

MALZEME AKIŞ MALİYET MUHASEBESİ: BİR ÜRETİM İŞLETMESİ UYGULAMASI

Şahay OK¹

ÖZ

Çevre yönetim muhasebe sistemlerinden biri olan Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi (MAMM) yöntemi, işletme faaliyetleri sonucu ortaya çıkan malzeme, enerji, sistem ve atıkların çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş çevre odaklı bir yönetim muhasebesi yaklaşımıdır. Bu yöntem, işletme yönetiminin daha rasyonel ve sürdürülebilir kararlar almasını sağlamayı hedeflemektedir. Bu çalışmanın amacı MAMM yönteminin bir çelik kapı imalat işletmesinin maliyet sistemine entegrasyonunu ve bu yöntemle elde edilen verilerin çevresel ve ekonomik etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada hedef ürün olarak Lüks Kabartma PVC ürünü seçilmiş ve üretim sürecinde ortaya çıkan malzeme, enerji, sistem ve atık maliyetleri hesaplanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen bulgular, üretim kaybının en yüksek oranda gerçekleştiği aşamanın Kalite Kontrol ve Ambalajlama (%100) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, malzeme kayıpları işletmenin üretim maliyetlerinin %7,23'ünü oluştururken geri dönüştürülen malzeme miktarı sadece %0,22'sini oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Malzeme Akış Maliyet Muhasebe, Çevre Yönetim Muhasebesi, Çevresel Performans, ISO 14051

Jel Sınıflandırması: M4, M41

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, sahayok@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1420-148X

MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING: A CASE STUDY IN A MANUFACTURING BUSINESS

ABSTRACT

Material Flow Cost Accounting (MFCCA) method, which is one of the environmental management accounting systems, is an environment-oriented management accounting approach developed to evaluate the environmental impacts of materials, energy, systems and wastes resulting from business activities. This method aims to enable business management to make more rational and sustainable decisions. The aim of this study is to evaluate the integration of the MAMM method into the cost system of a steel door manufacturing company and the environmental and economic impacts of the data obtained with this method. In the study, Luxury Embossed PVC product was selected as the target product and material, energy, system and waste costs arising in the production process were calculated. The findings obtained as a result of the application show that the stage with the highest rate of production loss is Quality Control and Packaging (100%). In addition, while material losses constitute 7.23% of the production costs of the enterprise, the amount of recycled material constitutes only 0.22%.

Keywords: Material Flow Cost Accounting; Environmental Management Accounting, Environmental Performance; ISO 14051.

Jel Classification: M4, M41

GİRİŞ

21. yüzyılın son çeyreğinde sürdürülebilirlik kavramının önem kazanması, işletmelerin çevre konusundaki hassasiyetlerini ve Çevre Yönetim Muhasebesi (ÇYM) yaklaşımlarının önemini arttırmıştır (Schmidt ve Nakajima, 2013). Çünkü geleneksel yönetim muhasebesi yaklaşımları, malzeme akışlarının çevresel takibini ve ekoverimlilik analizlerini ihmal etmektedir. (Schaltegger ve Zvezdov, 2015). Bu ihmalkârlık, ÇYM'nin gelişimini teşvik eden bir etken olmuştur. ÇYM, işletmelerin yalnızca kâr odaklı yaklaşımlarını aşarak sürdürülebilirlik bilinciyle hareket etmelerine olanak tanıyan ve bu doğrultuda finansal teşvikler sunan bir muhasebe disiplini (IPOINT, 2015). İşletmeler için sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde ÇYM kritik bir öneme sahiptir (Tran vd., 2020) ÇYM, işletme faaliyetlerinin çevresel etkilerine ilişkin detaylı bilgiler sunarak yönetimin daha bilinçli ve sürdürülebilir kararlar almasına katkıda bulunan bir yöntemdir (Andriani ve Suhartini, 2020).

ÇYM'nin en önemli araçlarında birisi olan MAMM, işletmelerin çevresel ve ekonomik performanslarını bütüncül bir yaklaşımla birbirine entegre eden güçlü bir yöntemdir (Kokubu ve Tachikawa, 2013). 1990'lı yılların sonunda Almanya'da geliştirilen yöntem (APO, 2014) 2000'li yıllarla beraber Japon üretim işletmelerinde aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır (Büyükarıkan, 2021). 2011 yılında ise Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından ISO 14051 standardı ile MAMM küresel ölçekte tanınır hale gelmiştir (Kaya, 2021).

MAMM yöntemi, gider merkezi yerine miktar merkezi kavramını ön plana çıkararak, malzemelerin fiziksel miktarları ve maliyetleri açısından daha detaylı ve etkin bir şekilde izlenmesine olanak tanır. Ayrıca yöntemde malzemelerin yalnızca mamul hali değil, aynı zamanda üretim sürecinde ortaya çıkan malzeme kayıplarının maliyeti de detaylı bir şekilde hesaplanır (Kılıç ve Akdoğan, 2023; Yereli ve Yalkın, 2009). MAMM'nin bu yeteneği, işletmeler ve yöneticiler için, malzeme maliyetlerini

düşürerek finansal fayda sağlamak ve malzeme verimliliğini arttırarak çevresel olumsuz etkileri azaltma motivasyonu da sağlamaktadır (Kokubu ve Kitada, 2015).

MAMM yönteminin uygulanması, işletmelere çevresel maliyetlerini daha doğru yönetme, mamul ve atık maliyetlerini ise artan sürdürülebilirlik farkındalığıyla daha etkin bir şekilde takip etme ve hesaplama imkânı sunacaktır (Kılıç ve Akdoğan, 2023). Çalışmanın amacı MAMM yönteminin bir çelik kapı imalat işletmesinin maliyet sistemine entegrasyonunu ve bu yöntemle elde edilen verilerin çevresel ve ekonomik etkilerini değerlendirmektir. Bu kapsamda, işletmenin mevcut maliyetleri malzeme, enerji, sistem ve atık maliyetleri olarak sınıflandırılmış; üretilen mamuller ve üretim sırasında oluşan üretim kayıpları (negatif ürünler) hesaplanarak kaynak ve enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir.

