

Birleşik Üretimlerde Yeni Bir Yaklaşımla Madde Maliyeti Hesaplama Algoritması

Yrd. Doç. Dr. Çağla EDİZ

Sakarya Üniversitesi
İşletme Fakültesi
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
cediz@sakarya.edu.tr

Doç Dr. Aykut Hamit TURAN

Sakarya Üniversitesi
İşletme Fakültesi
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
ahturan@sakarya.edu.tr

Özet

İşletme çalışanlarına, üretimle ilgili kayıtları girerken zaman kazandıracak, ancak zaman kazandırırken eksikliğe ve hataya sebebiyet vermeyecek yöntemlerin geliştirilmesi, işletmelere rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu prensipten yola çıkarak, bu çalışmada aynı imalat sonucunda farklı çeşitlerde mamullerin elde edildiği, diğer bir deyişle birleşik imalat yapan yerler için geliştirilen bir yazılım metodolojisini kapsamaktadır. Bu yazılımda, birleşik imalata ait olarak sisteme girilen üretim kayıtları, birleşik üretim sonrasında tüketilen ek malzeme kayıtlarını da kapsayacak şekilde, topluca bilgi işleme sistemine girilmektedir. Hazırlanan sistemde, stok maliyetlemesini ve aynı zamanda stok izlenebilirliğini sağlayacak kayıtlar, regresyon analizi sonuçları, ürün reçeteleri ve bazı şartlarda da ürün ağırlıkları değerlendirilerek oluşturulmaktadır. Bu metodoloji benzer bileşik üretim yapan işletmeler tarafından uygulanarak, stok maliyetlemesi ve stok izlenebilirliğinin sağlanmasında işletmelere zaman tasarrufu sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Birleşik Üretim, Maliyet Hesaplama, Algoritma, Örnek Uygulama, Regresyon Analizi

A New Approach To Joint Production: A Proposal Of Material Cost Calculating Algorithm

Abstract

New methods are necessary to save time for employees, when entering organizational records and at the same time these new methods shall not cause any deficiency or mistakes in order to create competitive advantage for firms. In this study, with this strategy in mind, a software methodology has been developed for producers that make different products from joint production process. In a working company, because of limitation of the equipment and semi products, finally joint products would emerge from the production process. For calculating side products and joint product costs, coefficients have been formed by using variety of methods. Or side products, we used regression procedure to calculate cost coefficients and for joint products, to calculate cost coefficients, products weights in production have been utilized. Bill of materials for products can be formed by considering these coefficients and end of period stocks raw material and supplies costs have been formed by using a special algorithm. Since, the next step of adding labor and overall management costs into the stock costs is done with a different algorithm; this study includes only calculation of raw material and supplies costs. If this methodology used by firms making joint production, this can create savings in time for firms monitoring inventory costs as well as inventory tracking.

Keywords: Joint Production, Cost Calculating, Algorithm, Case Study, Regression Analysis

GİRİŞ

İşletmeler tarafından dönem sonlarında oluşturulan gelir tablosunun içinde önemli bir kalem, satışların maliyetidir. Satışların maliyeti hesaplanırken de, dönem başı ve dönem sonundaki yarı mamul ve mamul stoklarının maliyetleri gereklidir. Bu nedenle, stoklu çalışan üretim işletmeleri tarafından yarı mamul ve mamul maliyetlerinin hesaplanması zaruridir. Ayrıca, artan rekabet ortamında kazanç sağlayabilmek için de maliyetlerinin doğru hesaplanarak doğru yönetilmesi gerekmektedir (Ülker ve İskender, 200: 190). Üretilen stok maliyetlerinin hesaplanmasında ilk adım, üretimde kullanılan malzeme maliyetleri olan madde maliyetleridir. Eğer üretim sonucunda tek çeşit ürün oluşuyorsa bu

hesaplamalar nispeten kolaydır. Ancak üretim sonucunda farklı çeşit ürünlerin oluştuğu birleşik üretimlerde madde maliyet hesaplamaları zorlaşmaktadır. Birleşik üretimlerde, aynı imalat sonucunda üretilen ürünlerden, piyasa değeri daha yüksek olanlar ana ürün, daha düşük olanlarsa yan ürün olarak adlandırılmaktadır. Bazı durumlarda birleşik üretimlerde, yan ürünlere göre satış değeri yüksek olan ve her biri başlı başına ana ürün olabilecek ürünler üretilmektedir ve bu ürünler de ortak ürünler adını almaktadır (Öztürk, 2002).

Birleşik imalatta üretim maliyetinin mamullere dağıtılması sürecinde pek çok yöntem vardır ve hangi üretim metodunun kullanılacağı genellikle işletme yöneticilerinin tercihine bırakılmıştır (Ömürbilek ve Kozak). Birleşik mamul üreten işletmelerde maliyet ve yönetim muhasebesi tekniklerinin uygulanması da önem arz etmektedir (Ngwakwe, 2009). Birleşik üretim yapan işletmelerde, tek bir mamul üretilmesi istense bile, birden fazla yan mamulün çıkmasına engel olunamamaktadır. Birleşik üretim yapan işletmelerde, tam ve doğru olarak mamul maliyetlerinin tespiti ve işletme katkılarının net ve doğru bir şekilde karşılaştırılması için doğru bir şekilde üretilen mamul veya yarı mamullere paylaştırılması gerekmektedir (Haftacı, 2009). Birleşik mamüller için seçilecek maliyet dağıtım yöntemi dönem sonu stok ve satılan mamul maliyeti, brüt kârı, dönem karı ve dolayısıyla dönem net karı tutarları da belirleyecektir (Gersil ve Öz Dedeoluk, 2015). Birleşik üretimlerin maliyetlemesinde genel olarak kullanılan yöntemler, mamullerin satış değerleri, tahmini net gerçekleşme değerleri, satış hasılatları, ikame olan tedarik değerlerinin dikkate alınması ve satış fiyatından geriye doğru hesaplama yöntemleridir (Öztürk, 2002; Uyar 2008). Ancak yeni ürünler için maliyetleme yapılmak istenmesi ve yeni ürünlerde satış fiyatının tahmin edilememesi, piyasada mamuller için farklı fiyat aralıklarının olabileceği gibi sebeplerden ötürü bu maliyetlemeler bazı işletmelerde ihtiyacı karşılamamaktadır. Bu nedenle, süt ürünlerinde yan ürünlerin maliyetlemesinde bir maliyet dağıtım katsayısı belirlemek amacıyla regresyon yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, birleşik üretimlerde, birleşik üretim sonrasında her ürün için farklı tüketilen ek malzemelerin olması da yeni bir metodolojinin geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Tüm ihtiyaçları, sistemin en az giriş sayısı ile yapabildiği ve manuel hesaplamaların azaltılması için birleşik üretimlerde regresyon analizine ve ürün ağaçlarına dayalı bir metodoloji geliştirilmiştir. Geliştirilen metodoloji, günlük 300 ton süt işleme kapasiteli; yoğurt, ayran, tereyağı ve çeşitli peynirler üreten bir işletmede uygulanmıştır.

