

Atf için / for cited: Büyükarıkan, U. (2021). Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin Tarım Makineleri İşletmesinde Uygulanması. Journal of Vocational and Social Sciences of Turkey, Yıl: 3, Sayı: 6, Ağustos 2021, s.19-35.

MALZEME AKIŞ MALİYET MUHASEBESİNİN TARIM MAKİNELERİ İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

Ulukan BÜYÜKARIKAN*

ÖZET

Klasik maliyet muhasebesi yöntemlerinin işletme faaliyetlerinden oluşan çevresel maliyetleri ve bunların etkilerinin göz ardı edilmesiyle, çevre yönetim muhasebesi yöntemleri gelişmiştir. Bu yöntemlerden biri olan malzeme akış maliyet muhasebesi (MAMM); üretim işletmelerinde malzeme, enerji ve veri akışlarını baştan sona eko-verimlilik fırsatlarına göre yapılandırmak anlamına gelir. MAMM malzeme ve enerji verimliliğini artırarak ekonomik ve ekolojik hedefleri bütünleştirmektedir. Yöntem 1980'li yıllarda Almanya'da ortaya çıkmış olup, 2000'li yıllarla birlikte Japonya'daki üretim işletmelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. MAMM malzeme ve enerji akışlarını fiziksel ve ekonomik açıdan görselleştirerek işletmenin finansal tablolarına ek olarak kritik alanlara işaret eden göstergeler sunmaktadır ve yönetsel karar verme ve problem çözme sürecinde kullanmaya imkân vermektedir. Çalışmada klasik maliyet muhasebesi uygulayan bir tarım makineleri işletmesinde, MAMM'nin üretim sürecinde malzeme ve enerji kaynaklarındaki iyileştirmelerini ve yöntemin uygulanabilirliğini göstermek amaçlanmıştır. Bu bağlamda Konya ilinde tarım makineleri parçaları üretimi yapan bir işletmede MAMM uygulamasına yer verilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda üretim sürecindeki fiziki malzeme kayıp ve atıkları tespit edilmiştir. Daha sonraki aşamada malzeme akış maliyetlerinin dağılımı hesaplanmış ve üretim sürecinde iyileştirilmesi hedeflenen noktalar belirlenmiştir. Yönetim muhasebesi açısından MAMM'nin malzeme ve enerji akışlarını fiziksel ve ekonomik açıdan görselleştirmesi, işletmelerde kurumsal kaynak planlamasının ve kurumsal şeffaflığın geliştirilmesine katkıda bulunabilecektir.


Anahtar Kelimeler: Yönetim muhasebesi, Çevre yönetim muhasebesi, Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi, Tarım makineleri

JEL Sınıflandırma Kodları: M40, M41, Q53.

APPLICATION OF MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING IN AGRICULTURAL MACHINERY PLANT

ABSTRACT

Environmental management accounting methods have developed with the classical cost accounting methods ignoring the environmental costs of business activities and their effects. One of these methods is material flow cost accounting (MFCA). The MFCA structures material, energy and data flows in manufacturing enterprises from start to finish according to eco-efficiency opportunities. The MFCA integrates economic and ecological targets by increasing material and energy efficiency. This method emerged in Germany in the 1980s and started to be widely used in production enterprises in Japan in the 2000s. By visualizing material and energy flows physically and economically, MAMM provides indicators that point to critical areas in addition to the financial statements of the enterprise, and it is possible to use them in the process of managerial decision making and problem-solving. In this study, it has been aimed to show the improvements of the MFCA in material and energy resources in the production process and the applicability of the method. This study has been applied to an agricultural machinery plant using classical cost accounting. In this context, the MFCA application has been

*  Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bolvadin Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Dr.Öğr.Üyesi, ulukan@aku.edu.tr

included in a plant that produces agricultural machinery parts in Konya. As a result of the findings, physical material losses and wastes in the production process were determined. In the next stage, the distribution of material flow costs was calculated and the points to be improved in the production process were determined. In terms of management accounting, MFCA will contribute to the physical and economic visualization of material and energy flows, enterprise resource planning in enterprises, and improving corporate transparency.

Keywords: Management accounting, Environment management accounting, Material flow cost accounting, Agricultural machinery

JEL Classification Codes: M40, M41, Q53.

GİRİŞ

İşletmelerin faaliyet gösterdiği ortam; teknoloji, rekabet ve politikalarındaki değişimlerden sürekli olarak etkilenmektedir. İş ortamındaki bu değişimler, işletmelerin ürün maliyetlerini düşürme, diğer ürünlerle rekabet etme ve faaliyetlerin çevresel etkilerini en aza indirmenin yanı sıra, işletmenin nakit akışını iyileştirmek için kaynak tüketimini optimize etme konusunda büyük baskılar oluşturmuştur. Klasik maliyet muhasebesi yaklaşımları bu baskılara yönelik olarak yönetimin ihtiyaç duyduğu yeterli bilgiyi sağlayamamıştır (Van Raaij vd., 2003: 573).

Çevresel konularda meydana gelen gelişmelerle birlikte (Viyana ve Stockholm sözleşmesi, Montreal ve Kyoto Protokolü gibi) sürdürülebilirlik kavramının öneminin artması, muhasebenin “sosyal sorumluluk” ilkesi gereği çevre yönetim muhasebesi yaklaşımlarının değer kazanmasına yol açmıştır. Bu nedenle işletme yönetiminin doğru kararlar alabilmesi için; ortaya çıkan gelişmeleri doğru ve zamanında aktarabilen çevresel odaklı bir yönetim muhasebesi sistemine ihtiyaç duyulmuştur.

Klasik maliyet muhasebesi yöntemlerinin çevresel maliyetleri göz ardı etmesinin hem çevresel hem de ekonomik kararlarda işletme yönetimini yanlış yönlendirdiği kabul edilerek, “Çevre Yönetim Muhasebesi” (ÇYM) yöntemleri geliştirilmiştir. ÇYM, işletmelerin faaliyetlerinin sürdürülebilirlik yönünü daha bilinçli bir şekilde düşünmeleri için finansal bir teşvik sağlamaktadır (IPOINT, 2015).

ÇYM yöntemlerinden biri olan malzeme akış maliyet muhasebesi (MAMM) işletmelerin çevresel ve ekonomik performansını birbirine bağlamanın bir yoludur. MAMM tarafından sağlanan veriler işletmelerde yatırım, bütçe ve çevresel etki değerlendirmesi gibi ÇYM faaliyetlerinin geliştirilebilmesini sağlamaktadır. MAMM, ISO 14051 standardının Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından Eylül 2011’de yayımlanmasıyla birlikte eko-verimlilik kararlarını destekleyebilecek türden bir araç olarak önerilmiştir (Kokubu ve Tachikawa, 2013: 351).

MAMM’yi standart hale getirmek için ISO Teknik Komitesi, 2011 yılında ISO 14051 adı altında standart bir muhasebe protokolü geliştirmiştir. Bu protokol ÇYM için ISO 14000 standartlarında sürdürülebilirlik ölçüm araçları için standartları da içermektedir. Yöntem Japonya’da üretim, lojistik, inşaat ve geri dönüşüm sektörlerinde faaliyet gösteren 300’den fazla işletmede uygulanmaktadır. Japon Hükümeti MAMM uygulamasını geliştirmeye, avantajlarının anlaşılmasını artırmaya ve aracın Japonya genelinde benimsenmesini sağlamaya çalışmaya devam etmektedir (IPOINT, 2015).

MAMM diğer ÇYM yöntemleri gibi, klasik maliyet muhasebesi yöntemlerinin mevcut maliyet bilgisi gövdesinin yerini alamamasına karşın malzeme ve enerji kullanımına göre yönetimin ekonomik ve çevresel karar verme sürecini iyileştirmek için kullanılan bir yönetim muhasebesi yöntemi olarak anlaşılabilir (Sygulla, Bierer ve Götze, 2011: 3).

MAMM, bir işletme içindeki malzeme akışlarını analiz etme ve ekonomik olarak değerlendirme yöntemidir. Yöntem, özellikle üretim sırasında meydana gelen malzeme kayıplarına odaklanmıştır. Canon’un öncülük ettiği MAMM yöntemi Almanya’da 1980’li yıllarda çevre yönetimini ve kontrolünü destekleyecek bir araç geliştirmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Yöntem daha sonra Japonya’da israfı azaltmak, fire ve atıklar için kullanım alanları bulmak ve çevreye duyarlı üretim geliştirmek için üretim kayıplarının maliyetini ölçen önemli bir strateji haline gelmiştir. MAMM süreçleri ve faaliyetleri aracılığıyla atık, malzeme, enerji kayıpları ve emisyonları izlemek için bir araç sağlayarak

işletmenin bunu gerçekleştirmesine yardımcı olmaktadır. MAMM bir malzeme akış modelinin geliştirilmesi yoluyla malzeme ve enerji kullanımı konusunda şeffaflık sağlamaktadır. Ve şu şekilde hesaplanmaktadır: Malzeme kaybı = Girdi – Ürünler. MAMM üretim maliyetleri ve girdi israfına ilişkin maliyetleri karşılaştırarak üretim girdilerinin ve enerjiyi verimli kullanmanın finansal ve çevresel sonuçlarını ortaya koyabilen bir çevre yönetim aracıdır. MAMM üretimde, bir malzeme akış modelinin geliştirilmesi yoluyla malzeme ve enerji kullanımı konusunda şeffaflık sağlamaktadır (IFU, 2021).

