

ÇEVRE YÖNETİM MUHASEBESİ UYGULAMALARI İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM: MALZEME AKIŞ MALİYET MUHASEBESİ

Yrd. Doç. Dr. Funda ÖZÇELİK
Uludağ Üniversitesi, İİBF, (fundacar@uludag.edu.tr)

ÖZET

Son yıllarda işletmeler sıkı devlet düzenlemeleri ve bilinçlenen tüketiciler karşısında daha az çevresel etkiyle yüksek verimlilik için artan bir baskıyla karşı karşıya kalmaya başlamıştır. Bu nedenle işletmelerin çevre ile ilgili unsurları firma karı ile ilişkilendiren, finansal performanslarının yanında çevresel performanslarını da artıran yönetim araçları kullanmaları bir gereklilik haline gelmiştir. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi, malzeme kullanımı ve üretim kayıplarını azaltarak malzeme ve enerjinin verimli kullanımını artırmayı ve çevreye olumsuz etkileri ve maliyetlerini azaltmayı amaçlayan, çevre yönetim muhasebesinin önemli araçlarından biridir. Bu çalışmada Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin tanıtılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi, ISO14051, Çevre Yönetim Muhasebesi, Üretim Kaybı.

A NEW APPROACH TO ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ACCOUNTING PRACTICES: MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING

ABSTRACT

In recent years, in response to stringent government regulations and conscious consumers, businesses are being placed under increasing pressure to achieve higher productivity with reduced environmental impacts. For this reason it is a requirement for businesses to use management tools that relate environmental facts to company profits and increase environmental performance in addition to financial performance. Material Flow Cost Accounting, one of the major tools of environmental management accounting, aims to reduce material use and production losses, increase efficient uses of material and energy, and reduce adverse environmental impacts and associated costs. The purpose of this paper is to introduce Material Flow Cost Accounting.

Keywords: Material Flow Cost Accounting, ISO 14051, Environmental Management Accounting, Production Loss.

1. Giriş

İşletmelerin ekonomik olarak varlıklarını devam ettirebilme ve büyüme hedefleri karşısında malzeme ve enerji kullanımları sürekli olarak artmaktadır. Bu da malzeme kıtlığını, iklim değişikliğini, çevresel sorunlardaki önlenemez artışı beraberinde getirmektedir. Bu nedenle günümüzde işletmeler artık sıkı devlet düzenlemeleri ve bilinçlenen tüketiciler karşısında daha az çevresel etkiyle yüksek verimlilik için artan bir baskıyla karşı karşıya kalmaya başlamıştır ve çevreye duyarlı yeşil bir işletme olmak önemli bir rekabet aracı haline gelmiştir. Çevresel ve ekonomik konuların etkili yönetimi küresel rekabet koşullarında işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri açısından çok önemli bir unsur haline geldiği için işletmeler artık faaliyetlerinin çevresel boyutunu görmezden gelemezler. Bu gelişmeler karşısında işletmeler de çevre ile ilgili unsurları firma karı ile ilişkilendiren yönetim arayışı içine girmişlerdir.

Çevre konusunda artan hassasiyet ve sürdürülebilir kalkınma kavramının öneminin anlaşılması, işletmeler için çevre yönetim muhasebesi yaklaşımının öneminin artmasına neden olmaktadır. Çevre yönetim muhasebesinin önemli araçlarında biri olarak tanıtılan Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi (MAMM), aynı anda hem işletmenin çevreye olan ters etkilerini azaltmayı hem de verimliliği iyileştirmeyi amaçlamaktadır. MAMM, malzeme kıtlığı, iklim değişikliği ve uyulması zorunlu olan çevre ile ilgili düzenlemeleri dikkate almak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilmek açısından işletmeler için bir fırsat olarak görülebilir (Nakajima, 2006:1; Tachikawa, 2014:1). MAMM kavramı, Güney Almanya da bir tekstil şirketi olan Kunert'te 1980'lerin sonu 1990'ların başında çevre yönetim projelerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmış, Japonya'da 2000'li yıllarda tanıtılmış ve bir proje kapsamında uygulanması ile yaygınlaşmış ve Uluslararası Standart Örgütünün MAMM üzerine ISO14051'i yayınlamasıyla daha tanınır hale gelmiştir. MAMM yöntemi, çevre yönetiminden geliştirilmiş, muhasebe ve yönetim sistemlerini birleştiren bir yönetim kontrol aracı olarak sınıflandırılabilir (Kokubu & Tachikawa, 2013: 352; Schmidt vd., 2015: 1321; Sygulla, Götze & Bierer, 2014: 106, 107; Wagner, 2015:1255).

MAMM, işletmelerin hem ekonomik hedeflerine ulaşmalarını hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından faydalar elde etmelerini sağlamaktadır (Nakajima, 2006:2). MAMM bir işletmede hem fiziksel hem de parasal olarak malzemenin akışını ve stokları izleyen ve miktarını belirleyen malzeme akış modeli geliştirerek malzeme kullanımını daha fazla şeffaflaştırmayı desteklemektedir. MAMM özellikle ürünlerle ilişkili maliyetleri ve malzeme kayıpları (atıklar) ile ilişkili maliyetleri eşit olarak karşılaştırmayı vurgulamaktadır. MAMM, malzeme denkliliğini esas alarak ürün maliyetlerini (pozitif ürün maliyetleri) ve kayıpların maliyetini (negatif ürün maliyetleri) ayrı ayrı hesaplamaktadır. Çoğu durumda bir işletme malzeme kayıplarının gerçek maliyetinin tam kapsamının farkında değildir. Çünkü malzeme kayıpları ve bunların maliyetleri ile ilgili bilgiyi geleneksel muhasebe ve çevre yönetim sistemlerinden çıkarmak çoğunlukla zordur. Ancak hem fiziksel hem de parasal olarak bu bilgi MAMM tarafından sağlandıktan sonra bu bilgi, malzeme kayıplarını azaltmak, malzeme ve enerjinin verimli kullanımını artırmak ve ters çevresel etkileri ve maliyetlerini azaltmada kullanılabilir (Chang vd., 2015:120; Kokubu & Tachikawa, 2013:352; Sulong vd., 2015:1366).

MAMM malzeme, işleme ve atık bertaraf maliyetini ve miktarını belirleyeceğinden, karar vericilerin üretim kayıplarının oluşumunun kaynağına ve üretim kayıplarını azaltmaya

çok daha bilinçli bir bakış açısı olacaktır. MAMM'ın işletmeler tarafından benimsenmesi çevresel performansın iyileştirilmesine, mevzuata uygunluk açısından çevresel sorumluluğun artırılmasına neden olur. Bu yaklaşım sayesinde karar vericiler arzulanan sosyal, çevresel ve karlılık hedeflerini başarabilirler (Fakoya, 2015:1021). Literatürümüzde çevre muhasebesi ile ilgili çeşitli çalışmalar olmakla birlikte MAMM ile ilgili yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Yereli ve Yakın (2009) çalışmalarında Malzeme Akış Maliyet Muhasebesini tanıtmışlar, MAMM'ın çevre yönetim muhasebesi ile ilişkisine yer vermişler ve Japon firmalarında çevresel yönetim muhasebesi uygulamalarıyla elde edilmiş çevresel maliyetlere ilişkin bilgileri sunmuşlardır. Bu makalede öncelikle işletmedeki verimsizliğin nedeni olarak görülen ve MAMM'ın geliştirilme amacı olan üretim kayıplarına yer verilmektedir. Bir sonraki bölümde üretim kayıplarının çevre üzerindeki etkileri sonucu ortaya çıkmış çevre yönetim muhasebesi ve faydaları anlatılmaktadır. Daha sonra ise MAMM'ın tanımı, özellikleri, maliyetlerin nasıl sınıflandırıldığı ve maliyetlerin hesaplanış şekli, faydası, uygulama adımları, diğer yönetim muhasebesi bilgilerinden farkı, kolaylaştırıcı unsurlar ve engeller anlatılmaktadır. Bu çalışma ile işletmelerin çevreye verdikleri zararı azaltan, malzeme ve enerji kullanımında savurganlıkları engelleyerek işletmelerin hem maliyet tasarrufları elde etmelerine hem de sosyal sorumlu bir işletme olmalarına yardım edecek olan MAMM'ın tanıtılması amaçlanmaktadır.

2. Üretim Kayıpları ve Sınıflandırılması

Üretim faaliyeti esnasında çeşitli nedenlerle fire, hurda, bozuk mamul vb. şekillerde üretim kayıpları ortaya çıkmaktadır. Üretim kaybı en genel anlamda, yatırımın karlı bir şekilde işletmeye geri dönüşümünün sağlanamaması ve bunun sonucunda maruz kalınan zarar olarak ifade edilebilir. Bir başka ifadeyle fiili üretim için gerekli olanın üzerinde harcanan fazla hammadde, işgücü ve makine süresi ve insan çabasıdır. (Karcioğlu, 1993:4; Gürdal, 2013:135).

Üretim işletmelerinde üretime verilen direkt hammadde ve malzeme ile yardımcı maddelerin tamamının üretilen mamulün bünyesinde yer alması istenmektedir. Her sanayi işletmesi için bir girdi-çıkıtı dengesi bulunmakta ve bu denge üretim aşamasında gerçekleşen kayıplar ile bozulabilmekte ve üretime giren birimler, üretimden çıkan birimlere eşit olmamaktadır. Üretim kayıpları, üretim faaliyetleri esnasında bozulma, çekme, buharlaşma, kısılma, sızma vb. faktörlerden kaynaklanabilir. Bu faktörler nedeniyle üretim faaliyeti sonucunda fire, artık, bozuk mamul ve kusurlu mamuller ortaya çıkmakta ve üretimden çıkan birimler giren birimlere kıyasla azalmaktadır. Üretimden çıkan birim ile giren birim arasındaki olumsuz fark, üretim kaybı olarak nitelendirilmektedir. Üretim kayıpları çeşitli nedenler sonucu arzu edilen niteliklere ve kaliteye sahip mamul mal haline dönüştürülememiş, direkt hammadde ve malzeme ile yardımcı maddelerden oluşmaktadır. Madde ve malzeme kaybı, fire, kayıp birimler gibi kavramlar üretim kayıpları kavramı ile eşanlamlı olarak kullanılmaktadır (Karcioğlu, 1993:7).