İlk uygulamaları Almanya ve Japonya'da görülen yöntem, özellikle 2011 yılında ISO 14051 standardının kabul edilmesiyle uygulama alanı genişlemiş olmasına rağmen istenilen seviyeye tam anlamıyla ulaşamamıştır. Bu çalışmayla literatürde sınırlı sayıda uygulama bulunan yöntem katkısı sağlamak amaçlanmıştır.

Çalışmada kullanılan veriler, işletmenin yönetim, muhasebe ve üretim birimleri ile yapılan görüşmeler ile saha ziyaretleri sonucunda elde edilmiştir. Çalışma dört bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde MAMM yöntemine ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümde MAMM detaylı bir şekilde ele alınarak açıklanmıştır. Üçüncü bölümde yöntemin uygulanması ele alınırken, dördüncü ve son bölümde ise uygulamaya ilişkin bulgular değerlendirilmiştir.

1. Literatüre Bakış

Yapılan literatür incelemesi, başlangıcı 1980'li yıllara dayanan çalışmaların son yıllarda giderek arttığını ortaya koymaktadır. MAMM ile ilgili literatürde yer alan öncü çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Yereli ve Yakın (2009), çalışmalarında MAMM yöntemini teorik bir çerçevede ele alarak yöntemin bilinirliğini artırmayı hedeflemiş ve bunu örnek olaylarla somutlaştırarak açıklamışlardır.

Ichimura ve Takakuwa (2013), Japonya’da bir otomobil parça üreticisinde MAMM yöntemini uygulayarak kaynak verimliliğini artırmayı hedeflemiş ve yöntemin, üretim maliyetleri, ürün geliştirme ve planlama süreçlerinde önemli avantajlar sağladığını belirtmişlerdir.

Bierer, Götze ve Sygulla (2015), çalışmalarında, Yaşam Döngüsü Maliyetleme (LCC) ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yöntemlerinin entegrasyonunun gerekliliğine dikkat çekmişlerdir. Ancak bu iki yöntemin entegrasyonunda tutarsızlıklar olduğunu ve bu tutarsızlıkların ortadan kaldırılmasında MAMM’nin, her iki yöntemi bağlamak için kullanılabilecek bir araç olduğunu vurgulamışlardır.

Schmidt (2015) çalışmasında, işletmelerin MAMM yöntemi sayesinde çevresel ve ekonomik performanslarını iyileştirebileceğini vurgulamıştır. Malzeme akışı ölçümlerinin hem maliyet tasarrufu sağlamada hem de çevresel etkileri azaltmada etkili olduğunu belirtmiştir.

Schmidt, Götze ve Sygulla (2015), MAMM yönteminin malzeme ve enerji akışlarını ve maliyetlerini şeffaflaştırma konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır. Ancak alüminyum sektörüne yaptıkları uygulama örneğinde MAMM’nin malzeme odaklı, girdi temelli ve kısa vadeli entegrasyonuna odaklandığından MAMM’nin bazı kısıtlarının ortaya çıkmakta olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Christ ve Burritt (2015), MAMM’nin mevcut durumu ve gelişimini ele alarak yöntemin teorik temelleri, uygulama kapsamı ve diğer muhasebe araçlarıyla entegrasyonu üzerine araştırma önerilerinde bulunmuşlardır.

Schaltegger ve Zvezdov (2015), MAMM yönteminin uygulamalarına ilişkin literatürü ele almışlardır. Bu yöntemin işletmelerde uygulanmasının, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirliğin ilerlemesine önemli ölçüde katkı sağlayabileceğini vurgulamışlardır.

Wagner (2015), MAMM'nin 1990'lardan günümüze kadar olan tarihsel gelişimini incelemiş ve yöntemin anlaşılabilirliğini artırmak amacıyla örnek olaylar kullanmıştır.

Özçelik (2017), Türkiye'de MAMM'nin tanınmasını amaçlayarak yöntemi incelemiş ve maliyet muhasebesi süreçlerini çevresel bir bakış açısıyla görselleştirerek verimsizlikleri ve gizli maliyetleri ortaya çıkardığını belirtmiştir.

Yagi ve Kokubu (2018), Tayland'da faaliyette bulunan 596 işletmenin malzeme akışını yönetme düzeylerini inceleyerek, MAMM'nin uygulanması için potansiyel adımları ortaya koyarak, işletmelerin özellikle tehlikeli atık yönetimi üzerine odaklanmaları gerekliliğini vurgulamışlardır.

Tran ve Herzig (2020), MAMM uygulamalarının çevresel verimliliği artırma ve stratejik karar alma süreçlerine katkı sağladığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca MAMM'nin farklı sektörler ve küçük ölçekli işletmelerde uygulanmasının daha fazla araştırılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Kılı ve Gülmez (2020), Adana'daki küçük ölçekli bir tekstil fabrikasında erkek gömleği üretim sürecini MAMM yöntemiyle analiz etmişlerdir. Kesim ve dikim süreçlerindeki negatif ürün maliyetlerinin yüksek olduğu belirleyerek çözüm önerileri sunmuşlardır.

Büyükarıkan (2021), Konya'da bir tarım makineleri işletmesinde MAMM'nin uygulanabilirliğini incelenmiş ve yöntemin malzeme ile enerji kaynaklarındaki iyileştirmeleri görselleştirerek kurumsal şeffaflığa katkı sağladığını belirlemiştir.

Ayrıca üretim sürecindeki malzeme kayıpları ve maliyet dağılımlarını tespit edilerek iyileştirme alanları önermiştir.

Kızıyalçın (2021), MAMM yönteminin temel esaslarını teorik olarak açıklamış ve farklı sektörlerdeki uygulama örneklerini incelenmiştir. Google Scholar aracılığıyla 2012 sonrası dönemde yayımlanmış ve işletmelerde gerçek örnekler içeren 50 çalışmayı değerlendirmeye alınmıştır.

