

**ZAMANA DAYALI FAALİYET TABANLI MALİYETLEME
VE KARMA TAMSAYILI PROGRAMLAMA İLE ÜRÜN
KARMASI KARARLARI**

Funda ÖZÇELİK*

ÖZ

Artan rekabet ile birlikte işletmelerin doğru maliyet bilgilerine ihtiyaçları artmıştır. Maliyet bilgisi, finansal raporlama, kontrol, karlılık analizi, ürün tasarımı, fiyatlandırma ve ürün karması gibi çeşitli stratejik kararlarda kullanılmaktadır. Çalışmada ürün karması kararları için Faaliyet Tabanlı Maliyetleme yaklaşımının daha geliştirilmiş bir şekli olan, günümüz rekabet koşullarında doğru maliyet bilgilerini sağlamada etkin bir yaklaşım olarak kabul edilen, daha basit, daha az maliyetli Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme esas alınmaktadır. Bir örnek üzerinden Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme'ye dayalı karma tam sayılı programlama modeli ile optimal ürün karmasının belirlenmesi ve bu karmanın faaliyet sonuçlarına etkisini ortaya koymak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, Kısıtlar Teorisi, Ürün Karması, Karma Tam Sayılı Programlama.

Jel Kodları: M40, M41

* Dr. Öğretim Üyesi, Uludağ Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü, fundacar@uludag.edu.tr

PRODUCT MIX DECISIONS WITH TIME DRIVEN ACTIVITY BASED COSTING AND MIXED INTEGER PROGRAMMING

ABSTRACT

With increasing competition, companies' accurate cost information needs increased. Cost information is used in financial reporting, control, profitability analysis, product design, and in many strategic decisions such as pricing, and product mix. In this study, for product mix decisions, Time Driven Activity Based Costing, improved form of Activity Based Costing, that is easy to update, less costly, and accepted as an effective approach that provides true cost information in nowadays competitive conditions is examined. It is aimed to determine optimal product mix by using mixed-integer programming model based on Time Driven Activity Based Costing and demonstrate the effects on bottom line with an example.

Key Words: Time-driven Activity Based Costing, Activity Based Costing, Theory of Constraints, Product Mix, Mixed Integer Programming.

Jel Codes: M40, M41

GİRİŞ

Küresel pazarlar işletmelerin, sundukları ürünlerde/hizmetlerde çeşitliliği ve kaliteyi artırarak ve zamanında sunarak fark yaratmasını zorunlu kılmaktadır. Çeşitli kısıtlar altında daha kaliteli, daha ucuz ve çeşitli ürünler üretmek zorunda olan işletmeler rekabet edebilmek ve karlılıklarını artırabilmek için doğru kararlar vermeleri gerekmektedir. Bunun içinde doğru maliyet bilgilerine gereksinim duymaktadırlar. Bu bağlamda işletmelerin, doğru bilgiler üreten muhasebe bilgi sistemine ihtiyaçları daha belirgin hale gelmektedir. 1980'li yılların ortalarından itibaren geleneksel maliyetleme sistemlerinin, değişen üretim ortamlarına uygun olmadığı ve doğru maliyet bilgisi sunmadığı savunulmaktadır. Bu nedenle yönetim ve maliyet muhasebesi alanında doğru maliyet bilgilerinin nasıl elde edileceği sürekli olarak araştırılan en önemli çalışma konularından biri olmuştur. Bu çalışmaların odak noktasını, genel üretim giderlerinin dağıtılması sorunu oluşturmaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte, yeni üretim ortamlarında, ürün maliyeti içerisindeki işçilik payı giderek azalırken, genel üretim giderlerinde artışlar gözlemlenmiş ve maliyet unsurlarının yapısı değişmiştir. Geleneksel maliyet sistemleri tarafından dağıtılması oldukça zor olan giderlerden oluşan genel üretim giderlerinin artması, geleneksel maliyet muhasebesi sistemlerinin ürün maliyetlerini doğru hesaplayamamasına ve yöneticilerin yanlış maliyet verilerine maruz kalmasına neden olmuştur. Günümüze değin, değişen ve gelişen teknoloji ve üretim çevreleri, maliyet sistemlerine de yansıtılmaya çalışılarak, işletmelerin amaçlarını gerçekleştirmelerine yardımcı olacak yeni maliyet sistemleri, ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmiştir (Kırlıoğlu, Atalay, 2014:100). Bu çerçevede ürün maliyetlerinin hesaplanmasında geleneksel maliyet yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar veren ve yöneticilerin karar alma süreçlerinde kullanabilecekleri bilgileri üreten Faaliyet Tabanlı Maliyetleme (FTM) yöntemi ortaya atılmıştır. FTM sistemi, hacme dayalı geleneksel maliyet modellerine kıyasla teorik bir üstünlüğe sahiptir. Ancak sistem, çoğu işletmede geleneksel maliyetleme modellerinin yerini almada ve sürdürülebilir olmada başarısız olmuştur (Tse, Gong, 2009: 41). FTM sistemine getirilen eleştiriler, yeni bir sistemin gerekliliğini ortaya koymuştur ve bu eleştiriler doğrultusunda yeni nesil maliyet sistemi olarak adlandırılan Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme (ZDFTM) sistemi geliştirilmiştir. ZDFTM sistemi, FTM sisteminin gelişmiş şekli olarak tanımlanmaktadır. FTM sisteminden

farkı, dağıtım anahtarı olarak zamanı dikkate alması, böylece kurulmasının ve güncellenmesinin FTM sistemine göre daha kolay gerçekleşmesidir. Literatürde, FTM ve ZDFTM yöntemlerinin kıyaslanmasına ilişkin Bruggeman vd. (2005), Everaert vd. (2008), Yükücü ve Gönen (2009), Saban ve Irak (2009), Cengiz (2011), Küçüktüfekçi ve Güner (2014), Tutkavul ve Elmacı (2016), Aktaş ve Özata (2017), Irak ve Saban (2018) tarafından yapılan çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Araştırmacılar, çalışmalarında, ZDFTM yönteminin, FTM yöntemine göre atıl kapasiteye ilişkin maliyetleri ürün maliyetlerine dahil etmemesi, yani ayrı hesaplaması nedeniyle daha anlamlı sonuçlar verdiği, daha kolay uygulanabildiği, daha kolay hesaplandığı ve böylece işletmelere rekabet gücü sağladığı kanısına varmışlardır. Karmaşık ve dinamik çevrelerde maliyet sistemlerinin değişen koşullara hızlı bir şekilde adapte olarak doğru maliyet bilgilerini, daha düşük maliyetle, daha kolay bir şekilde sağlaması ve verilen yönetsel kararların etkinliğini artırması gerektiğinden, bu çalışmada geleneksel FTM yerine ZDFTM'nin kullanılması tercih edilmiştir. Çalışmada, firmaların rekabet ortamında pazar paylarını ve kârlılıklarını arttırabilmelerinde ürün karması kararlarının önemi vurgulanarak, kısıtlı üretim kaynakları altında optimal ürün karması kararı ZDFTM'ye dayalı karma tamsayılı programlama modeli ile belirlenmektedir. Çalışmada, öncelikle ürün karması kararlarına yönelik literatür taramasına yer verilecek, ardından ZDFTM ile ilgili açıklamalar yapılacak, daha sonra optimal ürün karması ZDFTM'ye dayalı karma tamsayılı programlama ile modellenecek ve Lingo programı ile çözülecektir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Ürün karmasına yönelik kararlar, üretim sürecinde kısıtların yer alması halinde üreticiler için önem arz etmektedir. Bir işletmenin kısıtlı kapasiteye sahip olması demek, pazar talebi karşısında beklenen karını maksimize etmek için kaynakları, ürettiği ürünler arasında dağıtması gerektiği anlamına gelmektedir. Kısıtlar teorisi ve FTM, geleneksel maliyetleme sisteminin dikkate almadığı faktörleri dikkate alan ve kapasite kısıtı altında ürün karmasına karar vermede kullanılan iki yaygın yaklaşımdır.