Yöntemin amacı; üretim sürecini inceleyerek süreçteki malzeme ve enerji akışını görselleştirmek, görselleştirme sonucu elde edilen verileri yönetime aktararak etkin bir kurumsal kaynak planlaması oluşturmak, üretim sürecindeki iyileştirmeler sonucunda maliyetleri düşürmek, üretimin çevresel etkilerini azaltmak, rekabet gücünü ve verimliliği artırmaktır.

Çalışmada Konya ilinde tarım makineleri parçaları üretimi yapan bir işletmede MAMM'nin üretimde kullanılan kaynaklardan malzeme ve enerji verimliliğini nasıl artırabileceğini göstermek ve yöntemin uygulanabilirliğini belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada işletmenin üretim sürecini iyileştirmesi, kaynakları etkin kullanması ve maliyetleri düşürmesi için bir gösterge oluşturularak kaynak tasarrufu ve enerji tasarrufu hedefleriyle bağlantı kurması amaçlanmıştır.

Tarım makineleri sektöründe parça üretim işletmesinde MAMM yöntemi uygulamak için kullanılan veriler, işletme birimleriyle yapılan yüz yüze yapılan (yönetim, muhasebe ve üretim birimleri) ve üretim sürecinin gözlemlenmesi sonucu elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada MAMM ve uygulama süreci açıklanmış ve MAMM ile ilgili literatüre yer verilmiştir.

1. LİTERATÜR ÖZETİ

MAMM yöntemine ilişkin çalışmalar; enerji (Hakimi, Abedi ve Dadashian, 2021), tarım (Dekamin ve Barmaki, 2019), gıda (Syarif ve Novita, 2019; Wohlgemuth ve Lütje, 2018; Prox, 2015), ahşap (Chompu-Inwai, Jaimjit, ve Prem Suriyanunt, 2015), tekstil (Kıllı ve Gülmez, 2020), kimya (Abedi ve Rahmatabadi, 2014), teknoloji (Ingaldi ve Tatar, 2016), otomobil (Ichimura ve Takakuwa, 2013), restoran (Wohlgemuth ve Lütje, 2018; Christ ve Burritt, 2017), kağıt (Doorasamy ve Garbharran, 2015), seramik (Hyršlová, Vágner ve Palásek, 2011), alüminyum (Schmidt, Gotze ve Sygulla, 2015), magnezyum (Kawalla, Berkel, Kawalla, Höck ve Ligarski, 2018) ve tarım, gıda, tüketici ürünleri, endüstri, emlak, inşaat, maden, hizmet ve teknoloji sektörlerinde (Yagi ve Kokubu, 2018; Nakajima, Kimura, Wagner, 2015) uygulanmıştır.

Hyršlová ve diğerleri (2011) Çekya'da seramik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede MAMM'nin uygulamasının sonuçlarını araştırmışlardır. MAMM, üretim süreçlerinde optimizasyonu sağlayarak malzeme ve enerjinin daha verimli kullanılmasına imkân vermekte ve çevreye zarar veren atık akışlarını azaltmaktadır.

Ichimura ve Takakuwa (2013) Japonya'da otomobil parçaları üreten bir işletmede kaynak kullanımındaki verimsizlikleri iyileştirmek için MAMM yöntemini uygulamışlardır. MAMM'nin sağladığı anlayışın üretim sürecini iyileştirmek için yenilikçi öneriler sunduğunu ifade etmişlerdir. Yöntemde kullanılan görselleştirmenin sonuçlarının özellikle üretim maliyetleri ile ilgili ekonomik karar vermede, ürün geliştirmede ve üretim planlamasında önemli avantajlar sağladığını belirtmişlerdir.

Abedi ve Rahmatabadi (2014) İran'daki bir yangın söndürme köpüğü üreten kimya işletmesinde verimliliği artırmak için MAMM yöntemini uygulamışlardır. İşletmenin üretim sürecini görselleştirerek malzeme akışını ve enerji kaybını belirlemişlerdir. Yöntemin hammadde ve enerji tüketimleri dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmada önemli bir rol oynadığını ve çevresel zararları azalttığını ifade etmişlerdir.

Chompu-Inwai ve diğerleri (2015) Tayland'da ahşap sektöründe faaliyet gösteren KOBİ'lerde üretim sürecinde kaynak kullanımını ve verimsizliklerin nedenlerini ortaya çıkarmak için MAMM yöntemini

uygulamışlardır. Ayrıca yöntemi uygulayarak mevcut verimsizlikleri azaltmak için neler yapılabileceğini incelemişlerdir. Ahşap işletmelerinde malzeme kayıplarının genellikle kesim işlemlerinde ortaya çıktığını bunun önüne geçilerek ürün kalitesinin artırılabilceğini, çevresel etkilerin ise azaltılabileceğini belirlemişlerdir.

Doorasamy ve Garbharran (2015) Güney Afrika'da kâğıt üretim işletmesinde MAMM'yi benimsemenin atık maliyetleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yöntemin çevreci üretim süreçlerinin uygulanmasıyla ilgili olarak yöneticilerin stratejik karar almalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. İşletmelerin sürdürülebilirliklerinin sağlanması için ÇYS ile MAMM'yi bütünleştirmelerinin gerekliliğini ifade etmişlerdir.

Nakajima (2015) Japonya'da Canon işletmesinin lens üretim tesislerinde ürün verimliliğini belirlemek için MAMM yönteminin faydalarını analiz etmiştir. Canon'un MAMM yöntemini uygulayarak üretim sürecini iyileştirdiği, maddi kayıpları ve atıkları azalttığını ifade etmiştir. MAMM'nin daha etkin bir biçimde kullanılabilmesi ve verimliliğinin daha fazla iyileştirilebilmesi için üretim sürecindeki malzeme ve enerji kullanımına ait daha geniş bir veritabanı ile kapsamlı bir veri analizine ihtiyaç bulunduğunu belirtmiştir.

Nakajima ve diğerleri (2015) Japonya'da borsaya kayıtlı 356 işletmeye MAMM uygulamasının sağladığı düşük karbonlu bir tedarik zincirini teşvik etmenin gerekliliklerini ve zorluklarını tespit etmişlerdir. MAMM'nin çevresel göstergeleri, bir işletmenin tedarik zinciri ve satın alma departmanının performans değerlendirme kriteri olarak belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Prox (2015) kahve üretim işletmesinde mamul yaşam seyri maliyetlemede (LCA) iyileştirme yapabilmek için MAMM'nin yararlılığını incelemiştir. MAMM'nin mamul yaşam seyri maliyetleme ve çevresel yaşam döngüsü maliyetlendirmeye (E-LCA) entegre edilmesinin işletme yönetiminin üretimle ilgili karar alma aşamasında ek fayda sağladığını ifade etmiştir.

Rieckhof ve diğerleri (2015) kurumsal sürdürülebilirliğin ve verimliliğin benimsemesini teşvik etme amacıyla MAMM ile ilgili literatürü araştırmışlardır. Bu kapsamda MAMM ile ilgili çalışmaların içerik analizini yapmışlardır. MAMM'nin sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak için ekonomik, çevresel ve sosyal hedefleri bir araya getiren bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır.

Schaltegger ve Zvezdov (2015) MAMM uygulamalarına ilişkin literatürü incelemişlerdir. Yöntemin işletmelerde kullanımının, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirliğin gelişimine katkıda bulunabileceğini ifade etmişlerdir.

Schmidt ve diğerleri (2015) Almanya'da alüminyum malzeme üretimi yapan bir işletmede MAMM'nin uygulanabilirliğini incelemişlerdir. Yöntemin işletmelerde malzeme ve enerji akışlarının şeffaflığını artırmada önemli bir potansiyele sahip olduğunu ve yüksek derecede kaynak verimliliği sağlamayı destekleyen bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Ingaldi ve Tatar (2016) Japonya'da kamera üreticisi Canon'un lens üretim faaliyetinde atıkları azaltmak için MAMM'yi uygulamışlardır. MAMM'nin üretim süreci geliştirme ve kaynakları verimli kullanmada faydalı olduğunu ifade etmişlerdir.