Sanayi işletmelerinde; insan gücü kaybı, üretim faaliyetleri kaybı ve hammadde ve malzeme kaybı olmak üzere üç tür kayıpla karşılaşılmaktadır. Bu kayıpların tek başına veya birlikte ortaya çıkması halinde işletmede faaliyetlerin verimliliği azalacak, üretim maliyetleri yükselecek, kar marjı azalacaktır. Üretim kayıpları; oluşma zamanlarına ve niteliklerine göre olmak üzere 2 temel ölçüte göre sınıflandırılmaktadır (Karcioğlu, 1993:4-12):

- **Oluşma zamanlarına göre üretim kayıpları;** üretimin başında, üretim sırasında ve üretimin sonunda ortaya çıkan kayıplardır. Üretimin başında ve üretim sırasında ortaya çıkan üretim kayıpları, fire ve artıklardan oluşmakta, üretimin sonunda ortaya çıkan üretim kayıpları ise bozuk mamuller ve kusurlu mamuller olarak açıklanmaktadır.
- **Niteliklerine göre üretim kayıpları** ise; normal üretim kayıpları ve anormal üretim kayıplarıdır. Normal üretim kayıpları, bir üretim faaliyetinde ortaya çıkması beklenen ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalan üretim kayıplarıdır. Üretim kayıpları işletme yönetimi tarafından kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı sürece işletme açısından önemli bir problem yoktur. Üretim kayıplarını sıfıra indirmek için katlanılacak maliyet genellikle üretim kaybı maliyetlerinden daha yüksek olduğu için belirli ölçüdeki üretim kayıpları normal karşılanmaktadır. Anormal üretim kayıpları ise, kabul edilebilir standartları aşan üretim kayıplarıdır. İşletmelerde üretim kayıpları için alt ve üst sınırlar tespit edilmekte ve belirli üretim şartlarında normal kabul edilecek üretim kaybı oranı hesaplanmaktadır. Bunun için genellikle standartlar kullanılmaktadır. Yani tespit edilen standartlar normal kayıpları, standarttan sapmalar ise anormal kayıpları gösterecektir. Anormal kayıplar üzerine odaklanılarak bunları kontrol etme, ortadan kaldırma üzerine çalışılmaktadır. Normal kayıpların maliyetleri ise üretimin maliyetine yüklenmektedir.

2.1. Üretim Kaybı Çeşitleri

Çeşitli işletme tiplerine göre üretim kayıpları dört grup altında toplanmaktadır (Karcioğlu, 1993:12):

Fire: Üretim sürecine giren hammaddenin çekmesi, buharlaşması ve eksilmesi sonucu ortaya çıkan ve ekonomik bir değer taşımayan miktar kaybıdır. Yani madde ve malzemelerin buharlaşma veya toz duman haline gelme gibi nedenlerle ağırlık ve hacimlerinde meydana gelen kayıp ve azalmalardır (Karcioğlu, 1993:12,13).

Artık: Malzemelerin (kumaş, deri, kereste, maden vb) üretimde kullanımları esnasında döküntü, kırıntı ve ıskarta şeklinde ortaya çıkan ve çok düşük bir satış değeri olan hammadde parçalarına artık denmektedir. Fire ve artık arasındaki temel fark, fireler ekonomik bir değer taşımazken, artıkların çok düşükte olsa belli bir satış veya kullanım değerleri vardır (Karcioğlu, 1993:15). Artıklar, ya düşük bir bedel karşılığında satılmakta veya ilk madde ve malzeme olarak yeniden üretimde kullanılabilirlikte ya da üretime yeniden verilerek yeni bir yan ürünün üretimi için kullanılabilirler (Doğdubay & Sarıoğlu, 2010:114).

Bozuk Mamul: Üretim aşamasında hammadde hataları, kalifiye olmayan işgücü, makine arızaları veya tüm bu faktörlerin bir araya gelmesi sonucunda mamullerin hasar görmesi ve istenen kalite standartlarını ve özellikleri kazanamamasıdır. Bu şekilde ortaya çıkan mamullere bozuk mamul adı verilmektedir. Sağlam mamullere dönüşmesi için yeniden ek işleme tabi tutulması ekonomik olmayan mamullerdir (Karcioğlu, 1993:19,20).

Kusurlu Mamul: Üretimin çeşitli aşamalarında ortaya çıkabilen ve gerekli teknik standartlara uymayan mamullerdir. Kusurlu mamuller ek işçilik ve hammadde giderlerinin

yapılması ile sağlam mamullere dönüştürülmesi mümkün ve ekonomik olan mamullerdir (Karcıoğlu, 1993:21,22).

Üretim kayıplarından bozuk mamul ve kusurlu mamuller, üretim işleminden geçtikleri için bu mamullerin maliyeti direkt hammadde giderinin yanı sıra direkt işçilik ve genel üretim giderlerini de içerecektir. Bu nedenle üretim kayıpları sadece miktar kayıplarına değil, aynı zamanda değer kayıplarına da neden olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, üretim kayıplarından kaynaklanan değer kaybı sadece direkt hammadde ve yardımcı maddelerin miktar eksilmesinden kaynaklanan kayıplar değildir, üretim kayıplarına isabet eden oranda direkt işçilik ve genel üretim gideri kaybı da olmaktadır (Karcıoğlu, 1993:8).

İşletmeler insanların sürekli artan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için mal ve hizmet üretmektedirler. Bu mal ve hizmetleri üretirken de girdi olarak doğal kaynakları kullanmaktadırlar. Üretim faaliyetlerinin sonucu olarak da birtakım üretim kayıpları (artıklar, fireler vb) gerçekleşmekte ve bunlar da çeşitli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Kıt kaynakların verimsiz kullanımı, atmosfer, toprak ve suyun kirletilmesi gibi çevre sorunları insanoğlunun üretim gücü ve tüketim taleplerindeki artışa paralel olarak artış göstermektedir. İşletmelerin kimyasal atıklarının çevreyi kirletmek gibi olumsuz etkileri de göz önünde bulundurulması gereken, günümüzün en önemli sorunlardan biridir.

Çevre muhasebesi, çevre kirliliğinin ve çevre sorunlarının önlenemez artışı karşısında, bu sorunların kaynağı olarak görülen işletmelerin üzerlerine düşen görevi yerine getirmeleri gerektiği konusunda fikir birliğine varılması üzerine gündeme gelmiştir (Otlu & Kaya, 2010:44). Muhasebe sisteminde yeni bir yaklaşım olarak çevre muhasebesi kavramının popüler olması ise Uluslararası Standartlar Örgütünün 1973 yılında başlayıp 1992 yılında oluşturduğu ISO 14000 Çevre Yönetim Standartları ile olmuştur (Çalış, 2013:180).

3. Çevre Yönetim Muhasebesi (ÇYM)

Çevre muhasebesi; malzeme ve enerji akışı ile ilgili bilgilerin ve çevre ile ilgili maliyet ve diğer maliyet bilgilerinin saptanması, toplanması, analiz edilmesi ve ilgili kişilere raporlanması faaliyetlerinin bütünü olarak tanımlanabilir. Çevre muhasebesinde raporlamada hedef alınan kitlenin işletme içi ya da işletme dışı gruplar olmasına göre; çevresel finansal muhasebe ve çevresel yönetim muhasebesi olmak üzere iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Çevre yönetim muhasebesi (ÇYM), yönetim muhasebesi sistemine çevre ile ilgili fiziksel ve parasal bilginin entegre edilerek işletmenin ekonomik ve çevre politikalarının bütünleştirilmesi ve işletmenin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla finansal ve finansal olmayan bilgilerin toplanması, analiz edilmesi ve kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Akbaş, 2011: 33-38; Christ & Burrit, 2016:2; Jasch & Savage, 2008:324). ÇYM, çevrenin korunmasına yönelik projeler, çevre ile ilgili maliyetler ve gelirler ile ilgili parasal bilgiler ile birlikte enerji, su, malzeme ve mamul akışı ile ilgili fiziksel bilgilere de önem veren bir yönetim muhasebesi yaklaşımıdır. ÇYM, malzeme dolayısıyla üretim verimliliğini artırmak, işletme faaliyetlerinin çevreye olan olumsuz etkilerini ve çevre koruma maliyetlerini azaltmak amacıyla malzeme akışları ile finansal muhasebe ve maliyet muhasebesi verilerinin bütünleştirilmesini sağlamaktadır (Akbaş, 2011:38). ÇYM, çevre maliyetlerini belirleyip, değerlendirerek ve dağıtarak yöneticilerin maliyet tasarrufları için fırsatları değerlendirmelerine ve gerçekleştirilen proje ve yatırımların gerçek maliyet

tasarruflarını hesaplamalarına imkân sağlamaktadır. Örneğin zehirli maddeler, zehirli olmayan ikameleri ile değiştirilerek, yasal raporlamanın büyüyen yüksek maliyetleri ve toksik madde kullanımı ile ilişkili atık taşıma ve diğer maliyetler elimine edilmekte ve maliyet tasarrufları elde edilmektedir (Jasch, 2003:668, 669). ÇYM, fiziksel veya parasal, geçmiş veya geleceğe yönelik, kısa dönem veya uzun dönem odaklı olmak üzere; yaşam dönemi maliyetleme, tam maliyet muhasebesi, fayda değerlendirme ve çevre yönetimi için stratejik planlama gibi çeşitli araçları bünyesinde toplamaktadır (Christ & Burrit, 2016:2; Jasch & Savage, 2008:324).

ÇYM verileri (Jasch, 2003:668);

- Yıllık çevresel maliyetlerin/harcamaların değerlendirilmesi,
- Ürün fiyatlama,
- Bütçeleme,
- Yatırım projelerinin değerlendirilmesi ve yatırım alternatiflerinin hesaplanması,
- Çevre ile ilgili projelerin maliyetlerinin ve tasarruflarının hesaplanması,
- Çevre yönetim sistemlerinin tasarımı ve uygulanması,
- Çevresel performansın değerlendirilmesi, göstergeler ve diğer işletmelerle kıyaslama,
- Çevresel performans hedeflerinin belirlenmesi,
- Temiz üretim ve çevreye duyarlı tasarım projeleri,
- Çevresel harcamaların, yatırımların ve yükümlülüklerin dış ilgililere açıklanması,
- Çevre veya sürdürülebilirlik raporu,
- Çevre verilerinin istatistik kurumları ve yerel yönetimlere raporlanması gibi önemli alanlarda kullanılmaktadır.