Walz ve Guenther (2021), MAMM'nin uygulandığı 73 vaka çalışmasını analiz ederek yöntemin çoğunlukla olumlu sonuçlar sağladığını ortaya koymuşlardır.

Albez (2022), ISO 14051 standardı çerçevesinde MAMM ile geleneksel maliyet muhasebesi yöntemlerini karşılaştırarak MAMM'nin uygulama adımlarını ele almıştır.

Yapılan literatür taramasında, MAMM yönteminin uygulanmasına dair Türkçe literatürde bazı çalışmalar bulunsa da imalat sektörüne yönelik çok az araştırmaya rastlanmamıştır. Sektöre ilişkin yapılan incelemeler, genellikle geleneksel maliyet muhasebe sistemlerinin kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, çalışmanın özgünlüğünü ve literatüre katkısını vurgulamaktadır.

2. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi

MAMM, hem çevresel hem de ekonomik performansı artırmak amacıyla fiziksel akışları ve parasal birimleri analiz eden etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Wagner, 2015). Yöntem 1990'ların başında, Güney Almanya'daki Kunert şirketinde bir çevre yönetimi projesi kapsamında ortaya çıkmıştır (Tran ve Herzig, 2020). 2011 yılında, Japonya'nın girişimiyle yöntem, Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından ISO 14051 standardı olarak yayımlanmıştır (APO, 2014). MAMM, ISO 14051 tarafından "*Süreçlerdeki veya üretim hatlarındaki malzeme akışlarını ve stoklarını hem fiziksel hem de parasal birimler cinsinden ölçmeye yarayan bir araç*" olarak tanımlanmıştır (Kokubu ve Kitada, 2015). Yöntemin temel amacı, geleneksel maliyet

muhasebesi yöntemlerinin genellikle göz ardı ettiği atık maliyetlerini ortaya çıkarmak ve üretim maliyetlerinin daha ayrıntılı bir şekilde hesaplanmasını sağlamaktır (Nakajima, 2004). Bunu sağlamak için MAMM yöntemi işletmede oluşan maliyetleri dört ana bölüm altında sınıflandırarak daha ayrıntılı bir analiz sunmaktadır. Bu bölümler ise aşağıdaki gibidir;

- **Malzeme Maliyeti:** Belirli bir miktar merkezine giren ve çıkan tüm mazemenin maliyetini ifade eder (Schmidt vd., 2015). Bu maliyet, malzemenin fiziksel miktarı ile birim fiyatlarının çarpılması ve sonuçların toplanması yoluyla hesaplanır (Sygulla vd. 2011).
- **Enerji Maliyeti:** Elektrik, yakıt, buhar ve basınçlı hava gibi enerji kaynaklarının miktar merkezlerinde tüketilmesiyle ortaya çıkan maliyetlerdir (Kokubu ve Tachikawa, 2013).
- **Sistem Maliyetleri:** Üretim sürecinde ortaya çıkan ve malzeme, enerji ve atık yönetim maliyetleri dışında kalan tüm harcamalar olarak tanımlanabilir. Bu tür maliyetler, işçilik, bakım, amortisman ve taşıma gibi çeşitli kalemleri içermektedir (Sygulla vd. 2011; Can ve Aliusta, 2020).
- **Atık Yönetim Maliyeti:** İşletmedeki malzeme kayıplarının yönetimi sırasında oluşan tüm maliyetleri ifade eder (Büyükarıkan, 2021). Bu tür maliyetler, atıkların bertaraf maliyetleri, atık su ve atık kontrol giderleri ve nakliye gibi kalemleri içermektedir (Kılıç ve Akdoğan, 2023).

MAMM'nin maliyetleri sınıflandırma şekli, üretim süreçlerinde ortaya çıkan tüm unsurların daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, MAMM mamul çıktılarını pozitif ve negatif ürün olarak iki kategoriye ayırmaktadır (Sulong vd. 2015). Pozitif ürünler, üretim süreci sonunda elde edilen ve satışa sunulabilen nihai ürünlerdir. Negatif ürünler ise üretim sırasında ortaya çıkan, kullanılmış veya işlevini kaybetmiş malzemeler, buharlaşan maddeler ve ticari değeri olmayan atıklardan oluşur (Yareli ve Yakın, 2009).

Negatif ürünler, geleneksel maliyet muhasebesinde genellikle miktar olarak belirlenmekte ve bu maliyetler, toplam üretim maliyetine dâhil edilmektedir (APO, 2014). MAMM yöntemi ile negatif ürünlerin belirlenmesi, atık maliyetlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak üretim süreçlerinin iyileştirilmesi yoluyla atıkların azaltılmasına katkıda bulunur. Bu nedenle, MAMM yöntemi işletmelere, daha az atık ve hammadde girdisiyle birlikte daha düşük maliyet ve çevresel etki avantajı sunmaktadır (Khan ve Rasid, 2016).

MAMM'nin sunduğu ayrıntılı maliyet sınıflandırması, üretim süreçlerinde daha şeffaf bir yönetim yaklaşımını mümkün kılmaktadır. Bu şeffaflık, işletmelerde aşağıdaki eylemleri teşvik etme potansiyeline sahiptir (Kokubu ve Nakajima, 2004; Kılılı ve Gülmez, 2020);

1. Daha az malzeme kullanarak ürün tasarımını iyileştirmek,
2. Ürün ambalajlarını daha verimli hale getirerek malzeme tüketimini azaltmak,
3. Iskarta ve hurda oranlarını düşürerek, atıklar (emisyon, atık ve atık su) üzerindeki çevresel etkileri minimize etmek.