VUK'un 275'inci maddesinde, üretilen tam ve yarı mamul malların maliyet bedeli mamül başına düşen hammadde, işçilik, genel imar giderleri, genel idare giderleri ve zaruri ambalaj malzemelerinin giderleri oluşturmaktadır (Çakmakçı, 2014). Bu çalışmada yarı mamül ve mamül maliyetlemesinin ilk adımı olan hammadde ve ambalaj giderlerinin hesaplanma yöntemi anlatılmış, daha sonraki adımlarda yarı mamül ve mamüle eklenen işçilik ve genel giderler çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Çalışmada birinci bölümde, üretim yapan işletmelerde ürün ve yarı mamul stokları maliyetleme işleminin öncesinde yaşanan süreç özet bir halde anlatılmıştır. İkinci bölümde, süt ürünleri üretiminde oluşan yan ürünler için, ürün maliyetlerinden ne kadar pay verileceğinin regresyon modeliyle nasıl hesaplandığı anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, birleşik üretimlerin ürün maliyetlerinin ürün ağaçları kullanılarak dağıtılmasındaki algoritma açıklanmıştır. Son bölümdeyse örnek bir uygulama verilmiştir.

1. Ürün Ve Yarı Mamül Maliyetlendirme Öncesindeki Aşamalar

Çalışmadaki algoritmanın anlatılması öncesinde, ürün ve yarı mamullerin madde maliyetlendirilmesi için genel olarak hangi aşamalardan oluştuğu, özet olarak şu şekilde sıralanabilir:

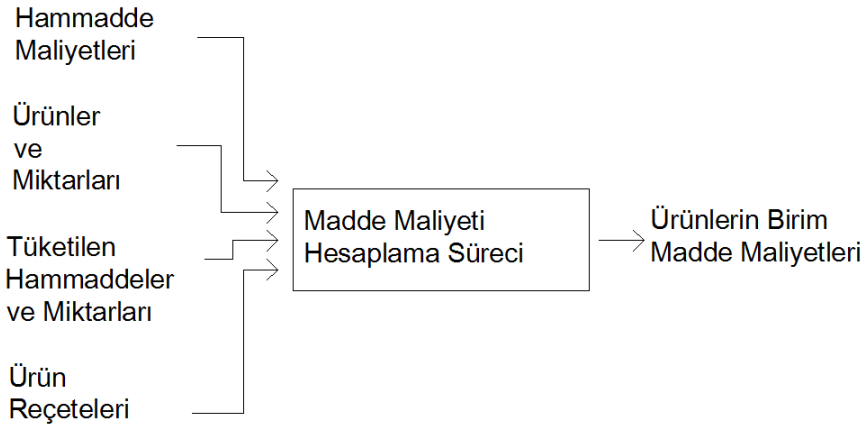
Aşama 1 - TMS'e göre madde maliyetlerinin hesaplanması: Stokların maliyetlerini hesaplamak için Türkiye Muhasebe Standartları tarafından belirlenen yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar gerçek parti maliyeti yöntemi (sadece özel projelerde kullanılabilir), FIFO, dönem sonu ağırlıklı ortalama maliyet yöntemi veya hareketli ağırlıklı ortalama maliyet yöntemidir. Gerçek maliyet yönteminde, maliyet parti numaralarıyla takip edilerek birebir ilişkilendirilmiş satın alma fiyatı üzerinden yapılır. FIFO yöntemine ilk giren ilk çıkar prensibi uygulanırken, diğerlerinde işletmenin iş akışına bağlı olarak periyodik olarak veya her satın alma veya üretim sonrasında ağırlıklı ortalamalar yapılarak maliyetlemeler yapılmaktadır (TMS 2 Stoklar, 2015). İşletmeler yasaların izin verdiği stok maliyetleme yönteminden birini seçerek, üretim esnasında tüketilen malzemelere madde maliyet fiyatı belirler.

Aşama 2- Malzeme İhtiyaç Planının (MİP) Oluşturulması: Üretim öncesinde ihtiyaç duyulan malzemelerin neler olduğunun belirlenmesi, gerekli ise eksik malzemelerin tamamlanması ve üretim yerine getirilebilmesi için MİP çalıştırılarak listeler oluşturulur. İlk olarak 1960'lı yılların öncesinde kullanılmaya başlanan MİP ile (Somar, 2004:4), ürün ağaçları, stok bilgileri ve ana üretim planlaması entegre edilerek üretim planlanmaktadır.