ÇYM'nin işletmelerde uygulanması ile işletmeler çevreye olan etkilerini azaltırken maliyet tasarrufları elde edecek, böylece hem finansal hem de ekonomik performanslarını birlikte dikkate almış olacaklardır. Ayrıca sorumlu bir işletme olarak da rekabetçi avantaj elde edeceklerdir. İşletmelerin çevre yönetim muhasebesini benimseyerek, uygulamalarından elde edecekleri faydaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Akbaş, 2011:51-53):

- Geleneksel yönetim muhasebesinde dikkate alınmayan malzeme ve enerji akışına ilişkin bilgilerin dikkate alınması, yöneticilerin karar verme aşamasında daha fazla bilgi sahibi olmalarına imkân vermektedir.
- ÇYM, maliyet düşürme ve iyileştirme fırsatlarının ortaya konmasına katkıda bulunmaktadır.
- Çevre ile ilgili maliyetlerin belirlenmesi, ürün fiyatlandırmasında, ürün karmasının belirlenmesinde ve ürün geliştirmede işletmeye rehber olmaktadır.

- ÇYM, işletmenin çevresel faaliyetlerini önem derecelerine göre sıralamalarını sağlamaktadır.
- Çevre ile ilgili maliyetlerin hesaplanması iç ve dış raporlamaya yardımcı olmaktadır.
- İşletmenin çevre ile ilgili yasal düzenlemelere uymasına hizmet ederek çevrenin korunmasına yönelik çabaları desteklemektedir.
- Malzeme, enerji ve suyun daha etkin kullanımını sağlayarak, çevreye olan etkilerin ve maliyetlerin azaltılmasına yönelik çabaları desteklemektedir.
- Gizli kalmış maliyetlerin ÇYM ile ortaya çıkarılması ve azaltma çabaları müşteriye sunulan değer artırılmasına ve rekabetçi avantaj elde edilmesine yardımcı olmaktadır.
- İşletmenin sosyal sorumlu işletme, yeşil işletme olma yönünde faaliyette bulunması, işletme itibarının artmasına ve rekabetçi avantaj elde etmesine katkıda bulunmaktadır.

Çevre yönetim muhasebesi son yıllarda hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. Çeşitli çevre yönetim muhasebesi araçları içerisinde MAMM'ın en umut verici araç olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Kokubu & Kitada, 2015:1279).

3.1. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesi (MAMM)

Geleneksel muhasebe sistemlerinin çevre ile ilgili maliyetleri yeterince sağlayamadaki başarısızlığı ve fiziksel ve parasal olarak malzeme kayıp maliyetlerini kapsamak için uygun bir muhasebe aracının yokluğu, bu önemli açığı doldurmak için MAMM'ın Almanya'da Profesör Bernd Wagner ve arkadaşları tarafından geliştirilmesine neden olmuştur. MAMM'ın daha çok tanınır hale gelmesi ve yaygınlaşması ise Japonya'da Ekonomi ve Sanayi Bakanlığı tarafından başlatılan bir proje kapsamında olmuştur. MAMM üzerine çevre yönetim standardı, ISO 14051:11, çevre yönetiminin çevre, ekonomi ve kalite unsurları arasındaki boşluğu doldurmak ve işletme uygulamalarını çevresel açıdan daha fazla sorumlu yapmak için geliştirilmiştir. MAMM, çevre performansını ölçmek ve içselleştirmek ve belirlenmiş atık azaltma hedefleri ile ilgili stratejileri iyileştirmek için yararlı bir araçtır. MAMM işletmelerin malzeme ve enerji kullanımının potansiyel çevresel ve finansal sonuçlarını daha iyi görmelerine yardım eden ve uygulamalarda değişiklik yaparak malzeme ve enerji kullanımı konusunda iyileştirmeler elde etmeye çalışan bir yönetim yaklaşımıdır (Fakoya, 2015:1020,1021; Sygulla vd., 2014:107).

MAMM, akış yönetimi olarak ifade edilen yönetim yaklaşımının önemli bir aracını temsil etmektedir. Amacı malzeme, enerji ve veri akışı ile ilgili üretim sürecini yönetmektir. Böylece üretim süreci belirlenen hedeflerle uyumlu ve verimli olarak ilerleyebilir. Akış yönetiminde işletme, malzeme akış sistemi olarak kabul edilmektedir. Sistem, girdi malzemesinin satın alınmasından müşteriye dağıtımına kadar çeşitli işleme aşamaları boyunca malzeme akışı ile ilgili değer oluşumunu içermektedir. Diğer taraftan, malzeme akışının ayrılmaz parçası olan malzeme kaybı (örneğin, düşük kaliteli hatalı ürünler, hurda, atık, hasarlı ürünler, son kullanma tarihi gelmiş ürünler vb.) kurumsal süreçler boyunca oluşmaktadır. Bu, malzemenin işletmeden hem ekonomik hem de çevresel bakış açısından istenmeyen atıklar biçiminde ayrıldığı anlamına

gelmektedir. Yani bu atık akışları katı, sıvı ve hava emisyonları gibi tüm şekillerde olmaktadır. MAMM'da odak malzeme akışı ve ilişkili maliyetlerinin görünür hale getirilmesidir (Hyrsllová, Vágner & Palásek, 2011: 5). Yani MAMM, bir işletmede hem fiziksel hem de parasal olarak malzemenin akışını ve stokları izleyen ve miktarını belirleyen malzeme akış modeli geliştirerek malzeme kullanımını daha fazla görselleştirmeyi desteklemektedir. Malzeme kayıplarının miktarının belirlenmesi ve görselleştirilmesi MAMM'ın amacını oluşturmaktadır ve işletme kararlarını verirken kayıplardan kaynaklanan verimsizliklerin daha iyi dikkate alınmasına neden olmaktadır (Kokubu & Tachikawa, 2013:352; Kokubu & Kitada, 2015:1279; Rieckhof vd., 2015:1263; Viere vd., 2011:652).

Burada bir ürünün parçasını oluşturan malzeme ile atık olarak işletmeden atılan malzemenin sıkı bir şekilde sınırının çizilmesi gerekmektedir. MAMM'ı yürütebilmek için öncelikle üretim sürecindeki malzeme akışının izlenmesi ve nerede, ne kadar malzeme kaybının oluştuğunun açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Daha sonra ise maliyetler hesaplanmaktadır. MAMM üretim süreci boyunca akan tüm girdi malzemelerini, ürünleri ve malzeme kayıplarını fiziksel birim olarak aşağıdaki eşitliği kullanarak izlemektedir (Kokubu & Tachikawa, 2012:4; Kokubu & Tachikawa, 2013:352):

Girdi = Ürünler + Malzeme Kayıpları

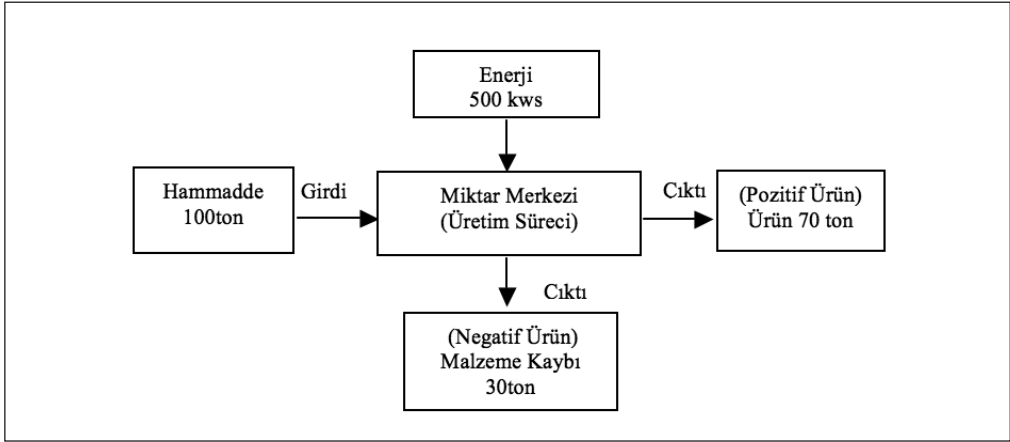
MAMM'ın temel başlangıç noktası kütle denkleğini esas alarak malzeme kayıplarının miktarını ölçmektir. MAMM malzeme dengesine dayanmaktadır, yani girdi eşittir çıktı. MAMM'da girdi; temel hammaddeler, yardımcı hammaddeler, malzemeler, direkt işçilik, indirekt işçilik, su, elektrik, makine gibi üretim süreci için gerekli tüm kaynakları içermektedir. Çıktı ise pozitif ürün ve negatif ürün olarak sınıflandırılmaktadır. Pozitif ürünler; yarı bitmiş ürünler ve nihai ürünlerden oluşurken, negatif ürünler; atıklar, geri dönüştürülmüş (dönüştürülecek) malzemeler, artıklar, fireler, bozuk mamuller vb. oluşmaktadır (Chang vd., 2015: 122; Kokubu, 2008:2; Kokubu & Tachikawa, 2013: 353). Şekil 1'de gösterilen MAMM yaklaşımına göre girdi-çıktı kütle denkleği; girdi (100ton) ve nihai ürün (70 ton) miktarları dikkate alınarak malzeme kaybı (30 ton) hesaplanmaktadır.

$$\text{Malzeme kaybı} = \text{Girdi} - \text{Ürünler}$$

$$30 \text{ ton} = 100\text{ton} - 70 \text{ ton}$$

İşletmelerde kararlar verilirken finansal boyutun dikkate alınması gereklidir. Bu amaçla miktar merkezine giren ve çıkan malzeme akışıyla ilgili ve/veya malzeme akışının neden olduğu tüm maliyetlerin miktarı belirlenir ve tüm malzeme akışına dağıtılır. Bir sürecin malzeme ve diğer maliyetleri sadece ürünlere dağıtılmamakta, aynı zamanda malzeme kayıplarına örneğin ürünle ilişkili atıklara da dağıtılmaktadır. Kısaca MAMM işletmelerin her ne kadar pazarlanamaz olsa da malzeme kayıplarını ürün olarak tanımalarını (negatif ürün) savunmaktadır. Bu da hem ürünlerin hem de malzeme kayıplarının maliyetlerinin eşdeğer şekilde hesaplanmasına işaret etmektedir (Kokubu & Tachikawa, 2013:353; Nakajima, 2008:57; Songkham & Kasemset, 2015:35; Viere vd., 2011:652).