Kısıtlar teorisi, 1980'lerin başında Eliyahu Goldratt tarafından geliştirilen, kısıtların bir sistemin performansını belirlediğini ve her işletmenin en az bir kısıtı olduğunu öne süren sürekli gelişmeye

yönelik bir yaklaşımdır. Kısıt olmadan işletmelerin sınırsız kar elde etmesi beklenir. Hiçbir işletme sınırsız kar elde etmediğine göre her işletmenin en az bir kısıdı bulunmaktadır. Kısıt; pazarın yokluğu, iç veya dış politika veya işletme içinden bir kaynak olabilir (Atwater, Gagne, 1997: 6-7; Blackstone, 2001: 1053). Farklı yönetim alanlarındaki çeşitli uygulamalar ve yönetim araçları kısıtlar teorisi felsefesine dayanarak geliştirilmiştir. Bu uygulamalardan biride kısıtlara odaklanan, direkt maliyetleme yaklaşımı olarak tasarlanan ve kısa dönemli kararları destekleyen Süreç Katkı Muhasebesidir. Süreç katkı muhasebesi, ürün maliyetlerinin hesaplanmasında sadece direkt madde giderlerini dikkate alan ve bunun dışında kalan bütün üretim giderlerini (direkt işçilik ve genel üretim giderleri) dönem (faaliyet) gideri olarak kabul eden maliyetleme yöntemidir (Çakıcı, 2006: 103). Hem teoride hem de uygulamada ürün karması kararları Süreç Katkı Muhasebesinin ana uygulama alanı olmuştur (Souren vd., 2005: 362). Çalışmanın bundan sonraki kısmında süreç katkı muhasebesi kısıtlar teorisi olarak ifade edilecektir.

FTM, geleneksel muhasebe sisteminin kısıtlarını aşmak, stratejik karar almada etkinliği artırmak amacıyla 1980'li yıllarda Robert Kaplan ve Robin Cooper tarafından ürün maliyetinin daha doğru hesaplanması için geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Kaplan ve Cooper ileri sürdükleri yeni maliyet yönteminin, maliyet hareketlerini daha iyi anlamayı sağladığını ve genel üretim giderlerine neden olan durumları ortaya çıkardığını ifade etmektedir (Cooper, Kaplan, 1992: 1; Gupta, Galloway, 2003: 131; Cengiz, 2011: 35; Tekiner, Albayrak, 2005: 220; Aktaş, Özata, 2017: 236).

FTM ve kısıtlar teorisinin, işletme kararlarında kullanımının karşılaştırılması ve birlikte uygulanmasına yönelik literatürde çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Malik ve Sullivan (1995), FTM'ye dayanan bilgiler ile karma tamsayılı programlama modeli geliştirmiştir. Kee (1995), kısıtlar teorisinin özelliklerinin FTM ile nasıl birleştirilebileceğini bir örnekle tartışmıştır. Kee ve Schmidt (2000), optimal ürün karması için maliyet ve üretim faaliyetlerinin kapasitesi ışığında kısıtlar teorisi ve FTM modellerini araştırmışlardır. Gupta vd. (2002), FTM ve kısıtlar teorisini, olası süreç akış iyileştirmelerini önceliklendirmek için kısıtlı kaynak dağıtımını altında birleştirerek modellemişler ve en karlı ürün karmasını belirlemişlerdir. Kirche ve Srivastava (2005), çalışmalarında sipariş yönetimi ve karlılık analizi için FTM ve karma tamsayılı programlamayı bütünleştirmişler ve

kısıtlar teorisi sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Köse (2005), çalışmasında FTM ve KT hakkında bilgi vererek, bu iki yaklaşımı karşılaştırmış ve örnek bir uygulama ile nasıl bütünleştirileceğini göstermiştir. Kaygusuz (2005), KT'nin ürün karmasının belirlenmesinde nasıl kullanılacağını teorik bir örnek ile göstermiştir. Ünal, Demircioğlu ve Küçüksavaş (2006), çalışmalarında işletmelerin kârlılıklarını arttırabilmek için doğru ürün karması kararları alabilmelerinde, kısıtlar teorisi ve FTM sisteminin entegrasyonunun önemini bir örnekle göstermişlerdir. Ekergil (2008), KT'yi göz önünde bulundurarak en uygun birleşik, ek ve yan mamul karması belirlenmesine yönelik bir algoritma geliştirmiştir. Krishnan vd. (2009), ürün karması kararları açısından hangi durumlarda FTM'nin, kısıtlar teorisinin veya ikisinin birlikte kullanımının uygun olacağını çalışmalarında incelemişlerdir. Kırılı ve Kayalı (2010), çalışmalarında ürün karmasının belirlenmesinde kapasite kısıtının etkin olarak yönetiminin, işletme kârlılığına etkisini, kısıtlar teorisi ve geleneksel katkı payı yaklaşımlarıyla karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Utku, Cengiz ve Ersoy (2011), ürün karması kararlarının kârlılığı nasıl etkilediğini, kısıtlar teorisi katkı payı yaklaşımı ve tam maliyet yöntemi birim kar yaklaşımlarıyla karşılaştırarak göstermişlerdir. Kaplan karar verme için direkt maliyetlemenin en üç formu olması veya katkı payı yaklaşımı nedeniyle üretim kararlarında kısıtlar teorisinin kullanımını eleştirmektedir. Ayrıca geleneksel ve kısıtlar teorisi formunda katkı payı yaklaşımı, kısa dönem odaklı olması nedeniyle de eleştirilmektedir. Shank karar verme için katkı payı yaklaşımının bir işletmeyi asla bir ürünü bırakmaya yöneltmediğini, satın almak yerine her zaman üretmeye yönelttiğini ve yanlış fiyatlamaya neden olduğunu ve kısa dönemli kararları desteklediğini öne sürmektedir (Robinson, 1990'dan aktaran, Kee, 1995). Kısıtlar teorisi işletmelerin değer katan süreçlerini engelleyen kısıtları ortadan kaldırmaktadır, FTM'de hacme dayalı anahtar kullanmaktan kaçınarak ürün maliyetlerindeki bozulmaları önlemektedir. Ancak iki yaklaşım da uygun ürün karmasının belirlenmesi için yeterli değildir (Zhuang, Chang, 2017: 963). Matematiksel programlama (doğrusal programlama, karma tam sayılı programlama gibi), FTM veya kısıtlar teorisine dayalı karar verme problemlerini çözmek için kullanılan yaygın yaklaşımlardan biridir. Çünkü metodolojik olarak ürün karması problemleri tipik bir matematiksel programlama problemidir. Ancak bu problemlerin ZDFTM kullanılarak çözülmesi görece olarak nadirdir (Zhuang, Chang, 2017: 963). Chang ve Zhuang (2014) ve Zhuang ve Chang (2017), optimal ürün karmasına karar vermek için

ZDFTM'ye dayalı karma tamsayılı programlama modeli oluşturmuşlardır. Tsai vd. (2016), matematiksel programlama modeli kullanarak ZDFTM ve kısıtlar teorisini uygulayarak yeşil ürün karmasına karar vermeyi çalışmalarında analiz etmiştir.