Christ ve Burritt (2017) Avrupa'daki restoran sektöründe MAMM yönteminin uygulanabilirliğini, yöntemin gıda atığı yönetimini nasıl etkili bir şekilde destekleyebileceğini ve çevresel performansta yapabileceği iyileştirmeleri araştırmışlardır. Yöntemin uygulama kolaylığının ve maliyetleri düşürmedeki etkisinin yanı sıra restoran sektöründeki atıklarını yönetmede ve kaynak israfını azaltmada faydalı olduğunu ifade etmişlerdir.

Özçelik (2017) Türkiye'de MAMM'nin tanıtımı için yöntemin uygulanmasını incelemiştir. Yöntemin maliyet muhasebesi üretim sürecini çevresel bir bakış açısıyla görselleştirdiğini ve süreçteki verimsiz alanlar ve gizli maliyetler ortaya çıkardığını ifade etmiştir.

Kawalla ve diğerleri (2018) Almanya'da magnezyum şerit üretimi yapan bir işletmede yeterli bir kalite-fiyat oranında magnezyum şeritleri üretmek, gizli iyileştirme potansiyellerini belirlemek için

MAMM uygulamışlardır. Yöntemin üretim sürecindeki verimsizlikleri ortaya çıkararak daha istikrarlı bir süreç yönetimi ortaya koyma ve ekonomik bir üretim süreci içerisinde daha verimli malzeme tüketimi tasarlama açısından faydalı olduğunu belirlemişlerdir.

Yagi ve Kokubu (2018) Tayland'da borsaya kayıtlı 7 farklı sektörde (tarım ve gıda, tüketici ürünleri, endüstri, emlak ve inşaat, maden, hizmet ve teknoloji) faaliyet gösteren 596 işletmenin MAMM yöntemi uygulama derecesi ve finansal faktörleri ile atık performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. MAMM yöntemini kullanan işletmelerin toplam atığı, tehlikeli atıkları ve tüketilen hammaddeleri yönetme olasılığının diğer işletmelere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Buna ek olarak MAMM yönteminin etkin olarak uygulayan işletmelerde finansal faktörler açısından, maliyet ve kârlılık seviyelerinin olumlu olduğunu tespit etmişlerdir.

Wohlgemuth ve Lütje (2018) Almanya'da gıda (fast food) sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde enerji kullanımı ve endüstriyel organik atık (bitkisel yağ) akışlarını ölçmek için MAMM'nin uygulanabilirliğini incelemişlerdir. MAMM uygulayarak endüstriyel organik atık miktarının istatistiksel sonuçlar temelinde tahmin edilebilir olduğunu tespit etmişlerdir. Yöntemin atık yönetiminin ve geri dönüşüm ekonomisinin geliştirilmesine katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Dekamin ve Barmaki (2019) İran'da soya fasulyesi üretimi yapan 44 tarım işletmesinde atıkların ve çevresel etkilerin azaltılması için MAMM uygulamışlardır. MAMM'nin çiftçilerin malzeme ve enerji kullanımının finansal ve çevresel sonuçlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olabilen, tarımsal faaliyetlerin finansal ve çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak için fırsatlar sağlayan bir ÇYM aracı olduğunu ifade etmişlerdir.

Syarif ve Novita (2019) Endonezya'da soya fasulyesinin işlenmiş bir şekli olan tofu gıda işletmesinde MAMM'nin çevresel maliyetlerin faaliyetlerinde ve üretim sürecinde hammadde ve enerji kullanımındaki yararlarını incelemişlerdir. MAMM'nin çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirmek için üretim sürecinde hammadde ve enerji kullanımında etkili bir araç olduğunu, atık yönetimi ve kurumsal kaynak planlaması açısından yönetim kararlarını desteklediğini belirlemişlerdir.

Kıllı ve Gülmez (2020) Adana ilinde tekstil sektöründe (gömlek) faaliyet gösteren bir işletmede MAMM'nin uygulanabilirliğini, çevresel performansı iyileştirme ve maliyet düşürmede etkisini incelemişlerdir. Yöntemin çevresel etkilerde azalmada, üretim sürecinde kullanılan kaynaklarda verimlilik sağlamada etkili bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Walz ve Günther (2020) MAMM uygulamasının etkilerini ve dezavantajları belirlemek için 73 vaka çalışmasını analiz etmişlerdir. MAMM'nin malzeme tüketimi ve maliyet iyileştirmeyi sağlayan yeni bir maliyet muhasebesi yöntemi olduğunu ifade etmişlerdir.

Hakimi ve diğerleri (2021) İran'da enerji santrali işletmesinde türbin kanatlarının üretiminde malzeme maliyetlerini, kayıpları ve atık yönetimini belirlemek için MAMM'yi kullanmışlardır. Yöntemin alternatif üretim seçeneklerinin belirlenmesi açısından hammadde, enerji ve sistem verimliliğini artırmak için kullanılacak kurumsal bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

MAMM ile ilgili Türkiye'de yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (Kıllı ve Gülmez 2020; Süklüm, 2019; Özçelik, 2017; Yereli ve Yakın, 2009). Literatür incelendiğinde MAMM ile ilgili Türkçe literatürde birkaç adet çalışmanın bulunması, tarım makineleri sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesiyle ilgili herhangi bir çalışmanın bulunmaması, sektördeki işletmelerin klasik maliyet yönetimi yöntemlerini kullanması ve MAMM'nin bu işletmede daha önce uygulanmamış olması bu çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır.

2. MALZEME AKIŞ MALİYET MUHASEBESİ

Malzeme akış maliyet muhasebesi yöntemi Almanya'da B. Wagner ve M. Strobel tarafından kurulan IMU (Institute für Management und Umwelt) tarafından 1980'li yıllarda geliştirilmiştir. Yöntem malzeme ve enerji kayıplarını azaltarak işletme faaliyetlerinin çevresel etkilerini en aza indirmeyi ve geliştirilmiş iş verimliliğini sağlamayı amaçlamaktadır. MAMM yöntemi ABD ve İngiltere gibi

ülkelerde çok fazla yaygınlaşmamasına karşın Japonya'da büyük ilerleme kaydetmiştir. Japon METI (Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı) tarafından 1999'da ÇYM projesi başlatılmış ve bu kapsamda 2002'de ÇYM (Çevre Yönetim Muhasebesi) çalışma kitabı yayımlanmıştır. METI, ÇYM projesi kapsamında altı ÇYM aracı geliştirmiştir. Bunlar; çevresel sermaye yatırım değerlendirme, çevresel hedef maliyetlendirme, çevresel maliyet matrisi, yaşam döngüsü maliyetlendirme, çevre bilincine sahip kurumsal performans değerlendirme ve malzeme akışı maliyet muhasebesidir. Bu kapsamda Japonya'da farklı sektörlerde faaliyet gösteren büyük işletmeler ve bazı KOBİ (Küçük ve Orta Ölçekli İşletme) lerde MAMM uygulanmıştır. MAMM teorisinin ve uygulamasının iyileştirilmesiyle, yöntemin standardizasyonu için ISO 14051 standardı oluşturulmuştur (Kokubu ve Nakajima, 2004: 3).

Klasik maliyet muhasebesi yaklaşımları, malzeme kayıplarının maliyeti ile ilgili yeterli veri sağlayamamaktadır. MAMM, malzeme ve enerji akışlarındaki nicel verileri kullanarak yönetime klasik muhasebenin yapabileceğinden daha şeffaf veriler sunmaktadır. MAMM sisteminde malzemeler, üretim sürecinde miktarlar (fiziksel birimler) ve maliyetler (parasal birimler) olarak izlenir ve sadece nihai ürünleri değil, aynı zamanda fireleri de hesaplamaktadır. Ekonomik ve ekolojik hedeflerin uyumlaştırılmasındaki belirleyici faktör, malzemelerin ve enerjinin azaltılması ve daha verimli kullanılmasıdır. Yöntemde maliyetler üç kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; malzeme, sistem, *teslimat ve imhadır*. Tüm malzeme kalemleri, miktarın yanı sıra miktar merkezindeki parasal birimlerle göre de hesaplanmaktadır. Miktar merkezi, malzemenin fiziksel olarak dönüştürüldüğü veya zaman içinde var olduğu (depolandığı, test edildiği veya sıralandığı) mekânsal ve işlevsel bir birimden oluşmaktadır. Yönetim bu yöntemi üretim sürecine dâhil ederek üretim sürecindeki değerler ve maliyetler açısından daha fazla şeffaflık elde edebilme avantajı kazanabilmektedir. Şeffaflığın sağlamış olduğu avantajlar şunlardır (Strobel ve Redmann, 2002: 67):

1. Daha az malzeme gerektiren ürünler geliştirilmesi,
2. Daha az malzeme gerektiren çevreci ürün ambalajları geliştirilmesi
3. Malzeme kayıplarının (örneğin, ıskartalar, hurdalar, kesilmeler) azaltılması ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek atıkların da azaltılması

Bu sistemde atıklar ürün gibi algılanarak atık maliyetleri hesaplanmaktadır. Klasik maliyet muhasebesinde ise atıklar anormal olmadığı sürece ürünün maliyetine dâhil edilmektedir. Dolayısıyla klasik maliyet muhasebesi sistemindeki atık yönetimi, parasal verilere değil, niceliksel verilere dayanmaktadır. Nitekim MAMM atık ve fireler için yönetimin karar verme sürecini iyileştirilmesini sağlayarak doğru kararlar alabilmesine yardımcı olacaktır.