Şekil 1: MAMM Yaklaşımı



Kaynak: Kokubu, K., & Tachikawa, H., (2013). Material flow cost accounting: significance and practical approach. J. Kauffman & K.M. Lee (Eds.), *Handbook of Sustainable Engineering* içinde (ss. 351-369). New York: Springer Dordrecht Heidelberg, s. 353.

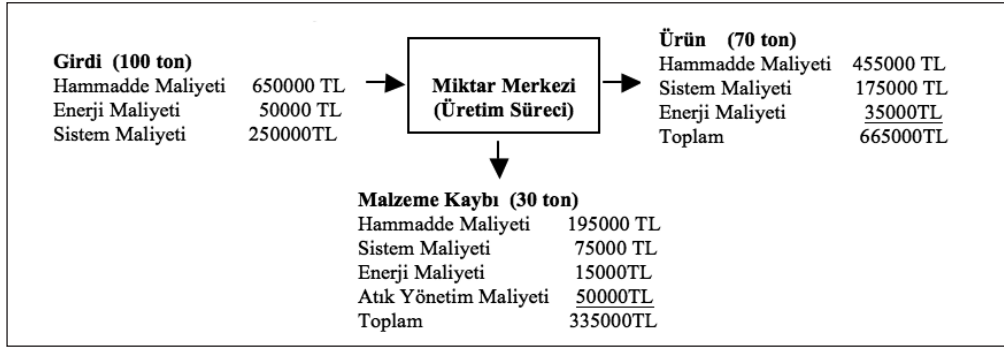
3.1.1. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinde Maliyetlerin Sınıflandırılması

MAMM’da malzeme maliyetleri, sistem maliyetleri, enerji maliyetleri ve atık yönetim maliyetleri olmak üzere dört tip maliyet belirlenmektedir (Kokubu & Tachikawa, 2013:353; Onishi vd., 2008:397,398; Rieckhof vd., 2015:1263; Schmidt vd., 2015:1321; Strobel & Redman, 2004:69; Tachikawa, 2014:3; Wan vd., 2015:603):

- **Malzeme maliyeti:** Miktar merkezine giren bir maddenin maliyetidir. Genellikle satın alma maliyeti, malzeme maliyeti olarak kullanılmaktadır. MAMM’da malzeme maliyeti akış ve stok bazında direkt olarak izlenebilir. Yani malzeme maliyeti, MAMM’da tek doğrudan yüklenebilen maliyeti temsil etmektedir. Strobel ve Redman (2004) malzeme maliyetinin toplam üretim maliyetinin önemli bir yüzdesini oluşturduğunu ve bu maliyetlerin önemli bir payının malzeme kaybı olarak ortaya çıktığını iddia etmektedir.
- **Enerji maliyeti:** Elektrik, yakıt, buhar, ısıtma, basınçlı hava gibi enerji kaynağının maliyetidir. Enerji maliyetleri her bir miktar merkezi için ölçülen veya tahmin edilen enerji kullanımına dayalı olarak hesaplanmaktadır. İstenen (ürünler) ve istenmeyen (kayıplar) malzeme akışına, enerji maliyetleri dağıtılırken kütle oranının kullanılması önerilmektedir.
- **Sistem maliyeti:** Malzeme, enerji ve atık yönetim maliyeti dışında -amortisman, işçilik, bakım maliyeti gibi- işletme içinde malzeme akışı esnasında ortaya çıkan maliyetlerdir. Sistem maliyetleri de miktar merkezi bazında kütle oranına göre malzeme akışına dağıtılmaktadır.

- **Atık yönetim maliyeti:** Malzeme kayıplarını ele alma maliyetidir. Reddedilen ürünlerin yeniden işlenmesi ve geridönüşüm, hava emisyonları, atık su, ve katı atıkların izlenmesi, depolanması, işlenmesi veya elden çıkarılması faaliyetlerinden oluşmaktadır. Atık yönetim maliyetleri sadece malzeme kayıplarına dağıtılmaktadır. Malzeme akış verileri fiziksel birim olarak belirlendikten sonra malzeme maliyetleri, enerji maliyetleri ve sistem maliyetleri ürün ve malzeme kaybına giren malzeme girdisinin oranına göre miktar merkezi çıktılarına (ürünler ve malzeme kayıpları) dağıtılmaktadır. Örneğin şekil 2’de gösterildiği gibi kullanılan 100 ton malzemeden 70 ton ürüne, 30 ton malzeme kaybına girmiştir. Bu nedenle malzeme dağıtım yüzdesi %70 ve %30 sırayla enerji ve sistem maliyetlerini ürüne ve malzeme kaybına dağıtmak için kullanılacaktır (Kokubu & Tachikawa, 2013:353, 354).

Şekil 2: MAMM’da Maliyetler ve Dağıtılması



Kaynak: Kokubu, K., & Tachikawa, H., (2013). Material flow cost accounting: significance and practical approach. J. Kauffman & K.M. Lee (Eds.), *Handbook of Sustainable Engineering* içinde (ss. 351-369). New York: Springer Dordrecht Heidelberg, s. 354.

Bu örnekte hammadde maliyeti direkt olarak izlenebildiği için doğrudan yüklenmekte, kütleye dayanan malzeme dağıtım yüzdesi (70/100, 30/100) enerji ve sistem maliyetlerini ürüne ve malzeme kaybına dağıtmada kullanılmaktadır. Enerji maliyeti 50000 TL, 35000 TL (50000*%70) ürüne ve 15000 TL (50000*%30) malzeme kaybına dağıtılacaktır. Sistem maliyeti 250000 TL, ürüne 175000 TL (250000*%70) ve malzeme kaybına 75000 TL (250000*%30) olarak dağıtılacaktır. Atık yönetim maliyeti 50000 TL malzeme kayıptan kaynaklandığı için sadece malzeme kaybına yüklenmektedir. Ürünün maliyeti 665000 TL ve malzeme kaybının toplam maliyeti 335000 TL olacaktır. Geleneksel maliyet muhasebesinde atıklar, ayrı olarak görünmemekte, atık bertaraf maliyetleri ile genel üretim giderlerinin içinde değerlendirilmekte ve ürünün maliyeti içerisine dahil edilmektedir. MAMM, girdiler ve çıktılar arasında fiziksel nedensellik ve doğrusal ilişki olduğunu varsaymaktadır. Yani malzeme kayıptaki azalış, girdi malzemesine olan talepte azalışa neden olacaktır. Eğer örnekteki malzeme kaybı ortadan kaldırırsa üretim maliyeti 335000 TL azaltılabilecektir. Malzeme kaybının maliyeti, işletmeleri ve yöneticileri malzeme kaybını azaltmaları yönünde teşvik edici olacaktır. Böylece karın ve verimliliğin artırılması şeklinde hem finansal fayda sağlanacak, hem de malzeme kaybının kontrolü gerçekleşeceğinden çevreye olan etkiler azalacaktır (Kokubu & Tachikawa, 2013:354; Viere vd., 2011:652).

MAMM malzeme ve enerji kullanan, çevresel yönetim sistemleri olan ya da olmayan tüm endüstriler tarafından uygulanabilir. Yani ürün veya hizmetin çeşidi, büyüklük, yapı veya lokasyon gibi herhangi bir özel şart gerektirmemektedir. MAMM tek bir sürece, çeşitli süreçlere, tek bir ürüne, çeşitli ürünlere, tüm işletmeye hatta tüm tedarik zincirine uygulanabilir. Atık oluşumu, özellikle tedarikçilerden temin edilen malzemelerden kaynaklandığı için MAMM'ın kapsamının tek bir tesis yerine geniş kapsamlı olması daha faydalıdır (Chang vd., 2015:120; Fakoya, 2015:1021; Kokubu & Tachikawa, 2013:354; Sulong vd., 2015:1366; Tachikawa, 2014:3).

3.1.2. Malzeme Akış Maliyet Muhasebesinin Geleneksel Sistemlerden Farklılıkları ve Faydaları

MAMM'da kayıp kavramı geleneksel yönetim yaklaşımlarındaki kayıp kavramlarından farklıdır. Dünya çapında benimsenip uygulanan yalın üretim, muda yani israfı azaltmak için tasarlanmış bir yöntemdir. Yalın üretim yönteminde israf, ürüne değer katmayan her şey olarak tanımlanmış ve israf için; fazla üretim, stoklar, hatalı ürünler, malzeme nakli, hareket, beklemler, gereksiz yapılan işlemler ve karmaşıklık olmak üzere yedi kategori belirlenmiştir. Ancak malzeme ve enerji kaybı, israfın yedi temel kategorisinde kapsamamaktadır. MAMM üretim sürecindeki girdi-çıkıtı arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır ve kayıp, ağırlığa dayalı olarak girdi-çıkıtı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel yönetim yaklaşımlarında da ürün tasarım ve geliştirme aşamasında girdi-çıkıtı arasında oluşan fark, kayıp olarak ifade edilmektedir. Ancak bu kayıp, kolay bir şekilde azaltılamıyorsa ve tahmini karlarla geri kazanılması bekleniyorsa yönetim tarafından göz ardı edilebilmektedir. Üretim yönetiminde bu kayıplar için çeşitli standartlar ve tahminler belirlenmektedir. Malzeme girdi ve çıkıtı arasındaki fark, standartların veya tahminlerin izin verdiği aralıkta olursa (normal kayıp) ve beklenen gelirlerle geri kazanılabilecekse yöneticiler üretim süreçlerinde problem olmadığını düşünme eğiliminde olmakta ve şirket süreçlerini mükemmel olarak değerlendirmektedirler. Bu nedenle geleneksel üretim yönetiminde ve maliyet yönetiminde girdi ve çıkıtı arasındaki fark standartların izin verdiği aralıkta olduğunda, girdi malzemesinin gerekli bir parçası olarak değerlendirilmekte ve azaltılmaya çalışılması gereken bir kayıp olarak dikkate alınmamaktadır. Diğer bir ifadeyle “kaçınılmaz kayıp” olarak değerlendirilmektedir. MAMM'ın en belirgin özelliği, geleneksel üretim ve maliyet yönetiminin göz ardı ettiği bu “kaçınılmaz maliyetleri” ölçmesidir (Kokubu & Kitada, 2013:8).