MAMM yöntemi, geleneksel maliyet muhasebesine göre farklı bir yaklaşım sergileyerek atıkları da ürün gibi ele almakta ve atık maliyetlerini hesaplamaktadır. Klasik maliyet muhasebesinde ise atıklarla alakalı anormal bir durum söz konusu olmadığı sürece üretilen mamulün maliyetine dahil edilmektedir (Büyükarıkan, 2021). Bu farklılık dikkate alındığında MAMM yönteminin işletmelere sağlayacağı faydalar aşağıdaki gibidir (Jasch, 2009; Christ ve Burritt, 2015);

1. Malzeme ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik fırsatlar sunar,
2. MAMM sistemi, üretim süreçlerine dair daha doğru ve güvenilir veriler sağlar,
3. Atık miktarları ve maliyet bilgileri sayesinde çevresel zararlar en aza indirgenebilir,
4. Ürün maliyetlerinin daha doğru hesaplanmasını sağlar,
5. Çevresel yasal düzenlemelere uyum sağlamak kolaylaştırır,

6. Malzeme akış sistemi, işletme yapısının güçlenmesini ve daha verimli bir işleyişi destekler,
7. Kaynak kullanımıyla ilgili departmanlar arası iletişimi güçlendirir,
8. Yeni teknolojilerin entegrasyonuna olanak tanır, bu da işletme için sürdürülebilir gelişim imkanı sunar.

MAMM'nin bir işletmede uygulanabilmesi için mevcut üretim sürecine entegrasyonu ve stratejik olarak etkili sonuçlar sağlayabilmesi için uygun koşulların oluşturulması gerekmektedir (Kızılyalçın, 2021). Bu bağlamda MAMM'nin kurumsal sisteme entegrasyonu için Yağı ve Kokubu (2018) aşağıdaki beş aşamalı modeli önermişlerdir:

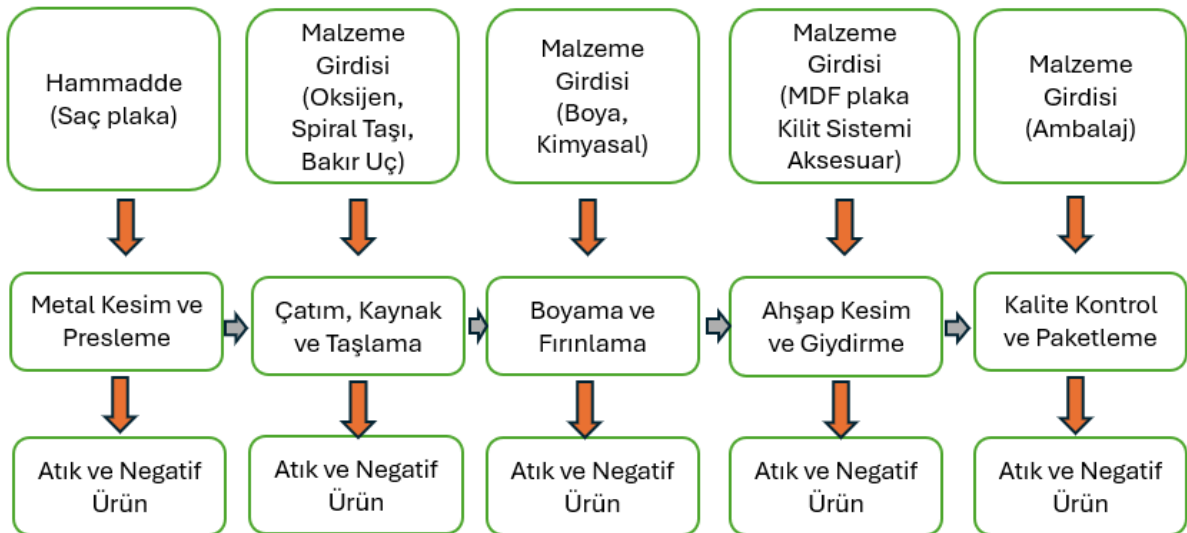
1. Etkinleştirme aşaması, MAMM yönteminin işletmede uygulanabilirliğinin değerlendirildiği bir süreçtir. Bu aşamada, maliyet türleri belirlenir ve detaylı bir şekilde analiz edilir. Yapılan incelemeler ve değerlendirmeler sonucunda, yöntemin işletmede uygulanıp uygulanamayacağına karar verilir.
2. Entegrasyon aşamasında, MAMM yöntemi, mevcut bilgi sistemleri ve geleneksel maliyet muhasebe sistemleriyle uyumlu hale getirilir. Bu süreçte, performansı değerlendirmek için göstergeler oluşturulur ve potansiyel operasyonel sorunlar incelenir.
3. İletişim aşamasında, MAMM yönteminin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için işletme içindeki bölümler arası ve dışarıya yönelik iletişim kanallarının kurulması gereklidir.
4. Akış düşünme aşamasında, MAMM yöntemi ile mevcut maliyet yöntemi arasında bütünleşmeyi sağlayıcı bir akış yönetim stratejisi belirlenir.
5. Öğrenme aşamasında, işletmenin öğrenen bir organizasyon olarak şekillendirilmesi hedeflenir. Bu süreç, uygulamaların etkilerinin ve sonuçlarının analiz edilmesi, sürekli bilgi akışının sağlanarak edinilen tecrübelerin öğretici bir şekilde paylaşılmasını amaçlar.

3. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin Bir İmalat İşletmesinde Uygulanması

Bu çalışmanın amacı, bir işletmenin çevresel ve ekonomik performansını eş zamanlı olarak artırma potansiyelini araştırmaktır. Bu doğrultuda, MAMM yöntemi işletmenin maliyet sistemine entegre edilerek, mamul haline gelen pozitif ürünler ile dönüşmeyen negatif ürünler hem fiziksel hem de parasal boyutlarıyla ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Uygulamanın gerçekleştirileceği işletme, çelik kapı üretimi yapmakta olup, Hatay ilinde 5.000 m²'lik kapalı bir alanda toplam 47 çalışan ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan veriler, işletmenin üretim süreçlerinin takibi ile yönetim, muhasebe ve üretim birimleriyle gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda elde edilmiştir.