2. 1. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin Yararları

MAMM, müşterilerin taleplerini ve işletmenin ekonomik hedeflerini eko-verimliliği artıracak şekilde birbiriyle ilişkilendirerek sürekli iyileştirmenin sağlanması için hem gereksiz maliyetleri hem de olumsuz çevresel etkilerin azaltılmasına hizmet etmektedir. Dolayısıyla stokların ve maliyetlerin düzenli olarak değerlendirilmesine ve planlanan faaliyetlerinin gerçek sonuçlarla karşılaştırılmasına olanak sunmaktadır.

MAMM, uygun planlama ve sürekli iyileştirme programı ile birlikte kullanıldığında bir malzeme akış modelinin hazırlanması, malzeme ve enerji girdilerinin nicelendirilmesi, çıktılar ve stoklarla ilgili maliyetlerin tahsisi gibi birkaç önemli amaca hizmet etmektedir. Yöntemin sağladığı diğer avantajlar şöyle sıralanabilir (Christ ve Burritt, 2015: 1382):

1. Verimsiz alanların tanımlanmasına ve bunların anlaşılmasına olanak sunması,
2. Geliştirilmiş verimliliğin sağlanması ve direkt malzeme maliyetlerinin azaltılması,
3. Atık miktarını ve atıkların doğaya olan etkilerinin azaltılması
4. Diğer üretim maliyetlerinin azaltılması (örneğin; atık işleme ve ilgili altyapı maliyetleri),
5. Ürün maliyetlendirmenin doğruluğunun artırılması,
6. İnovasyon teşviklerinin sağlanması,
7. Kaynak kullanımına ilişkin departmanlar arası iletişimin geliştirilmesi,

8. Gelişmiş yönetim kontrolünün sağlanması.

2. 2. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin Uygulama Aşamaları

Klasik maliyet muhasebesi genellikle üretim sürecinden kaynaklanan malzeme kayıplarına değil üretimde kullanılan girdilerle üretilen ürünlerin miktarına odaklanmaktadır. MAMM ise ürün dışı oluşan ekonomik kaybı hesaplayarak malzeme kaybının miktarını ve değerini görünür bir hale getirmeye yardımcı olmaktadır (Doorasamy ve Garbharran, 2015: 73).

MAMM üretimde kullanılan malzeme miktarını ve bunların maliyetlerini izlemekte ve bunu gerçekleştirirken ürünlerin yanında fireleri de hesaplamaktadır. Yöntemde malzeme kaybı girdi miktarından ürün miktarı çıkarılarak hesaplanmaktadır. Ürünler pozitif ve negatif olarak ikiye ayrılmaktadır. Tamamlanmış ve yarı tamamlanmış ürünler “pozitif ürün”, atıklar ve fireler “negatif ürün” olarak sınıflandırılmıştır (Kokubu ve Tachikawa, 2013: 353).

MAMM'deki çevresel maliyetler; malzeme ve enerji kullanımı / tüketimi ve bunların çevresel etkileri ile direkt veya endirekt tüm maliyetleri ifade etmektedir. Bunlar (Sygulla vd., 2011: 3):

MM (Malzeme Maliyeti): Tüm üretim işlemlerinin tutarlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân sağlamak için sabit girdi fiyatlarıyla kullanılan hammaddenin maliyetini ifade etmektedir.

SM (Sistem Maliyetleri): İşçilik, amortisman, genel üretim giderleri gibi üretim sürecinde kullanılan malzemelerin taşınmasında ortaya çıkan tüm maliyetleri ifade etmektedir.

EM (Enerji Maliyeti): Üretimde kullanılan enerjinin maliyetini ifade etmektedir.

Atık İşleme Maliyeti (AİM): İşletmedeki malzeme kayıplarının ele alınmasında ortaya çıkan tüm maliyetlerdir.

MAMM uygulaması altı aşamadan oluşmaktadır. Bunlar (Christ ve Burritt, 2017: 604):

1. Aşama, sistemin sınırını belirleme; bu aşamada fiziki ve ekonomik malzeme akışları miktar merkezleri adı verilen yerde toplanarak malzeme kayıplarının hesaplanmakta ve sistemin sınırları belirlenmektedir. Sistemin sınırı, bir işletmenin tedarik zincirindeki, tesis, maliyet merkezi veya üretim süreci olabilir. Bu bağlamda uygulama sınırı işletmeden işletmeye değişebilmektedir.

2. Aşama, malzeme akış modelini oluşturma ve fiziksel değerleri atama; incelenen sistem için malzeme ve enerji akışlarını oluşturma ve fiziki olarak ölçüm aşamasıdır. Değerlendirilmekte olan sistem için bir akış modeli geliştirilmekte ve çevresel performansın analiz edilmesine yardımcı olmak için bu model kullanılabilir.

3. Aşama, malzeme dengesini oluşturma; malzeme ve enerji akışlarının fiziksel girdilerinin üretim süreci içine yerleştirilmesidir.

4. Aşama, sistemdeki girdilere, çıktılara ve envanter kalemlerine ait parasal değerleri atama; üretim sürecindeki malzeme dengesi hesaplandıktan sonra, akış modelindeki her adımda yer alan girdi ve çıktının parasal değerlerinin atanmasıdır. Sistemdeki maliyetler malzeme ve sistem maliyetlerinden oluşmaktadır. Sistem maliyetleri malzemelerin ve enerjinin işletme içinde taşınmasıyla ilgili tüm giderleri; işçilik, amortisman, nakliye ve atık yönetimi maliyetlerini içermektedir.

5. Aşama, kaynak verimliliği sağlayabilmek için fırsatları belirleme; maddi kayıplar belirlendikten sonra, kaynak israfını azaltmanın yenilikçi yolları belirlenebilmektedir. Her zaman mümkün olmasa da ideal olan, ürün dışı maliyetleri (malzeme kayıplarını) sıfıra düşürmektir. Bunu gerçekleştirebilmek için elde edilen sonuçlar özetlenmeli, değerlendirilmeli, yorumlanmalı ve olası sonuçlara ilişkin alternatifler yönetime iletmelidir.

6. Aşama, sistemi uygulama; MAMM verileri doğrultusunda oluşturulmuş alternatifler içerisinde en uygun olanın seçilerek uygulanmasıdır.

2. 3. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi ile Klasik Maliyet Yönetimi Arasındaki Farklılıklar

Klasik maliyet yönetimini benimseyen işletmelerde MAMM'nin uygulanması zorlaşabilmektedir. Çünkü MAMM ÇYM'nin bir aracı olarak tasarlanmıştır. Çevresel odaklı olmayan klasik maliyet yönetimi yaklaşımı ise sadece muhasebe alanı ile sınırlıdır. MAMM malzeme ve enerji akışına ilişkin görselleştirme sonucu elde edilen verileri kullanarak üretim sürecindeki iyileştirmeler sonucunda maliyetleri düşürmeyi amaçlamaktadır. Klasik maliyet yönetimi ise maliyetlerin doğru bir biçimde işletme yönetimine aktarılmasına hizmet etmektedir. MAMM ile klasik maliyet yönetimi arasında önemli farklılıklar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi ile Klasik Maliyet Yönetimi Arasındaki Farklar

Klasik maliyet yönetimi	Malzeme akış maliyet muhasebesi
Çevresel etkileri azaltmak için önleme, azaltma ve zarar maliyetlerini dikkate alır	Çevresel etkileri azaltmak için üretim sürecini inceleyerek kaynak kullanımını azaltır
Maliyetleri düşürmek için kayıplar ve verimsizlik dikkate alınır	Maliyetleri düşürmek için kaynak kullanımı ve girdi israfına ilişkin maliyetleri karşılaştırarak eko-verimliliği dikkate alır
Çevresel maliyetler maliyet düşürmeye dâhil olmaz	Çevresel maliyetler maliyet düşürme için bir kılavuz niteliğindedir
Üretim sürecindeki malzeme ve enerji akışını görselleştirmemektedir	Üretim sürecini malzeme ve enerji akışını görselleştirmektedir
Atıklar anormal olmadığı sürece ürünün maliyetine dâhil edilmektedir	Atıklar ürün gibi algılanarak atık maliyetleri hesaplanmaktadır
Malzeme kayıplarının maliyeti ile ilgili yeterli veri sağlayamamaktadır	Malzeme ve enerji akışlarında hem ekonomik hem de niceliksel verileri kullanarak yönetime daha şeffaf veriler sunmaktadır
Atık yönetimi niceliksel verilere dayanmaktadır	Atık yönetimi hem ekonomik hem de niceliksel verilere dayanmaktadır

Kaynak: Çalışmanın sahibi

3. MALZEME AKIŞ MALİYET MUHASEBESİNİN İŞLETMEDE UYGULANMASI

MAMM, üretim sürecindeki malzeme ve enerji akışlarını optimize ederek sürdürülebilir üretim süreçlerinin işletmelerde uygulanmasını sağlayan verimlilik odaklı stratejik bir yöntemdir. Bu nedenden dolayı çalışmada klasik maliyet yönetimi yaklaşımı uygulayan bir tarım makineleri üretim işletmesinde MAMM uygulanarak malzeme ve enerji kaynaklarının azaltılabilirliği araştırılmıştır.