Geleneksel maliyet muhasebesinde üretim kayıpları miktar olarak bilinse bile “malzeme kayıplarını” üretme maliyeti, toplam çıkıtı maliyetinin bir parçası olarak kapsamaktadır (Tachikawa, 2014:3). Geleneksel maliyet muhasebesinde, firenin maliyeti, hammaddenin girdi olarak maliyeti ile birlikte fireyi elden çıkarmak için katlanılacak maliyetleri de içermektedir. Firelerin normal ve anormal ayrımı yapıldığında normal firelerin maliyeti üretilen birimlere yüklenmekte, bu da üretilen mamullerin maliyetini artırmaktadır. Anormal firelerin maliyeti ise sonuç hesaplarına aktarılmakta, kanunen kabul edilmeyen giderlerde izlenmektedir. Artıklar, ya düşük bir bedel karşılığında satılmakta, veya ilk madde ve malzeme olarak yeniden üretimde kullanılabilir ya da üretime yeniden verilerek yeni bir yan ürünün üretimi için kullanılabilirler. Artıkların satışından elde edilen gelirler ise geleneksel maliyetlendirme ve muhasebeleştirme işlemlerinde iki şekilde dikkate alınmaktadır. Bunlardan ilki; elde edilen gelirin, elde edilen ürünün doğrudan ilk madde ve malzeme maliyetinden düşülmesi şeklinde

gerçekleşmektedir. İkincisi ise; artıktan elde edilen gelirin ilgili olduğu ürünün maliyetinden düşülmesi şeklinde meydana gelmektedir. Bozuk mamuller ise üretim aşamasından geçmiş birimler oldukları için maliyetleri içerisinde üretim maliyet unsurları olan direkt hammadde, direkt işçilik ve genel üretim giderleri yer almaktadır. Normal oranda ortaya çıkan bozuk mamullerin maliyeti sağlam mamullere yüklenmekte, anormal oranda ortaya çıkan bozuk mamullerin maliyeti ise doğrudan sonuç hesaplarına aktarılmaktadır. Kusurlu mamullerin kusurlarının giderilmesi için katlanılan maliyetlerin, mamul maliyetlerine yüklenmesinde iki yaklaşım söz konusudur. İlki bu ek maliyetlerin sadece kusurlu üretilmiş bu mamullerin maliyetine yüklemek, ikinci ise kusurlu mamullerin ortaya çıktığı üretim dönemindeki mamullerin maliyetine yüklemek (Doğdubay & Sarioğlan, 2010:114, Karcioğlu, 1993:19, 20). Geleneksel maliyet muhasebesi yöntemlerinde odak, süreç veya işletme için malzeme girdisinin isabetli bir şekilde tahmin edilmesindedir. Üretim sırasında ziyan edilen girdi malzemesinin fiziksel miktarı daha az önemli kabul edilmektedir ve bu kayıplar ve maliyetleri belirlenen standartlar içerisinde olduğu sürece göz ardı edilme eğilimindedir (Onishi vd., 2008:398). Geleneksel maliyet muhasebesinde gerçekleşen maliyetin tamamının satışlarla geri kazanılıp kazanılamayacağı hayati öneme sahipken, malzemenin ürüne dönüşüp dönüşmediği veya atık mı olduğu genelde önemsenmemektedir (Kokubu & Kitada, 2010:4; Kokubu & Kitada, 2012:5; Kokubu & Kitada, 2015: 1280; Tachikawa, 2014:3). Sonuç olarak diyebiliriz ki geleneksel maliyet muhasebesinde tüm maliyetler ürüne yüklenmekte, malzeme kayıpları ürün ve genel giderler (genel üretim giderleri ya da genel yönetim giderleri gibi) içinde gizlenmektedir ve bu maliyetlere yeterince önem verilmemektedir (Onishi vd., 2008:398; Rieckhof vd., 2015:1263; Tachikawa, 2014:3).

MAMM, geleneksel maliyet muhasebesinin göz ardı ettiği fire, atık gibi üretim kayıplarının maliyetini ölçerek şeffaflığı artırmaktadır. Tablo 1' de de gösterildiği gibi MAMM'da malzeme maliyetleri ve şekillendirme maliyetleri sadece nihai ürüne ve yan ürünlere değil aynı zamanda malzeme kayıplarına da dağıtılmakta ve malzeme kayıpları bir ürün gibi değerlendirilmekte ve böylece kayıpların maliyetine dikkat çekilmektedir. Geleneksel maliyet, etkinlik ve verimlilik analizlerini tamamlamaktadır. Benzer bir yaklaşım başarısızlık maliyetleri işaret edilerek kalite yönetiminde takip edilmektedir. Başarısızlık maliyetleri kavramı sadece ürünün kalite gereksinimlerinin karşılanmamasından kaynaklanan malzeme kayıplarını içermektedir. MAMM ise atıklar ve emisyonlar gibi tüm kayıpları içermektedir (Onishi vd., 2008:398; Rieckhof vd., 2015:1263; Sulong vd., 2015:1366; Tachikawa, 2014:3; Viere vd., 2011:652).

MAMM'ın uygulanmasından elde edilen bilgiler, malzeme kullanımını ve/veya malzeme kayıplarını azaltmak, malzeme ve enerjinin verimli kullanımını artırmak ve çevreye ters etkileri ve ilgili maliyetlerini azaltmak için fırsatları araştıran işletmeler ve yöneticiler için motive edici olmaktadır. Kaynak verimliliğini artırma ve değer yaratma odaklı olması geleneksel maliyet muhasebesi yöntemlerine göre ilave faydalar sunmaktadır. Sonuç olarak işletmeler hem çevreyi korumakta hem de finansal fayda elde edebilmektedir (Onishi vd., 2008:398; Rieckhof vd., 2015:1263; Tachikawa, 2014:3; Kokubu & Tachikawa, 2013:352; Kokubu & Kitada, 2015:1279;).

MAMM'ın aşağıdaki konularda etkili olması beklenmektedir (Kokubu & Kitada, 2010:6):

- Tesis ve ekipman için yatırım değerlendirme,
- Hammadde de modifikasyon veya hammaddenin değiştirilmesi,
- Ürün tasarımı ve üretim planlamada iyileştirmeler,
- Tesis içi iyileştirme faaliyetleri.

Bütün bu avantajlarına rağmen MAMM'ın mevcut bir maliyet muhasebesi sistemine eklenmesinin uğraştırıcı olması ve böyle bir eklemenin nasıl yapılacağını öğrenmek için danışmanlara ihtiyaç duyulması gibi nedenlerle pratikte az kullanılan araçlardan biridir. Çeşitli pilot projelerden elde edilen sonuçlara göre (Yereli & Volkan, 2009:80);

- Yüksek malzeme maliyetleri ve malzeme kayıplarındaki katma değer yüksek olduğu,
- Üretim sürecindeki malzeme akış sisteminin karmaşık olduğu,
- İşletmede gelişmiş bir maliyet muhasebesi sisteminin bulunduğu,
- Malzeme yönetimi ile ilgili yeterli veritabanının mevcut olduğu durumlarda MAMM'ın mevcut muhasebe sistemine eklenmesi önerilmektedir.

Tablo 1: MAMM ve Geleneksel Maliyet Muhasebesi Farklılıkları

MAMM		Geleneksel Muhasebe	
Satışlar	15 000 000	Satışlar	15 000 000
Ürün Maliyeti	3 000 000	Satışların Maliyeti	4 500 000
Malzeme kayıp maliyeti	1 500 000		
Brüt Kar	10 500 000	Brüt Kar	10 500 000
Pazarlama, Satış, Dağıtım Giderleri	8 000 000	Pazarlama, Satış, Dağıtım Giderleri	8 000 000
Faaliyet Karı	2 500 000	Faaliyet Karı	2 500 000

Kaynak: Tachikawa, H. (2014). *Manual on material flow cost accounting: ISO 14051*. Tokyo: Asian Productivity Organization, s.3.

3.1.3. MAMM Uygulama Adımları

MAMM'ın bir dizi uygulama adımı bulunmaktadır. Analizin karmaşıklığı ve ayrıntı düzeyi; organizasyonun büyüklüğü, organizasyonun faaliyetlerinin ve ürünlerinin doğası, süreç sayısı ve analiz için seçilen miktar merkezi gibi birtakım faktörlere göre değişmektedir. MAMM, çevre yönetim sistemlerinin işletmelerde uygulanıyor olmasından bağımsız olarak uygulanabilir, ancak mevcut bir çevre yönetim sisteminin olması, uygulama sürecini kolaylaştırır ve hızlandırır. Çünkü malzeme ve atıkla ilişkili verileri çevre yönetim sistemiyle ilgili verilerde bulmak mümkündür (Kokubu & Tachikawa, 2013:355).

1. Adım: Yönetimin ve Gerekli Kurum İçi Personelin İlgisini Çekmek: Öncelikle her projenin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi ve tamamlanabilmesi için şirket yönetiminin desteğine ihtiyacı vardır. Eğer şirket yönetimi, örgütün çevresel ve finansal hedeflerini başarmak için MAMM'ın faydasını ve kullanılabilirliğini anlar ise tüm örgütün bağlılığını kazanmak daha kolay olur. Etkili bir MAMM uygulaması için yönetim; işgücünü oluşturarak rolleri ve sorumlulukları atamalı, kaynakları sağlamalı, ilerlemeyi izlemeli, sonuçları gözden geçirmeli ve MAMM sonuçlarına göre iyileşme ölçülerine karar vermelidir (Kokubu & Tachikawa, 2013:355; Tachikawa, 2014:11).

Yönetimin desteğine ilave olarak MAMM'ın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi, işletmedeki farklı bölümler arasında işbirliğini gerektirmektedir. Çünkü MAMM analizlerinin tamamlanabilmesi için farklı kaynaklardan bilgiye ihtiyaç vardır. İşletme yönetiminin MAMM uygulamasına katılımı, tüm ilgili alanlardan doğru bilgi akışı sağlanmasını kolaylaştıracaktır. MAMM'ın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için aşağıdaki uzmanlıklara ihtiyaç vardır (Tachikawa, 2014:12).