İşletmede Lüks Kabartma PVC siparişlerinin yoğunluğu nedeniyle hedef ürün olarak belirlenmiştir. Temmuz ayında 1.170 adet Lüks Kabartma PVC siparişi alınmıştır. Söz konusu ürünün, sipariş aşamasından müşteriye teslimine kadar olan üretim süreci ve bu aşamalara ilişkin malzeme akışları Şekil 1'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1: İşletmenin Üretim ve Malzeme Akış Şeması

Şekil 1’de gösterilen süreç, metal kesim ve presleme faaliyetiyle başlamaktadır. Bu aşamada, çelik saclara istenilen şekli kazandırmak için öncelikle CNC makineleriyle çizim yapılır, ardından kesme ve presleme işlemleri gerçekleştirilir. Çatım, kaynak ve taşlama faaliyet biriminde, bir önceki aşamadan bükülmüş olarak gelen plakalar kalıplara yerleştirilerek iskelet yapıları oluşturulur ve kaynak işlemi uygulanır. Kaynak sonrası, birleşim noktalarında oluşan tortu ve tabakalar spiral taşlarla temizlenir. Boyama ve fırınlama aşamasında, taşlama işlemi tamamlanan kasalar boyama alanına alınmadan önce, boyanın sac yüzeyine tutunabilmesi için kimyasallarla yıkanır. Ardından, boyama işlemi yapılır ve kasalar 210°C’de fırınlanarak işlem tamamlanır. Ahşap kesim ve giydirme aşamasında, MDF plakalar modele uygun şekilde kesilip motiflenir ve ardından fırınlanarak hazır hale gelen kasalara giydirilir. Aynı zamanda, kilit ve aksesuarlar da bu aşamada kapılara takılır. Son olarak, kalite kontrolü yapılan kapılar, kartonlarla ambalajlanarak sevkiyat için hazır hale getirilir.

MAMM yönteminin uygulanacağı işletmenin üretim sürecinde kullanılan makineler ve işçi sayıları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Üretim Sürecinde Kullanılan Makineler ve İşçi Sayıları

İşlem	Makineler	Makine Sayısı	İşçi Sayısı
Metal Kesme ve Presleme	CNC Abkant Makinesi	3 adet	6 işçi
Çatım, Kaynak ve Taşlama	Gaz altı Kaynak Makinesi	5 adet	9 işçi
Boyama ve Fırınlama	Boyama ve Fırın Tezgâhı	1 adet	3 işçi
Ahşap Kesim ve Giydirme	MDF Plaka kesme Makinesi	1 adet	7 işçi
Kalite kontrol ve Paketleme	-	-	1 işçi

Çelik kapı üretiminde sac plaka, boya, ahşap MDF, kilit sistemi ve aksesuar malzemeleri, paketleme içinde karton ambalajlar kullanılmaktadır. İşletmenin 1.570 adet kapı üretiminde kullandığı malzemelerin miktarları Tablo 2’de detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 2: Lüks Kabartma PVC ürününde kullanılan malzemeler

Malzeme	Miktar
Saç Plaka	70.650 kg
Profil	6.280 m
Boya	2.355 kg
MDF Plaka	2.340 adet
Kilit Sistemi	1.570 adet
Aksesuar	1.570 adet
Karton Ambalaj	1.570 adet

Bu veriler ışığında uygulama süreci, öncelikle işletmede kullanılan maliyetlerin detaylı bir şekilde sınıflandırılmasıyla başlamaktadır. Bu sınıflandırma, faaliyetlerin daha etkin bir şekilde yönetilebilmesi ve kaynak kullanımının optimize edilmesi için kritik bir adım olarak değerlendirilir. Bu kapsamda, maliyetler öncelikli olarak malzeme, enerji, sistem ve atık olmak üzere aşağıdaki gibi dört kategoriye ayrılmıştır

3.1. Malzeme Maliyetleri

Üretilen Lüks Kabartma PVC ürününde kullanılan hammaddelerin giriş ve çıkış ağırlıkları belirlenmiş; bu doğrultuda fiziksel veriler ile parasal bilgiler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Malzeme Maliyetlerinin Sınıflandırılması

Malzeme Türü	Girdi			Pozitif ürün (Çıktı)			Negatif Ürün (Kayıp)		
	kg/ m/ adet	%	(TL/adet)	kg/ m/ adet	%	(TL/adet)	kg/ m/ adet	%	(TL/adet)
Çelik Plaka	70.650 kg	%100	2.441.664 TL	62.172 kg	%88	2.148.664,32 TL	8.478 kg	%12	292.999,68 TL
Profil	6.280 m	%100	392.500 TL	6.091,6 m	%97	380.725 TL	188,4 m	%3	11.775 TL
Boya	2.355 kg	%100	324.142,20 TL	2.119,5	%90	291.727,98 TL	235,5kg	10%	32.414,22 TL
Kilit Sistemi	1570 adet	%100	1.413.000 TL	1570 adet	%100	1.413.000 TL	-	-	-
Aksesuar	1570 adet	%100	580.272 TL	1554,3 adet	%99	574.469,28 TL	15,7 adet	%1	5.802,72 TL
Ambalaj Malzeme	1570 adet	%100	141.300 TL	-	-	-	1570 adet	%100	141.300 TL

Tablo 3'te, Lüks Kabartma PVC üretim süreçlerinde kullanılan malzemeler; girdi, pozitif ürün ve negatif ürünler olarak sınıflandırılmış ve hem fiziksel hem de parasal değerler açısından değerlendirilmiştir. Metal kesme ve presleme aşamasında, 70.650 kg çelik plakanın %88'i (62.172 kg) pozitif ürün olarak değerlendirilirken, %12'si (8.478 kg) negatif ürün olarak hesaplanmış ve bu kayıpların parasal karşılığı 292.999,68 TL olarak belirlenmiştir. Çatım, kaynak ve taşlama aşamasında, kullanılan 6.280 metre profilin %97'si (6.091,6 metre) pozitif ürüne dönüştürülmüş, %3'ü (188,4 metre) ise negatif ürün olarak değerlendirilmiştir. Boyama ve fırınlama süreçlerinde ise, 2.355 kilogram boyanın %90'ı (2.119,5 kilogram) pozitif ürün olarak kullanılırken, %10'u (235,5 kilogram) ise 32.414,22 TL tutarında negatif ürün oluşturmuştur. Ahşap kesim ve giydirme aşamasında, kullanılan 2.340 adet MDF plakanın %92'si (2.152,8 adet) yine pozitif ürün olarak değerlendirilirken, %8'i (187,2 adet) ise 125.600 TL değerinde negatif ürün olarak kaydedilmiştir. Aynı süreçte kullanılan 1.570 adet kilit sistemi tamamıyla (100%) pozitif ürün olarak mamule dahil edilirken, aksesuarların %99'u (1.554,3 adet) pozitif ürüne dönüştürülmüş; %1'lik kısmı (15,7 adet) ise 5.802,72 TL tutarında negatif ürün olarak kaydedilmiştir. Son olarak, paketleme aşamasında kullanılan 1.570 adet ambalaj malzemesinin tamamı mamulün bünyesine girmediği için negatif ürün olarak kaydedilmiştir.