2. ZAMANA DAYALI FAALİYET TABANLI MALİYETLEME (ZDFTM) SİSTEMİ

Maliyet ve yönetim muhasebesi sistemleri, yöneticilere, geleceği planlayarak stratejiler geliştirebilmek, fiyatlandırma konularında karar verebilmek için ihtiyaç duyulan finansal ve finansal olmayan bilgileri sağlayarak, karar alma sürecinde yardımcı olmaktadır (Erdoğan, Saban, 2010: 445). Geleneksel muhasebe sisteminin kısıtlarını aşmak, stratejik karar almada etkinliği artırmak amacıyla geliştirilen FTM yöntemi, elde edilen gelirlerin tamamının aslında gelir olmadığı veya bazı müşterilerin işletme açısından karlı olmadığı gibi yöneticilere faydalı bilgiler sağlamıştır. FTM yöntemi, işletmelere gerek müşteri karlılıklarıyla ilgili gerekse işletme kazançlarıyla ilgili çeşitli avantajlar sağlamasına karşın birçok işletme uygulamaktan vazgeçmiş ve yaygınlaşamamıştır (Kaplan, Anderson, 2004). FTM, maliyetlerin dağıtımında maliyet nesneleri ile faaliyetler arasında neden-sonuç ilişkisini esas aldığı için geleneksel maliyet yöntemine göre daha iyi sonuçlar üretmektedir. Fakat süreçlerin ya da kaynakların kullanılmayan kapasitesine dair bilgi vermemektedir (Kırlıoğlu, Atalay, 2014: 100). FTM sistemi için personel görüşmelerinin ve anket çalışmalarının zaman alıcı ve maliyetli olması, bilgilerin subjektif olması, kurulumunun pahalı olması, ürünlerin, müşterilerin ve faaliyetlerin değiştiği ortamlarda modelin güncellenmesinin zaman alması, kullanılmamış kapasiteyi ihmal etmesi, yöntemin sürdürülebilir olmasına ve yaygınlaşmasına engel olmuştur (Kaplan, Anderson, 2004; Kaplan, Anderson, 2007). FTM sisteminin zorluklarını aşabilecek, daha basit, daha doğru ve anlamlı maliyet bilgisi sunabilecek, uygulanması ve güncellenmesi daha kolay bir maliyetleme sistemi arayışı doğrultusunda ZDFTM sistemi geliştirilmiştir (Karğın, 2013: 30, Özyürek, Dinç, 2014: 349; Çelik, 2016: 93).

Yeni nesil maliyet sistemlerden biri olarak tanıtılan ZDFTM, FTM'nin güncellenmiş, gelişmiş ve basitleştirilmiş halidir. ZDFTM sistemi, FTM'ye göre düşük maliyetli ve hızlı güncellenebilen işletme çapında

modellenebilen, verimlilik ve kapasite kullanım işlerliği açısından şeffaf, öngörülen sipariş miktarı ve karmaşıklığına dayalı gelecekteki kaynak taleplerini öngörebilen, daha basit ve esnek bir sistemdir. ZDFTM ve FTM'nin temeli, faaliyetlerin kaynakları, ürün ve hizmetlerinde faaliyetleri tüketmesi anlayışıdır. Temel esasları aynı olmakla birlikte işleyişte farklılıkları bulunmaktadır. ZDFTM, faaliyetlerin sürelerini esas alan bir yöntemdir ve kullanılan ve kullanılmayan kapasiteye ilişkin bilgi vermektedir. (Kaplan, Anderson, 2007: 17; Kırlioğlu, Atalay, 2014: 100; Çelik, 2016: 93, 94). FTM modelinde maliyet etmeni olarak gerçekleşen faaliyetlerin sayısı (müşteri siparişi sayısı, yükleme sayısı vb.) dikkate alınırken, ZDFTM sisteminde ise gerçekleşen faaliyetler için gerekli zaman (kurulum saati, malzemenin taşıma süresi vb.) yani "zaman etmeni" kullanılmaktadır. ZDFTM, maliyet oranlarının zaman esaslı hesaplandığı ve maliyet denklemleri kullanılarak maliyetlerin, faaliyetin gerçekleşmesi için gereken zamana dayandırıldığı bir sistemdir (Saban, Güğercin İrak, 2009: 100). ZDFTM, işletmelerin maliyetlerini ve kârlarını; müşteri, ürün ve hatta sipariş vb. şekilde bölümleyip yönetmelerini mümkün kılmakta ve performansın daha etkin bir biçimde yönetilebilmesine imkan vermektedir (Yükçü, Gönen, 2009: 21). Bu yöntemde ihtiyaç duyulan bilgi miktarı azalmakta, sadece mevcut kapasitenin birim maliyeti ve bir faaliyet ya da işlemin gerçekleşmesi için gerekli zaman olmak üzere iki parametrenin hesaplanması gerekmektedir (Kaplan, Anderson, 2003; Bruggeman vd., 2005: 10). ZDFTM'nin uygulanması aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Bruggeman vd., 2005: 10; Everaert, Bruggeman, 2007: 17):

- Faaliyetleri yapacak olan çeşitli kaynak gruplarının (havuzlarının) belirlenmesi,
- Her bir kaynak grubunun maliyetinin tahmin edilmesi,
- Her bir kaynak grubunun pratik kapasitesinin tahmin edilmesi,
- Kaynak grubunun toplam maliyetinin pratik kapasiteye bölünerek her bir kaynak grubunun birim maliyetinin hesaplanması,
- Farklı zaman etkenlerini esas alarak faaliyetlerin her bir süreci için gerekli olan zamanın belirlenmesi,
- Her bir kaynak grubunun birim (zaman) maliyeti ile maliyet objeleri için tahmin edilen zamanın çarpılması.

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karması Kararları*

Kaynak kapasitesinin zaman birimi başına maliyetinin tahmin edilmesi için işçilerin zamanlarını nasıl harcadıklarını araştırmak yerine yöneticiler direkt olarak teorik kapasitenin (yaklaşık %80'i ile %85'i civarında) yüzdesi olarak sağlanan kaynakların pratik kapasitesini tahmin etmektedirler (Kaplan, Anderson, 2004: 3; Cengiz, 2011: 40, 41). ZDFTM'de bir faaliyetin gerçekleşmesi için gereken zaman, belirli bir olayın farklı özelliklerine dayandırılarak her olay için tahmin edilmektedir. Bunlar zaman etkenleridir ve bu etkenler faaliyetin yerine getirilmesi için gerekli olan zamanı belirlemektedirler (Bruggeman vd., 2005: 11).

Çok çeşitli ürünler üretilip satan işletmelerde fiyatlama ve ürün karması konularında, hatalı ve eksik maliyet bilgilerine dayanarak önemli kararlar alınmaktadır (Demireli ve Yılmaz, 2013: 302). ZDFTM karmaşık ve özel işlemlerde bile birim süreyi tahmin ederek daha doğru bir maliyet etkeni kullanılmasına yardımcı olabilmektedir. ZDFTM yaklaşımı, geleneksel FTM yaklaşımına kıyasla yöneticilere, stratejik karar alma sürecinde aşağıda sıralanan konularda faydalar sağlamaktadır (Batuman, 2005; Yılmaz, Baral, 2007: 5; Demireli, Yılmaz, 2013: 302):

- Kar getiren ürünlere odaklanılması,
- Müşteri konumlandırma çalışmalarının karlılığa göre düzenlenmesi,
- Minimum sipariş miktarı uygulaması gibi kar getirecek işletme politikası değişikliklerinin uygulanması,
- İşlerin fiyatlandırılması ya da kabulü aşamasında karlılık analizlerinin yapılması,
- Müşteri ve tedarikçilerin karlılığa göre değerlendirilmesi,
- Ürün ve süreç tasarım çalışmalarının karlılık ile ilişkilendirilmesi,
- Operasyonel süreç iyileştirmelerinde önceliklerin belirlenmesi.

ZDFTM yönteminde atıl kapasite maliyetleri ayrıştırılarak, müşteri/sipariş/ürün bazında karlılık hesaplanabilmektedir. Ekonomik değer oluşturmayan faaliyetler belirlenebilmekte, karlılığı arttırıcı önlemler alınabilmektedir (Saban, Güğercin İrak, 2009: 99; Kırlioğlu, Atalay, 2014: 101).

