır. Çalışmada Belçika menşeli bir lojistik şirketi olan Sanac'ın maliyetleri ZEFDM yöntemiyle incelenmiştir. Lojistik faaliyetlerin karmaşıklığına karşı birden fazla zaman etkeninden oluşan denklemlerin fayda sağladığı belirlenmiştir. Varila vd. (2007) bir lojistik deposunun maliyetlerini ürünlere dağıtmak için farklı etkenlerin uygulanabilirliğini incelemiştir. Zaman denklemleri için gereken bilginin elde edilmesi amacıyla mevcut sistemlerle bütünleşmenin gerektiği belirlenmiştir. Faaliyetlerin gerçekleşme sürelerinin sahada ölçülmesinin maliyet bilgisinin doğruluğunu artırdığı tespit edilmiştir. Daha fazla miktarda veri, faaliyetlerin ve ürünlerin maliyet davranışlarının daha iyi tespit edilmesini sağlar. Everaert vd. (2008a) Belçika menşeli bir toptancıda gerçekleştirdiği vaka çalışmasında lojistik faaliyetlerin FDM'de olduğu gibi tek bir maliyet etkeni kullanılarak modellenemeyeceği, her bir faaliyet için harcanan zamanı tahmin etmek amacıyla zaman denklemlerinden faydalanılması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Everaert vd. (2008b) karmaşık lojistik faaliyetler için ZEFDM ile maliyet modeli örnekleri oluşturmuştur. Aşırı lojistik ve dağıtım maliyetlerinin nedenleri ZEFDM ile değerlendirilmiştir. Olası tüm alt görevleri modelleyen zaman denklemlerinin, çalışma yöntemlerindeki çeşitliliği yansıtılabileceği ifade edilmiştir. Somapa vd. (2010) küçük ölçekli bir karayolu taşımacılığı şirketinde ZEFDM uygulamıştır. Rutin olmayan faaliyetlerde zamanı tahmin etmenin daha zor olduğu belirlenmiştir. Zamanı izlemek için biçimsel yöntemlerin geliştirilmesi önerilmiştir. Lechner vd. (2011) ürün tasarımı aşamasında ürün çeşitliliği kararlarının yarattığı maliyet sorunlarını değerlendirmek amacıyla otomotiv endüstrisi sektöründe yer alan bir şirketin lojistik faaliyetleri üzerinde kapsamlı bir araştırma yapmıştır. ZEFDM, dinamik ve karmaşık lojistik faaliyetlerin maliyetlerinin belirlenmesinde başarılı olmuştur. ZEFDM, lojistik faaliyetlere ilişkin maliyetler ve performans arasındaki karşılıklı etkiyi ortaya çıkarır. Araştırma, otomotiv lojistiği için lojistik kaynakları ve dinamik faktörleri bütünleştiren önemli bir değerlendirme sunmuştur.

Literatürdeki birçok çalışma ZEFDM, FDM ve geleneksel maliyet yöntemini karşılaştırmıştır. Everaert & Bruggeman (2007) bir dağıtım şirketinin maliyetleri üzerinde FDM ve ZEFDM yöntemlerini karşılaştırmıştır. ZEFDM, kaynak tüketim zamanlarındaki karmaşık olasılıkları yansıtmaya, verimsiz süreçlerin belirlenmesi ve kârlılığı düşük müşteri gruplarının ihtiyaçlarının karşılanmasında selefine göre daha başarılı olmuştur. Diaconeasa vd. (2010) bir dağıtım şirketinde ZEFDM yöntemi ile yürütülen bir örnek olay çalışmasının sonuçlarını sunmuştur. Dağıtım şirketlerinin basit lojistik faaliyetleri için FDM'nin, karmaşık ve dinamik özelliklere sahip lojistik faaliyetleri için ZEFDM'nin daha kullanışlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Somapa vd. (2012) küçük ölçekli bir karayolu lojistik şirketinin maliyet analizlerinde ZEFDM'nin, FDM'nin sınırlılıklarını giderdiğini belirlemiştir. ZEFDM'nin basit parametreleri

kullanması örnek işletmede olduğu gibi küçük ölçekli işletmeler için yararlı olabilir. Fakat yöntemin uygulama aşamasında veri eksikliği, büyüklüğü fark etmeksizin işletmeler için sorunlar yaratır.

ZEFDM, daha önce de ifade edildiği üzere FDM'nin sorunlarını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. FDM ile karşılaştırıldığında, ZEFDM daha az maliyetli ve uygulanması çok daha kolay ve hızlıdır. Maliyet etkenlerinin, kaynakların pratik kapasitesiyle ilişkilendirilmesine izin verir (Zhang & Yi, 2008:1631). FDM yönteminden farklı olarak, ZEFDM için yalnızca iki parametrenin hesaplanması yeterlidir: (1) kullanılan kapasitenin birim maliyeti ve (2) bir işlemin veya faaliyetin yürütülmesi için gereken süre. Bu iki parametre deneyimli yöneticiler tarafından belirlendiğinde maliyet etkenleri çok daha rasyonel hale getirilir. Böylece hem pratik kapasite ile ideal kapasite arasındaki farklılık değerlendirilir hem de iş akışları uygun şekilde geliştirilir. ZEFDM modellerinin ayırt edici özellikleri şöyle sıralanabilir (Kaplan & Anderson, 2003:1):

- Kaynak gruplarının birim maliyeti ve pratik zaman kapasitesi hızlı bir şekilde hesaplanabilir.
- Hizmet/üretim süreçlerindeki değişiklikler, sipariş çeşitliliğini ve kaynak maliyetlerini yansıtacak şekilde kolayca güncellenir.
- İhtiyaç duyulan veri, Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) ve Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) sistemlerinden kolayca toplanabilir.
- Birim zaman hesaplamaları üretim süreçleri ve çalışanlar gözlemlenerek doğrulanabilir.
- Kısa işlem süreleriyle çalışılırken ve gerçek zamanlı raporlama yapılırken, aynı zamanda çok sayıda işlem kolayca modele dâhil edilebilir.
- Modelde kaynak kapasitesine açıkça yer verilerek, kullanılmayan kapasitenin yönetilmesi gerektiği vurgulanır.
- Müşteri davranışları ve sipariş farklılıkları, zaman denklemleri kullanılarak, model karmaşıklığı artmadan maliyet yönetiminin kapsamına alınır.

Bazı çalışmalar, ZEFDM'nin uygulama sorunlarına odaklanmıştır. Gervais vd. (2010) ZEFDM'nin ilk uygulama maliyetlerini yükselten ayrıntılı analizler gerektirdiğini öne sürmüştür. Çalışanların doğrudan gözlemlenmediği durumlarda ZEFDM'nin sonuçlarının tartışmalı hale geldiğini savunmuştur. Hoozé vd. (2010) ZEFDM'nin uygulama sürecinde çalışanların katılımının ve yönetimin liderlik tarzının rolünü değerlendirmek için dört dağıtım deposunu vaka analiziyle incelemiştir. Çalışanların ve yönetimin desteğinin maliyet modelinin başarısını etkilediğini tespit etmiştir. Ratnatunga vd. (2012) Sri Lanka'da aktif karbon üreten bir imalat

şirketinin üretim lojistiği maliyetlerini analiz etmiştir. ZEFDM’de maliyet etkeni olarak standart süreler kullanıldığında, FDM’den farklı sonuçlar elde edilemediği tespit edilmiştir. ZEFDM’nin uygulama sorunlarının üstesinden gelemeyen organizasyonlara fayda sağlayamadığı ortaya konmuştur.

Daha önce ifade edildiği üzere ZEFDM yöntemi, özellikle iş süreçlerinde karmaşık ve birbirine bağlı birçok faaliyetin gerekli olduğu lojistik, sağlık, finans gibi hizmet sektörlerinde, doğru maliyet modelleri oluşturulması açısından daha fazla avantaj sunma potansiyeline sahiptir. Bu yöntemin en önemli avantajları şunlardır (Kurt vd., 2019:2756):

1. Karmaşık ürün, müşteri, müşteri grubu ve dağıtım kanalı gibi maliyet nesnelerinin olduğu herhangi bir işletmenin maliyet yönetimine kolayca uyarlanabilir.
2. İlk uygulama aşamasında maliyetli ve zaman alıcı değildir.
3. Maliyet hesaplama sürecini basitleştirir.
4. Çalışanlar ile maliyetli ve zaman alıcı görüşmeler gerektirmez.
5. Karar alma süreçlerinde üst yönetime doğru maliyet bilgisi sağlar.
6. Kullanılmayan kapasitenin değeri ve iş süreçlerinin verimliliği hakkında raporlar hazırlanmasına olanak tanır.