- Hedef süreçler boyunca girdi malzemelerinin akışı ve enerji kullanımı üzerine operasyonel uzmanlık,
- Malzeme ile ilişkili süreçler konusunda teknik uzmanlık,
- Ürün red sıklığı, nedenleri, yeniden işleme faaliyetleri ve diğer kalite güvence verileri gibi çeşitli konularda kalite kontrol uzmanlığı,
- Çevresel etkiler üzerine çevre uzmanlığı ve
- Maliyet muhasebesi verileri üzerine muhasebe uzmanlığı.

2. Adım: MAMM'ın genel unsurlarının anlaşılması: Bir işletmede MAMM'ı etkili bir şekilde uygulayabilmek için miktar merkezi ve malzeme dengesi kavramlarının anlaşılması gerekmektedir (Kokubu & Tachikawa, 2013:356; Tachikawa, 2014:8).

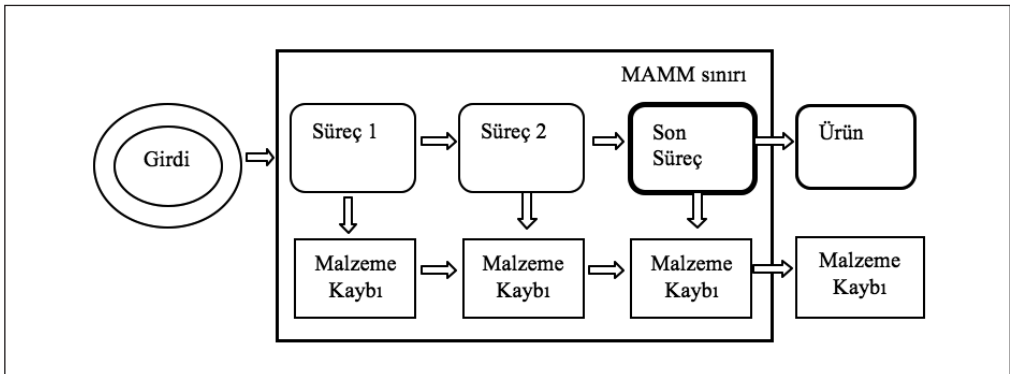
- *Miktar merkezi:* Miktar merkezi, malzemelerin fiziksel ve parasal olarak miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bir miktar merkezi, birim üretimde tespit edilen malzeme kaybı miktarına bağlı olarak tek bir süreç veya çeşitli süreçler içerebilir. Genelde miktar merkezleri, tüm süreçlerde malzeme kaybı veya sistem maliyetlerinin belirlendiği yerlerde oluşturulur. Daha sonra ilave miktar merkezleri için uygun süreçler seçilir ve onun girdi ve çıktıklarına karar verilir. Miktar merkezleri MAMM sınırları içinde mevcut üretim yönetimi bilgisine, maliyet merkezi kayıtlarına ve diğer mevcut bilgilere dayalı olabilir. Miktar merkezlerinin tipik örnekleri arasında malzemelerin stoklandığı ve/veya dönüştürüldüğü noktalar (depo, atık yönetimi, sevk noktaları gibi) yer almaktadır. Her bir miktar merkezi için girdi ve çıktılar belirlendikten sonra, bu bilgiler miktar merkezleri arasında ilişki kurmak için kullanılabilir. Böylece miktar merkezi verileri, tüm sistem boyunca birleştirilebilir ve değerlendirilebilir. Malzeme verimliliğini fiziksel ve parasal birimler olarak değerlendirebilmek için malzeme girdi-çıkıtı dengesinin sağlanması önemlidir (Kokubu & Tachikawa, 2013:356).

Malzeme Dengesi: MAMM'da miktar merkezine giren ve çıkan malzemeler, kütle

denkliği esas alınarak doğrulanmalıdır. Bir malzeme dengesi, miktar merkezindeki herhangi bir stok değişikliğini dikkate alarak toplam çıktı miktarının (ürünler ve malzeme kayıpları) toplam girdi miktarına eşit olmasını gerektirir. MAMM sınırları içerisindeki tüm malzemeler izlenmeli ve ölçülmelidir. Ancak çevresel veya finansal açıdan asgari öneme sahip malzemeler hariç tutulabilir. MAMM analizinde, malzeme girdi ve çıktı miktarları ve stoklardaki değişim karşılaştırılarak, herhangi bir veri boşluğu olup olmadığı tespit edilmektedir. Böylece kayıp malzemeler veya diğer veri boşlukları iyileştirmeler için potansiyel kaynaklar olmaktadır (Kokubu & Tachikawa, 2013:356, 357).

3. Adım: Sürecin Kapsamının ve Sınırlarının Belirlenmesi ve Malzeme Akış Modelinin Oluşturulması: Toplanan malzeme akış verilerine dayanarak, MAMM'ın sınırının belirlenmesi gerekir. Sınır tek bir süreç, çeşitli süreçler, tüm işletme veya tedarik zinciri olabilir. Ancak başlangıçta, önemli çevresel ve ekonomik etkisi olan süreç veya süreçlere odaklanılması tavsiye edilmektedir. Sınır belirlendikten sonra, süreç bilgileri ve satın alma kayıtları kullanılarak süreç, miktar merkezleri şeklinde sınıflandırılmalıdır. Çoğu durumda miktar merkezleri, malzemelerin dönüştürüldüğü sürecin bir parçasını temsil etmektedir. Eğer iki süreç arasındaki malzeme akışı önemli malzeme kaybının kaynağı ise akış ayrı bir malzeme akışı olarak sınıflandırılabilir. Sınır ve miktar merkezleri belirlendikten sonra MAMM için veri toplama zaman aralığının belirlenmesi gereklidir. Veri toplamak için zaman aralığı, anlamlı verilerin toplanmasını sağlamak ve herhangi önemli bir süreç değişikliğini (örneğin mevsimsel değişiklikleri veya verilerin güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini etkileyebilecek doğal süreç sapmalarını) dikkate almak için yeterince uzun olmalıdır. Çeşitli MAMM projeleri, uygun veri toplama süresinin analize dayalı olarak bir ay, altı ay veya yıl olabileceğini belirtmektedir. MAMM'da üretim, geridönüşüm ve diğer sistemler MAMM sınırını ve çeşitli miktar merkezlerini resimlemek için görsel modellerle gösterilmektedir. Malzemelerin dönüştürüldüğü, stoklandığı veya kullanıldığı ve sistem sınırları içerisinde bu malzemelerin akışının yer aldığı tüm miktar merkezlerini gösteren süreç görselleştirilmelidir. Şekil 3'te bir malzeme akış modeli örneği gösterilmektedir (Kokubu & Tachikawa, 2013:357; Tachikawa, 2014:12).

Şekil 3: MAMM Sınırlarında Bir Süreç İçin Malzeme Akış Modeli



Kaynak: Kokubu, K., & Tachikawa, H., (2013). Material flow cost accounting: significance and practical approach. J. Kauffman & K.M. Lee (Eds.), *Handbook of Sustainable Engineering* içinde (ss. 351-369). New York: Springer Dordrecht Heidelberg, s. 358.

Ürünler tüm sistemin nihai ürünlerini, ara ürünleri ve diğer miktar merkezleri için malzeme girdilerini içermektedir. Her bir miktar merkezi için malzeme ile ilgili verimlilik hakkında bilgi sahibi olmak için malzeme dengesine dayalı doğrulama yapılmalıdır (Kokubu & Tachikawa, 2013:358; Tachikawa, 2014:13).

4. Adım: Maliyetin Dağıtılması: MAMM maliyetleri; malzeme maliyetleri, enerji maliyetleri, sistem maliyetleri ve atık yönetim maliyetleri olmak üzere dört kategoriye ayırmaktadır. Malzeme maliyetleri, enerji maliyetleri ve sistem maliyetleri her bir miktar merkezinde ürüne ve malzeme kaybına giren malzeme girdisi oranına göre malzeme çıktıklarına (ürünler ve malzeme kayıpları) dağıtılmalıdır. Her bir girdi ve çıktının malzeme maliyeti; malzeme akışının fiziksel miktarı ile analiz için seçilen dönemdeki malzemenin birim maliyetinin çarpılması ile belirlenmektedir. Çıktılar (ürünler ve malzeme kayıpları) için maliyet belirlenirken miktar merkezindeki malzeme stokunda olan herhangi bir değişiklikten kaynaklanan malzeme maliyetleri belirlenmelidir. Örneğin kullanılan 150 ton malzemenin, 70 tonu ürüne, 80 tonu malzeme kaybına girmiştir. Bu durumda malzeme dağıtım oranı, 70/150 ile 80/150 sırasıyla, ürün ve malzeme kaybına enerji ve sistem maliyetlerini dağıtmada kullanılacaktır. Malzeme, enerji ve sistem maliyetleri ürünlere ve malzeme kayıplarına oransal olarak dağıtılırken atık yönetim maliyetlerinin tamamı malzeme kayıplarına yüklenmektedir. Çünkü bu maliyetler, malzeme kaybının yönetilmesinden kaynaklanmaktadır (Kokubu & Tachikawa, 2013:358; Tachikawa, 2014:13). Bazı durumlarda enerji maliyetleri, sistem maliyetleri ve atık yönetim maliyetleri sadece tüm süreç veya işletme için mevcut olabilir. Eğer her bir miktar merkezi için maliyetler bilinmiyor veya hesaplaması zor ise bu durumda ilk olarak bu maliyetlerin her bir miktar merkezine dağıtılması ve daha sonra ürün ve malzeme kayıplarına dağıtılması gereklidir. Her bir dağıtım adımında uygun bir dağıtım kriteri (maliyetlere neden olan doğru anahtar) seçilmelidir. Tüm süreci ya da işletmeyi ilgilendiren maliyetler miktar merkezlerine dağıtılırken uygun dağıtım kriterleri olarak; makine saatleri, üretim hacmi, çalışan sayısı, işçilik saati, yapılan iş sayısı, alan vb dikkate alınabilir. İkinci adımda miktar merkezlerinden ürünlere ve malzeme kayıplarına maliyetler dağıtılırken, diğer uygun dağıtım kriteri seçilmelidir. Toplam malzeme dağıtım yüzdesi ve ana malzemenin malzeme dağıtım yüzdesi maliyetlerin dağıtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kokubu & Tachikawa, 2013:359).