Aşama 3- Üretim Öncesi Malzemelerin Temini: Bir önceki aşamada karar verilen malzemelerden eksik olanlar temin edilmekte ve firma içinden veya dışından üretim yerine gerekli malzemeler taşınmaktadır. Özellikle gıda sektöründe, yasalarla zaruri hale getirilmiş (ISO 22005:2007) ürün izlenebilirliğinin sağlanması için bu taşımalar esnasında da madde numaralarının yanında parti numaralarının kayıt altına alınması gerekmektedir. Ayrıca birleşmelerin veya ayrışmaların yaşandığı üretim proseslerinde de ürün bilgilerinin korunması önemlidir (Donnelly vd, 2009). Bu nedenle üretim süreçleri boyunca üretilen stokların ve tüketilen stokların birbirleriyle ve parti numaralarıyla bağlantılı bilgilerinin tutulması önem arz etmektedir.

Aşama 4- Üretim Sonrasında Üretilen Ürün ve Tüketilen Malzemelerin Sisteme Girilmesi: Üretimin gerçekleşmesi esnasında veya sonrasında, hem nelerin üretildiği hem de üretim esnasında nelerin tüketildiği bilgileri kaydedilir. Tüketilen malzemeler, özellikle gıda işletmelerinde, gıdanın biyolojik özellikleri, önceki ürünlerden artık olan ürünün tekrar kullanılması gibi çeşitli sebeplerle ürün ağacı ile birebir uyumlu olmamakta ve bu nedenle tüketilen malzemelerdeki farklılıkların manuel bir şekilde düzeltilmesi gerekli olmaktadır.

Yukarıda sıralanan aşamalar sonrasında, ürünler madde maliyetlerinin hesaplanması için hazır hale gelmektedir. Bu aşamadan sonraki süreç için girdiler, tedarikçiden temin edilen hammaddelerin maliyet fiyatları, üretilen ürünlerin neler olduğu ve miktarları, tüketilen malzemelerin neler olduğu ve miktarlarıdır. Çalışmada anlatılan metodoloji sonucunda elde edilecek çıktı ise mamullerin veya yarı mamullerin birim fiyatlarıdır (Grafik 1).



Grafik 1: Bileşik Üretimlerde kullanılacak Madde Maliyeti Hesaplama Süreci Girdi ve Çıktıları

2. Regresyon Yöntemiyle Yan Ürün Maliyet Hesaplaması

Tek bir mamul veya yarı mamulün üretildiği basit üretimlerde, üretim esnasında tüketilen malzeme miktarları madde maliyetleriyle çarpılarak, stokun madde maliyeti bulunur. Ancak, bileşik üretimler sonucunda elde edilen mamul ve yarı mamulün stok madde maliyetlerini hesaplamak bu kadar kolay değildir. Bir de bileşik üretimlerde ürünlerin üretilmesi esnasında tüketilen bazı maddeler ortak olarak üretilen stok kalemlerinin hepsinin içinde yer alırken bazıları sadece bir veya birkaçının içinde yer almaktadır. Bu durumlarda tüketim malzeme dağılımlarının ürünler bazında yapılması için, ürünlerin miktarsal ağırlıklı ortalamasına göre bir dağılım uygulamak doğru bir netice vermeyecektir. Bu tür bileşik ürünler için uygulanabilecek bir yöntem üretilen stok kalemlerine ait ürün reçetelerine geri dönmektir.

Çoğu ürün için ürün reçeteleri oluştururken tüketilen malzemeler ve adetlerini eklemek yeterli olmaktadır. Ancak, üretimler sonucunda yan ürünler de elde ediliyorsa, yan ürünler için reçete hazırlamak bu kadar kolay değildir. Bu çalışmada, yan ürünlere bir katsayı verebilmek için, öncelikle, süt ürünlerinde ürün maliyetlerine kendisini oluşturan bileşenlerin etki edip etmediği incelendi. Bunun için, bağımsız bir değişkenin, bağımlı bir veya birden çok değişken yardımıyla değişiminin incelenmesi olan regresyon analizi yöntemi kullanıldı. Süt ürünlerinin içerik yapılarına bakıldığında, ürünlerin başlıca yağ, protein ve karbonhidrattan oluşan bir içerik yapısına sahip olduğu görülmektedir. Tahmin edilmek istenen model şu şekildedir (Ediz, 2016):

$$Y=a+K_1.x_1+K_2.x_2 +K_3.x_3$$

Bu modelde;

Y : Ölçülecek 1 kg süt ürününün maliyeti,

K₁: Süt ürünündeki protein yüzdesinin süt ürünü maliyetine etki katsayısı,

K₂: Süt ürünündeki yağ yüzdesinin süt ürünü maliyetine etki katsayısı,

K₃: Süt ürünündeki karbonhidrat yüzdesinin süt ürünü maliyetine etki katsayısı,

x₁: Süt ürününde bulunan protein yüzdesi,

x₂: Süt ürününde bulunan yağ yüzdesi,

x₃: Süt ürününde bulunan karbonhidrat yüzdesi,

Maliyetlerin satış fiyatlarıyla orantılı olacağı düşünülmüş ve süt ürünlerindeki maliyetler için Tüketici Fiyat İndeksleri tarafından yayınlanan 2016 Mayıs fiyatları kullanılmış, süt ve süt ürünlerinin protein, yağ ve karbonhidrat yüzdesindeyse firmanın kullandığı değerler temel alınmıştır. Ancak bu çalışmada tüketici fiyat endeksi tablosunda, süt ve süt ürünleri için ayrılan kalem sayısı kısıtlı olduğundan regresyon modelinde kullanılması tavsiye edilen örneklem sayısına ulaşamamıştır. Hipotez şu şekilde kurulmuştur (Ediz, 2016):

H₀: Maliyet fiyatları ile süt ürünlerinde bulunan protein, yağ ve karbonhidrat miktarları birbirinden bağımsızdır.

H₁: Maliyet fiyatları ile süt ürünlerinde bulunan protein, yağ ve karbonhidrat miktarları birbirinden bağımsız değildir.

Analiz tablolarının ilki olan ANOVA testi, regresyon modelinin anlamlı olup olmadığının incelenmesinde kullanılmaktadır. Tablo 1'de görülen ANOVA Analizi sonucunda Sig. Değeri (0,043075), 0,05'ten küçük olduğu için H₀ hipotezi ret edilir. Yani, süt ürün maliyet fiyatları ile sütte bulunan protein, yağ ve karbonhidrat miktarları birbirine bağımlıdır denebilir (Ediz, 2016).