3.2. Enerji Maliyetleri

Üretilen Lüks Kabartma PVC ürününde kullanılan enerji kalemleri, fiziksel veriler ve parasal bilgiler Tablo 4'te bir araya getirilerek sunulmuştur.

Tablo 4: Enerji Maliyetlerinin Sınıflandırılması

Enerji Türü	Girdi			Pozitif Ürün (Çıktı)			Negatif Ürün (Kayıp)		
	kWh/m ³	%	TL	kWh/m ³	%	TL	kWh/m ³	%	TL
Elektrik	3.823 kWh	%100	18.082,79	3.440,7 kWh	%90	16.274,51	382,30 kWh	%10	1.808,28
Doğalgaz	2.324,3 m ³	%100	28.217,00	2.184,84 m ³	%94	26.523,98	139,46 m ³	%6	1.693,02

Tablo 4 incelendiğinde işletmenin üretim sürecinde kullanılan tezgahlarda toplam 3.823 kWh elektrik tüketilmiştir. Yapılan hesaplamalar, bu tüketimin yaklaşık %10'unun üretim yapılmayan durumlarda gerçekleştiğini göstermiştir. Üretim döneminde kWh başına birim maliyetin 4,73 TL olduğu belirlenmiştir. Buna göre, 1.570 adet mamulün üretiminde kullanılan elektrik enerjisi maliyeti 18.082,79 TL ($3.823 \text{ kWh} \times 4,73 \text{ TL}$) olarak hesaplanmıştır. Bu maliyetin 16.274,51 TL'lik kısmı ($18.082,79 \text{ TL} \times \%90$) mamul üretiminde kullanılırken, 1.808,28 TL'lik kısmı ($18.082,79 \text{ TL} \times \%10$) üretim sürecinde oluşan negatif ürünler (kayıp) olarak hesaplanmıştır.

Boyama ve fırınlama aşamasında, mamullerin fırınlanması için kullanılan fırında doğal gaz tüketimi önemli bir maliyet kalemidir. 1.570 adet mamulün üretiminde toplam 2.324,3 m³ doğal gaz kullanılmıştır. Fırının ısısının 210°C'ye ulaşması için, her fırınlama öncesinde 15 dakika boyunca boş çalıştığı belirlenmiştir. Sipariş üretim sürecinin 32 gün sürdüğü ve fırının sabah ve öğle arasında olmak üzere günde iki kez 15'er dakika boş çalıştığı tespit edilmiştir. Bu hesaplamalar sonucunda, fırının toplam boş çalışma oranı yaklaşık %6 olarak hesaplanmıştır. Üretim dönemi boyunca m³ başına doğal gaz birim maliyetinin 12,14 TL olduğu belirlenmiştir. Buna göre, toplam doğal gaz maliyeti 28.217,00 TL olarak hesaplanmıştır ($2.324,3 \text{ m}^3 \times 12,14 \text{ TL/m}^3$). Bu maliyetin 26.523,98 TL'lik kısmı ($28.217,00 \text{ TL} \times \%94$), mamul üretiminde kullanılırken, 1.693,02 TL'lik kısmı ($28.217,00 \text{ TL} \times \%6$), fırının boş çalışması nedeniyle oluşan kayıpları temsil etmektedir.

3.3. Sistem Maliyetleri

Üretilen Lüks Kabartma PVC ürününde kullanılan makinelerin ve fabrikanın amortismanı, işçilik giderleri, madeni yağ ve hesaplaması rasyonel olmayan diğer gider (nozul uç, taşlama teli, sigorta gideri, iş güvenli uzman giderleri, temizlik çözeltileri vb.) kalemlerin, fiziksel ve parasal verileri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Sistem Maliyetlerinin Sınıflandırılması

Malzeme Türü	Girdi		Pozitif Ürün (Çıktı)		Negatif Ürün (Kayıp)	
	%	TL	%	TL	%	TL
İşçi Giderleri	%100	1.092.000 TL	%97	1.059.240 TL	3%	32.760 TL
Makine Amortisman		44.444 TL		43.110,68 TL		1.333,32 TL
Kaynak Gazı		28.242 TL		27.394,74 TL		847,26 TL
Hidrolik Yağlar		4.416 TL		4.283,52 TL		132,48 TL
Fabrika Bina Amortismanı		83.333 TL		80.833 TL		2.500 TL
Bakım Onarım		9.600 TL		9.312 TL		288 TL
Diğer		6.500 TL		6.305 TL		195 TL