3. OPTİMAL ÜRÜN KARMASI KARARININ MODELLENMESİ

Çeşitli kısıtlar altında, hangi ürünün üretileceği ve ne kadar üretileceğine karar verme problemi, üretilecek ürün karmasından maksimum karın elde edilmesi amacı doğrultusunda formüle edilebilir. Geleneksel yaklaşımda ürün karması belirlenirken, üretimle ilgili tüm maliyetlerin dikkate alınarak belirlendiği birim kârlar ya da değişken maliyetlerin dikkate alındığı ürün katkı payları kullanılmaktadır. Yani amaç fonksiyonu katsayıları, her bir ürün için katkı payının tahmin edilmesi veya her bir ürün için mutlak karın tahmin edilmesinden elde edilmektedir. Katkı payı yaklaşımı, sabit genel üretim giderlerinin birim ürün maliyetinde dikkate alınmadığı direkt maliyetleme sisteminde ve sabit genel üretim giderlerinin karar verme ile ilgili olmadığı kısa dönemli planlamada olmak üzere iki durumda uygulanmaktadır. Uzun dönemli planlamada, tam maliyetleme ile birlikte her bir birim ürünün mutlak karı kullanılmaktadır (Malik, Sullivan, 1995: 171).

Matematiksel programlama (doğrusal programlama, karma tam sayılı programlama vb.), karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan yaygın yaklaşımlardan biridir. Çünkü, metodolojik olarak ürün karması problemleri tipik birer matematiksel programlama problemidir. Doğrusal programlama modelinin temel varsayımlarından birisi tüm değişkenlerin sürekli olması ve karar değişkenlerinin tamsayı ve kesirli değerler almasıdır. Ancak bazı problemler için tamsayı olmayan karar değişkenleri, ekonomik anlam taşımamaktadır. Karar değişkenlerinin aldığı değer tamsayı olması istendiğinde diğer bir çözüm tekniği olan **tam sayılı programlamaya** başvurulmalıdır (Öztürk, 2001'den aktaran Ünal vd., 2006). Doğrusal programlamanın bir uzantısı olan tam sayılı programlamada karar değişkenlerinin tümü ya da bir kısmı tamsayı değerler almak zorundadır. Tam sayılı programlama, saf tam sayılı programlama, 0-1 tam sayılı programlama ve karma tam sayılı programlama olarak üçe ayrılmaktadır. Saf tam sayılı programlama problemlerinde, tüm değişkenlerin tamsayı değerler alması istenirken, 0-1 tam sayılı programlamada değişkenlerin "0" ya da "1" değerini alması istenmektedir. Bazı değişkenlerin tamsayı değer almak zorunda olduğu, diğerlerinin ise tüm değerleri alabileceği model ise karma tam sayılı programlama modeli olarak adlandırılmaktadır (Ulucan, 2004'den aktaran Ünal vd., 2006: 334). Karma tam sayılı programlama,

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karmaşı Kararları*

sürekli ve tam sayılı değişkenlerle kısıtlara tabi olan amaç fonksiyonunu optimize etmek için tasarlanmış matematiksel programlamanın bir alt kümesidir. İşletme problemleri daha çok bilinen doğrusal programlama tekniğine benzer şekilde karma tam sayılı model olarak formüle edilebilir. Örgütsel amacı temsil etmek üzere kar maksimizasyonu gibi bir amaç fonksiyonu kullanılmaktadır. İkinci bir denklemler kümesi bu amaca ulaşmayı sınırlandıran kısıtları modellemek için kullanılmaktadır. Formüle edildikten sonra karma tam sayılı programlama algoritması, denklemler kümesini çözmek için kullanılabilir. Algoritma, amaç fonksiyonunu maksimize edecek değişkenleri, kısıtlı olmayan faaliyetlerin fazla kaynaklarını ölçen yapay değişkenleri ve amaç fonksiyonunun değerinin bulunmasını sağlayacaktır (Kee, 1995: 61). Bu bağlamda ZDFTM'nin üretim faaliyetlerinin kapasitesi ve fiziksel kullanımı ile bütünleştirilmesi için karma tam sayılı programlama modeli kullanılabilir. Karma tam sayılı programlama modeli, birim düzeyde maliyetleri ve kaynakları sürekli değişkenler olarak, parti ve ürün düzeyinde faaliyetleri de kesikli değişkenler olarak temsil için kullanılabilir. Oluşturulan model, üretim faaliyetlerinin maliyet, fiziksel kaynaklar ve kapasitesini kapsar. Böylece ZDFTM ve kısıtlar teorisi ilkelerinin çoğunun ortak bir çerçevede uygulanması sağlanmış olur. Karma tam sayılı programlama modelinin çözümü, bireysel faaliyetlerin kapasitesine göre optimal ürün karmasını vermektedir. Çözüm kısıtı olmayan faaliyetleri ve fazla kaynakları belirlemektedir. Bu faaliyetlerin belirlenmesi ile yönetim bunları farklı kullanımlara dağıtabilecektir. Karma tam sayılı programlama modeli, fazla harcamaya neden olan ve üretimi sınırlayan kısıtı belirlemede de kullanılabilir. Kısıtların belirlenmesi, üretim darboğazlarının yönetilmesine yönelik Goldratt'ın ilkelerini uygulamak için başlangıç noktasını oluşturmaktadır (Kee, 1995: 52).

Çalışmada ZDFTM'ye dayalı karma tamsayılı programlama ile oluşturulmuş bir model, optimum ürün karmasına karar vermek için Lingo programı ile çözülmektedir. Lingo, doğrusal, tamsayı ve doğrusal olmayan matematiksel modelleri çözebilen, duyarlılık analizi yapan bir eniyileme yazılımı ve modelleme dilidir. Kurulan model ile sadece kullanılan kaynakların maliyetleri, maliyet nesnelerine atanacak, böylece verilecek kararlarda dikkate alınmak üzere kullanılmayan kaynaklar açığa çıkarılacaktır. Çalışmada işletmeler pazardan istedikleri miktarda malzeme satın alabileceği için malzeme tedarikinin her zaman yeterli olduğu varsayılmaktadır.

Sadece makine kapasitesi ve işçi sayısı, kısıt olarak dikkate alınmaktadır. Modelin sembolik tanımları, karar değişkenleri ve modelin genel parametreleri aşağıda verilmektedir (Zhuang ve Chang, 2017: 964):

Karar Değişkenleri

X_i : üretilecek i ürününün miktarı

B_i : i ürününün parti sayısı

S_i : i ürününün sevk sayısı

z_i : i ürününün üretilip üretilmeyeceğini gösteren ikili değişken (0-1)

Genel model parametreleri

C_l : üretim çalışanlarının saatlik maliyeti

C_m : makine işlemlerinin saatlik maliyeti

C_o : çalışanların sipariş işleme maliyetleri (saat başına)

C_s : işçilere ödenen nakliye ücreti (saat başına)

C_e : mühendislik tasarım maliyeti (saat başına)

h_o : parti başına siparişi işlemek için gerekli süre

h_s : her bir sevk için gerekli süre

h_p : her bir ürün birimini paketlemek için gerekli süre

U_l : işçilik saati cinsinden üretim bölümünün kapasitesi

U_m : makine saati cinsinden üretim bölümünün kapasitesi

U_o : sipariş işleme ve üretim kontrol bölümünün kapasitesi

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karmaşı Kararları*

U_s : paketleme ve sevk bölümünün kapasitesi

U_e : mühendislik/tasarım bölümünün kapasitesi

FC : pazarlama ve yönetim giderleri

P_i : birim ürün satış fiyatı

b_i : parti başına üretilen miktar

s_i : sevk başına ürün miktarı

D_i : ürün için talep

Cr_i : hammadde maliyeti

$h_{l,i}$: bir birim ürünü üretmek için gerekli direkt işçilik saati

$h_{m,i}$: bir birim ürünü üretmek için gerekli makine saati

$h_{b,i}$: i ürününü üretmek için gerekli makine kurulum süresi

$h_{c,i}$: parti başına depodan-makinelere malzemelerin işlenmek amacıyla taşınması için gerekli süre