Tablo 1: ANOVA Analizi

| | <i>df</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Sig.</i> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Regresyon | 3 | 706,5363 | 235,5121 | 10,37318 | 0,043075 |
| Fark | 3 | 68,11184 | 22,70395 | | |
| Toplam | 6 | 774,6482 | | | |

Analiz tablolarından ikincisi olan regresyon istatistikleri, bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin boyutunu göstermektedir. Tablo 2'deki regresyon istatistiklerine bakıldığında görülen R değeri, bağımlı değişkenle bağımsız değişken arasındaki korelasyonu temsil etmektedir. Bu değer 0,955026 olarak görülmesi, bağımlı değişkenle bağımsız değişken arasında çok büyük ve pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Karar katsayısı da denilen R² değeri ise 0,912074 olduğu görülmektedir. Bu çıktı, süt ürünlerindeki protein ve yağ miktarlarının %91,2 oranında maliyet fiyatlarıyla ilgili olduğunu göstermektedir (Ediz, 2016).

Tablo 2: Regresyon İstatistikleri

| <i>Regresyon İstatistikleri</i> | |
|---------------------------------|----------|
| Çoklu R | 0,955026 |
| R ² | 0,912074 |
| Düzeltilmiş R ² | 0,824148 |
| Standart Hata | 4,764866 |
| Gözlem | 7 |

Regresyon analizi sonucunda oluşan katsayılarla (Tablo 3) şu şekildedir:

Tablo 3: Regresyon Analizi Sonucu

| | <i>Katsayılar</i> | <i>Standart Hata</i> | <i>t Stat</i> | <i>P-değeri</i> |
|----------------|-------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| Kesişim (a) | -0,93575 | 5,645685 | -0,16575 | 0,878897 |
| X ₁ | 0,727625 | 0,214531 | 3,391695 | 0,042722 |
| X ₂ | 0,334379 | 0,082226 | 4,066603 | 0,026821 |
| X ₃ | 0,544835 | 0,796763 | 0,68381 | 0,543178 |

Regresyon analizi sonucunda oluşan model şu şekilde yazılabilir:

$$Y = -0,93575 + 0,727625 \cdot x_1 + 0,334379 \cdot x_2 + 0,544835 \cdot x_3$$

Regresyon analizinin çok yüksek çıkması, acaba x_1 , x_2 ve x_3 arasında bir ilişki olup olmadığı sorusunu sordurmuştur. x_1 , x_2 ve x_3 arasındaki korelasyon katsayıları şu şekilde (Tablo 4) hesaplanmış ve korelasyon değerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu durum regresyon analizinin geçerliliğini güçlendirmiştir (Ediz, 2016).

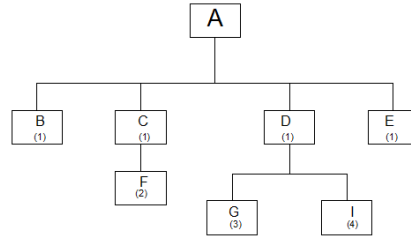
Tablo 4: Bağımsız değişkenler arasında korelasyon katsayıları

| | X ₁ | X ₂ | X ₃ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| X ₁ | 1 | | |
| X ₂ | -0,1721 | 1 | |
| X ₃ | -0,07464 | 0,233558 | 1 |

Yan ürün maliyetlerinin hesaplanması için, regresyon analizinde hesaplanan maliyet oranını veren süt miktarı, yan ürünlere ait ürün ağacına işlenmiştir.

3. Ürün Reçeteleri Üzerinden Maliyet Dağıtımları

Ürün reçeteleri (ağaçları), üretim planlarında kullanılan ve ürünü oluşturmak için gerekli olan tüm bileşenlerin imalat süreçlerine göre seviyelenerek hiyerarşik bir yapıda yer aldığı listelerdir (Somar, 2004,5; Tanyas ve Baskak, 2003:37; Yükçü ve Atağan, 2010:27). Ürün ağaçları, genellikle çok seviyelidir ve aslında bu ürün ağaçları, baba ve babayı oluşturan oğullardan oluşan tek seviyeli ürün ağaçlarının birleşmesiyle oluşur (Guoli ve ötekiler, 2003).



Grafik 2: Örnek Ürün Ağacı Yapısı

Ürün ağaçlarının en genel kullanım amaçları stokların ve üretimin planlanmasıdır. Ayrıca, bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle, kişisel taleplere göre şekillenerek oluşturulabilen dinamik ürün ağaçları da kullanılmaya başlanmıştır (O'Donnell ve ötekiler, 1996). Bu çalışmada, ürün ağaçları, birleşik üretimlerde ürün maliyetlerinin dağıtılması amacıyla kullanılmaktadır.

Gıda sektöründe, malzemelerin üretim ağaçları kullanılarak, ürünler bazında dağıtılması esnasında iki olasılıkla karşılaşmaktadır:

1. Bir veya daha çok üretilen stoğun ürün reçetesinde tüketilen malzemenin bulunması,
2. Hiçbir üretilen stoğun reçetesinde tüketilen malzemenin bulunmaması,

1 Nolu olasılıkta ürün ağaçları kullanılarak maliyetler dağıtılırken, 2 Nolu olasılıkta ürün ağırlıklarına göre ağırlıklı basit ortalama alma yöntemiyle maliyetler dağıtılabilir. Bu olasılık süt ürünleri üretiminde ihtiyaç halinde süt tozu, peynir altı suyu tozu, kazeinat eklenmesi (MEGEP, 2008) gibi farklı yöntemlere gidilebilmesinden kaynaklanabilmektedir. Bu olasılığın bir başka nedeni de kültür gibi bazı maddelerin üretimden üretime değiştirilmesi ihtiyacından kaynaklanmaktadır.