Bazı çalışmalarda lojistik maliyetler ZEFDM’nin yanında katkı payı analizi, kurumsal kaynak planlama, yaşam seyri maliyetlemesi gibi analiz araçlarıyla birlikte incelenmiştir. Zhang & Yi (2008) ZEFDM’yi kısıtlar teorisi ile birlikte ele almıştır. Yöneticilerin lojistik süreçlerini ve lojistik maliyet yapısını iyileştirebilmeleri için örnek bir analiz modeli oluşturulmuştur. Önerilen modelin geçerliliği örnek olayla doğrulanmıştır. Jeong & Ahn (2015) Güney Kore menşeli bir lojistik antrepo işletmesinin maliyetlerini geleneksel maliyet yöntemi, FDM, ZEFDM ve katkı payı analizi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Analizler için işletmenin gerçek maliyet yönetimi koşulları araştırılmıştır. Üç maliyet yönteminden en kullanışlı ve en gelişmiş olanının ZEFDM olduğu doğrulanmıştır. Kâr yönetimi açısından katkı payı analizinin örnek işletme için faydalı bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Ai-Min vd. (2016) bulut tabanlı Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) yazılımları kullanan küçük ölçekli işletmelerin lojistik maliyetleri için ZEFDM yönteminin uygulanabilirliğini araştırmıştır. KKP, maliyet verisinin elde edilebilirliğini artırmıştır. Elde edilen bulgular, KKP ve otomasyonun ZEFDM yöntemi ile bütünleştirilirse küçük ölçekli işletmeler için maliyet verimliliğini artırma potansiyeli sunduğunu desteklemiştir. Duran & Afonso (2019) özellikle tamir edilemeyen yedek parçaların lojistik maliyetleri için faaliyete dayalı yaşam seyri maliyet karar modeli geliştirmiştir. FDM yaşam seyri maliyet modeli, hem FDM hem de yaşam seyri maliyetleme yaklaşımlarının sınırlılıklarını azaltmıştır. Önerilen model, özellikle tamir edilemeyen önemli yedek parça stoklarının ve bakım

faaliyetlerinin yönetimini kolaylaştırmıştır. Modelde ZEFDM yönteminin zaman denklemlerinden faydalanılmıştır.

FDM bir “itme” maliyet yönetimi modelidir. Maliyetler önce faaliyetlere (ilk aşama dağıtım) ve daha sonra faaliyet maliyetleri, maliyet nesnelere yüklenir (ikinci aşama dağıtım). Buna karşın ZEFDM, iki hesaplama dayanan bir “çekme” maliyet yönetimi modelidir. Bunlardan biri, kapasite maliyet oranı ve ikincisi, her bir faaliyet için gerekli olan tahmini süredir. ZEFDM yönteminde maliyet nesnelere faaliyetlerle ilişkilendiren ana maliyet etkeni zamandır. ZEFDM, geleneksel FDM maliyet yükleme sürecinin ilk adımı olan farklı faaliyetlerin belirlenmesi aşamasını ortadan kaldırır. Maliyetler zaman etkenleri vasıtasıyla kaynak maliyet havuzlarından doğrudan maliyet nesnelere yüklenir, yani FDM’nin maliyet yükleme sürecinin sadece ikinci aşaması uygulanır. Ayrıca ZEFDM, çalışanlarla uzun görüşmeler yapma ihtiyacını ortadan kaldırarak maliyet oluşturma sürecini basitleştirir. Böylelikle yöneticilerin, faaliyetleri yürütmek için gereken zamanı daha kolay tahmin etmelerine olanak tanır. ZEFDM yönteminde, kullanılan kapasite dikkate alınır. Teorik kapasite yerine önceden belirlenmiş genel maliyet oranlarını teorik (ideal) kapasitenin yaklaşık %80’i varsayılan pratik (normal) kapasiteye dayandırarak daha makul sonuçlar sağlar. FDM ile karşılaştırıldığında ZEFDM, üretim veya hizmet için yürütülen faaliyetlerin karmaşıklıklarına daha çabuk uyum sağlayabilir. Kaynakların kullanımındaki değişiklikler zaman denklemleriyle modele dâhil edilir (Kaplan & Anderson, 2007; Namazi, 2016; Schuhmacher & Burkert, 2014; Siguenza-Guzman vd., 2013).

ZEFDM’nin maliyet hesaplamalarına getirdiği en önemli yenilik, zaman denklemleridir. Bir faaliyetin gerçekleştirilme süresi, farklı özelliklerine dayanarak, faaliyetin her bir farklı durumu için belirlenir. Belirli bir faaliyete harcanan zamanı yönlendiren özelliklere zaman etkenleri denir. Zaman denklemleri, etkenlerin faaliyete harcanan zamanı nasıl yönlendirdiğini modeller. Bir faaliyeti yürütmek için gereken sürenin birçok etken tarafından yönlendirildiği karmaşık ortamlarda ZEFDM, her bir faaliyet için birden fazla etken belirleyebilir (Everaert vd., 2008:176).

ZEFDM yönteminde ürünler veya hizmetler gibi maliyet nesnelere elde edilmesi için gereken faaliyetlerin yürütülmesi esnasında karşılaşılan farklılıklar, zaman denklemleri yardımıyla maliyetlere yansıtılır. Faaliyet için tüketilen zaman, denklemlerde farklı özelliklerin fonksiyonu olarak ifade edildiğinde, zaman etkenleri olarak tanımlanmaktadır. Zaman denklemleri oluşturulurken, sürecin hangi faaliyetle başladığı ve bittiği net olarak belirlenmelidir. Her bir faaliyet için kaynak zamanı tüketen önemli ve etkili faktörler tanımlanmalıdır. En çok zamanın harcandığı ve en çok maliyete katılan süreçlerden başlanmalıdır (Köse, 2010:175).

ZEFDM yönteminin genel amacı, doğru maliyet bilgisini sunarak, gereksiz zamana ve yüksek maliyete sahip süreçlerin ortadan kaldırılmasını sağlamaktır. Bu yöntemi uygulayan işletmelerde yalın üretim, kaizen maliyetleme, değer zinciri analizi, stratejik maliyet yönetimi, hedef maliyetleme ve ürün yaşam seyri maliyetlemesi gibi modern maliyet yönetimi tekniklerini kullanmak için gerekli olan koşullar kendiliğinden oluşur. Kaplan ve Anderson, ZEFDM yönteminin altı uygulama aşamasından oluştuğunu ileri sürmüşlerdir:

1. Faaliyetlerin tükettiği çeşitli kaynak grupları tanımlanır.
2. Her bir kaynak grubunun maliyeti hesaplanır.
3. Her bir kaynak grubunun pratik zaman kapasitesi hesaplanır.
4. Her bir kaynak grubunun birim maliyeti, kaynak grubunun toplam maliyeti pratik çalışma kapasitesine bölünerek hesaplanır.
5. Farklı zaman etkenli her bir faaliyet için gerekli olan süre tespit edilir.
6. Faaliyet için gerekli olan süre, birim maliyet ile çarpılır.

Özetle ZEFDM yaklaşımı iki önemli hesaplama dayanan maliyet oluşturma modeli sunar. Toplam kaynak maliyeti pratik kapasiteye bölünerek zaman birimi başına maliyet hesaplanır. Daha sonra maliyetler, zaman birimi başına maliyeti, faaliyeti gerçekleştirmek için gereken zamanla çarparak maliyet nesnesine yüklenir. ZEFDM yönteminin diğer aşamaları aslında bu iki hesaplamayı gerçekleştirmek amacıyla yürütülür. ZEFDM, maliyet hesaplama formülleriyle birlikte şekilde sunulmuştur (Everaert, 2008:177). Şekilde sunulan formüller dikkate alınarak, bir maliyet nesnesinin toplam maliyeti şöyle formüle edilir:

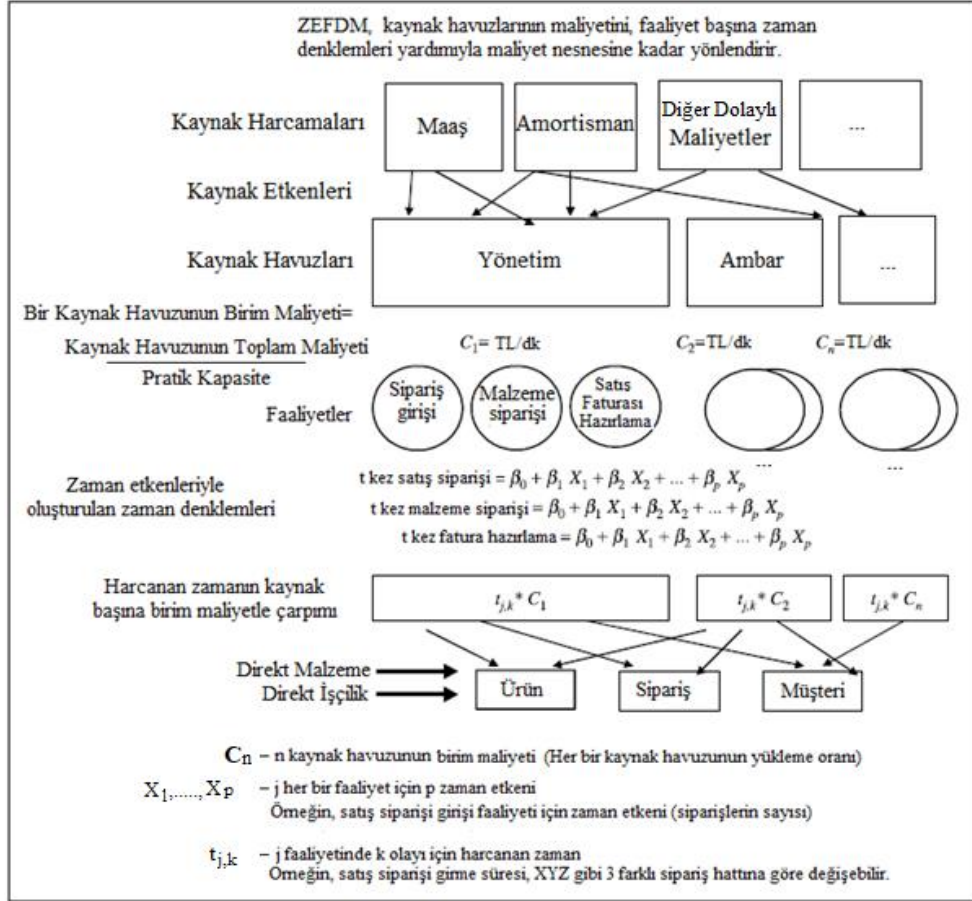
$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l t_{j,k} \cdot c_i$$

Bu denklemde; n kaynak maliyet havuzu sayısını, m faaliyet sayısını, l faaliyet j'nin gerçekleşme sayısını ve i ise j faaliyetini gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan zaman etkeni sayısını simgelemektedir. Şekil 3'te yer alan zaman denklemleri ayrıntılı olarak ele alındığında, örneğin, sipariş girişi faaliyetinin zaman denkleminde β_0 , k olayından bağımsız olarak j faaliyeti için sabit zaman; β_1 , tüm zaman etkenleri sabit tutulduğunda bir birimlik sipariş girişi zaman etkeni için zaman tüketimini ifade etmektedir. X_1 ise, zaman etkeni l'i simgeler.

Zaman denklemleri, çeşitli faaliyet zaman etkenlerinin bir fonksiyonu olarak faaliyetleri gerçekleştirmek için gereken sürenin matematiksel bir ifadesidir (Hoozée et al., 2010). Bir faaliyetin süresinin sabit olmadığını, ancak bir faaliyeti gerçekleştirirken ortaya çıkabilen olaylara bağlı olarak değiştiği ve

faaliyetin kendine has özelliklerine bağlı olarak tüketilen zamanın bir fonksiyonu olduğu varsayımını yansıtır. Örneğin, taşıma faaliyetini gerçekleştirmek için kullanılan araca bağlı olarak taşıma süresi farklılık gösterebilir. Bir faaliyeti gerçekleştirmek için gereken toplam süre aşağıdaki denklemle hesaplanır:

$$t_{j,k} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_i X_i + \dots + \beta_p X_p$$



Şekil 3: ZEFDM Yöntemi

Kaynak: Everaert, P., Bruggeman, W., Sarens, G., Anderson, S. R., & Levant, Y. (2008). Cost Modeling in Logistics Using Time-Driven ABC: Experiences from a Wholesaler. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38(3), 172-191.

Zaman etkenleri zaman denklemlerinin en önemli parçasıdır. Bir faaliyeti gerçekleştirmek için gereken zamanı belirleyen özelliklerdir. Belirli bir ürün veya sipariş için gereken süreçlerdeki karmaşıklık, yeni terimlerin eklenebilmesine neden olurken, süreç yine de tek bir zaman denklemiyle ifade edilir. Zaman denklemleri sürekli, kesikli veya dikotom (ikili) değişkenler içerebilir. Sürekli değişkenler paletlerin ağırlıkları, su sıcaklığı veya kilometre cinsinden uzaklık gibi değişkenlerdir. Kesikli değişkenler, sipariş sayısı gibi tamsayı değişkenlerdir. İlk iki değişken türü olağan

faaliyetleri yansıtır. Oysa gösterge veya dikotom değişkenler bir faaliyetin gerçekleşip gerçekleşmeme durumuna bağlı olarak yalnızca 0 ve 1 değerlerini (Boolean değerleri) alırlar. Bu tip değişkenler, örneğin bir müşterinin yeni veya eski olmasına, bir siparişinin normal veya acele olmasına veya bir faaliyetin gece veya gündüz vardiyasında gerçekleştirilmesine bağlı olarak 0 veya 1 değerlerini alırlar. Bu değişkenlerin modele dâhil edilmesi, denklemleri basitleştirir (Somapa vd., 2011).

3. YEŞİL LOJİSTİK MALİYETLERİNİN ZEFDM YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ: BİR GERİDÖNÜŞÜM İŞLETMESİNDE ÖRNEK UYGULAMA

Araştırmanın amacı, bir geri dönüşüm işletmesinin yeşil lojistik maliyetlerini ZEFDM yöntemiyle belirlemektir. Böylece çağdaş bir maliyet belirleme aracı olan ZEFDM'nin bir yeşil lojistik işletmesinde uygulanabilirliği test edilmiştir. Çalışmanın araştırma yöntemi olarak, maliyet ve yönetim muhasebesi çalışmalarında çokça kullanılan örnek olay (vaka) tercih edilmiştir. Bu tercihle, ZEFDM'nin uygulama aşamalarını somutlaştırmak amaçlanmıştır. Örnek olay çalışmaları bir programın, sürecin, işlemin ya da yöntemin derinlemesine araştırılması için en uygun araştırma desenlerinden birisidir. Örnek olay olarak tek bir vakanın detaylı şekilde incelenmesi, gerçek duruma ilişkin mümkün olduğunca fazla anlamlı bilgiye ulaşılabilmesini sağlar. Örnek olay çalışmasıyla, maliyet dağıtımında daha doğru bilgi sunduğu savunulan ZEFDM'nin karmaşık ve dinamik lojistik iş süreçlerine sahip olan örnek bir işletmede uygulanabilirliği ve finansal performansına etkisi değerlendirilmiştir.

Bu çalışma literatürde çağdaş maliyet yöntemlerinin ayırt edici özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilen lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Çalışma, yeşil lojistik faaliyetleri üzerinde ZEFDM yönteminin uygulanmasını incelemesi yönüyle literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Çalışmada ZEFDM'nin sunduğu maliyet bilgisinin farklılıklarını net bir şekilde ortaya koymak amacıyla, ZEFDM yöntemi karmaşık ve dinamik faaliyetlere sahip bir yeşil lojistik işletmesinde uygulanmıştır. Çalışma bu yönüyle literatüre katkı sağlama potansiyeline sahiptir.

Çalışmada, Bursa merkezli bir geri dönüşüm işletmesinin Eskişehir Şube'sinin Ekim 2019-Aralık 2019 arası 3 aylık verileri kullanılmıştır. 5 yıldır faaliyetini kâr amacı gütmeyen sürdüren işletme; Türkiye'nin değişik bölgelerinde 22 belediyeye protokol yaparak, şehirlerin değişik noktalarına konan belediyelerin logolarının yer aldığı toplama kumbaraları aracılığıyla ihtiyaç fazlası giysi ve ayakkabıların son tüketiciden geri kazandırılmasını

amaçlamaktadır. Toplanan giyecekler ayrıştırma, onarım, yıkama ve paketlenme işlemlerinin ardından yeniden kullanılabilir hale getirilerek belediyelerin sevgi evleri veya belde evleri gibi birimleri aracılığıyla ihtiyaç sahiplerine ulaştırılmaktadır. İşletmenin Eskişehir Şube'sinde 9 işçi, 1 şube şefi ve 1 sekreter çalışmaktadır. Odunpazarı'nda 112, Tepebaşı'nda 134 olmak üzere toplamda 246 giyecek kumbarası bulunmaktadır. Maliyet verileri analiz edilen şubede toplama, kontrol/ayrıştırma, onarım/tamir, yıkama/kurutma, paketlenme, depolama, dağıtım ve imha faaliyetleri yürütülmektedir. Ayrıca işletme, kumbaraları toplarken zaman ve maliyet unsurlarını dikkate alarak yargısal (matematiksel olmayan) yöntemlerle Odunpazarı'nı 3, Tepebaşı'nı 4 bölgeye ayırmıştır. Örnek işletmenin faaliyetlerini belirlemek amacıyla işletme yöneticileriyle görüşmeler yapılmıştır. Örnek işletmenin faaliyetleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Benzer birçok çalışmada olduğu gibi, örnek işletmenin maliyet verilerinin tamamına ulaşılamamıştır. Çoğu zaman işletme yöneticileri araştırma amacıyla olsa dahi birçok veriyi paylaşmaktan kaçınabilmektedirler. Benzer birçok çalışmada olduğu gibi işletmenin bazı maliyet verilerinin üçüncü kişilerle paylaşılması bu çalışmanın kısıtıdır. Bu nedenle çalışmanın uygulama bölümünün gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan veriler, eşdeğer bir işletmede olması muhtemel şekilde tamamlanmıştır. Çalışmanın uygulama bölümünde işletmeye dair bazı maliyet verileri farazidir.