Araştırmanın iki temel amacı bulunmaktadır.

1. Üretim sürecini iyileştirme ve maliyet düşürme için gösterge oluşturmak
2. Ürün kalitesini artırarak malzeme ve enerji tasarrufu hedefleriyle bağlantı kurmak için kaynak tüketiminde, verimlilikte ve kalitede iyileştirmeler gerçekleştirmek

Tarım makinelerinin metal parçalarını üreten işletme; Konya ilinde 10.000 m² kapalı alanda üretim yapmaktadır. Üretimde toplamda 32 kişi çalışmaktadır.

3.1. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin İşletmede Uygulanma Süreci

Tarım makineleri parçaları üretim işletmesi için kullanılan veriler işletme birimleriyle yapılan yüz yüze görüşmeler (yönetim, muhasebe, üretim birimleri) ve üretim sürecinin gözlemlenmesi sonucu elde edilen veriler kullanılarak MAMM uygulaması gerçekleştirilmiştir.

İşletmede MAMM uygulama süreci altı adımda hayata geçirilmiştir.

1.Adım: Yöntemin uygulanacağı bölümlerin seçilmesi, üretim sürecinin incelenmesi, üretimin malzeme akış merkezlerinin belirlenmesi. Bu adımda işletmedeki malzeme akışları ve oluşturulacak malzeme akış sistemi belirlenmiştir.

2.Adım: Malzeme ve enerji akışlarının oluşturulacak sisteme atanması ve malzeme akış modelinin geliştirilmesi için üretim sürecinin görselleştirilmesi. Görselleştirme, 1. adımda belirlenen malzeme akışlarının malzeme akış modelinin oluşturulabilmesini sağlamaktadır.

3.Adım: Malzeme akış modeline malzeme ve enerji akışlarının fiziksel girdilerinin yerleştirilmesi. Malzeme akış modelini oluşturma ve fiziksel değerleri atamak için öncelikle 2. adımda oluşturulan malzeme ve enerji akışlarının görselleştirilmesi sonucunda malzeme akışlarında kayıplara neden olan kritik alanlar ortaya konulmaktadır. Elde edilen göstergeler sonucunda işletmedeki üretim süreçlerinde ortaya çıkan malzeme ve enerji kayıpları tanımlanabilmektedir.

4.Adım: MAMM'nin hesaplanması için girdilere ve çıktılara ait hesaplamaların yapılması. Bu adımda MAMM sisteminde malzemeler, üretim sürecinde miktar ve maliyet birimleri ile gösterilmiştir. Ayrıca üretim süreci sonucunda elde edilen malzeme miktarı ve fireler de belirlenmiştir.

5.Adım: Malzeme ve enerji verimliliğinin sağlanması için ortaya çıkan kayıpları belirleme, elde edilen sonuçları raporlama ve değerlendirme. Bu adımda 4. adımdan elde edilen sonuçların raporları ele alarak verimliliği sağlayabilmek için sonuçlar değerlendirmekte ve olası alternatifler oluşturularak yönetime iletilmektedir.

6. Adım: Malzeme akışlarını iyileştirmede ve verimliliği artırmada kullanılacak alternatif yöntemlerin seçilerek uygulanmasıdır. Bu adımda 5. adımdan elde edilen sonuçlara göre uygulanacak alternatifler içerisinden sürecin iyileştirilmesi için gerekenler yapılmıştır. MAMM ile malzeme ve enerji akışlarını tetikleyen unsurlar belirlenerek iyileştirmelerin süreç verimliliğine ve çevresel etkilere katkıları ortaya konulmuştur.

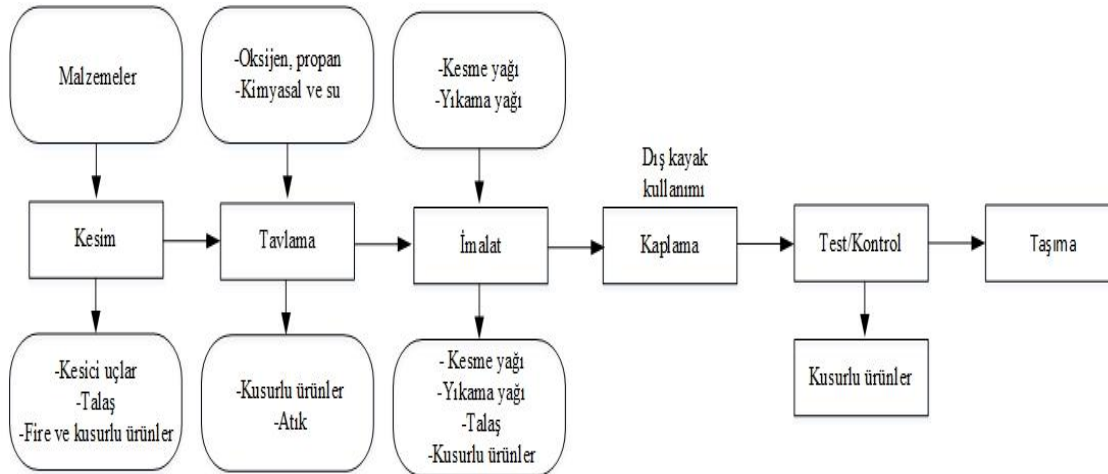
3.2. Malzeme Akışlarının Belirlenmesi

MAMM uygulamasının 1. Adımında üretim sürecinin incelenmesi sonucu yöntemin uygulanacağı bölümler ve malzeme akış merkezleri belirlenmiştir. İşletmeden elde edilen verilere göre (şubat dönemi) malzeme akışlarına ilişkin süreçler; kesim, tavlama, yağlama, dövme, ürün işleme, ısıl işlem, kaplama, kontrol ve pazarlamadan (paketleme, taşıma vd.) oluşmaktadır.

1. adımda malzeme akışlarına ilişkin süreçler ve malzeme akış merkezleri belirlendikten sonra malzeme akış modelinin geliştirilmesi ve üretim sürecinin görselleştirilebilmesi için 2. Adım uygulanmıştır. Buna göre malzeme akış modelinin geliştirilebilmesi üretim süreçlerinin görselleştirilmesi gerekmektedir.

Bu süreçlerden bazıları işletmenin farklı bölümlerinde gerçekleştirilmesine karşın tek bir malzeme akış modelinin geliştirilmesi amacıyla üretim süreci fiziki açıdan görselleştirilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1. İşletmedeki Malzeme Akışı



Kaynak: Çalışmanın sahibi

3.3. Malzeme Akışlarındaki Kayıpların Tanımlanması

MAMM'nin 3. adımı malzeme akışlarındaki kayıpların tanımlanmasıdır. Malzeme ve enerji akışlarının fiziksel açıdan görselleştirilmesi sonucunda malzeme akışlarında kayıplara neden olan kritik alanlar belirlenebilmektedir. Bu göstergelerin işletmedeki ilgili birimlere raporlanmasını sonucunda üretim süreçlerinde meydana gelen malzeme ve enerji kayıpları tanımlanabilecektir. Üretim işlemleri sonucunda oluşan malzeme kayıpları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Üretim İşlemlerinden Kaynaklanan Malzeme Kayıpları

İşlemler	Kayıplar
Kesim	Kesici uçlar, fire ve kusurlu ürünler
Tavlama	Kusurlu ürünler
Yağlama	Su, kimyasal ve buhar
Dövme	Kusurlu ürünler
Test ve kontrol	Kusurlu ürünler

Üretim işlemlerinden kaynaklanan malzeme kayıpları belirlendikten sonra buna neden olan etkenler şöyle tanımlanmıştır:

Kesim işleminde kullanılan kesim uçlarının hacmi, bir malzemeden elde edilen parça sayısı ve kesim sonrası kullanılan parça sayısı belirlenmiştir. Kesim işleminde kullanılan atılan kesim uçlarının hacmi belirlenmiştir.