Birleşik üretimlerde maliyetledirme algoritması için kullanılan değişkenler aşağıdadır:

Ü=Üretilen ürünler

T=Tüketilen malzemeler

ÜM=Üretilen ürün miktarı

TM=Tüketilen malzeme miktarı

RM=Ürün reçetesine göre tüketilen malzeme miktarı

TRM=Ürün reçetesine göre hesaplanan toplam tüketilen malzeme miktarı

O=Tüketilen malzeme maliyet dağılım oranı

G=Gerçekleşmiş dağıtılan tüketim miktarları

ÜA=Ürün ağırlığı

M=Ürün maliyetleri

ÜC=Ürün cinsiyeti

1. **Adım:** $\bar{U}_i \times T_j$ yi oluştur (\bar{U}_{ij}, T_{ij}).
2. **Adım:** Her T_{ij} için, \bar{U}_{ij} 'nin ürün reçete tablosu sorgulanır. Eğer \bar{U}_{ij} ürününün ürün reçetesinde T_{ij} bulunuyorsa, reçetedeki T_i 'nin kullanım miktarını, \bar{U}_i 'nin üretim miktarıyla çarparak ($\bar{U}_i M_i$), \bar{U}_{ij} için reçete tüketim miktarını bul (RM_{ij}).
3. **Adım:** T_{ij} 'lere göre gruplandırarak RM_{ij} 'leri toplattır (TRM_j), yeni bir geçici tabloda T_j ve TRM_j 'leri listelet.
4. **Adım:** $T_j = T_{ij}$ ve $RM_j \neq 0$ için dağılım oran:
 $O_{ij} = RM_{ij} / TRM_j$
5. **Adım:** Eğer $RM_j = 0$ ise gerçekleşen miktar (yan ürün ise alt-toplama eklettirilmez):

$$O_{ij} = \frac{ÜM_i \cdot ÜA_i}{\sum_{n=1}^i E_{ger} \cdot ÜC! = \text{"yan ürün" ise } (ÜM_n \cdot ÜA_n)}$$

6. **Adım:** Maliyet için dağıtılan tüketilen malzeme değerleri:

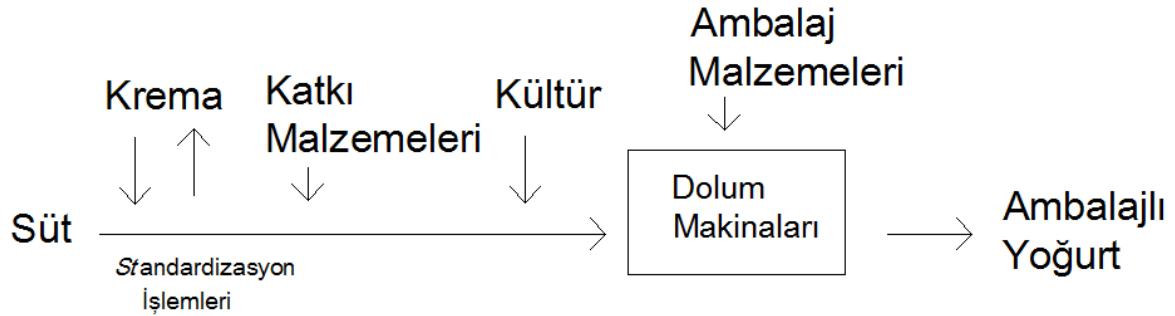
$$G_{ij} = TM_j \cdot O_{ij}$$

7. **Adım:** G_{ij} 'leri, malzemelerin birim fiyatlarıyla çarpılarak GM_{ij} 'leri hesaplat.

8. **Adım:** $Ü_{ij}$ 'leri gruplandırarak GM_{ij} 'leri topla ve $Ü_i$, $ÜM_i$ ve M_i 'leri üretim numarasıyla yeni bir tabloya kaydet.

4. Örnek Uygulama

Homojenize yoğurt üretimi, birleşik üretimlere bir örnektir. Yoğurt içindeki bileşenleri standart bir seviyeye getirmek için separatörler (dönme işlemiyle çalışan ayrıştırıcılar) ve evaporatörler (buharlaştırıcılar) kullanılmaktadır. Yoğurt üretiminde süt separatörlerden geçerken içindeki yağ süttten uzaklaştırılır, sonrasında süt evaporatörden geçerek içindeki su da buharlaştırılarak kuru madde oranı istenen seviyeye gelir. Bu aşamadan sonra daha önce süttten uzaklaştırılan yağın bir kısmı süte tekrar eklenerek süttün yağ seviyesi ayarlanır. Bu işlem esnasında artan krema tereyağı gibi farklı üretimlerde kullanılabilir. Daha sonra, süte tanklarda kültür ve eğer gerekli ise diğer katkı maddeleri eklenir. Son olarak, hazırlanan karışım dolum makinalarından hazırlanacak olan ürünlerin çeşitliğine göre farklı kaplara dökülerek ambalajlanır.



Grafik 3: Ambalajlı Yoğurt Üretim Şeması

Kaşar peynirinin ve tereyağının üretimi esnasında peynir altı suyu, yoğurt ve lor peyniri üretimi esnasında da krema yan ürün olarak elde edilmektedir. Elde edilen yan ürünler de yine lor peyniri (peynir altı suyu kullanılır) ve tereyağı (krema kullanılır) üretilirken kullanılabilir. Bu çalışmada, ortak ürünlerin ve yan ürünlerin maliyetlemelerinin doğru yapılabilmesi için, yan ürünler için de tıpkı ürünlerde olduğu gibi bir ürün reçetesi hazırlanmaktadır. Ancak aslında bu ürün reçetesi sembolik bir reçetedir. Yan ürün reçetesinin altında sadece süt bulunmakta ve süttün miktar bilgisi yan ürüne verilmek istenen maliyet değerine göre orantılanmaktadır. Yan ürünler için oluşturulan ürün ağaçları maliyetlemede kullanılmak için oluşturulur, MİP çalıştırma esnasında dikkate alınmaz.