Tablo 1: Örnek İşletmenin Faaliyetleri

Faaliyetler	Tanımı
Toplama	İhtiyaç fazlası giysinin geri dönüşüm kumbaralarından toplanması.
Kontrol/Ayrıştırma	İkinci el giysinin kullanılabilir halde olup olmadığı belirlenmesi ve sınıflandırılması (Giyecekler kadın-erkek-çocuk ve kıyafet-ayakkabı olmak üzere 6 sınıfa ayrılmaktadır).
Onarım	Kullanılabilir durumda olmadığı tespit edilen giyeceklerin tamir edilmesi.
Yıkama/Kurutma	İkinci el giyeceklerin yıkama ve kurutmaya tabi tutulması.
Paketleme	Giyeceklerin paketlenerek depolama ve dağıtıma hazır hale getirilmesi.
Depolama	Kumbaralardan toplanan ve geri dönüşüm sonrasında dağıtıma hazır hale getirilen giyeceklerin depolanması.
Dağıtım	Kullanıma hazır kıyafetlerin belediyelerin veya kamu kurumlarının ilgili birimlerine teslim edilmesi.
İmha	Kullanılabilir hale getirilemeyen giyeceklerin başka kıyafetler için faydalı olabilecek parçalarının ayrılması ve geriye kalan kısmının yakılması.

Örnek işletmenin faaliyet konusu geri dönüşüm olduğundan, üretilen mamulün özünü oluşturan ve mamulün maliyeti ile doğrudan ilişkilendirilen ilk madde ve malzeme maliyetine katlanılmamaktadır. İşletmede istihdam edilen ve geri dönüşüm faaliyetlerine doğrudan katılan işçilere verilen ücretler direkt işçilik olarak sınıflandırılır. İşletmede çalışan 13 işçiye üretimle bağlantısı olmayan sosyal sigortalar işveren payı, işsizlik sigortası işveren payı ve diğer sosyal amaçlı ücretler dışında ödenen ücretler direkt işçilik olarak sınıflandırılmıştır. 2019 yılında asgari ücretli bir işçinin işletmeye maliyeti 3.005,65₺ olmuştur. Uygulama döneminde kesintiler sonrası 9 işçi için katlanılan direkt işçilik maliyeti 78.803,01₺'dir (13 x 2.020,59₺ x 3).

Maliyet nesnesinin maliyetine doğrudan yüklenemeyen ortak masraflar, genel üretim maliyetleri olarak sınıflandırılır. Mamullerle doğrudan ilişkilendirilemeyen ancak üretim süreçlerinin kesintiye uğramaması için katlanılması gereken genel üretim maliyetlerinin maliyet nesnelere dağıtımını, maliyet yöntemlerinin esas konusudur. Genel üretim maliyetlerinin dağıtımında geleneksel maliyet yöntemlerinde ifade edildiği şekliyle dağıtım anahtarlarına ihtiyaç duyulur. FDM'de ise masraflar faaliyet maliyet havuzlarıyla ilişkilendirilirken "kaynak etkenlerine", faaliyet maliyet havuzlarını maliyet nesnelere ilişkilendirirken "faaliyet etkenlerine" ihtiyaç duyulur. FDM'den farklı olarak ZEFDM'de kullanılan tek faaliyet etkeni zamandır. Örnek işletmenin geri dönüşüm faaliyetleri sonrasında elde edilen yeniden kullanılabilir ürünlerin maliyeti ile doğrudan ilişkilendirilemeyen dolaylı malzeme, dolaylı işçilik, enerji, iletişim, kira, akaryakıt, taşıt ve makinelerin tamir bakım masrafları ve amortismanlar genel üretim maliyetleri kapsamındadır.

Tablo 2: Uygulama Döneminin Genel Üretim Maliyetleri

MALİYET UNSURU	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
Dolaylı Malzeme	8.715	6.445	7.550	22.710
Dolaylı İşçilik	17.121,19	17.121,19	17.121,19	51.363,57 ²
Makinelerin Tamir/Bakım	550	550	550	1650
Taşıtların Muayene-Sigorta ve Bakım	625	625	625	1875
Akaryakıt	2.400	2.100	1.925	6.425
Yemek	4.800	4.800	4.800	14.400
Isınma	1.005	850	935	2.790
Elektrik	1.670	1.595	1.480	4.745
Su	284	303	292	879
Amortismanlar	2.500	2.500	2.500	7.500
Telefon	155	135	145	435
Kira	4.500	4.500	4.500	13.500
TOPLAM	44.350,19	41.483,19	42.448,19	128.272,57

Örnek işletmede yeniden kullanılabilir hale getirilen ürünlerin bünyesine girmeyen ya da asıl fiziki yapısını oluşturmayan dolaylı malzemenin kapsamına ağırlıklı olarak makine yağları, yıkama bölümünde kullanılan deterjanlar ve işyerinin temizlenmesinde kullanılan malzemeler girmektedir. Dolaylı işçilik ise işçiler için katlanılan doğrudan işçilik dışında kalan kıdem tazminatı, SGK primi ve işsizlik sigortası işveren payları, izin ücretleri ve ikramiyelerden oluşmaktadır. Ayrıca şube şefi ve sekreterin maaşları genel üretim maliyetleri içinde dolaylı işçilik olarak sınıflandırılmıştır. Birçok genel üretim maliyeti geri dönüşüm faaliyetlerinin yürütülmesi amacıyla işletme dışından sağlanan fayda ve hizmetler nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Örnek işletmede elektrik, su, ısınma, yemek, akaryakıt, haberleşme, taşıt ve makinelerin dışardan sağlanan tamir ve bakım masrafları bu maliyetlerin kapsamındadır. Bunların dışında geri dönüşüm faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılan demirbaşların veya makinelerin amortismanları ve faaliyet gösterilen işyerinin kirası örnek işletmenin katlandığı genel üretim maliyetlerinin bir bölümünü oluşturmaktadır. Örnek işletmenin uygulama yapılan dönemde gerçekleşen genel üretim maliyetleri Tablo 2’de sunulmuştur.

² 13 işçinin doğrudan üretimle ilişkilendirilmeyen maliyetleri ile şube şefinin ve sekreterin maaşlarından oluşur.

3.1. Faaliyete Dayalı Maliyetleme Yöntemine Göre Maliyetlerin Belirlenmesi

Faaliyetlerin genel üretim maliyetlerinden aldıkları payı belirlemek başka bir ifadeyle genel üretim maliyetlerini faaliyet maliyet havuzlarında toplamak amacıyla birinci aşama maliyet etkenleri olarak ifade edilen kaynak etkenlerinden faydalanılır. Ancak genel üretim maliyetlerinden bazıları için hiçbir kaynak etkenine ihtiyaç duyulmaz. Çünkü bazı maliyetler faaliyetler ile doğrudan ilişkilendirilebilir ya da hangi faaliyet için ne kadarına katlanıldığı kolayca belirlenebilir. Örneğin makine amortisman tutarlarının makinenin kullanıldığı faaliyetin maliyetine dahil edilmesi gerektiği çok açıktır. Örnek işletmenin kaynak etkenleri belirlenirken çalışanlarla görüşülmüş, gözlemler yapılmış ve tespit edilemeyen durumlar literatür yardımıyla tamamlanmıştır. Genel üretim maliyetleri için kullanılan etkenler Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3: Maliyet Tutarları ve Kaynak Etkenleri

Maliyet Unsuru	Maliyet	Kaynak Etkeni
Dolaylı Malzeme	22.710	Doğrudan
Dolaylı İşçilik	51.363,57	Çalışan Sayısı
Makinelerin Tamir/Bakım	1.650	Makine Saati
Taşıtların Muayene-Sigorta ve Bakım	1.875	Km
Akaryakıt	6.425	Km
Yemek	14.400	Çalışan Sayısı
Isınma	2.790	m^2
Elektrik	4.745	Kw
Su	879	m^3
Amortismanlar	7.500	Doğrudan
Telefon	435	Telefon Sayısı
Kira	13.500	m^2

Faaliyet maliyet havuzlarına doğrudan yüklenemeyen genel üretim maliyetleri için görüşmeler, gözlemler ve rasyonel değerlendirmeler sonrasında uygun görülen kaynak etkeni türünden her bir faaliyetin söz konusu kaynaktan ne kadar faydalandığı tespit edilir. Tablo 4'te kaynak etkenleri türünden faaliyetlerin ne kadar maliyete yol açtığı gösterilmektedir.