Tavlama ve yağlama işlemlerindeki malzeme kaybının hacmi ve bu kayba ilişkin süre ile işlenen malzeme sayısı belirlenmiştir.

Sistem maliyetleri; yağ, kesimde kullanılan bıçaklar, oksijen, propan, kalıp, döküm, pres ve diğer aletlerin giderleri.

Enerji maliyetleri; işletmenin elektrik giderleri üretim birimlerine ve kullanılan ekipmanlara göre atanmıştır. İşletmenin üretim sürecindeki malzeme akışlarından en fazla elektrik tüketimi gerçekleştiren süreçler kesim ve tavlama işlemleridir.

3.4. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesine İlişkin Bulgular

MAMM sisteminde malzemeler, üretim sürecinde miktar ve maliyet birimleri ile gösterilmekte ve ürünlerin yanında fireleri de dikkate almaktadır. Tarım makineleri parçaları üretiminde ortaya çıkan en önemli malzeme kayıpları, %25 ile imalat sürecinde gerçekleşmiştir. Sonraki en büyük kayıp, ise %7 ile malzeme girdisinin kesim sürecinde gerçekleşmiştir. Üretim sürecindeki atıklar; su, metal tozu, kimyasal maddeler, yağ ve diğer maddelerden oluşmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Üretim Süreci Sonucunda Elde Edilen Malzeme Miktarı

	Kesim	Tavlama, yağlama, işleme ve şekillendirme	İmalat	Dış kaynak kullanımı	Test ve kontrol / taşıma
	Miktar (Kg)				
Malzeme (Girdi)	60.750	287.100	36.000	32.000	31.900
Ürünler (Çıktı)	54.000	285.000	26.500	32.000	31.900
Atıklar (Çıktı)	2.500	2.000	500	0	0
Malzeme kayıpları ve fireler (Çıktı)	4.250	100	9000	0	100
	Oran (%)				
Malzeme kayıpları ve fireler (Çıktı)	7,0	0,0	25,0	0,0	0,3

MAMM uygulamasının 4. Adımında üretim sürecindeki girdilere ve çıktılara ait hesaplamalar yapılmakta ve ortaya çıkan kayıpları belirlemektedir. Tarım makineleri parçaları üretimi yapan işletmeye ait çevresel maliyetler malzeme, enerji, sistem ve atık işleme maliyetlerinden oluşmaktadır. İşletmeden elde edilen verilere göre üretimdeki malzeme kaybı %2,24, enerji kaybı %1,12 ve sistemden kaynaklanan kayıp ise %2,24 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca geri dönüştürülmüş malzemelerin satışından elde edilen 12.000 TL toplam maliyetten düşülerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Malzeme Akış Maliyetlerinin Dağılımı

	Malzeme maliyeti	Enerji maliyeti	Sistem maliyeti	Atık işleme maliyeti	Ara toplam	Geri dönüştürülmüş malzemelerin satış fiyatı	Toplam
Birim (TL)							
Ürün	250.000	50.000	120.000		420.000	0	420.000
Malzeme kaybı	10.000	5.000	10.000		25.000	0	25.000
Atık/geri dönüşüm	0	0	0	2.000	2.000	-12.000	-10.000
Ara toplam	260.000	55.000	130.000	2.000	447.000	-12.000	435.000
Oran (%)							
Ürün	55,93	11,19	26,85	0,00	93,96	0,00	96,55
Malzeme kaybı	2,24	1,12	2,24	0,00	5,59	0,00	5,75
Atık/geri dönüşüm	0,00	0,00	0,00	0,45	0,45	-2,68	-2,30
Ara toplam	58,17	12,30	29,08	0,45	100,00	-2,68	97,32

3.5. İyileştirmelerin Gerçekleştirileceği Noktaların Belirlenmesi

MAMM uygulamasının 5. Adımında (4. Adımında belirlenen) malzeme ve enerji kayıplarının sonuçları değerlendirilerek hangi süreçlerde iyileştirmelerin yapılabileceği belirlenmektedir. İşletmede MAMM uygulamasının sonucunda malzemelerden elde edilen ürünler, malzeme kayıpları ve fireler ile atıklar belirlenmiştir. Malzeme akış maliyetlerinin dağılımı hesaplandığında önemli malzeme kaybı maliyetlerine neden olduğu belirlenen “imalat süreci” ve “kesim süreci” iyileştirmelerine odaklanılmıştır.

İyileştirmelerin gerçekleştirilebileceği üretim süreçleri belirlendikten sonra malzeme akışlarını iyileştirmede ve verimliliği artırmada kullanılacak alternatif yöntemleri seçerek belirlemek üzere 6. Adım uygulanmıştır.

Yapılan incelemeler sonucunda malzeme maliyetlerinde oluşan malzeme kaybının %85'ten fazlasının “imalat” sürecinde oluşan talaştan kaynaklandığı belirlenmiştir. İşletme bu nedenle imalat sürecinde iyileştirmeye başvurabilecektir. Dövme işlemi ile şekil almış bir metalin işleme şekli ve biçimlendirme yöntemi geliştirilerek “imalat” sürecinden kaynaklanan talaş miktarının önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir. İmalat sürecinde yapılabilecek bu iyileştirme malzeme akış sürecindeki verimi önemli ölçüde artırabilecektir. Buna karşın işletme yönetimi mühendislerden almış olduğu raporlar sonucunda imalat sürecindeki iyileştirmeyi uygulamak istememiştir. Bunun sebepleri mühendislerin hazırlamış olduğu rapora göre aşağıda özetlenmiştir:

- Dövme, tavlama ve yağlama işlemlerindeki artışlar maliyetlerde de artışa neden olabilecektir.
- Talaşlı imalat işlemi azaltıldığından dolayı dövme işlemlerinde yüzey pürüzlülüğü de artabilecektir.
- Dövme şekli değiştirilerek elde edilen parçaların malzeme bileşimi ve performansı da değişmektedir. Bu değişim müşterilerin ihtiyaçlarına uygun olmayabilecektir.

Malzemelerin fiziki miktarında meydana gelen diğer kaybın “kesim” sürecinde oluşan talaştan ve kesim işlemlerinde kullanılan kesici uçlardan kaynaklandığı belirlenmiştir. İşletme bu nedenle kesim sürecinde iyileştirmeye gidebilecektir.

Kesim işlemlerindeki iyileştirmelerin uygulanması iki amaca ulaşmak için gerçekleştirilmiştir. Bunlar; kesim işlemlerinde ortaya çıkan talaş miktarının ve kesimde kullanılan kesici uçların miktarının azaltılmasıdır. Bu kapsamda öncelikle “kesim” işlemindeki talaş miktarının azaltılması için gerekli araştırmalar yapılmıştır. Mühendislerin yapmış olduğu araştırmanın raporuna göre kesici bıçakların kalınlığının inceltilmesiyle talaş miktarının %21'e kadar azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda gerekli iyileştirme uygulanmış ve bıçak kalınlığı değiştirilerek talaş miktarının azaltılması amaçlanmıştır.

Kesim sürecinde gerçekleştirilen diğer bir iyileştirme de kullanılan kesici bıçakların kesici uçlarının küçültülmesidir. Bu iyileştirmenin kesim sürecinde kullanılan kesici uçların maliyetini önemli ölçüde azaltabileceği öngörülmüştür.

Yapılan iyileştirmelerin süreç verimliliğini artıracak ve çevresel etkileri azaltacak sonucuna varılmıştır. İyileştirmelerin sonucunda elde edilebilecek etkin kaynak kullanımı, verimlilik ve kalite artışları işletmelerin diğer süreçlerine de olumlu olarak yansıtılabilecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Klasik maliyet muhasebesi yöntemlerinin işletme faaliyetleri nedeniyle oluşan çevresel maliyetleri ve bunların etkilerini göz ardı etmesi ÇYM yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. ÇYM işletme faaliyetlerinde enerji, su, malzeme ve atıkların kullanımı, akışı ve bunların yol açtığı çevresel etkiler hakkında yönetimin doğru kararlar alabilmesi için oluşturulmuş çevresel odaklı bir yönetim muhasebesi sistemidir.

Çevresel konularda meydana gelen gelişmelerle birlikte sürdürülebilirlik kavramının öneminin artması ve ISO 14051 standardının Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından Eylül 2011'de yayımlanması, işletmelerde ÇYM yöntemlerinin kullanımını gerekli kılmıştır. Bu yöntemlerden biri olan MAMM işletmelerde malzeme ve enerji akışlarının etkin yönetiminin sağlanmasının yanı sıra ilgili maliyetlere odaklanarak malzeme ve enerji akışlarında gelişmiş eko-verimlilik fırsatlarının doğmasını amaçlamaktadır. 2000'li yıllarda çevre yönetim muhasebesinin (ÇYM) bir aracı olan malzeme akış maliyet muhasebesi (MAMM) Japon üretim işletmelerinde yaygın bir biçimde kullanılmaya başlamıştır. Yöntemin amacı; üretim sürecini inceleyerek malzeme ve enerji maliyetlerini düşürmek, verimliliği ve kaliteyi artırmak ve çevresel etkileri azaltmaktır.