| Madde kodu | A... | İş ... | Seri başına | Miktar | Birim | K... | M | Madde adı |
|-------------------|-------|--------------------------|-------------|---------|-------|------|---|-----------------------------|
| 50 01 00 00000001 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 0,22500 | l | | | Süt |
| 50 03 03 00000012 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 1,00000 | adet | | | Yoğurt Kasesi 0,150 Gr G ** |
| 50 03 03 00000033 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 1,00000 | adet | | | Aliminyum Kapak 75'Lik G ** |
| 50 03 03 00000059 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 0,05000 | adet | | | Yoğurt Viyol 75*200 |
| 50 03 03 00000114 | 00... | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 0,00115 | kg | | | Shrink Nylonu |

Grafik 4: 150 Gramlık A Yoğurdunun Ürün Reçetesinde Bulunanlar.

| Madde kodu | A... | İş ... | Seri başına | Miktar | Birim | K... | M | Madde adı |
|-------------------|------|--------------------------|-------------|----------|-------|------|---|--------------------------------|
| 50 01 00 00000001 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 13,50000 | l | | | Süt |
| 50 03 03 00000057 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 1,00000 | adet | | | 9Kç G.** Y.Yağlı Yoğurt Kovası |
| 50 03 03 00000126 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 1,00000 | adet | | | 9000 g G.** Yoğurt Kapağı |

Grafik 5: 9 kg'lık B yoğurdunun ürün reçetesinde bulunanlar.

Sütün 2016 Mayıs ayında süt fiyatı ortalama 2,8825 TL'dir. Yoğurttan oluşan kremanın protein, yağ ve karbonhidrat değerleri yaklaşık olarak sırasıyla 0,5; 71 ve 3,2 'dir. Buna göre regresyon analizi sonucu fiyatı:

$$Y = -0,93575 + 0,727625 \cdot 0,5 + 0,334379 \cdot 71 + 0,544835 \cdot 3,2 = 24,9 \text{ olur.}$$

Bu fiyat süte oranlandığında (24,9/2,88) yaklaşık olarak 8,5 değeri bulunur. Böylece, süt kremasının ürün reçetesine süt değeri için 8,5 yazılabilir.

| Madde kodu | A... | İş ... | Seri başına | Miktar | Birim | K... | M | Madde adı |
|-------------------|------|--------------------------|-------------|--------|-------|------|---|-----------|
| 50 01 00 00000001 | | <input type="checkbox"/> | 1,0000 | 850000 | l | | | Süt |

Grafik 6: Süt Kreması için oluşturulan ürün reçetesinde bulunanlar.

Homojenize yoğurt üretiminde, önemli hammaddelerden biri kültürdür. Ancak kültür biyolojik nedenlerle periyodik olarak değiştirilmesi gereken bir hammadde olduğundan, ürün reçetelerinin sürekli güncellenmesini gerektirmektedir. Bu da çalışanlar için bir iş yükü oluşturacaktır. Bu nedenle, işletme için hazırlanan yazılımda tüketimde girilen malzemeler ürün reçetelerinde bulunamazsa, bu malzemeler yan ürün haricinde üretilen ürünlere ağırlıklı ortalama alınarak dağıtılmaktadır. Aynı durum, süt ürünlerinde ihtiyaç halinde kullanılan süt tozu, serum proteini tozu, kazeinat gibi tüketim maddeleri için de geçerlidir. Ayrıca, çalışanların kayıtları girmeleri için harcayacakları iş yükünün önemli ölçüde azaltılması amacıyla, üretime ait ürün ve tüketilen malzeme kayıtların tutulmasında, ürünler, yan mamul olan krema ve tüm farklı aşamalarda tüketilen malzemeler sisteme aynı anda girilmektedir.

Örnek olarak üretim esnasında tutulan kayıtlar şunlardır:

Tablo 5: Bir Üretimde Üretilen Ortak Ürünler, Yan Ürün, Üretim Miktarlar Ve Cinsleri.

| Madde Kodu(Ui) | Madde Adı | Adet | Yan Ürün mü |
|-------------------|---|------|-------------|
| 04 01 01 00015001 | 150 g Yarım Yağlı Homojenize Yoğurt (A) | 5000 | Hayır |
| 04 01 01 00900001 | 9,000 Gr. Yarım Yağlı Homojenize Yoğurt (B) | 100 | Hayır |
| 51 12 01 00100001 | Süt Kreması | 140 | Evet |

Malzeme planlama çalışması esnasında yan ürün için üretim adedi girilmemektedir. Çünkü üretim planlama aşamasındayken net olarak ne kadar krema üretileceği bilinemez ve ayrıca yan mamuller için oluşturulan ürün ağaçlarının kullanım amacı daha önce de belirtildiği gibi ihtiyaç planlamasının yapılması değildir. Bu nedenle, planlama yapıldığında, yan ürünlere üretim adedi girilse dahi yazılım, yan ürünler için ihtiyaç planlaması yapmaz. Diğer ürünlereyse planlanan malzemelerin ve malzeme adetlerinin hazırlanması amacıyla, her malzeme için ürün ağaçları kullanılarak ihtiyaç planı hesaplanır. Ancak hesaplanan malzemeler veya malzeme adetleri çoğu zaman birebir tüketimle eşleşmemektedir. Bu nedenle, ürün maliyetlerinin hesaplanması fiiliyatta gerçekleşen tüketim listelerinden yapılmalıdır.