$h_{e,i}$: ürün i'yi tasarlamak için harcanan zaman

Bu açıklamalar ışığında önerilen modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları aşağıdaki gibi olacaktır (Zhuang, Chang, 2017: 964- 965) :

$$Kar = (Satış\ Gelirleri) - (Malzeme\ gideri + direkt\ işçilik\ gideri + kurulum\ işçilik\ gideri + makine\ işlem\ giderleri + makine\ kurulum\ giderleri + sipariş\ işleme\ giderleri + nakliye\ giderleri + mühendislik/tasarım\ giderleri + pazarlama\ ve\ genel\ yönetim\ giderleri).$$

Maksimum kar =

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n P_i \times X_i - \left(\sum_{i=1}^n C_{r_i} \times X_i + \sum_{i=1}^n h_{l_i} \times C_l \times X_i + \sum_{i=1}^n h_{m_i} \times C_m \times X_i \right. \\ & + \sum_{i=1}^n h_{b_i} \times C_l \times B_i + \sum_{i=1}^n h_{b_i} \times C_m \times B_i + \sum_{i=1}^n (h_o + h_{c_i}) \times C_o \times B_i \\ & \left. + \sum_{i=1}^n (h_s \times S_i + h_p \times X_i) \times C_s + \sum_{i=1}^n h_{e_i} \times C_e \times z_i + FC \right) \end{aligned} \quad (1)$$

$$X_i = b_i \times B_i, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

$$X_i = s_i \times S_i, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (3)$$

$$0 \leq X_i \leq D_i \times z_i \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n (h_o + h_{c_i}) \times B_i \leq U_o \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n h_{e_i} \times z_i \leq U_e \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n (h_s \times S_i + h_p \times X_i) \leq U_s \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n h_{l_i} \times X_i + h_{b_i} \times B_i \leq U_l \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n h_{m_i} \times X_i + h_{b_i} \times B_i \leq U_m \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$X_i, B_i, S_i \geq 0$ ve tamsayı $z_i, 0$ veya 1

X_i , B_i ve S_i negatif olmayan tamsayı karar değişkenleridir. z_i ikili değişken (0-1) ve N ürün tipi sayısıdır. Modelde karın maksimize edilmesi gerekmektedir ve eşitlik (1)'de amaç fonksiyonu tanımlanmaktadır. (2) - (9) arası eşitliklerde modelin kısıtları verilmektedir. 2. eşitlik üretilecek ürün miktarını sağlayan bir kısıttır. 3. eşitlik X 'in sevk sayısının katı olmasını sağlayan bir kısıttır. 4. eşitlik talep kısıtıdır ve her bir ürün türünden üretilecek miktarın talebi aşmamasını sağlamaktadır. İlave değişken z_i ise modelde i ürünün üretilip üretilmeyeceğine karar vermektedir. 5., 6. ve 7. eşitlikler, sipariş işleme ve malzeme taşıma faaliyetlerinin sipariş işleme/üretim kontrol departmanlarının kapasite kısıtını aşmasına engel olmakta, mühendislik/tasarım faaliyetlerinin, mühendislik/tasarım bölümünün üst sınırını aşmasını sınırlamakta ve paketleme/sevk faaliyetlerinin, paketleme ve sevk bölümünün kapasite sınırını aşmasını önlemektedir. 8. ve 9. eşitlikler toplam işçilik saatinin ve toplam makine saatinin kapasitelerinin aşılmasını önlemektedir. Modelde, ürün karması kararı, ZDFTM esas alınarak karma tamsayılı programlamaya göre oluşturulmuştur. Karma tam sayılı programlama modelin çözümü için gerekli koşulları sağlamaktadır. Yani tüm karar değişkenleri 0-1 veya negatif olmayan tamsayıdır.

3.1. Örnek Uygulama

Ürün karması kararına yönelik oluşturulan karma tamsayılı programlama modeli Zhuang ve Chang, 2017'den uyarlanan bir örnek ile gösterilecektir. ABC şirketi üç ürün (Ürün 1, 2 ve 3) üretmektedir. Ürün 1, yoğun talebi olan, en az malzeme giderine, işçilik saatine, kurulum süresine ve tasarım/mühendislik süresine sahip bir üründür. Üretim bölümü parti başına en fazla ürün 1'den üretebilir, ancak birim makine saati en fazla olan üründür. En az pazar talebine sahip olan Ürün 3, birim başına en fazla işçilik saatine ve kurulum süresine sahiptir. Ürün 2, malzeme gideri, satış fiyatı ve gerekli kaynaklar açısından Ürün 1 ile Ürün 3 arasında yer almaktadır. Ürünlere ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmektedir. Kaynakların pratik kapasiteleri, maliyetleri ve dağıtım oranları (saat başına) Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Ürünlere İlişkin Bilgiler

	Ürün 1	Ürün 2	Ürün 3
Malzeme maliyeti/br (TL)	15	18	20
Dİ saati/br	0,3	0,5	0,6
Makine saati/br	0,5	0,4	0,3
Paketleme dakikası/br	6	6	6
Kurulum saati/parti	5	6	10
Üretilen ürün sayısı/parti	200	100	50
Sevkedilen ürün sayısı/sevk-parti	120	60	30
Sevk dakikası/sevk-parti	30	30	30
Sipariş işleme dakikası/sipariş	15	15	15
Malzeme hareketi (dakika)/eşleşme	30	30	60
Tasarım-Mühendislik saati/ürün	60	120	300
Pazarlama-Yönetim Gideri	150000 (tüm işletme için)		
Satış fiyatı (TL)	60	90	120
Talep	10000	8000	1500

Tablo 2: Kaynakların Dağıtım Oranı

Kaynak Dağıtım Oranları			
Kaynaklar	Kapasite (saat)	Maliyet (TL)	Dağıtım Oranı (TL/saat)
Üretim işçilik	9000	243000	27
Makineler	11000	209000	19
Sipariş işleme/üretim kontrol	160	3200	20
Paketleme/Sevk	2600	52000	20
Mühendislik/tasarım	560	28000	50

Verilen model ve işletmeye ilişkin bilgiler ışığında karma tamsayılı programlamaya göre model ve kısıtları aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\begin{aligned}
 \text{Max Kar} = & 60X_1 + 90X_2 + 120X_3 - 15X_1 - 18X_2 - 20X_3 - \\
 & 27(0.3X_1 + 0.5X_2 + 0.6X_3) - 19(0.5X_1 + 0.4X_2 + 0.3X_3) - \\
 & 27(5B_1 + 6B_2 + 10B_3) - 19(5B_1 + 6B_2 + 10B_3) - 15 \times 20(B_1 + B_2 + \\
 & B_3)/60 - 20 \times (30B_1 + 30B_2 + 60B_3)/60 - 20(30S_1 + 6X_1)/60 -
 \end{aligned}$$

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karması Kararları*

$$20(30S_2 + 6X_2)/60 - 20(30S_3 + 6X_3)/60 - 50(60z_1 + 120z_2 + 300z_3) - 150000 \quad (10)$$

$$X_1 = 200 B_1 \quad (11)$$

$$X_2 = 100 B_2 \quad (12)$$

$$X_3 = 50 B_3 \quad (13)$$

$$X_1 = 120 S_1 \quad (14)$$

$$X_2 = 60 S_2 \quad (15)$$

$$X_3 = 30 S_3 \quad (16)$$

$$X_1 \leq 10000z_1 \quad (17)$$

$$X_2 \leq 8000z_2 \quad (18)$$

$$X_3 \leq 1500z_3 \quad (19)$$

$$15(B_1 + B_2 + B_3) + 30B_1 + 30B_2 + 60B_3 \leq 160 \times 60 \quad (20)$$

$$60z_1 + 120z_2 + 300z_3 \leq 560 \quad (21)$$

$$(30(S_1 + S_2 + S_3) + 6(X_1 + X_2 + X_3))/60 \leq 2600 \quad (22)$$

$$0.3X_1 + 0.5X_2 + 0.6X_3 + 5B_1 + 6B_2 + 10B_3 \leq 9000 \quad (23)$$

$$0.5X_1 + 0.4X_2 + 0.3X_3 + 5B_1 + 6B_2 + 10B_3 \leq 11000 \quad (24)$$

Ürün karması için ZDFTM'ye dayalı karma tamsayılı programlama modelinin LINGO kullanılarak çözümü ile amaç fonksiyonunun maksimum değeri 513.802 TL olarak bulunmuştur. Çözüme ilişkin diğer veriler ise aşağıdaki gibidir:

Ürün Karması $(X_1, X_2, X_3) = (9600, 7800, 1500)$

Parti sayısı $(B_1, B_2, B_3) = (48, 78, 30)$

Sevk sayısı $(S_1, S_2, S_3) = (80, 130, 50)$

Ürünlerin üretilip üretilmemesi $(z_1, z_2, z_3) = (1, 1, 1)$.