5. Adım: MAMM Sonuçlarının Yorumlanması ve Bildirilmesi: MAMM ürüne dönüşmeyen malzeme miktarlarını ve malzeme kayıplarıyla ilişkili enerji ve sistem maliyetlerini de içeren genel maliyetleri kullanarak süreç boyunca malzeme kaybının görünürlüğü artırılmaktadır. Böylece işletmelere, problemleri belirlemek ve çözmek için fırsatlar sunmaktadır. Malzeme kaybının maliyetleri dolayısıyla bu kaybın neden olduğu ekonomik kayıp konusunda bilgili olan yöneticiler, malzeme kullanımı ile ilgili verimliliği artırmak ve işletme performansını iyileştirmek için fırsatları belirleyebilirler. Bu durum geleneksel maliyet muhasebesinde gözden kaçmaktadır. Çoğu işletme süreçte kullanılan malzeme ile ilgili verimlilik oranını izlemektedir. Ancak bu tip izleme, sadece malzemelerin, süreçlerin veya kayıpların bir kısmını kapsamaktadır. Yardımcı veya işletme malzemelerin kullanım miktarı veya kaybını dikkate almadan genellikle ana malzemeleri izlemektedirler. Operatörler malzeme kaybını görürken, yöneticiler bu kayıpların farkında değildirler. Çünkü işletmelerin geleneksel atık yönetim uygulamaları sadece atıkların ele alınmasına odaklanmaktadır. Bu gibi durumlarda MAMM

işletmelere kontrol edilemeyen malzeme kayıplarını ortaya çıkarmada yardım etmektedir (Kokubu & Tachikawa, 2013:359).

6. Adım: MAMM sonuçlarıyla üretim uygulamalarının iyileştirilmesi ve malzeme kayıplarının azaltılması: İşletmeler MAMM analizi ile malzeme kullanım ve kaybının büyüklüğünü, tetikleyen unsurları ve sonuçlarını iyi bir şekilde anladıktan sonra çevresel ve finansal performansı iyileştirmek için fırsatları araştırabilirler. Bu iyileştirmeleri başarmak için dikkate alınan önlemler; malzemelerin ikame edilmesi, süreçlerde, üretim hatlarında veya ürünlerde modifikasyon ve malzeme ve enerji verimliliğiyle ilgili yoğun ar-ge faaliyetlerini içermektedir. MAMM verileri, önerilen önlemlerin maliyet fayda analizini destekleyebilir. MAMM uygulaması aynı zamanda işletmelerin muhasebe ve bilgi sistemlerinde iyileştirmeler içinde fırsat yaratmaktadır. MAMM uygulanarak işleme ve malzeme kaybı gibi finansal maliyetler belirlenmektedir. Çoğu durumda bu belirlenen maliyetlerin boyutu sanılandan daha önemli boyutlarda olmaktadır. Aynı zamanda MAMM mühendisler için “sıfır malzeme kaybı maliyeti” şeklinde nihai bir hedefte sunmaktadır (Kokubu & Tachikawa, 2013:361; Tachikawa, 2014:15,16).

MAMM ile belirlenen kayıp çeşitleri (Kokubu & Tachikawa, 2013:361):

1. Süreç ile oluşan malzeme kaybı ve verim oranı,
2. Süreç ile oluşan malzeme kaybının nedenleri (talaş, kusurlar, testler vb),
3. Malzeme kayıpları için tedarik maliyetleri (ana, yardımcı ve işletme malzemeleri),
4. Malzeme kaybı için atık arıtma maliyeti,
5. Geri dönüşüm firmalarına satılan malzeme kayıpları için temin etme maliyetleri,
6. Malzeme kayıplarının sistem maliyetleri (işçilik, amortisman, yakıt ve diğer maliyetler),
7. Malzemelerin işletme içinde geridönüşümü için gerekli sistem maliyetleri,
8. Stoktaki ürünler, yarımamuller veya yeni bir modele geçiş nedeniyle elden çıkarılan malzemeler veya kalitedeki bozulma veya tarihi geçmiş stoklar için malzeme ve sistem maliyetleri.

Çoğu işletme yukarıda sıralanan ilk üç unsuru en azından ana malzemeler (hammadeler) için yönetmektedir. Sadece çok az işletme kurumsal olarak yardımcı veya işletme malzemelerini kontrol etmektedir. Yardımcı ve işletme malzemeleri sıklıkla süreç veya teçhizat bazında yönetilmektedir ve her bir model için malzeme girdi miktarları (veya kayıplar) nadiren yönetilmektedir. Genel atık iyileştirme maliyeti (6. Madde) genelde fabrika bazında atık türüne göre yönetilmektedir. Çok az işletme, bu tarz maliyetleri malzeme çeşidine, ürün modeline ve sürece göre belirlemektedir. İşletmeler çoğunlukla 5. maddede belirtilen geri dönüştürülebilir atıklarla ilgili kayıpların farkında değildirler. Çünkü bu atıklar, kaynak olarak yeniden kullanılmaktadır ve bazen dışardaki geri dönüşüm yapan firmalara malzeme olarak satılmaktadır. Eğer süreci kapsayan MAMM hesaplaması yürütülmez ise 7. ve 8. Maddelerde

belirtilen unsurları belirlemek zordur. Çoğu işletme teçhizat arıza süresi, kurma süresi ve diğer nedenlerden kaynaklanan zaman kaybını belirlemektedir ve bazı işletmeler toplam üretken bakım gibi iyileşme faaliyetlerini desteklemektedir. Bu tip kayıplar teçhizat amortisman maliyetinin içerisinde girdi maliyetlerinin parçası olarak dikkate alınmaktadır ve tercihen MAMM ile birlikte kullanılmalıdır (Kokubu & Tachikawa, 2013:361).

3.1.4. MAMM Uygulamasını Kolaylaştıran Unsurlar ve Uygulanmasına Engeller

Literatürde MAMM'ın uygulamasını kolaylaştıran faktörler; MAMM'ın sahip olduğu teknik avantajlar, verilere ulaşılabilirlik, üst yönetimin katılımı ve mevcut yönetim sistemleri ile uyumlu olması olarak belirtilmektedir. Bir muhasebe aracı olarak MAMM'nın sahip olduğu teknik avantaj, malzeme kayıplarını kendi maliyeti olan, ürün olmayan çıktı veya negatif ürün olarak kabul etmesi, MAMM uygulamasını kolaylaştıran unsurlar arasında en başta gelmektedir. MAMM'ın ihtiyaç duyduğu verilerin hali hazırda işletmelerde bulunuyor olması, işletmelerde uygulamasını kolaylaştıran ikinci unsurdur. MAMM analizleri için gerekli verilerin işletmelerin kayıtlarında mevcut olduğu yapılan örnek olay çalışmalarında tespit edilmiştir. İşletmeler için verilerin hâlihazırda olması, veri toplama işini hallettiği için MAMM daha kolay uygulanabilir. Yönetimin bağlılığı, MAMM'ın uygulamasını kolaylaştıran üçüncü unsurdur. Çeşitli karar verme ve güçlendirme durumları için üst yönetimin çevre yönetim muhasebesine katılımı ve bağlılığı önemlidir. Çevre yönetim muhasebesi projeleri için gerekli parasal yatırımlardan ayrı olarak çeşitli bölümlerin etkili katılımına da ihtiyaç vardır. Üst yönetimin direktifleri, ilgisi ve desteği olmadan örgüt için çevre yönetim muhasebesinin ne kadar önemli olduğunu diğer bölümler göremeyebilirler. Üst yönetimin bağlılığı olmadan çevre yönetim muhasebesi projelerinin önemli zorluklar ve engellerle karşılaşma olasılığı vardır. MAMM'ın mevcut yönetim sistemleri ile uyumlu olması ise MAMM'ın uygulanabilirliğini kolaylaştıran son unsurdur. Yapılan bir çalışmada MAMM'ın şirketin mevcut toplam üretken bakım ve toplam kalite yönetim sistemlerini desteklediği tespit edilmiştir. Bu durum da MAMM'ın işletmeler tarafından uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır (Sulong vd., 2015:1366).

MAMM'ın işletmelerce benimsenmesi ve uygulanması sürecinde çalışanların algıları, takım işbirliği, performans değerlendirme, teknik bilgi ve eğitim gibi birtakım engellerle karşılaşmaktadır. İşletmeler MAMM'ın hâlihazırda kullanılan araçlardan ne gibi farklılıkları olduğu ve ana kurumsal hedefin arayışı olması, yani ekonomik hedeflerle çevresel hedeflerin çatışması nedeniyle bir takım algı zorluklarıyla karşılaşılabilirler. Çeşitli bölümler arasında ve MAMM takımı arasında işbirliği gereklidir ve bu işbirliği olmadan MAMM etkili bir şekilde uygulanamaz. Çevre ile ilgili maliyetler çevre bölümünde, malzeme ve diğer üretim maliyetleri üretim bölümünde, tasarım maliyetleri mühendislik bölümünde ve muhasebe uygulamaları ile ilgili profesyonel bilgi ise muhasebe bölümünde bulunmaktadır. Bu bölümler arasında işbirliği olmadan çevre ile ilgili maliyetleri etkili bir şekilde ölçmek ve dağıtmak zor olabilir. Üçüncü engel performans değerlendirme ile ilgilidir. Yönetim muhasebesinde hem bireylerin hem de bölümlerin performansının değerlendirilmesinde çevresel etkiler genelde kapsam dışı bırakılmaktadır. Çevresel etkileri dikkate almayan bir performans değerlendirme sisteminin üst yönetim tarafından istenen çevresel konularla ilgili davranış ortaya koyması beklenemez. Teknik bilgi ve eğitimin olmaması, MAMM'ın işletmelerce benimsenmesi ve uygulanmasına son engeli teşkil etmektedir. Çevre ile ilgili maliyetlerin doğru tanımlanmaması anlaşmazlıkların çıktığı noktalardan biridir. Bu çevre ile ilgili maliyetlerin kapsamı ve farklı tanımlanmasından

kaynaklanmaktadır. Ayrıca çevre ile ilgili maliyetlerin önemsiz olduğu algısı ve bunun içinde bu maliyetlerin genel giderlerde sınıflandırılması da bu tartışmalara hizmet etmektedir (Sulong vd., 2015:1367). Bu algılar nedeniyle işletmeler MAMM'ı uygulamak konusunda tereddüt edebilirler.