Tablo 6: Tablo 5’de Oluşan Ürünler İçin Planlanan Ve Gerçekleşen Tüketim Malzemeleri

| Madde Kodu(Tj) | Madde Adı | Planlanan | Tüketilen(TMj) | Birim |
|-------------------|-------------------------------------|-----------|----------------|-------|
| 50 01 00 00000001 | Süt | -2.462,50 | -2493,00 | l |
| 50 03 03 00000012 | Yoğurt Kasesi 150 gr G** | -5.000,00 | -50.010,00 | adet |
| 50 03 03 00000033 | Aliminyum Kapak 75’lik G** (Yoğurt) | -5.000,00 | -50.007,00 | adet |
| 50 03 03 00000059 | Yoğurt Viyol 75*200 | -250,00 | -250,00 | adet |
| 50 03 03 00000114 | Shrink Nylonu | -5,75 | -6,20 | kg |
| 50 03 03 00000057 | 9000 gr G** Y.Yağlı Yoğurt Kovası | -100,00 | -100,00 | adet |
| 50 03 03 00000126 | 9000 g G** Yoğurt Kapağı | -100,00 | -100,00 | adet |
| 50 02 01 00000033 | Yo-Flex Yf-3331 (500) | | -2,00 | paket |

Tüketilen malzemeler, üretilen ürünlerin bir veya daha fazlasının ürün ağacında yer alıyor ise ürün ağaçlarında olanlar grubuna dahil edilir. Bu gruptaki malzemeler ürün ağaçlarındaki miktarlarına göre ağırlıklı ortalama alınarak ürünlere dağıtılır. Eğer hiçbir üretilen ürünün ürün ağacında tüketilen ürün yer almıyorsa, ürün ağaçlarında bulunamayan gruba dahil edilerek işlem görür. Bu gruptaki malzemeler, yan ürünler dışındaki ürünlere, ağırlıklarına göre ağırlıklı ortalama alınarak dağıtılır. Bu gruba örnekte sadece Yo-Flex (kültür) girmektedir. Bu sebeple, maliyet hesaplamalarında Yo-Flex ‘in ürünlere dağılımı, üretilen 150g yarım yağlı yoğurt ve 9 kg’lık yarım yağlı homojenize yoğurt ağırlıklarının ağırlıklı ortalamaları kadar olacaktır (Tablo 7).

Tablo 7: Ürün Reçetelerinde Bulunmayan Malzeme Tüketimi İçin Alınan Ağırlıklı Ortalama.

| | Birim Ağırlık (ÜAi) | Üretim Miktarı(ÜMi) | Ağırlık |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------|
| 150 g Yarım Yağlı Homojenize Yoğurt | 0,1500 | 5000 | 750 |
| 9,000 g Yarım Yağlı Homejenize Yoğurt | 9,0000 | 100 | 900 |
| TOPLAM | | | 1650 |

Tablo 6 ve Tablo 7 deki kayıtlar, ayrı tablolarda tutulmasına rağmen, üretim numaraları aynıdır ve üretim numaralarıyla iki tablo birbiriyle ilişkilendirilir. Diğer yandan, tüketilen maddelerin ürün ağaçlarındaki miktarlarına veya ürün ağırlıklarına göre oluşturulmuş dağılımı şu şekildedir:

Tablo 8: ÜixTj Listesi¹ Ve Tüketilen Malzeme Dağılımları (Gij).

| Ürün No (Ü) | Madde No (T) | Reçete (Pij) | Tüketilen(Tij) | Oran (Oij) | Dağılım(Gij) |
|-------------------|-------------------|--------------|----------------|------------|--------------|
| 04 01 01 00015001 | 50 01 00 00000001 | 1125 | 2.493,00 | 1125/3665 | 765,2 |
| 04 01 01 00900001 | 50 01 00 00000001 | 1350 | | 1350/3665 | 918,3 |
| 51 12 01 00100001 | 50 01 00 00000001 | 1190 | | 1190/3665 | 809,5 |

¹ Oij=0 olanlar listeye dahil edilmemiştir.

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------|------|-----------|------|
| 04 01 01 00015001 | 50 03 03 00000012 | 5.000 | 5010 | 5000/5000 | 5010 |
| 04 01 01 00015001 | 50 03 03 00000033 | 5.000 | 5007 | 5000/5000 | 5007 |
| 04 01 01 00015001 | 50 03 03 00000059 | 250 | 250 | 250/250 | 250 |
| 04 01 01 00015001 | 50 03 03 00000114 | 5,75 | 6,20 | 5,75/5,75 | 6,20 |
| 04 01 01 00900001 | 50 03 03 00000057 | 100 | 100 | 100/100 | 100 |
| 04 01 01 00900001 | 50 03 03 00000126 | 100 | 100 | 100/100 | 100 |
| 04 01 01 00015001 | 50 02 01 00000033 | | 2 | 750/1650 | 0,91 |
| 04 01 01 00900001 | 50 02 01 00000033 | | | 900/1650 | 1,09 |

Tablo 7 ve Tablo 8 geçici olarak oluşturulan tablolardır. Bir üretime ait olan her ürün ve ürüne ait tüketim malzemeleri ayrı ayrı kayıtlara işlenir. 9kg'lık yarım yağlı homojenize yoğurt için oluşan kayıtlar şu şekildedir (Tablo9).

Tablo 9: Tablo 8'deki 100 Adet 9 Kg'lık Yarım Yağlı Homojenize Yoğurt (04 01 01 00900001) İçin İlk Madde ve Malzeme Maliyet Dağılımı.

| Madde Adı | Miktar | Birim Fiyat | Madde Maliyeti | Seviye |
|---|--------|-------------|----------------|---------------|
| 9,000 Gr. Yarım Yağlı Homojenize Yoğurt | 100 | 12,05 | 1205,2 | Üretim |
| Süt | 918,3 | 1 | 918,3 | Üretim satırı |
| 9Kg G** Y.Yağlı Yoğurt Kovası | 100,00 | 1,96 | 196 | Üretim satırı |
| 9000 g G** Yoğurt Kapağı | 100,00 | 0,2 | 20 | Üretim satırı |
| Yo-Flex Yf-3331 (500) | 1,09 | 65 | 70,91 | Üretim satırı |