Yapılan inceleme sonucunda, işletmenin sistem maliyetleri işçi giderleri, makine amortismanı, kaynak gazı, hidrolik yağlar, fabrika bina amortismanı ve bakım onarım kalemleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca, tutar olarak hesaplanması rasyonel olmayan sistem giderleri, 'diğer' başlığı altında toplanmıştır. Sistem maliyet kayıplarının hesaplanması güç olduğundan, her bir kalem için %3 oranında kayıp varsayımı yapılmıştır. Bu bağlamda, işletmedeki toplam işçi giderleri 1.092.000 TL olup, bunun %97'si (1.059.240 TL) pozitif ürün olarak, %3'ü (32.760 TL) ise negatif ürün olarak sınıflandırılmıştır. Makine amortismanı için toplam gider 44.444 TL'dir; bu tutarın %97'si (43.110,68 TL) pozitif ürün, %3'ü (1.333,32 TL) ise negatif üründür. Kaynak gazı giderleri toplamda 28.242 TL olup, bunun %97'si (27.394,74 TL) pozitif ürün, %3'ü (847,26 TL) negatif ürün olarak kaydedilmiştir. Hidrolik yağların toplam maliyeti 4.416 TL'dir; bu tutarın %97'si (4.283,52 TL) pozitif ürün, %3'ü (132,48 TL) ise negatif üründür. Fabrika bina amortismanı toplamı 83.333 TL olup, bu değer %97'si (80.833 TL) pozitif ürün, %3'ü (2.500 TL) negatif ürün olarak ayrılmıştır. Bakım onarım giderleri toplamda 9.600 TL olup, bunun %97'si (9.312 TL) pozitif ürün, %3'ü (288 TL) negatif ürün olarak hesaplanmıştır. Diğer giderler toplamda 6.500 TL olarak hesaplanmış, giderlerin %97'si (6.305 TL) pozitif ürün, %3'ü (195 TL) ise negatif ürün olarak kaydedilmiştir.

3.4. Atık Maliyetler

Çalışmayı yürüttüğümüz işletmede atık maliyetleri yalnızca atık suyla sınırlı kalmaktadır, bu nedenle atık maliyetleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

4. MAMM Yöntem Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Yorumlanması

MAMM yönteminin uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi ve yorumlanması kapsamında, Lüks Kabartma PVC üretim sürecinde malzeme, enerji, sistem ve atık maliyetleri ayrıntılı bir şekilde hesaplanmış ve bu maliyetler Tablo 6'da gösterildiği gibi düzenlenmiştir.

Tablo 6: MAMM Yöntemine Göre Maliyetlerin Yapılandırılması ve Sınıflandırılması

	Malzeme Maliyeti	Enerji Maliyeti	Sistem Maliyeti	Atık maliyeti	Toplam
Pozitif Ürün (Çıktı)	6.252.986,58 TL	42.798,49 TL	1.230.478,94 TL	-	7.526.264,01 TL
	%76,46	%0,53	%15,05	-	%92,04
Negatif Ürün (Kayıp)	591.594,87 TL	3.501,30 TL	38.056,06 TL	-	633.152,23 TL
	%7,23	%0,04	%0,47	-	%7,74
Geri Dönüştürülen	18.296,75 TL	-	-	-	18.296,75 TL
	%0,22			-	%0,22
Ara Toplam	6.862.878,20 TL	46.299,79	1.268.535 TL	-	8.177.712,99 TL
	%83,91	%0,55	%15,52	-	%100

Kaynak: Kılıç ve Akdoğan (2023)'ten esinlenerek yapılmıştır.

Tablo 6 incelendiğinde, Lüks Kabartma PVC ürününün toplam maliyetinin 8.177.712,99 TL olarak hesaplandığı görülmektedir. Pozitif ürün maliyetleri 7.526.264,01 TL ile toplam maliyetlerin %92,04'ünü oluşturmaktadır. Bu tutarın %76,46'sı (6.252.986,58 TL) malzeme maliyetlerinden, %15,05'i (1.230.478,94 TL) sistem maliyetlerinden ve %0,53'ü (42.798,49 TL) enerji maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Negatif ürün (malzeme kaybı) maliyetleri ise toplam maliyetlerin %7,74'ünü (633.152,23 TL) oluşturmakta olup, bu kayıpların %7,23'ü (591.594,87 TL) malzeme

maliyetlerinden, %0,47'si (38.056,06 TL) sistem maliyetlerinden ve %0,04'ü (3.501,30 TL) enerji maliyetlerinden oluşmaktadır. İşletme, kesim esnasında atık olarak ortaya çıkan saç plakalarını başka bir işletmeye satarak bu kayıpları değerlendirmektedir. Geri dönüşümden elde edilen ekonomik katkı ise yalnızca 18.296,75 TL (%0,22) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca atık maliyetlerinin çok düşük seviyede olması ve bu nedenle hesaplamaların rasyonel olmaması nedeniyle çalışmaya dahil edilmemiştir.

SONUÇ

Son yıllarda çevresel kaygıların artışı ve sürdürülebilirlik anlayışının yaygınlaşması, işletmelerin çevre yönetimine daha fazla önem vermesine neden olmuştur. ÇYM, işletmelerin faaliyetleri sonucu oluşan çevresel etkileri değerlendiren ve karar alma süreçlerini iyileştiren çevre odaklı bir muhasebe yaklaşımıdır. Doğal kaynakların kıtlığı ve iklim değişikliği gibi sorunların artışıyla önemi giderek artan ÇYM'nin önemli bir unsuru olan MAMM, özellikle ISO 14051 standardının kabulüyle birlikte daha geniş uygulama alanı bulmuş, ancak halen istenilen seviyeye ulaşamamıştır.

Bu çalışma kapsamında, MAMM yönteminin uygulanması sonucunda elde edilen bulgular, malzeme akış maliyetlerinin dağılımına göre, toplam malzeme kayıpları 591.594,87 TL ile işletmenin toplam üretim maliyetlerinin %7,23'ünü oluşturmaktadır. Buna ek olarak, kayıpların 3.501,30 TL'si enerji maliyeti (%0,04) ve 38.056,06 TL'si sistem maliyeti (%0,47) olarak hesaplanmıştır. Geri dönüştürülen malzeme miktarı ise 18.296,75 TL ile toplam kayıpların sadece %0,22'sini oluşturmaktadır.

MAMM yöntemi, görüldüğü üzere geleneksel sistemlerden farklı olarak yalnızca satılabilir ürünlerin maliyetini değil, üretim esnasında oluşan negatif ürünlerin (kayıp) maliyetini de hesaplamaktadır. Bu yaklaşım, negatif ürünleri (kayıp) de ürün gibi maliyetlendirme yoluyla yönetim karar süreçlerine daha kapsamlı bir

veri sağlamaktadır. Literatürde, negatif ürünlerin hesaplandığı çalışmalara örnek olarak; Syarif ve Notiva (2018), Dekamin ve Barmaki (2019), Huang vd. (2019), Karimi vd. (2019), Kılı ve Gülmez (2020), Büyükarıkan (2021), Kılıç ve Akdoğan (2023) gösterilebilir.