Çözümüne göre her üç üründe $(z_1, z_2, z_3) = (1, 1, 1)$ üretilecektir ve ürün karması; X_1 'den 9600 birim, X_2 'den 7800 birim ve X_3 'ten 1500 birim üretilmesinden oluşmaktadır. Modelin çözümüne göre önerilen parti sayısı ürün 1 için 48, ürün 2 için 78 ve ürün 3 için 30'dur. Sevk sayısı ise ürün 1 için 100, ürün 2 için 68 ve ürün 3 için 92'dir. X_1 , X_2 , ve X_3 ürünleri için talep sırasıyla 10000, 8000 ve 1500 iken modelin çözümü ile ürünler için sırasıyla 9600, 7800, ve 1500 birim üretilmesi optimum ürün karması için önerilmektedir. Bu durumda işletme talebi karşılamak için tüm ürünleri üretememektedir. Sadece ürün 3'ün tüm talebi karşılanmakta, ürün 1 (-400) ve ürün 2'nin (-200) talebi karşılanamamaktadır. Tüm talep karşılanamasa da karma tamsayılı programlamanın doğası gereği model, hala karı maksimize edecek optimal sonuç verebilir.

Tablo 3'te bütçelenmiş gelir tablosunda ürün karması ile beklenen karlılık ve kaynakların kullanımı gösterilmektedir.

Tablo 3: Bütçelenmiş Gelir Tablosu

	Ürün 1 (9600)	Ürün 2 (7800)	Ürün 3 (1500)	Kullanılan Kaynaklar	Sağlanan Kaynaklar	Kullanılmayan Kaynaklar	Kullanım Oranı (%)
Satış Geliri	576000	702000	180000	1458000	1458000		
Direkt malzeme gideri	144000	140400	30000	314400	314400		
Direkt işçilik gideri	77760	105300	24300	207360	215784	8424	96,5
Makine İşlem Gideri	91200	59280	8550	159030	189848	30818	85
Kurulum işçilik gideri	6480	12636	8100	27216	27216		
Makine kurulum giderleri	4560	8892	5700	19152	19152		
Sipariş işleme/üretim kontrol	720	1170	750	2640	3200	560	82,5
Mühendislik/Tasarım	3000	6000	15000	24000	28000	4000	86
Paketleme/Sevk	20000	16900	3500	40400	52000	11600	78
Toplam Gider	347720	350578	95900	794198	849600		
Brüt Satış Karı	228280	351422	84100	663802	608400		
Pazarlama-Yönetim Gideri		150000	150000				
Faaliyet Karı				513802	458400		

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karması Kararları*

Gelir tablosunda direkt ilk madde ve malzeme gideri, üretilen miktar ile birim malzeme maliyetinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Direkt ilk madde ve malzeme gideri; ürün 1'in 144.000 TL (9600×15), ürün 2'nin 140.400 TL (7800×18), ürün 3'ün 30.000 TL (1500×20) olarak hesaplanmıştır. Direkt işçilik gideri; üretilecek miktar, bir birimin üretimi için gerekli direkt işçilik saati ve işçilik gideri için hesaplanan birim kapasite maliyetinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Buradan hareketle ürün 1'in direkt işçilik gideri 77.760 TL ($0,3 \times 9600 \times 27$) olarak ve diğer ürünlerin direkt işçilik giderleri de benzer şekilde hesaplanmıştır. Makine işlem gideri, bir birim için gerekli makine saati, üretilecek miktar ve makine giderinin birim kapasite maliyetinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Buna göre ürün 1'in makine işlem gideri 91.200 TL ($0,5 \times 9600 \times 19$) ve diğer ürünlerin makine işlem giderleri de benzer şekilde hesaplanmıştır. Kurulum işçilik gideri, ürünlerin parti sayısı (X_1-48 , X_2-78 ve X_3-30), ürünler için parti başına kurulum süresi (X_1-5 , X_2-6 ve X_3-10) ve işçilik açısından kapasite birim maliyetinin (27 TL/saat) çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Bu durumda Ürün 1'in kurulum işçilik gideri 6480 TL ($48 \times 5 \times 27$) olmaktadır. Makine kurulum giderleri; ürünlerin parti sayısı (X_1-48 , X_2-78 ve X_3-30), ürünler için parti başına kurulum süresi (X_1-5 , X_2-6 ve X_3-10) ve makineler açısından kapasite birim maliyetinin (19 TL/saat) çarpılması ile hesaplanmıştır. Sipariş işleme/üretim kontrol giderleri ise sipariş işleme dakikası ile malzeme hareketi (eşleşme dakikası) toplamının (ürün 1 için $15+30$) parti sayısı (X_1-48 , X_2-78 ve X_3-30) ile çarpılıp saat cinsinden ifadesinden sonra sipariş işleme birim kapasite maliyeti (20TL/saat) ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Ürün 1 için sipariş işleme/üretim kontrol giderleri 720 TL ($(45 \times 48 \times 20)/60$) olacaktır. Mühendislik/Tasarım giderleri; ürünler için mühendislik tasarım saati (X_1-60 , X_2-120 ve X_3-300) ile mühendislik/tasarım faaliyetleri açısından kapasite birim maliyetinin (50 TL/saat) çarpılması ile elde edilmiştir. Paketleme/Sevk giderleri; sevk dakikası (tüm ürün türleri için 30 dakika) ile sevk sayısının çarpımının (x_1-80 , x_2-130 ve x_3-50), ürünlerin toplam paketleme dakikası ($6x_i$) ile toplanıp saat cinsinden ifade edildikten sonra paketle/sevk açısından kapasite birim maliyeti (20 TL/saat) ile çarpılması ile hesaplanmaktadır. Ürün 1 için paketleme/sevk gideri 20.000 TL $[(30 \times 80 + 6 \times 9600)/60] \times 20$ olacaktır. Pazarlama ve genel yönetim gideri tüm işletme için sabit kabul edilmiş ve 150.000 TL olduğu varsayılmıştır. Pazarlama ve genel yönetim giderleri de dahil olmak üzere tüm giderler toplanıp satış gelirinden çıkarılması ile kullanılan kaynaklar açısından işletmenin faaliyet karı 513.802 TL olarak hesaplanmıştır. Ancak mevcut