4. Sonuç

Çevre ile ilgili sorunların küresel anlamda önem kazanması, çevre üzerindeki olumsuz etkilerden işletmelerin sorumlu tutulması, bilinçlenen tüketiciler ve sıkı devlet düzenlemeleri, işletmeleri faaliyetlerinin çevresel boyutunu dikkate almaya zorlamaktadır. Bu nedenle son yıllarda çevre yönetim muhasebesi, sürdürülebilirlik raporları, yeşil işletme, yeşil ürün, sosyal sorumlu işletme gibi kavramların popülerliği artmıştır. Bütün bu gelişmeler işletmeleri, küresel anlamda rekabet edebilmek hatta faaliyetlerini devam ettirebilmek için faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini azaltmaya ve çevrenin korunmasına gereken önemi vermeye zorlamaktadır. Hatta çevreyi korumak adına yaptıkları faaliyetlerin raporlanmasını gerektirmektedir. Bu gelişmeler ışığında, işletmelerin çevre ile olan etkileşimleri sonucu ortaya çıkan ve işletmelerin çevrelerinde meydana getirdikleri olumsuzlukların belirlenmesi ve bunların parasal boyutlarının izlenmesi ve raporlanmasını içeren çevre muhasebesi yaklaşımı ortaya çıkmıştır. MAMM ise çevre yönetim muhasebesi aracı ve sürdürülebilir yönetim için yeni bir yöntem olarak tanıtılmaktadır. MAMM, işletmelerin çevreye olan etkilerinin azaltılması, ekonominin iyileştirilmesi ve maliyet azaltımı gibi somut sonuçlara aynı anda ulaşmayı sağlamak için üretimde iyileştirme faaliyetleri ve yeniliklere neden olan yeni bir araçtır. MAMM, maliyet muhasebesi sistemini çevresel bir bakış açısıyla ele alarak geleneksel maliyet muhasebesinin aksine sadece satılabilir ürünleri değil, üretim süreci boyunca ortaya çıkan atık ve hatalı ürünleri de göz önünde bulundurmaktadır. Bunun için MAMM malzeme akışını ve malzeme kayıplarını görselleştirmekte, malzeme kayıplarını negatif ürün olarak ele almaktadır. Malzeme kayıplarının negatif ürün olarak ele alınıp miktar ve maliyet olarak belirlenmesi ile süreçteki verimsiz alanlar ve gizli maliyetler ortaya çıkarılmış olmaktadır. Böylece yöneticilerin dikkatleri verimsiz alanlara çekilmektedir. Kayıpları tetikleyen unsurlar iyileştirme faaliyetlerine rehber olmakta ve işletme kararları verilirken üretim kayıplarından kaynaklanan verimsizliklerin daha iyi dikkate alınmasına neden olmaktadır. Bu da malzemelerin ikame edilmesi, süreçlerde, üretim hatlarında veya ürünlerde modifikasyon ve malzeme ve enerji verimliliğiyle ilgili yoğun ar-ge faaliyetleri gibi iyileştirme faaliyetlerini beraberinde getirmektedir. MAMM mühendisler için “sıfır malzeme kaybı maliyeti” şeklinde nihai bir hedefte sunmaktadır. Böylece işletmelerde malzemelerin etkin kullanımı teşvik edilmekte, atıkların, emisyonların ve yan ürünlerin azaltımına katkı yapabilmek mümkün olmaktadır. Geleneksel maliyet ve yönetim muhasebesi sistemlerinde ise üretim kayıplarından kaynaklanan maliyetler, nihai ürünün maliyetine yüklenmektedir. Bu kayıpların ve kayıplardan kaynaklanan maliyetlerin belirlenen standartlar içinde kalması halinde göz ardı edilmektedir. Ayrıca bu maliyetlerin satışlarla geri kazanılabileme ihtimali kayıplardan kaynaklanan bu maliyetlere önem verilmemesine neden olmaktadır. İşletmeler MAMM'ı uyguladıkça doğal kaynakların kullanımının ve karbon emisyonlarının azalması şeklinde çevresel faydalar elde etmektedirler ve kaynak kullanım verimlilikleri artmaktadır. Böylece MAMM işletmelerin çevreye olan etkilerini azaltmaktadır. Ayrıca MAMM işletmelerde hammadde, işleme ve atık bertaraf maliyetlerini içerecek şekilde tüm maliyetleri azaltmaktadır ve kara katkı yapmaktadır.

Sonuç olarak MAMM'ın işletmelerde benimsenip uygulanmasıyla hem ekonomik faydalar elde edilmekte hem de işletmenin çevreye ters etkileri azaltılarak çevresel fayda elde edilmekte ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunulabilmektedir. Bütün bu faydalarına rağmen MAMM kullanımı Japonya dışında pek yaygınlaşmamıştır. Özellikle ülkemizde uygulanması bir kenara bırakırsak akademik çalışmalarda da henüz yeterince yer bulamamıştır.

Kaynakça

- Akbaş, H. E. (2011). Çevresel yönetim muhasebesi: Özellikleri, unsurları ve kullanım alanları. *MODAV*, 3, 29-59.
- Chang, S. H., Chiu A. A., Chu, C. L., Wang, T. S., & Hsieh, S. I. (2015). Material flow cost accounting system for decision making: The case of Taiwan SME in the metal processing industry. *Asian Journal of Finance & Accounting*, 7(1), 117-134.
- Christ, K. L., & Burritt, R. L. (2016). ISO 14051: A new era for MFCA implementation and research. *Revista de Contabilidad – Spanish Accounting Review*, 19(1), 1-9.
- Çalış, Y. E. (2013). Çevresel maliyetlerin muhasebeleştirilmesi. *Marmara Üniversitesi İİB Dergisi*, 34(1), 175-190.
- Doğdubay, M., & Sarıoğlan, M. (2010). Büyük ölçekli otel işletmelerinin yiyecek-içecek ünitelerinde üretim dengesini bozan üretim kayıplarının rapor edilmesi. *Tubav Bilim Dergisi*, 3(1), 106-116.
- Fakoya, M. B. (2015). Adopting material flow cost accounting model for improved waste-reduction decisions in a micro-brewery. *Environment, Development and Sustainability*, 17, 1017-1030.
- Gürdal, K. (2013). TTK, TMS/TFRS, VUK düzenlemeleri ve maliyet denetimi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 1, 1-26.
- 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.
- Jasch, C. (2003). The use of environmental management accounting (EMA) for identifying environmental costs. *Journal of Cleaner Production*, 11, 667-676.
- Jasch, C., & Savage, D. E. (2008). The IFAC international guidance document on environmental management accounting. İçinde S. Schaltegger, M. Bennett, R. L. Burritt, & C. Jasch (Eds.), *Environmental Management Accounting for Cleaner Production*, 321-336. Netherlands: Springer.
- Karacıoğlu, R. (1993). *Sanayi işletmelerinde üretim kayıpları (fire, artık, bozuk mamül ve kusurlu mamül-verimliliğe ve maliyetlere etkisi)*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Kokubu, K. (2008). *Material flow cost accounting: Japanese perspectives and international standardization*. A-CSEAR Proceedings.
- Kokubu, K., & Kitada, H. (2010). *Conflicts and solutions between material flow cost accounting and conventional management thinking*. 6th Asia-Pacific Interdisciplinary Perspectives on Accounting Research (APIRA) Conference at University of Sydney, July 12-13.

- Kokubu K., & Kitada, H. (2012). *Material flow cost accounting and conventional management thinking: Introducing a new environmental management accounting tool into companies*. Paper submitted to the IPA Conference.
- Kokubu, K., & Tachikawa, H., (2013). Material flow cost accounting: Significance and practical approach. İçinde J. Kauffman & K.M. Lee (Eds.), *Handbook of Sustainable Engineering* (ss. 351-369). New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Kokubu K., & Kitada, H. (2015). Material flow cost accounting and existing management perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1279-1288.
- Nakajima, M. (2006). The New management accounting field established by material flow cost accounting. *Kansai University Review of Business and Commerce*, 8, 1-22.
- Nakajima, M. (2008). The new development of material flow cost accounting (MFCA): MFCA analysis in power company and comparison between MFCA and TPM (total productive maintenance). *Kansai University Review of Business and Commerce*, 10, 57-86.
- Onishi, Y., Kokubu K., & Nakajima, M. (2008). Implementing material flow cost accounting in a pharmaceutical company. İçinde S. Schaltegger, M. Bennett, R. L. Burritt, & C. Jasch (Eds.), *Environmental Management Accounting for Cleaner Production*, 395-409. Netherlands: Springer.
- Otlu F., & Kaya G. A. (2010). Çevre muhasebesi ile ilgili muhasebe meslek mensupları üzerine bir araştırma. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), 43-56.
- 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.
- 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.
- Songkham, A., & Kasemset, C. (2015). Application of MFCA and dynamic programming in operations improvement: A case study. İçinde M. Gen, K.J. Kim, X. Huang, & Y. Hiroshi (Eds.), *Industrial Engineering, Management Science and Applications*, 35-44. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg.
- Strobel, M., & Redmann, C. (2004). Flow cost accounting an accounting approach based on the actual flows of materials. İçinde M. Bennett, J. J. Bouma, & T. Wolters (Eds.), *Environmental Management Accounting: Informational And Institutional Developments*, 67-82. New York: Kluwer Academic Publishers.
- 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.
- Sygulla, R., Götze, U., & Bierer, A. (2014). Material flow cost accounting: A tool for designing economically and ecologically sustainable production processes. İçinde E. Henriques, P. Peças, & A. Silva (Eds.), *Technology and Manufacturing Process Selection*, 105-130. London: Springer.
- Tachikawa, H. (2014). *Manual on material flow cost accounting: ISO 14051*. Tokyo: Asian Productivity Organization.

- Viere, T., Prox, M., Möller, A., & Schmidt, M. (2011). Implications of material flow cost accounting for life cycle engineering. İçinde J. Hesselbach & C. Herrmann (Eds.), *Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing*, 652-656. Berlin: Springer, Heidelberg.
- Yereli, A. N., & Yakın, V. (2009). Çevresel yönetim muhasebesi aracı olarak malzeme akış maliyet muhasebesi yöntemi. *Muhasebe ve Denetim Bakışı*, 1, 69-90.
- Wagner, B. (2015). A report on the origins of material flow cost accounting (MFCA) research activities. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1255-1261.
- Wan, Y. K., Re, x T.L., Denny, K.S., & Tan, R. R. (2015). Material flow cost accounting (MFCA) based approach for prioritisation of waste recovery. *Journal of Cleaner Production*, 107, 602-614.