MAMM'nin tıpkı “Hedef Maliyetleme”nin tedarikçileri üretim sürecine dâhil ettiği gibi tedarik zinciri düzeyinde genişletilebilmesi mümkündür. Böylece ürün bileşenlerindeki maliyet baskıları tedarikçilere yansıtılarak kaynak verimliliğini optimize etmek için işletmeler arası iş birliğiyle hareket edilebilmesi mümkün olabilecektir. MAMM'ye tedarik zincirinin dâhil edilmesi sadece tek bir işletmenin kaynak ve ekonomik kayıplarında iyileştirmeleri değil aynı zamanda daha fazla tedarikçi ve işletmenin verimliliğini artırmayı sağlayabilecektir.

Çalışmada Konya ilinde tarım makineleri parçaları üretimi yapan ve klasik maliyet muhasebesi uygulayan bir işletmede MAMM denenerek üretim sürecindeki malzeme ve enerji kayıpları niceliksel ve ekonomik olarak ortaya konulmuştur. Daha sonraki aşamada malzeme akış maliyetlerinin dağılımı hesaplanmış, işlemler bazında malzeme kayıpları için maliyet dökümü ortaya konularak sorunlu alanların şeffaflığı artırılmış ve üretim sürecinde iyileştirilmesi hedeflenen noktalar belirlenmiştir.

Tarım makineleri parçaları üretim işletmesinde MAMM uygulanması sonucu elde edilen bulgulara göre: üretimde ortaya çıkan en önemli malzeme kayıpları, imalat (%25) ve kesim (%7) kesim sürecinde ortaya çıkmıştır. Malzeme akış maliyetlerinin dağılımına göre; üretimdeki malzeme kaybı %2,24, enerji kaybı %1,12 ve sistemden kaynaklanan kayıp ise %2,24 olarak hesaplanmıştır. Üretim sürecindeki atıklar; su, metal tozu, kimyasal maddeler, yağ ve diğer maddelerden oluşmaktadır. İşletmeye ait çevresel maliyetler; malzeme, enerji, sistem ve atık işleme maliyetleridir.

Elde edilen göstergeler sonucunda elde işletmenin üretim sürecindeki sorunlu alanlar belirlendiğinden dolayı süreç iyileştirmeleri ve maliyet düşürme gerçekleştirilebilecektir. Alınan önlemler kaynakların etkin kullanımının, verimliliği artırmanın ve kaliteyi iyileştirmenin bir yolu olarak diğer süreçlere de yansıtılabilecektir. Ayrıca işletme bu uygulamayı, ISO14001 faaliyetleri planı kapsamında hedeflenen çevresel etkilerin azaltılmasıyla ilişkilendirmede kullanabilecektir.

Buna ek olarak MAMM uygulaması sonucu kullanılan faaliyetleri gelecekteki ürün tasarım aşamasıyla da ilişkilendirebilecektir.

MAMM, klasik maliyet muhasebesinin aksine atıkları ürün gibi değerlendirerek malzeme kayıplarının maliyeti hakkında yönetime yeterli veri sağlamaktadır. Böylece MAMM, malzeme ve enerji akışlarındaki nicel ve ekonomik verileri kullanarak atık ve fireler için yönetimin karar verme sürecini iyileştirilmesine yardımcı olabilecektir.

MAMM'nin ekonomik ve ekolojik hedefleri uyumlaştırma odaklı olması, klasik maliyet yönetimi yaklaşımına göre üretim kaynaklarının (malzeme ve enerji) daha verimli bir biçimde kullanılarak müşteri tatminine doğru yönlendirilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda yöntem, işletmenin kurumsal kaynak planlamasında iyileştirmeler yapılabilmesine ve bu iyileştirmelerin kârlılığa nasıl etki edeceğini belirlenmesine olanak tanımaktadır.

Yöntemin sürdürülebilir bir biçimde uygulanabilmesi için muhasebe ve finans uzmanlarının yanı sıra mühendisler, tedarikçiler ve diğerlerinin eşgüdüllü bir biçimde sürece katılımı gerekmektedir. Ayrıca verimliliğin daha da iyileştirilebilmesi için kaynak kullanımına ilişkin geniş kapsamlı veritabanı ve veri analizine ihtiyaç bulunmaktadır.

MAMM'nin amacı işletmelerin üretim sürecini inceleyerek maliyetleri düşürmek, rekabet gücünü artırmak, çevresel etkilerini azaltmak ve işletmeleri eko-verimliliğe ulaştırmaktır. MAMM bu amaca ulaşmak için malzeme ve enerji verimliliğini artırarak ekonomik ve ekolojik hedefleri bütünleştirmektedir. Yöntemi uygulayarak maddi kayıpları görselleştirmek, ölçmek ve bunları yönetsel karar verme sürecine dâhil etmek mümkündür. MAMM'nin malzeme ve enerji akışlarını fiziksel ve ekonomik açıdan görselleştirmesi, işletmenin finansal tablolarına ek olarak kritik alanlara işaret eden göstergeler oluşturmaktadır. Bu göstergeler kritik bilgilerin işletme içindeki çeşitli birimlere aktarımını sağlayarak yönetsel sürece dâhil olan birimlere raporlanmasını da sağlamaktadır. Yönetim muhasebesi açısından MAMM'nin malzeme ve enerji akışlarını fiziksel ve ekonomik açıdan görselleştirmesi kurumsal şeffaflığın geliştirilmesine katkıda bulunabilecektir.

MAMM kurumsal şeffaflık odaklı olduğu için ve işletmenin kullandığı kaynaklar bazında yönetime, olması gereken maliyet bilgilerini aktarmada oldukça etkin bir yöntemdir. Bu bağlamda detaylı ve doğruluğu yüksek maliyet bilgisine sahip olmak isteyen üretim işletmelerinin stratejik hedeflerine ulaşabilmeleri, kurumsal kaynak planlamasında etkinliği sağlayabilmeleri ve kurumsal şeffaflığı geliştirebilmeleri adına MAMM'yi kullanmaları önerilmektedir.

MAMM ilgili yapılacak sonraki çalışmalarda yöntemden elde edilecek sonuçların daha belirgin bir hale getirilebilmesi için, yöntemin aynı sektörde faaliyet gösteren üretim işletmelerinde uygulanması ve MAMM uygulayan ve uygulamayan işletmelerin finansal performanslarının karşılaştırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abedi, Z. & Rahmatabadi, Y. D. (2014). "Material Flow Cost Accounting: An Appropriate Tool for Achieving Sustainable Development in the Manufacturing Process, Case Study: Azar Kavin Co", 3rd Conference on Emerging Trends in Energy Conservation, Tehran, Iran, 1-10.
- Chompu-Inwai, R., Jaimjit, B. & Premsurianunt, P. (2015). "A combination of material flow cost accounting and design of experiments techniques in an SME: the case of a wood products manufacturing company in northern Thailand", Journal of Cleaner Production, 108, 1352-1364.