Faaliyetler ile doğrudan ilişkilendirilemeyen genel üretim maliyetleri toplamı, faaliyetler için tüketilen kaynak etkeni toplamına bölünerek birim maliyet bulunur. Daha sonra her bir faaliyet için tüketilen kaynak etkeni ile

çarpılarak faaliyetin maliyeti hesaplanır. Örneğin uygulama dönemindeki elektrik harcaması toplamı, kaynak etkeni (Kilowatt) cinsinden toplam elektriğe bölünerek birim maliyet bulunur. Her bir faaliyetin maliyeti, birim maliyet ile faaliyetin kaynak etkeni çarpılarak bulunur.

$$4745\text{₺} / 18240\text{kw} = 0,26 \text{ ₺/kw (Birim Maliyet)}$$

$$\text{Kontrol/Ayrıştırma} = 1600 \times 0,26 = 416,22\text{₺}$$

$$\text{Onarım} = 1800 \times 0,26 = 468,25\text{₺}$$

$$\text{Yıkama/Kurutma} = 13400 \times 0,26 = 3485,91\text{₺}$$

$$\text{Paketleme} = 600 \times 0,26 = 156,08\text{₺}$$

$$\text{Depolama} = 300 \times 0,26 = 78,04\text{₺}$$

$$\text{İmha} = 540 \times 0,26 = 140,47\text{₺}$$

Tablo 4: Faaliyetlerin Tükettiği Kaynak Etkenleri

<u>Kaynak Etkeni</u>	Toplama	Kontrol / Ayrıştırma	Onarım	Yıkama / Kurutma	Paketleme	Depolama	Dağıtım	İmha
Çalışan Sayısı	2	2	2	3	1	1	1	1
Makine Saati	-	400	600	1500	-	-	-	-
Km	12000	-	-	-	-	-	4000	800
m ²	-	60	80	120	100	200	-	-
Kw	-	1600	1800	13400	600	300	-	540
m ³	-	18	22	120	6	-	-	-
Telefon Sayısı	1	-	-	-	-	1	1	-

Diğer taraftan faaliyetler ile doğrudan ilişki kurulabilen genel üretim maliyetleri faaliyetin toplam genel üretim maliyetine doğrudan eklenir. Örneğin faaliyetler ile doğrudan ilişki kurulan amortisman tutarları ilgili faaliyetin genel üretim maliyetine eklenir. Örnek işletmede kullanılan taşıtlar, makineler ve demirbaşların ilgili dönem için hesaplanan amortisman tutarları, onları kullanan faaliyetin maliyetine eklenir. Örnek işletmenin ilgili dönemde (3 ay) taşıt, makine ve demirbaşları için ayrılan amortisman tutarı aşağıdaki gibidir.

$$\text{Endüstriyel Çamaşır Makinesi (3 Adet)} = 300\text{₺} \times 3 = 900\text{₺}$$

$$\text{Endüstriyel Kurutma Makinesi (2 Adet)} = 350\text{₺} \times 2 = 700\text{₺}$$

$$\text{Dikiş Makinesi (2 Adet)} = 150\text{₺} \times 2 = 300\text{₺}$$

$$\text{Panel Van Ticari Taşıt (2 Adet)} = 2400\text{₺} \times 2 = 4800\text{₺}$$

$$\text{Bilgisayar} = 150\text{₺}$$

Forklift = 700₺

Endüstriyel Fırın = 200₺

Amortisman tutarları duran varlığı kullanan faaliyetlerin genel üretim maliyetine dâhil edilmelidir. Buna göre; dikiş makineleri için hesaplanan 300₺ onarım faaliyet maliyet havuzunun, çamaşır ve kurutma makineleri için hesaplanan 1600₺ yıkama/kurutma faaliyet maliyet havuzunun ve fırın için hesaplanan 200₺ imha faaliyet maliyet havuzunun toplam maliyetine eklenir. Taşıtlar toplama ve dağıtım faaliyetlerinin ikisi için kullanıldıklarından 2400₺ toplama ve 2400₺ dağıtım faaliyet maliyet havuzuna, bilgisayar için hesaplanan 150₺ ve forklift için hesaplanan 700₺ depolama faaliyetlerinde kullanıldıkları için depolama faaliyet maliyet havuzuna aktarılır.

Her bir maliyet unsuru için yapılan hesaplamalardan sonra faaliyetlerin genel üretim maliyetlerinden aldıkları toplam pay belirlenmiş olur. Çalışmanın hacmini artırmamak için hesaplamalara yer verilmemiştir. Her bir faaliyetin genel üretim maliyetleri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Maliyetlerin Faaliyetlere Yüklenmesi

Maliyet Faaliyet	Dolaylı Malzeme	Dolaylı İşçilik	Mak. Tamir Bakım	Taşıt Mua. Sigorta Bakım	Yakıt	Yemek	Isınma	Elektrik	Su	Amort.	Tel.	Kira	TOPLAM
Toplama	-	7.902,09	-	1.339,3	4.589,3	2.215,38	-	-	-	2.400	145	-	18.591,03
Kontrol / Ayrıştırma	-	7.902,09	264	-	-	2.215,38	298,93	416,22	101,40	-	-	1.446,4	12.644,47
Onarım	6.100	7.902,09	396	-	-	2.215,38	398,57	468,25	124	300	-	1.928,6	19.832,82
Yıkama / Kurutma	10.110	11.853,13	990	-	-	3.323,08	597,86	3485,90	676,20	1.600	-	2.892,9	35.528,99
Paketleme	4.000	3.951,04	-	-	-	1.107,69	498,21	156,08	33,81	-	-	2.410,7	12.157,54
Depolama	2.500	3.951,04	-	-	-	1.107,69	996,42	78,04	-	850	145	4.821,4	14.449,61
Dağıtım	-	3.951,04	-	446,43	1.529,8	1.107,69	-	-	-	2.400	145	-	9.579,93

Faaliyetlerin toplam genel üretim maliyetleri belirlendikten sonra, maliyetlerin ürün, hizmet, müşteri, müşteri grubu veya dağıtım kanalı gibi maliyet nesnelere yüklenmesini sağlamak amacıyla ikinci aşama maliyet etkenleri olarak tanımlanan faaliyet etkenlerinin belirlenmesi gereklidir. Faaliyet etkenleri faaliyetler ile maliyet nesneleri arasındaki ilişkiyi temsil eder. İşletme çalışanları ile yapılan görüşmeler, gözlemler ve rasyonel değerlendirmeler ile etkenlerin faaliyetler ile nesnelere arasındaki korelasyon seviyesini en iyi şekilde yansıtan ölçü birimi olması sağlanmalıdır. Etkenler, kolay elde edilebilir ve ölçülebilir olmalıdır. Örnek işletmenin sekiz faaliyeti olduğu belirlenmiştir. Bu faaliyetlerin maliyetleri, uygulama döneminde belediyelerin ilgili merkezlerine ulaştırılan giysileri niteleyen teslimatlara yüklenmiştir. Örnek işletme, uygulama döneminde Tepebaşı Belediyesi'nin 2, Odunpazarı Belediyesi'nin 1 belde evine ürün teslimi gerçekleştirmiştir. Örnek işletmenin her faaliyeti için belirlenen faaliyet etkenleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Her bir faaliyet için faaliyet maliyet havuzunda toplanan genel üretim maliyetleri toplamı, faaliyet etkeninin toplam miktarına bölünerek yükleme oranları hesaplanır. Daha sonra faaliyet etkeninin kullanım miktarı ile çarpılarak maliyet nesnesinin o faaliyet maliyet havuzundan aldığı pay belirlenmiş olur. Örneğin, depolama faaliyet maliyet havuzunda toplanan 14449,61₺ genel üretim maliyeti, toplam faaliyet etkeni miktarına bölünerek yükleme oranı bulunur. Daha sonra her bir teslimat için kullanım miktarıyla çarpılarak alınan pay bulunur.