kaynaklar yani sağlanan kaynaklar açısından ise kar 458.400 TL'dir. Bu farklılığın nedeni toplam 55.402 TL'lik kullanılmayan kaynaklara yani atıl kapasiteye düşen giderlerden kaynaklanmaktadır. Geleneksel yöntemler ile atıl kapasiteye ilişkin maliyetler ürünün maliyeti içerisinde yer almaktadır. ZDFTM ile atıl kapasite ve bu kapasitenin maliyeti görünür hale gelmektedir. İşçilik gideri toplam 243.000 TL'dir. Bunun 207.360 TL'si direkt işçilik, 27.216 TL'si indirekt işçilik olmak üzere toplam 234.576 TL'si üretim faaliyetlerinde kullanılmıştır. 84.24 TL'lik (243.000- 234.576) kullanılmayan kapasiteye düşen işçilik gideri hesaplanmıştır ve kullanılmayan kapasite oranı $(234.576/243.000 \times 100)$ %96,5'tur. Makine kaynağının 178.182 TL'lik (159.030+19.152) kısmı kullanılmış, 30.818 TL'lik (209.000-178.182) kısmı ise kullanılmayan kapasiteye düşen kısım olarak hesaplanmıştır. Bu durumda makineler kaynağının kapasitesinin %85'i $(178.182/209.000 \times 100)$ kullanılmıştır. Mühendislik/tasarıma ilişkin kaynağın ise kullanılan kısmı 24.000 TL ve kullanım oranı %86 $(24.000/28.000 \times 100)$ olarak hesaplanmıştır. Paketleme/sevke ilişkin kaynağın ise kullanım oranı %78'tir $(40400/52000 \times 100)$. Bütçelenmiş gelir tablosundan görüldüğü üzere işletme kaynakları %100 kullanılmamış, departmanların kaynaklarından bir kısmı atıl kalmıştır. İşletme karşılayamadığı talep ve atıl kalan kaynakları değerlendirmek için darboğazları belirleyerek ve gerekli yerde kapasite artışına giderek karlılığını artırabilir. Örneğin işçilik saati artırılarak makinelerin kullanım oranları artırılabilir. Diğer bir alternatif ise bu fazla kaynakların azaltılarak maliyetlerin düşürülmesi olabilir.

SONUÇ

Maliyetlerin doğru hesaplanması, ürün karmaşıklık gibi çeşitli kararlar için işletmelerin daha doğru stratejiler belirleyebilmesinde ve dolayısıyla rekabet edebilmesinde hayati öneme sahiptir. Maliyetleri doğru hesaplayabilmek adına günümüze değin çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada ele alınan ZDFTM, FTM'nin eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilmiş, kolay uygulanabilen ve kolay güncellenebilen bir yöntemdir. Bu yöntemde ihtiyaç duyulan bilgi miktarı azalmakta, sadece, mevcut kapasitenin birim maliyeti ve bir faaliyet ya da işlemin gerçekleşmesi için gerekli zaman olmak üzere iki parametrenin hesaplanması gerekmektedir. ZDFTM sadece üretimde kullanılan kaynakların maliyetini, maliyet nesnelerine

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karması Kararları*

aktaracağından kullanılmayan kaynakların maliyetlerinin görünür kılınması verilecek işletme kararları için faydalı olacaktır.

Çeşitli kaynak kısıtları altında ve yoğun talep karşısında ürün karmasının belirlenmesi yöneticiler için önemlidir. Çalışmada işletme için optimum ürün karmasına karar vermek için ZDFTM'ye dayalı karma tamsayılı programlama ile oluşturulmuş bir model önerilmektedir. İşletmeler pazardan istedikleri miktarda malzeme satın alabileceği için malzeme tedarikinin her zaman yeterli olduğu varsayılmaktadır. Sadece makine kapasitesi ve işçi sayısı kısıt olarak dikkate alınmaktadır. Modelleme aracı olarak kullanılan karma tamsayılı programlama modeli, modele gerçek işletme senaryosunu yansıtan ilave kısıtlar eklenerek genişletilebilmesini mümkün kılmaktadır. Modelin çözümü ile işletmenin karını maksimize eden optimum ürün karması, parti sayısı ve sevk sayısı tespit edilmiş, sadece kullanılan kaynakların maliyetleri maliyet nesnelerine atanmıştır. Böylece verilecek kararlarda dikkate alınmak üzere kullanılmayan kaynaklar açığa çıkarılmıştır. Atıl kapasite ve maliyetlerine ilişkin bilgiler, işletmelerin karşı karşıya olduğu kıt kaynaklar ve kıran kırana rekabet ortamında kaynakların etkinliğini artırabilmeleri, maliyetleri azaltabilmeleri ve karlılığı artırabilmeleri açısından çok önemlidir.

KAYNAKÇA

Aktaş, Rabia; Özata, Doğan (2017). "Otomotiv Parçaları Üreten Bir İşletmede Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Uygulamalarının Karşılaştırılması". *Yönetim ve Ekonomi*, 24 (1), 233-254.

Atwater, Brian; Gagne, Margaret (1997). "The Theory of Constraints Versus Contribution Analysis for Product Mix Decisions". *Journal of Cost Management*, 11 (1), 6-15.

Blackstone, John H. (2001). "Theory of Constraints: A Status Report". *International Journal of Production Research*, 39 (6), 1053- 1080.

Bruggeman, Werner; Everaert, Patricia; Anderson, Stevan; Levant, Yveas (2005). "Modeling Logistics Costs Using Time-Driven ABC: A Case in a Distribution Company". Working Paper, 1-47.

Cengiz, Emre (2011). "Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Sürece Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Arasındaki Farklar-Bir Mobilya Üreticisi Firmada Vaka Çalışması". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Nisan, 33-58.

Chang, Shu-Chin; Zhuang, Zheng-Yun (2014). "A Product Mix Decision Model Based on Time-Driven Activity-Based Costing with Capacity Expansion". *International Conference on Innovation and Management*, Hawaii, U.S.A.

Cooper, Robin; Kaplan, S. Robert (1992). "Activity-based Systems: Measuring the Costs of Resource Usage". *Accounting Horizons*, 6 (3), 1-13.

Çakıcı, Cemal (2006). "Süper Değişken Maliyetleme". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 102-111.

Çelik, Muhsin (2016). "Bulanık Sürece Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Nisan, 91-110.

Demireli, Cemalettin; Yılmaz, Metin (2013). "Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yönteminin Stratejik Pazarlama Kararlarına Etkisi". *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (2), 294-308.

Ekergil, Vedat (2008). "Kısıtlar Teorisine Dayalı En Uygun Birleşik ve Ek Mamul Karması Kararına İlişkin Bir Algoritmanın Geliştirilmesi". *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 3 (2), 85-111.

**Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karması Kararları**

Everaert, Particia; Werner, Bruggeman (2007). "Time Driven Activity Based Costing: Exploring the Underlying Model". *Cost Management*, March/ April, 16-20.

Everaert, Patricia; Bruggeman, Werner; Creus, Gertjan De (2008). "Sanac Inc.: From ABC to Time-Driven ABC (TDABC)- An Instructional Case". *Journal of Accounting Education*, 26 (3), 118-154.

Gupta, Mahesh; Baxendale, Sidney; Raju, P. S. (2002). "Integrating ABM/TOC Approaches for Performance Improvement: A Framework and Application". *International Journal of Production Research*, 40 (14), 3225-3251.

Gupta, Mahesh; Galloway, Karen (2003). "Activity-based costing/management and its implications for operations management". *Technovation*, 23, 131-138.

İrak, Gülay; Saban, Metin (2018). "Süreçe Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yöntemi İle Genel Üretim Giderlerinin Ürünlere Dağıtımı: Gemi İnşa Projelerinde Bir Uygulama". *BMIJ*, 6 (3), 604-618.

Kaplan, Robert; Anderson, Steven (2003). "Time-Driven Activity-Based Costing". *Harvard Business Review*, https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/04-045_d62528d4-7931-4ea1-a205-d9683c639d6e.pdf (Erişim Tarihi:10.02.2019).

Kaplan, Robert; Anderson Steven (2004). "Time Driven Activity Based Costing". *Harvard Business Review*, 82 (11), 131- 138.

Kaplan, Robert; Anderson Steven (2007). "Time Driven Activity Based Costing: A Simpler And More Powerful Path To Higher Profits". <http://www.hbs.edu/research/facpubs/workingpapers/papers2/0304/04-045.pdf>. (Erişim Tarihi:10.02.2019).

Karğın, Sibel (2013). "Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yönteminin Yükselişi ve Düşüşü". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Nisan, 21-40.