SONUÇ

Ortak ürün ve yan ürün üretimlerini kapsayan birleşik üretimlerde stok maliyetlerinin hesaplanması için farklı yöntemler bulunmaktadır. Çalışmada, yan ürünler için regresyon analizi kullanılarak bir yöntem geliştirilmiş ve sonucunda halihazırda kullanılabilecek maliyet dağılım katsayıları elde edilmiştir. Yan ürün maliyetlemesi için hazırlanan regresyon analiziyle hesaplanan yan mamul maliyet değeri süt maliyeti değerine bölünerek, yan mamul ürün reçetelerine işlenecek süt miktarları bulunmuştur. Böylece yan ürün maliyetlemesinin sistem tarafından ürün ağaçlarına göre yapılabirliği sağlanmıştır. Ortak ürünler için de aynı algoritmanın kullanılarak malzeme maliyeti dağılımı sağlanmıştır. Böylece ortak ve yan ürünlerde kullanılan malzemelerin ürün reçeteleri(ağaçları) miktarlarının ve ürünlerin üretim miktarlarının çarpımıyla elde edilmiş değerler üzerinden ağırlıklı ortalama olarak dağıtma yöntemi seçilmiştir. Böylece ortak ürünlerde ayrışma noktası öncesi ve sonrası eklenen malzeme dağılımları için farklı bir algoritma oluşturmaya gerek kalmamıştır. Çünkü ayrışma noktasından sonra ortak ürünlere eklenen malzemeler ancak kendi ürün reçetelerinde bulunmakta, diğer ortak ürünün reçetesinde bulunmamaktadır.

Ancak gıda sektöründe üretimde kullanılan bazı tüketim malzemeleri standart olmaması farklı bir algoritma ihtiyacına sebep olmuştur. Bazı üretimlerde tüketim malzemelerinin istenen değerlere ulaşmaması gibi nedenlerle süt tozu, süt proteini gibi katkı malzemeleri kullanmak gerekebilmektedir. Bazen bir önceki partiden artmış olan bir yarı mamul bir sonraki partide tekrar değerlendirilebilmektedir. Bu gibi sebeplerle ürün ağaçlarına standart olarak işlenemeyen tüketim

malzemeleri için farklı bir algoritma oluşturulmuş, sistemin ürün ağırlıklarına göre ağırlıklı ortalama alma yöntemi kullanarak bir malzeme dağılımını gerçekleştirmesi sağlanmıştır. Böylece çalışanlar için ciddi sayılabilecek bir iş yükü oluşmasının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Çakmakçı, Ali (2014), “Üretim İşletmelerinde Yan Mamül Sorunu ve Yan Mamüllerin UFRS (TMS) Çerçevesinde Kayıtlara Alınmasına İlişkin Usul ve Esaslar”, <http://www.alomaliye.com/2014/09/15/uretim-isletmelerinde-yan-mamul-sorunu-ve-yan-mamullerin-ufrs-tms-cercevesinde-kayitlara-alinmasina-iliskin-usul-ve-esaslar/>, 20.10.2016.
- Donnelly, K. A. M., Karlsen, K. M., ve Olsen, P. (2009), “The importance of transformations for traceability—a case study of lamb and lamb products”, *Meat science*, 83(1), s. 68-73.
- Ediz, Cagla (2016), “Süt Ürünlerinde Regresyon Analiziyle Yan Ürün Madde Maliyetleri”, *Uluslararası Osmaneli Sosyal Bilimler Kongresi*, Ekim 2016, s.924-929.
- Haftacı, V. (2009), *Maliyet Muhasebesi*, 1. Baskı, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Gersil, A. ve Dedeoluk Öz Y.H. (2015), “Birleşik Maliyet Dağıtım Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi”, *Mali Cozum Dergisi/Financial Analysis*, Mayıs-Haziran 2015, S.15-36.
- Guoli, J., Daxin, G. ve Tsui, F. (2003), “Analysis and Implementation of the BOM of a Tree-type Structure in MRPII”, *Journal of Materials Processing Technology*, 139(1-3), 20 August 2003, s. 535-538.
- ISO 22005:2007, <https://law.resource.org/pub/in/bis/S06/is.iso.22005.2007.pdf>, 20.07.2016.
- O'Donnell, F.J., K.J. MacCallum, T.D. Hogg, B. Yu (1996), “Product Structuring in a Small Manufacturing Enterprise”, *Computers in Industry*, 31(3), 30 November 1996, s. 281-292.
- MEGEP(2008), *Yoğurt*, <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/yogurt.pdf>, 20.07.2016.
- Ömürbek, V. ve Kozak, H. (2013), “Birleşik Mamullerde Maliyet Dağıtım Yönteminin Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanılması”, *MÖDAV*, 2, s.59-77.
- Öztürk, Veli (2002), "Üretim İşletmelerinde Ortak Ve Yan Ürünlerin Maliyetlerinin Belirlenmesi Ve Muhasebeleştirilmesi" , *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 20.
- Somar, İbrahim (2004), “İşletme Kaynakları Planlaması, ERPI, ERPII”, http://www.inotecbilgimerkezi.com/cinfocenter/pdfs/34_isletme_Kaynak_Planlama_MRP.pdf, 20.07.2016.
- TMS 2: Stoklar (2015), *Türkiye Muhasebe Standartları, TMS/TFRS 2015*. Ankara : TSMK Yayınları.
- Tanyas M., Baskak M.(2003), *Üretim Planlama ve Kontrol*, İrfan Yayıncılık, İstanbul.
- Tüketici Fiyat İndeksi, www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=653, 20.07.2016.
- Uyar, S. (2008), “Denizlide Faaliyet Gösteren Üretim İşletmelerinde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları”, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 38, s. 132-146.
- Ülker, Yakup ve İskender, Hüseyin (2005), "Doğru Maliyet Hesaplamada Güvenilir bir Sistem: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve John Deere Örneği" , *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(13), s. 189-217.
- Yükçü Süleyman ve Gülşah Ataçan (2010), “Muhasebenin Mühendislik Boyutu: Ürün Ağacı ve Rota Uygulaması”, *Mali Çözüm*, Kasım Aralık 2010, s. 21-38.
- Ngwakwe, C.C. (2009), “Justying Environmental Cost Allocation In A Multiple Product Firm: A Cost Study”, *Managing Global Transitions*, 7(4), Winter: 403-420