Faaliyet Maliyet Havuzu Yükleme Oranı= $14449,61₺ / 163,5\text{Paket} = 88,38₺/\text{Paket}$

Tepebaşı 1 Teslimatının Payı= $88,38 \times 72 = 6363,13₺$

Tepebaşı 2 Teslimatının Payı= $88,38 \times 39 = 3446,69₺$

Odunpazarı Teslimatının Payı= $88,38 \times 52,5 = 4639,78₺$

Tablo 6: Faaliyet Etkenleri

Faaliyet	Faaliyet Etkeni	Tepebaşı 1	Tepebaşı 2	Odunpazarı	TOPLAM
Toplama	Sefer Sayısı	18	10,5	16,5	45
Kontrol / Ayırıştırma	Gün Sayısı	17	11	14	42
Onarım	İşçilik Saati	105	90	126	321
Yıkama / Kurutma	Makine Saati	400	390	415	1205
Paketleme	İşçilik Saati	80	96	132	308
Depolama	Paket Sayısı	72	39	52,5	163,5
Dağıtım	Sefer Sayısı	12	8	16	36
İmha	Kilogram	195	249	213	657

Her bir faaliyet maliyet havuzu için yukarıdakine benzer şekilde yükleme işlemi gerçekleştirilir. Çalışmanın hacmini artırmamak için hesaplamalara yer verilmemiştir. Her bir maliyet nesnesinin, faaliyetlerin maliyetlerinden aldığı paylar Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Maliyet Nesnelerinin Maliyetleri (FDM)

Faaliyet	Tepebaşı 1	Tepebaşı 2	Odunpazarı	TOPLAM
Toplama	7.436,41	4.337,91	6.816,71	18.591,03
Kontrol / Ayırıştırma	5.117,99	3.311,65	4.214,82	12.644,46
Onarım	6.487,37	5.560,60	7.784,85	19.832,82
Yıkama / Kurutma	11.793,86	11.499,01	12.236,13	35.528,99
Paketleme	3.157,81	3.789,36	5.210,37	12.157,54
Depolama	6.363,13	3.446,69	4.639,78	14.449,60
Dağıtım	3.193,31	2.128,87	4.257,75	9.579,93
İmha	1.719,81	2.196,07	1.878,56	5.794,44
TOPLAM	45.269,69	36.270,16	47.038,97	128.578,82

3.2. Zaman Etkenli Faaliyete Dayalı Maliyetlemeye Göre Maliyetlerin Belirlenmesi

ZEFDM yönteminin uygulanabilmesi için ilk olarak faaliyetlerin belirlenmesi gereklidir. Faaliyet belirme süreci, FDM yönteminde olduğu gibidir ve örnek işletme için ayrı bir sınıflandırmaya gerek duyulmamıştır. Kaynak gruplarının maliyetlerinin belirlenmesi süreci de FDM yönteminden farklılık göstermez. ZEFDM yönteminin üçüncü aşaması kaynak grubunun pratik zaman kapasitesinin belirlenmesidir. Bunun için çalışanlarla görüşmeler yapılmalı ve faaliyet süreçleri gözlemlenmelidir. Bu aşamada en önemli tehdit, işçiler üzerinde yapılan zaman etüdü çalışmalarında ortaya çıkan ve literatürde Hawthorne Etkisi olarak isimlendirilen durumdur. Buna göre, gözlem yapan kişi, işi yapan kişi ile aynı ortamda bulunursa ve işçiler bunun farkındaysa performanslarını olduğundan yüksek göstermeye çalışırlar (Mayo, 1930). En doğru bulguların elde edilebilmesi için bu aşamanın işçiler fark etmeden gerçekleştirilmesi gerekir.

Örnek işletmede kaynak maliyet havuzlarının pratik kapasitesinin belirlenmesi aşaması, uygulama döneminde çalışanlarla yapılan görüşmelere ve uygulamanın tamamlanabilmesi amacıyla elde edilemeyen veriler için kurmaca değerlerin kullanılmasına dayanır. ZEFDM yönteminin başarılı sonuçlar vermesi için önemli olan bu aşamanın, yöneticilerin işletmenin faaliyetlerinde aksamaya yol açacağı endişesi ile müsaade etmemesi nedeniyle işçilerin farkında olmadığı gözlemlere dayandırılmamıştır. Bu durum, çalışmamız için önemli bir sınırlılıktır.

FDM'den farklı olarak ZEFDM'de pratik kapasitenin belirlenmesi gerekir. ZEFDM maliyet etkenlerini asla ulaşılması mümkün olmayan teorik kapasite yerine pratik kapasiteye dayandırarak ve atıl kapasiteyi dikkate alarak daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Örnek işletmede her bir kaynak maliyet havuzunun üç aylık (92 Gün) uygulama döneminin pratik kapasiteleri belirlenmelidir. Pratik kapasitenin belirlenmesi için öncelikle teorik kapasitenin tahmin edilmesi gerekir. Yapılan çalışmalarda pratik kapasitenin, teorik kapasitenin %80 ila %85'i arasında olduğu ifade edilmiştir. Örnek işletmede günde 9 saat mesai yapılmaktadır. Günde 1 saat çay ve yemek molası nedeniyle faaliyetlerin duraksadığı belirlenmiştir. Örneğin, uygulama döneminde toplama faaliyeti için 2 çalışan günde 8 saat, toplam 66 gün çalışmıştır. Buna göre teorik kapasite $2 \times 8 \times 66 \times 60 = 63.360$ dakika olarak hesaplanır. Pratik kapasite, teorik kapasitenin %80'i olarak değerlendirilirse $63360 \times 0,80 = 50.688$ dakika bulunur. Daha sonra toplam kaynak maliyet havuzunun birim kapasite maliyet oranını hesaplamak için toplam maliyet olan 18591,03₺, 50688 dakika olarak belirlenen pratik kapasiteye bölünür. Aynı işlemler her bir kaynak maliyet havuzu için yapılmış ve Tablo 8'de sunulmuştur.

Kapasite maliyet oranlarını hesapladıktan sonra faaliyetlere yüklenen maliyetler hesaplanır. Bunun için daha önce belirlenen faaliyetler ve bir faaliyetin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan alt faaliyetlere ilişkin zaman denklemleri oluşturulmalıdır. Zaman denklemleri bir faaliyetin yürütülmesi için ne kadar zamana ihtiyaç duyulduğunun tahmin edilmesini sağlar. Nitekim ZEFDM yöntemi bu aşamada tek bir faaliyet etkeni kullanır ve bu etken zamandır. ZEFDM, maliyet oluşturmanın temelini zamana dayandırılması gerektiği hipotezi üzerine kurulmuştur. Örneğin toplama faaliyeti için aşağıdaki zaman denklemi oluşturulmuştur.

$$t_{j,k} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5$$

β_0 faaliyet için gereken sabit zamanı, X zaman etkenlerini ifade eder. Örneğin toplama faaliyetinin süresi, Odunpazarı veya Tepebaşı bölgesinden yapılıp yapılmadığına veya faaliyetin örnek işletmenin belirlediği 7 farklı rotadan birinden olup olmadığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ya da toplanan giyeceklerin ayakkabı ya da giysi olup olmadığına ya da faaliyetin işletmenin sahip olduğu hangi toplama aracıyla yürütüldüğüne göre değişebilir. Faaliyetin özelliklerine bağlı tüm varyasyonları yansıtan denklemler oluşturulmalıdır.

Tablo 8: Faaliyetlerin Kapasite Kullanımları

Faaliyet	Çalışan Sayısı	Günlük Çalışma Saati	Toplam Çalışılan Gün	Kaynak Maliyeti (₺)	Teorik Kapasite (dk)	Pratik Kapasite (dk)	Kapasite Maliyet Oranı (₺/dk)
Toplama	2	8	66	18.591,03	63360	50688	0,367
Kontrol/Ayrıştırma	2	8	64	12.644,46	61440	49151	0,257
Onarım	2	8,5	66	19.832,82	67320	53856	0,368
Yıkama/Kurutma	3	8,5	66	35.528,99	100980	80784	0,44
Paketleme	1	8	62	12.157,54	29760	23808	0,511
Depolama	1	7	62	14.449,6	26040	20832	0,694
Dağıtım	1	7,5	62	9.579,93	27900	22320	0,429
İmha	1	7,5	60	5.794,44	27000	21600	0,268

Toplama Faaliyeti Sefer Süresi= 6 saat + 1 saat (Eğer Odunpazarı bölgesinden toplanıyorsa) + 0,5 saat (Eğer O2 rotasından toplanıyorsa) + 0,5 saat (Eğer T3 rotasından toplanıyorsa) + 0,5 (Eğer geniş konteynerlı araçla toplanması gerekiyorsa) + 0,2 saat (Eğer ayakkabı kumbarasından toplanıyorsa)

$$t_{i,k} = 6 \text{ saat} + 1 \text{ saat } X_1 + 0,5 \text{ saat } X_2 + 0,5 \text{ saat } X_3 + 0,5 \text{ saat } X_4 + 0,2 \text{ saat } X_5$$