Kaygusuz, Sait Yüksel (2005). "Kısıtlar Teorisi: Varsayımlar, Süreç ve Bir Uygulama". *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60 (4), 133-156.

Kee, Robert (1995). "Integrating Activity-Based Costing With the Theory of Constraints To Enhance Production-Related Decision-Making". *Accounting Horizons*, 9 (4), 48-61.

Kee, Robert; Schmidt, Charles (2000). "A comparative analysis of utilizing activity-based costing and the theory of constraints for making product-mix decisions". *International Journal of Production Economics*, 63, 1-17.

Kırlı, Mustafa; Kayalı, Nilgün (2010). "Stratejik Maliyet Yönetimi ve Kısıtlar Teorisi: Bir Uygulama". *Celal Bayar Üniversitesi S.B.E Dergisi*, 8 (2), 93-114.

Kırhoğlu, Hilmi; Atalay, Bedia (2014). "Süreçe Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetlemenin Kapasite Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi ve Bir Hastane Uygulaması". *Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi*, 10 (23), 99-119.

Kirche, Elias; Srivastava, R. (2005). "An ABC-based cost model with inventory and order level costs: a comparison with TOC". *International Journal of Production Research*, 43 (8), 1685-1710.

Köse, Tunç (2005). "Faaliyete Dayalı Maliyetleme ve Kısıtlar Teorisinin Bütünleştirilmesi". *Muhasebe ve Denetime Bakış*, Ocak, 127-148.

Köse, Tunç; Ağdeniz, Şafak (2017). "Zaman Esaslı Faaliyete Dayalı Maliyetleme ve Kaynak Tüketim Muhasebesi Maliyet Yöntemlerinin Karşılaştırılması". *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 10 (2), 139-160.

Krishnan, Ranjani; Vergauwen, Philip; Arthanari, Tiru (2009). "The TOC-ABC Choice Debate For Product Mix Decisions: Introducing Asset Specificity As An Alternate Explanation." *Journal Of Global Business Issues*, 3 (1), 105-110.

Küçüktüfekçi, Murat; Güner, M. Fatih (2014). "Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi Ve Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sisteminin Karşılaştırılması: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama". *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (2), 227-242.

LINGO, <https://www.lindo.com/index.php/products/lingo-and-optimization-modeling>. (Erişim Tarihi:10.02.2019).

Malik, Shadan A.; Sullivan, William G. (1995). "Impact of ABC Information on Product Mix and Costing Decisions". *IEEE Transactions On Engineering Management*, 42 (2), 171-176.

Rainer, Souren-Heinz; Schmitz, Ahn-Christian (2005). "Optimal product mix decisions based on the Theory of Constraints? Exposing rarely emphasized premises of Throughput Accounting". *International Journal of Production Research*, 43 (2), 361-374.

***Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karması Kararları***

Saban, Metin; Güğercin İrak, Gülay (2009). "Çağdaş Maliyet Yönetimi Sistemlerinden Sürece Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme". *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (10), 97-108.

Saban, Metin; Erdoğan, Necmettin (2010). *Maliyet ve Yönetim Muhasebesi*. Geliştirilmiş 5. Baskı, İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.

Tsai, Wen-Hsien; Chang, Jui-Chu; Hsieh, Chu-Lun; Tsaur, Tsen-Shu; Wang, Chung-Wei (2016). "Sustainability Concept in Decision-Making: Carbon Tax Consideration for Joint Product Mix Decision". *Sustainability*, 8. www.mdpi.com/journal/sustainability (Erişim Tarihi:10.02.2019).

Tse, Michael; Gong, Maleen (2009), "Recognition of Idle Resources in Time-Driven Activity-Based Costing and Resource Consumption Accounting Models." *Journal of Applied Management Accounting Research*, 7 (2), 41-54.

Tutkavul, Kadir; Elmacı, Orhan (2016). "Statejik Karar Alma Perspektifinden Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Modeli ve Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Modelinin Karşılaştırılmasına Yönelik Ampirik Bir Çalışma". *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 18 (4), 825-853.

Utku Demirel, Burcu; Cengiz, Emre; Ersoy, Ayten (2011). "Comparison Of The Theory Of Constraints With The Traditional Cost Accounting Methods In Respect To Product Mix Decisions". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12 (2), 317-331.

Ünal, Elif N.; Demircioğlu, Mert; Küçüksavaş, Nihat (2006). "Optimal Ürün Karması Belirlemede Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi ve Kısıtlar Teorisi". *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15 (2), 327-344.

Yükçü, Süleyman; Gönen, Seçkin (2009). "Zaman Esaslı Faaliyete Dayalı Maliyetleme Yaklaşımının Otomobil Parçaları Üreten Bir İşletmede Uygulanması". *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 21, 19-32.

Zhuang, Zheng-Yun; Chang, Shu-Chin (2017). "Deciding product mix based on time-driven activity-based costing by mixed integer programming". *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28, 959-974.

83

İİBF Dergi
38/1
Haziran
June
2019

SUMMARY

With increasing competition, companies' accurate cost information needs increased. Cost information is used in financial reporting, control, profitability analysis, product design, and in many strategic decisions such as pricing, and product mix. For this reason calculating product costs accurately is crucial to businesses to determine true strategies for various decisions and to compete. Until today, new cost systems have been developed in line with the changing and developing technology and production environments and in respect to the needs of businesses. In this context, Activity Based Costing (ABC) method, that calculate product costs more accurately and identify value-added and non-value added activities was developed as a cost accounting system. Although the theoretical superiority of ABC system over traditional volume-based cost accounting systems, the system has failed to replace traditional systems, and couldn't be sustainable in the long run.

The criticisms and shortcomings of ABC system has revealed the necessity of a new system and Time-Driven Activity Based Costing (TDABC) that is called a new generation costing system has been developed. TDABC is an updated, improved and simplified version of ABC. Its' installation and development is easier, cheaper, and faster than ABC. TDABC is transparent in terms of efficiency and capacity utilization. This costing system avoids time consuming and subjective tasks of ABC and it simplifies cost calculation process. In this method the amount of needed information is reduced, only two parameters are calculated; the unit cost of practical capacity and the time required for an activity. TDABC approach identifies departments, their costs and their practical capacity. By dividing total cost to the practical capacity, the cost per unit time is calculated. After that costs are assigned to activities by multiplying the cost per unit time by the time needed to perform the activity. In this study, TDABC has been used instead of ABC, since cost systems needed to be adapted quickly to changing conditions and provide accurate cost information at lower cost, more easily and increase the efficiency of managerial decisions in complex and dynamic environments.

In the face of high demand and constraints in resources, product mix decisions are important for businesses. The limited capacity of on business' means that it has to allocate resources among the products in order to maximize the expected profit against market demand. Theory of constraints (TOC) and ABC are two common approaches used to decide on product mix under capacity constraints. Kaplan criticizes the use of TOC in production decisions, because it is the most extreme form of direct costing and its' contribution approach. Methodologically product mix decisions are a typical mathematical programming problem. However, solving these problems using TDABC is relatively rare. In this study, in order to determine optimal product mix, mixed-integer programming (MIP) model based on time-driven activity-

*Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Karma Tamsayılı
Programlama İle Ürün Karmaşı Kararları*

based costing (TDABC) was used. It is assumed that material supply is sufficient as enterprises can purchase any amount of material from the market. Only machine capacity and number of workers are considered as constraints. Modelling tool, mixed integer programming, enables the extension of the model by adding additional constraints that reflect actual operating scenario. With the solution of the model, the optimal product mix, the number of batches and the number of shipments were determined. By using TDABC only the costs of used resources were assigned to cost objects and this makes apparent the cost of unused capacity. Knowing idle/unused capacity and costs is very important in terms of increasing efficiency of resources, reducing costs and increasing profitability in the face of scarce resources and rough competition.

85

İİBF Dergi
38/1
Haziran
June
2019