Sonuç olarak, MAMM yönteminin işletmeler tarafından benimsenmesi ve uygulanması hem ekonomik hem de çevresel açıdan işletmelere önemli avantajlar sunarak sürdürülebilir kalkınmaya anlamlı katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır ve elde edilen sonuçların yorumlanmasında bu durumların dikkate alınması gerekmektedir; uygulama aşamasında, sistem maliyetlerinin hesaplanmasında toplam sistem maliyetinin %3'ü negatif ürün olarak varsayılmış, ayrıca atık maliyetleri göz ardı edilmiştir; gelecek çalışmalarda, bu maliyetlerin de hesaplanması ve yöntemin farklı sektörlerde uygulanması daha doğru ve kapsamlı sonuçların elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Albez, A. (2022). Malzeme akış maliyet muhasebesi uygulama adımları, hedef ve ilkeler. *The International New Issues in Social Sciences* 10 (2), 221-246.
- APO. (2014). Manual on Material Flow Cost Accounting: ISO 14051. Asian Productivity Organization https://www.apo-tokyo.org/wp-content/uploads/2014/10/Manual_on_Material_Flow_Cost_Accounting_ISO14051-2014.pdf Erişim Tarihi: 04.09.202.
- Andriani, N., & Suhartini, D. (2020). Analysis of environmental management accounting reporting in creating sustainable development. *International Journal of Economics and Finance Studies*, 12(2), 240-256.
- Bierer, A., Götze, U., Meynerts, L., & Sygulla, R. (2015), Integrating life cycle costing and life cycle assessment using extended material flow cost accounting. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1289-1301.
- Büyükarıkan, U. (2021). Malzeme akış maliyet muhasebesinin tarım makineleri işletmesinde uygulanması. *Journal of Vocational and Social Sciences of Turkey*, 3(6), 19-5.
- Can A.V. & Aliusta H. (2020). Malzeme akış maliyet muhasebesi (Bir çevresel maliyetleme modeli). Ankara: Gazi Kitapevi.
- 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.
- Dekamin, M. & Barmaki, M. (2019). Implementation of material flow cost accounting (MFCA) in soybean production. *Journal of Cleaner Production*, 210, 459-465.

-
- Huang, S. Y., Chiu, A. A. & Chao, P. C. ve Wang, N. (2019). The application of material flow cost accounting in waste reduction. *Sustainability*, 11 (1270), 1-27.
- 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.
- 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: 16.11.2024.
- Jasch, C. (2009). *Environmental and Material Flow Cost Accounting*. Viyana: Springer
- Karimi A., Fatehifar E., Shokri R. & Mahmoodi E. (2019). Evaluating the products quality of the vacuum distillation unit by using MFCA method. *Journal of Oil, Gas and Petrochemical Technology*, 6(1), 15-27.
- Kaya, N. (2021). Malzeme akışı maliyet muhasebesi: Vaka değerlendirmeleri. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12 (23), 252-278.
- Khan, M. K. & Rasid, Z. A. (2016). "Material Flow Cost Accounting as a Useful Innovation". *International Journal of Innovation and Business Strategy (IJIBS)*, 6 (2), 1-9.
- Kılıç, G., & Akdoğan, N. (2023). Malzeme akış maliyet muhasebesi ve iş ve inşaat makineleri sektörü üzerine uygulama, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15 (3), 1944-1956.
- Kıllı, M. & Gülmez, C. (2020). Çevresel performansı iyileştirme ve maliyet tasarrufu sağlama aracı olarak malzeme akış maliyet muhasebesi: bir üretim işletmesinde

örnek uygulama”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10 (2), 71-90.

Kızılyalçın, D.A. (2021). Malzeme akış maliyet muhasebesi: literatürden uygulama örnekleri, *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*, 7 (28), 207-225.

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.

Kokubu K., & Kitada, H. (2015). Material flow cost accounting and existing management perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1279-1288.

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.

Nakajima M. (2004). On the differences between material flow cost accounting and traditional cost accounting- in reply to the questions misunderstandings on material flow cost accounting, *Kansai University Review of Business and Commerce*, 6, 1-20.

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.

Schmidt, M. & Nakajimai M. (2013). Material flow cost accounting as an approach to improve resource efficiency in manufacturing companies, *Resources*, 2, 358-369.

- Schmidt, M. (2015). The interpretation and extension of Material Flow Cost Accounting (MFCA) in the context of environmental material flow analysis. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1310-1319.
- 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.
- Schaltegger, S., & Zvezdov, D. (2015). Expanding material flow cost accounting. Framework, review and potentials, *Journal of Cleaner Production*, 108, 1333-1341.
- Sulong, F., Sulaiman, M., & Norhayati, M. A. (2015), Material flow cost accounting (MFCA) enablers and barriers: The case of a Malaysian small and medium-sized enterprise (SME)", *Journal of Cleaner Production* 108, 1365-1374.
- Syarif, A. M. & Novita, (2018). 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(02), 144-167.
- Sygulla, R., Bierer, A. ve Götze, U. (2011). Material flow cost accounting – proposals for improving the evaluation of monetary effects of resource saving process designs. In: *Proceedings of the 44th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 1-3 June 2011, Madison, Wisconsin, 1-16.
- Tran, N. H., Hoang, T. H., & Nguyen, T. T. H. (2020). Environmental management accounting perception and implementation in the automobile industry in Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(12), 941-949.

- Tran T. T., & Herzig C. (2020). Material flow cost accounting in developing countries: A systematic review. *Sustainability*,12(13), 5413.
- Wagner, B. (2015). A report on the origins of Material Flow Cost Accounting (MFCA) research activities. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1255-1261.
- Walz M., & Guenther E. (2021). What effects does material flow cost accounting have for companies? Evidence from a case studies analysis. *J Ind Ecol*, 25, 593–613.
- 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 Denetime Bakış* 27, 69-90.