Her bir faaliyet için gereken sürenin saptanması amacıyla zaman denklemlerinden yararlanılır. Bu aşamada bir faaliyet için gereken toplam sürenin saptanması için faaliyet birimi başına belirlenen süre, faaliyet birim sayısı ile çarpılır. Örneğin toplama faaliyeti için uygulama döneminde 45 sefer düzenlenmiş ve 2 işçi her sefer için ortalama 8 saat harcamıştır. Toplama faaliyeti için faaliyet birimi olarak sefer sayısı belirlenmiştir. Toplama faaliyeti için gereken zaman = 2 x 45 x 8 x 60 = 43200 dakikadır. Bu zaman, faaliyetten faydalanma oranına göre teslimatlara dağıtılır (Tepebaşı 1= 43200 x (18/45) =17280dk; Tepebaşı 2= 43200 x (10,5/45) = 10080dk; Odunpazarı= 43200 x (16,5/45) =15840dk). Faaliyetler için gereken süreler Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9: Maliyet Nesnelerinin Tükettiği Zaman

Faaliyet	Teslimat	Faaliyet Birimi	Faaliyet Sayısı	Toplam Süre (dk)
Toplama	Tepebaşı 1		18	17280
	Tepebaşı 2	Sefer Sayısı ³	10,5	10080
	Odunpazarı		16,5	15840
Kontrol / Ayrıştırma	Tepebaşı 1		17	16320
	Tepebaşı 2	Gün Sayısı	11	10560
	Odunpazarı		14	13440
Onarım	Tepebaşı 1		105	12600
	Tepebaşı 2	İşçilik Saati	90	10800
	Odunpazarı		126	15120
Yıkama / Kurutma	Tepebaşı 1		400	24000
	Tepebaşı 2	Makine Saati	390	23400
	Odunpazarı		415	24900
Paketleme	Tepebaşı 1		80	4800
	Tepebaşı 2	İşçilik Saati	96	5760
	Odunpazarı		132	7920
Depolama	Tepebaşı 1		72	8640
	Tepebaşı 2	Paket Sayısı ⁴	39	4680
	Odunpazarı		52,5	6300
Dağıtım	Tepebaşı 1		12	5760
	Tepebaşı 2	Sefer Sayısı	8	3840
	Odunpazarı		16	7680
İmha	Tepebaşı 1		195	3150
	Tepebaşı 2	Kilogram ⁵	249	7470
	Odunpazarı		213	6390

ZEFDM yönteminin son aşamasında her bir faaliyet için kapasite maliyet oranıyla maliyet nesnelere için gereken tahmini zaman çarpılır. Böylece örnek işletmenin uygulama döneminde yaptığı ürün teslimatlarının faaliyetlerden aldığı paylar belirlenmiş olur. Örneğin Tepebaşı 1

³ Bir sefer için ortalama 8 saat gereklidir.

⁴ Bir paketin depolanması için 2 saat gereklidir.

⁵ Bir kilogram ürünün imhası için 0,5 saat harcanır.

teslimatının toplama faaliyetinden aldığı pay= $0,367\text{₺}/\text{dk} \times 17280\text{dk} = 6337,85\text{₺}$ olarak hesaplanır. Tablo 10’da örnek işletmenin uygulama döneminde gerçekleştirdiği teslimatların maliyetleri sunulmuştur.

Tablo 10: Maliyet Nesnelerinin Maliyetleri (ZEFDM)

Faaliyet	Tepebaşı 1	Tepebaşı 2	Odunpazarı	Toplam
Toplama	6.337,85	3.697,08	5.809,7	15.845
Kontrol/Ayrıştırma	4.198,44	2.716,64	3.457,54	10.373
Onarım	4.640,03	3.997,17	5.568,04	14.205
Yıkama/Kurutma	10.555,25	10.291,37	10.951,07	31.798
Paketleme	2.451,12	2.941,34	4.044,34	9.436,8
Depolama	5.992,92	3.246,16	4.369,83	13.609
Dağıtım	2.472,24	1.648,16	3.296,32	7.416,7
İmha	845,02	2.003,91	1.714,19	4.563,1
Toplam	37.492,87	30.541,83	39.211,03	107.246

4. SONUÇ

Endüstri 4.0 devriminin üretim ortamlarında yarattığı dönüşüm ile geleneksel maliyet hesaplama yöntemlerinin sıklıkla kullandığı direkt işçilik maliyetleri veya direkt işçilik saati gibi geleneksel maliyet hesaplama yöntemlerinin sıklıkla kullandığı kapasite esaslı dağıtım anahtarlarının işlevlerini yitirmeleri kesinleşmiştir. Artık kapasite esaslı dağıtım anahtarları, maliyet nesnesinin maliyetine doğrudan yüklenemeyen genel üretim maliyetleri ile ürün veya hizmet arasındaki ilişkiyi yansıtamayacak ve maliyetlerdeki değişimi açıklayamayacak duruma gelmiştir. Üretim ortamlarında yaşanan dönüşüm maliyet yöntemlerinin eksikliklerini gün yüzüne çıkarmıştır. Değişen koşullar sonucunda geleneksel yöntemlerin yerine önce Faaliyete Dayalı Maliyetleme ve sonrasında Zaman Etkenli FDM yaklaşımının kullanılması daha doğru maliyetleme için bir zorunluluk haline gelmiştir.

İşletmenin maliyetleme modelinin FDM yöntemine göre kurulmasının ve güncellenmesinin zor oluşu, FDM’nin üretim ortamının koşullarında yaşanan değişimlere karşılık verememesi ve bu yöntemde maliyet etkenlerinin seçiminin göreceli oluşunun hataya açık olması gibi yetersizlikler ZEFDM yönteminin geliştirilmesine sebep olmuştur. ZEFDM yöntemi, FDM’nin yetersizliklerini ortadan kaldırması ve uygulama kolaylıklarının yanı sıra işletme faaliyetlerinin tek bir etkenle ifade edilmesini sağlayarak, faaliyetlerin her birinin maliyetinin bir diğeriyle zaman cinsinden karşılaştırılabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca teorik

kapasite yerine pratik kapasiteyi dikkate alan bir model önermesi, ZEFDM'nin önceki maliyetleme yöntemlerinden önemli bir üstünlüğüdür.

Çalışmada bir geri dönüşüm işletmesinin yeşil lojistik faaliyetlerinin maliyetleri ZEFDM yöntemi ile hesaplanmıştır. Maliyetler FDM yöntemi ile hesaplanan maliyetler ile karşılaştırılmıştır. Örnek işletmenin faaliyet maliyet havuzları, maliyet etkenleri ve ZEFDM yöntemi için gerekli olan her bir faaliyetin gerçekleştirilmesi için gereken zaman, işletmede yapılan gözlemler ve çalışanlarla yapılan görüşmeler sonucunda elde edilmiştir. İki yöntemin sonuçları arasında genel üretim maliyetlerinin maliyet nesnelere yüklenmesi açısından farklılıklar tespit edilmiştir. FDM yönteminde maliyet hesaplamalarında kapasite kullanımı dikkate alınmadığı için, maliyetler ZEFDM yönteminden yüksek hesaplanmıştır. ZEFDM yönteminde faaliyet maliyet etkeni olarak sadece zaman kullanıldığı için hesaplamalar daha basittir. Diğer taraftan FDM'nin tersine, ZEFDM yönteminde kapasite kullanımı dikkate alındığı için daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmıştır. İki yöntemle hesaplanan genel üretim maliyetleri ve belirlenen farklar tabloda sunulmuştur.

Tablo 11: FDM ve ZEFDM Yöntemlerine Göre Maliyet Nesnelere Maliyetleri

Teslimat	FDM	ZEFDM	Fark (Atıl Kapasite Maliyeti)
Tepebaşı 1	45.269,69	37.492,87	7.766,82
Tepebaşı 2	36.270,16	30.541,83	5.728,33
Odunpazarı	47.038,97	39.211,03	7.827,94
Toplam	128.578,82	107.245,73	21.323,09

3 aylık uygulama döneminde örnek işletmede FDM yöntemine göre 128578,82₺ genel üretim maliyetine katlanılmıştır. Bu tutar ZEFDM yöntemine göre 107245,73₺ olarak hesaplanmıştır. Örnek işletmede atıl kapasite maliyetinin 7766,82₺'si Tepebaşı 1 teslimatına, 5728,33₺'si Tepebaşı 2 teslimatına ve 7827,94₺'si Odunpazarı teslimatına aittir. Farklılığın temel sebebi ZEFDM yönteminin atıl kapasiteyi göz önünde bulunduran bir yöntem olmasıdır.