- Christ, K. L. & Burritt, R. L. (2015). "Material flow cost accounting: a review and agenda for future research" *Journal of Cleaner Production*, 108, 1378-1389.
- Christ, K. L. & Burritt, R. (2017). "Material flow cost accounting for food waste in the restaurant industry", *British Food Journal*, 119(3), 600-612.
- Dekamin, M. & Barmaki, M. (2019). "Implementation of material flow cost accounting (MFCA) in soybean production", *Journal of Cleaner Production*, 210, 459-465.
- Doorasamy, M., & Garbharran, H. L. (2015). "The effectiveness of using material flow cost accounting (MFCA) to identify non-product output costs", *Environmental economics*, 6(2), 70-82.
- Hakimi, A., Abedi, Z. & Dadashian, F. (2021). "Increasing Energy and Material Consumption Efficiency by Application of Material and Energy Flow Cost Accounting System (Case Study: Turbine Blade Production)", *Sustainability*, 13(9), 4832.
- Hyršlová, J., Vágner, M. & Palásek, J. (2011). "Material flow cost accounting (Mfca)–tool for the optimization of corporate production processes", *Business, Management and Education*, 9(1), 5-18.
- Ichimura, H. & Takakuwa, S. (2013). "Decision making on manufacturing system from the perspective of material flow cost accounting", *Winter Simulations Conference (WSC)*, Washington, USA, 1973-1983.
- IFU (Institute for Environmental IT) (2021). What is material flow cost accounting?, <https://www.ifu.com/en/umberto/mfca/>, (Erişim Tarihi 12.05.2021).
- Ingaldi, M. & Tatar, D. K. (2016). „Environmental Management & Audit 4”, Jereb, B., Kukovič, D. (Ed.), *Material Flow Cost Accounting içinde (87-106)*, Poland: Scientific Publishing Hub.
- IPOINT (2015). *Material Flow Cost Accounting: Resource Efficiency Made Simple*, <https://www.ipoint-systems.com/blog/material-flow-cost-accounting-resource-efficiency-made-simple/>, (Erişim Tarihi 12.05.2021).
- Kawalla, C., Berkel, W., Kawalla, R., Höck, M., & Ligarski, M. (2018). "Material flow cost accounting analysis of twin-roll casting magnesium strips", *Procedia Manufacturing*, 15, 193-200.
- Kıllı, M. & Gülmez, C. (2020). "Çevresel Performansı İyileştirme ve Maliyet Tasarrufu Sağlama Aracı Olarak Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi: Bir Üretim İşletmesinde Örnek Uygulama", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 71-90.
- Kokubu, K. & Nakajima, M. (2004). "Michiyasu material flow cost accounting in Japan: A new trend of environmental management accounting practice", *Fourth Asia Pacific Interdisciplinary Research in Accounting Conference*, Singapore. 1-16.
- Kokubu, K. & Tachikawa, H. (2013). "Handbook of Sustainable Engineering", Kauffman, J., Lee, K.-M. (Ed.), *Material flow cost accounting: significance and practical approach içinde (351-369)*, Netherlands: Springer.
- Nakajima, M. (2015). "Material flow cost accounting needs to collaborate with data science to establish sustainable management", *2nd Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering (APWC on CSE)*, Nadi, Fiji, 1-5.
- Nakajima, M., Kimura, A. & Wagner, B. (2015). "Introduction of material flow cost accounting (MFCA) to the supply chain: a questionnaire study on the challenges of constructing a low-carbon supply chain to promote resource efficiency", *Journal of Cleaner Production*, 108, 1302-1309.
- Özçelik, F. (2017). "Çevre yönetim muhasebesi uygulamaları için yeni bir yaklaşım malzeme akış maliyet muhasebesi", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(4), 927-948.
- Prox, M. (2015). "Material flow cost accounting extended to the supply chain–challenges, benefits and links to life cycle engineering", *The 22nd CIRP Conference on Life Cycle Engineering Sydney, Australia*, 486-491.
- Rieckhof, R., Bergmann, A. & Guenther, E. (2015). "Interrelating material flow cost accounting with management control systems to introduce resource efficiency into strategy", *Journal of Cleaner Production*, 108, 1262-1278.
- Schaltegger, S. & Zvezdov, D. (2015). "Expanding material flow cost accounting. Framework, review and potentials", *Journal of Cleaner Production*, 108, 1333-1341.
- Schmidt, A., Götze, U. & Sygulla, R. (2015). "Extending the scope of Material Flow Cost Accounting–methodical refinements and use case", *Journal of Cleaner Production*, 108, 1320-1332.
- Strobel M. ve Redmann C. (2002). "Flow cost accounting, an accounting approach based on the actual flows of materials", Bennett M., Bouma J.J. (Ed.), *Environmental management accounting: informational and institutional developments, içinde (67-82)*, Dordrecht: Springer.
- Süklüm, N. (2019). "Bir Çevre Yönetim Muhasebesi Aracı: Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi", *Idea Studies Journal*, 5(10), 27-39.

- Syarif, A. M. & Novita, N. (2019). "Environmental management accounting with material flow cost accounting: strategy of environmental management in Small and Medium-sized Enterprises production activities", *Indonesian Management and Accounting Research*, 17(2), 143-167.
- Sygulla, R., Bierer, A. & Götze, U. (2011). "Material flow cost accounting—proposals for improving the evaluation of monetary effects of resource saving process designs" The 44th Conference on Manufacturing Systems, Wisconsin, USA, 1-16.
- Van Raaij, E.M., Vernooij, M.J. & Van Triest, S. (2003). "The implementation of customer profitability analysis: A case study", *Industrial marketing management*, 32(7), 573-583.
- Walz, M., & Günther, E. (2020). "What effects does material flow cost accounting have for companies?: Evidence from a case studies analysis", *Journal of Industrial Ecology*. 9, 1-21.
- Wohlgemuth, V. & Lütje, A. (2018). "Using the Method of Material Flow Cost Accounting (MFCA) to quantify Industrial Organic Waste Streams for Energetic Utilization", International Workshop "Ecological sustainable waste management—energetic utilization of organic waste (Biowaste4E), Kenitra, Morocco, 1-9.
- Yagi, M. & Kokubu, K. (2018). "Corporate material flow management in Thailand: The way to material flow cost accounting", *Journal of Cleaner Production*, 198, 763-775.
- Yereli, A. N. & Yakın, V. (2009). "Çevresel Yönetim Muhasebesi Aracı Olarak Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi Yöntemi", *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 8(27), 198, 69-90.

APPLICATION OF MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING IN AGRICULTURAL MACHINERY PLANT

EXTENDED ABSTRACT

Aim and Scope: The fact that classical cost accounting methods ignore the environmental costs and their effects caused by business activities has led to Environmental Management Accounting (EMA) tools. Material Flow Cost Accounting (MFCA), one of these tools, aims to manage material and energy flow in enterprises effectively. In addition, it provides opportunities for enhanced eco-efficiency in material and energy flows by focusing on related costs.

The purpose of the method; to visualize the flow of materials and energy in the production process, reduce costs as a result of improvements in the production process, reduce environmental impacts, and increase competitiveness and efficiency. Material Flow Cost Accounting is an efficiency-oriented strategic method that optimizes material and energy flows in the production process and ensures sustainable production processes in businesses. For this reason, this study can reduce the material and energy resources by applying Material Flow Cost Accounting in an agricultural machinery plant in Konya Province (Turkey), which uses the classical cost management approach.

There are not enough studies on Material Flow Cost Accounting in Turkey (Kılılı and Gülmez 2020; Süklüm, 2019; Özçelik, 2017; Yereli and Yakın, 2009). The originality of this study is that there is no study about a production company operating in the agricultural machinery sector and that the enterprises in the sector use classical cost management methods. The research has two main aims. The first of these is to create indicators for improving the production process and reducing costs. Secondly, it aims to realize improvements in resource consumption, efficiency, and quality to link material and energy-saving targets by increasing product quality.

Method: MFCA application was carried out by using the data obtained as a result of face-to-face interviews with business units (management, accounting, production units) and observation of the production process, which used for the production of agricultural machinery parts.

MFCA application process in the enterprise was carried out in 6 steps:

Step 1. Selecting the sections where the method will be applied, examining the production process, determining the material flow centers of the production.

Step 2. Visualization of the production process for the assignment of material and energy flows to the system to be created and the development of the material flow model.

Step 3. Placing the physical inputs of the material and energy flows into the material flow model.

Step 4. Calculate the inputs and outputs to apply the MFCA.

Step 5. Identifying losses, reporting, and evaluating the results to ensure material and energy efficiency.

Stage 6. It is the selection and application of alternative methods to improve material flows and increase efficiency.

Experimental Results: Material and energy losses in the enterprise that produces agricultural machinery parts have been demonstrated quantitatively and economically. In the next step, the distribution of material flow costs is calculated. Transparency of problem areas has been increased by revealing a cost breakdown for material losses based on operations. The points aimed at improvement in the production process have been determined.

The most important material losses in production occurred during the manufacturing (25%) and cutting (7%) processes. According to the distribution of material flow costs; The material loss in production was calculated as 2.24%, the energy loss as 1.12%, and the loss arising from the system as 2.24%.

Wastes in the production process; water, metal powder, chemicals, oil, etc., consists of substances. Environmental costs of the enterprise; material, energy, system, and waste treatment costs. As a result of the MFCA application in the enterprise, the products obtained from the materials, material losses, wastes, and wastes were determined in the system. When the distribution of material flow costs is calculated, the focus is on “manufacturing process” and “cutting process” improvements, which are determined to cause significant material loss costs.

Conclusion and Future Works: Contrary to classical cost accounting, MFCA evaluates wastes as products and provides sufficient data to the management about the cost of material losses. Thus, it can help improve the management decision-making process for waste and waste.

MFCA focuses on harmonization of economic and ecological goals, and ensures that production resources (material and energy) are used more efficiently and directed towards customer satisfaction. MFCA, it is possible to visualize and measure material losses and incorporate them into the managerial decision-making process. It visualizes the material and energy flows of MFCA physically and economically. This visualization creates indicators that point to critical areas in addition to the financial statements of the business. In terms of management accounting, visualizing material and energy flows physically and economically will contribute to corporate transparency. In this context, it is recommended that production enterprises use the method to achieve their strategic goals, ensure efficiency in enterprise resource planning, and improve corporate transparency.