İşletmeler ZEFDM yöntemi ile birlikte diğer maliyetleme yöntemlerinden de faydalanmalıdır. Ayrıca ZEFDM yöntemi; kısıtlar teorisi, kaynak tüketim muhasebesi, müşteri kârlılık analizi, maliyet-hacim-kâr analizi gibi analiz yöntemleri ile birlikte kullanılmalıdır. Diğer taraftan maliyet yönetimi için sayısal yöntemlerden faydalanmak işletmeye maliyet avantajı sağlayabilir. Örnek işletme, ZEFDM yöntemini toplama rotalarının belirlenmesi ve giyecek kumbaralarının yerlerinin tespit edilmesi amacıyla AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), ANP (Analitik Ağ Süreci), TOPSIS (İdeal Çözümle

Benzerlik Halinde Tercih Emri Tekniği) gibi çok kriterli karar verme yöntemleri ve doğrusal programlama ile birlikte kullanarak maliyet avantajı yakalayabilir.

ZEFDM yönteminde zaman temel etkidir. Bu yöntemde bir faaliyetin gerçekleştirilmesi için gerekli olan zaman, faaliyetin maliyetinin ürün, hizmet, müşteri veya müşteri gurubu ve dağıtım kanalı gibi bir maliyet nesnesi ile ilişkilendirilmesini sağlayan yegâne etkidir. Bir faaliyetin gerçekleştirilmesi için gerekli olan alt faaliyetler veya işlemlerin ne kadar zaman tükettiğini belirleyerek faaliyetin toplamda ne kadar zamanda gerçekleştirildiğini belirlemek amacıyla oluşturulan formulasyona zaman denklemleri adı verilir. Nesnelerin İnterneti, otomasyon, RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama) ve GPS (Küresel Konumlama Sistemi) gibi Endüstri 4.0 unsurları zaman denklemlerinin kesine yakın sonuçlar vermesini sağlama potansiyeline sahiptir. Bir alt faaliyet veya işlemin ne kadar zaman harcadığı, ileri teknolojiler sayesinde daha kolay ve doğru belirlenebilir. Diğer taraftan Endüstri 4.0 unsurları maliyet dağıtım sorunlarının ortadan kaldırılmasının yanı sıra maliyet dağıtım ihtiyacının ortadan kaldırılmasını da sağlayabilir. Otomasyon ve robotikle geliştirilmiş ve Nesnelerin İnternetiyle birbirlerine ve ana sunucuya bağlı üretim araçları, üzerlerine yerleştirilen sensörlerin topladığı Büyük Veri sayesinde her bir maliyet nesnesi için ne kadar maliyete katlanıldığını gerçek zamanlı olarak saptayabilir. Böylece yakın gelecekte genel üretim maliyetleri maliyetleme yöntemlerine gerek kalmadan maliyet nesnelerinin maliyetine doğrudan yüklenebilir hale gelecektir.

KAYNAKÇA

Ai-Min, D., Hong, L. I., & Hao, N. (2016). *Based on the Cloud ERP and TDABC for the SMEs' Logistics Cost Accounting*. DEStech Transactions on Engineering and Technology Research, (SSTE).

Baykasoğlu, A., & Kaplanoğlu, V. (2008). Application of Activity-Based Costing to a Land Transportation Company: A Case Study. *International Journal of Production Economics*, 116(2), 308-324.

Bruggeman, W., Anderson, S., & Levant, Y. (2005). *Modeling Logistics Costs Using Time-Driven ABC: A Case in a Distribution Company*. Conceptual Paper and Case Study.

Diaconeasa, A. A., Manea, N., & Oprea, S. (2010). Modelling Costs Using Time Driven ABC Method In Logistic Activities. *Supply Chain Management Journal*, 1(1), 88-97.

Duran, O., & Afonso, P. (2019). An Activity Based Costing Decision Model for Life Cycle Economic Assessment In Spare Parts Logistic Management. *International Journal of Production Economics*, 107499.

Everaert, P., & Bruggeman, W. (2007). Time-Driven Activity-Based Costing: Exploring the Underlying Model. *Journal of Cost Management*, 21(2), 16-20.

Everaert, P., Bruggeman, W., Sarens, G., Anderson, S. R., & Levant, Y. (2008a). Cost Modeling In Logistics Using Time-Driven ABC: Experiences From A Wholesaler. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(3), 172-191.

Everaert, P., Bruggeman, W., & De Creus, G. (2008b). Sanac Inc.: From ABC to Time-Driven ABC (TDABC)–An Instructional Case. *Journal of Accounting Education*, 26(3), 118-154.

Erdoğan, Nurten (2007). *Lojistik Maliyetlemesi ve Lojistikte Faaliyete Dayalı Maliyetleme*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 1748.

Gervais, M., Levant, Y., & Ducrocq, C. (2010). Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC): An Initial Appraisal Through A Longitudinal Case Study. *Journal of Applied Management Accounting Research*, 8 (2).

Hoozée, S., and Bruggeman, W. (2010). Identifying Operational Improvements During The Design Process of A Time-Driven ABC System: The Role of Collective Worker Participation And Leadership Style, *Management Accounting Research*, 21(3), 185–198.

Jeong, J. Y., & Ahn, K. M. (2015). A Case Study On Costing Management of A Logistics Warehouse In Port Distri-Park by Time-Driven ABC and Contribution Margin Analysis. *Journal of Korea Port Economic Association*, 31(3), 167-186.

Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2003). *Time-Driven Activity-Based Costing*. Available at SSRN 485443.

Kaplan, R.S. & Anderson, S.R. (2007). *Time-Driven Activity-Based Costing: A Simpler and More Powerful Path to Higher Profits*. Harvard Business School Press. Massachusetts.

Köse, Tunç (2010). *Sürece Dayalı Yönetim Kapsamında Maliyet Yönetimi*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Kurt, P., Saban, M., Cankaya, F., & Annac, M. C. (2019). Time-Driven Activity-Based Costing In The Ophthalmology Department Of State Hospital: A Case Study. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4), 2754-2770.

Lechner, A., Klingebiel, K., & Wagenitz, A. (2010, March). *Evaluation of Product Variant-Driven Complexity Costs And Performance Impacts in Automotive Logistics with Variety-Driven Activity-Based Costing*. World

Congress on Engineering 2012. July 4-6, 2012. London, UK içinde (Vol. 2189, pp. 1088-1096). International Association of Engineers.

Namazi, M. (2016). Time Driven Activity Based Costing: Theory, Applications and Limitations. *Iranian Journal of Management Studies*, 9(3), 457-482.

Mayo, Elton (1930). The Hawthorne Experiment. *The Human Factor*, 6.

Öker, F., & Adıgüzel, H. (2010). Time-Driven Activity-Based Costing: An Implementation in A Manufacturing Company. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 22(1), 75-92.

Ratnatunga, J., Michael, S. C., & Balachandran, K. R. (2012). Cost Management in Sri Lanka: A Case Study on Volume, Activity and Time as Cost Drivers. *The International Journal of Accounting*, 47(3), 281-301.

Schuhmacher, K. & Burkert, M. (2014). *Traditional ABC and TimeDriven ABC: An Experimental Investigation AAA*. Management Accounting Section (MAS) Meeting içinde <http://SSRN>, New York, USA.

Siguenza-Guzman, L.; Van den Abbeele, A.; Vandewalle, J.; Verhaaren, H. & Cattrysse, D. (2013). Recent Evolutions in Costing Systems: A Literature Review of Time-Driven Activity-Based Costing. *ReBEL - Review of Business and Economic Literature*, 58(1), 34–64.

Somapa, S., Cools, M., & Dullaert, W. (2010). *Time Driven Activity Based Costing in a Small Road Transport And Logistics Company*. Samenstelling bestuur Vervoerslogistieke Werkdagen 2010 Samenvattingen Vervoerslogistieke Werkdagen Auteursregister VLW Best Paper Award, 281.

Somapa, S., Cools, M., and Dullaert, W. (2011), The Development of Time Driven Activity-Based Costing Models: A Case Study in a Road Transport and Logistics Company, In Current Issues in *Shipping, Ports and Logistics* içinde (pp. 431–445), Asp / Vubpress / Upa.

Somapa, S., Cools, M., & Dullaert, W. (2012). Unlocking The Potential of Time-Driven Activity-Based Costing for Small Logistics Companies. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 15(5), 303-322.

Tsai, W. H., & Hung, S. J. (2009). Treatment and Recycling System Optimisation with Activity-Based Costing in WEEE Reverse Logistics Management: An Environmental Supply Chain Perspective. *International Journal of Production Research*, 47(19), 5391-5420.

Varila, M., Seppänen, M., & Suomala, P. (2007). Detailed Cost Modelling: A Case Study in Warehouse Logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.

Zhang, X., & Yi, H. (2008, October). The Analysis of Logistics Cost Based on Time-Driven ABC And TOC. In 2008 IEEE *International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics* içinde (Vol. 2, pp. 1631-1635). IEEE.