

## MADENCİ ÖYKÜLERİ YARIŞMASI

**Maden Mühendisleri Odası tarafından Edebiyatçılar Derneği'nin katkılarıyla, ilk defa bu yıl "Madenci Öyküleri Ödülü" verilecektir.**

- 1- Yarışma, amatör ya da profesyonel tüm öykücülere açıktır. Yarışmaya; madencilikte emeğiyle geçinenler hakkında yazılmış her türlü öykü katılabilir.
- 2- Ödüle aday yapıtlarda, Türkçeyi kullanmadaki başarı, yazınsal duyarlık da aranacaktır. Öyküler daha önce yayımlanmamış olmalıdır.
- 3- Öyküler; çift aralıkla, daktilo ya da bilgisayarla yazılmış olmalıdır.
- 4- Yarışmaya en çok üç öyküyle aday olunabilir. Öykülerde sayfa sınırlaması yoktur. Yapıtlar Bilgisayar ortamında (Times New Roman, 12 punto, 1.5 satır aralığı ölçüleri ile) yazılacaktır.
- 5- Öykülerde açık ad ya da imza kullanılmamalı, bir rumuz yazılmalıdır. "Öykücünün adı, soyadı, adres ve telefonları, yaşam öyküsü ve fotoğrafı" ayrı bir zarfa konmalı, öykülerde kullanılan rumuz bu zarfın üzerine de yazılmalı ve zarf kapatılmalıdır.
- 6- **Seçici Kurul;**  
Aysu Erden, Özcan Karabulut, Sezer Ateş Ayvaz, Hürriyet Yaşar, Engin Çetinbağ'dan oluşmaktadır.
- Son başvuru tarihi:** 02 Kasım 2007
- 7- Ödüller; birinci 1000 YTL, ikinci 750 YTL, üçüncü 500 YTL'dir. Sonuçlar "**Dünya Madenciler Günü**" olan 4 Aralık 2007 tarihinde açıklanır.
- 8- Maden Mühendisleri Odası; ödül kazanan öykülerle yayınlanmaya değer görülen öyküleri, her birine 100 YTL telif ücreti ödemek üzere kitap olarak yayımlayabilir. Bu öyküleri diğer yayın araçlarında da kullanabilir. Ödüle katılan yapıtlar geri verilmez.
- 9- Ödüle aday yapıtlar 5 kopya öykü ile birlikte aşağıdaki adrese **taahhütlü olarak** gönderilecek ya da elden teslim edilecektir.

"TMMOB

Maden Mühendisleri Odası

Madenci Öyküleri Yarışması

Selanik Cad. 19/4 Kızılay-ANKARA"

İletişim: 0312 425 10 80 E-posta: maden@maden.org.tr

Bilgi: www.maden.org.tr

# KALİTE MALİYET MODELLERİ VE MERMER FABRİKALARI İÇİN BİR UYGULAMA

Quality Cost Models and an Application for Marble Plants

Özgür AKKOYUN (\*)  
Hüseyin ANKARA (\*\*)

## ÖZET

Bu çalışmada, kalite ve ilişkili terimler ile kalite maliyet modelleri hakkında bilgi sunulduktan sonra en çok kullanılan kalite maliyet modellerinden birisi olan PAF modelinin mermer üretim sistemleri için uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kalite kontrol yaklaşımı; kesin tanımlamalar, standartlar, ölçme ve kontrol yöntemlerini içermektedir, buna karşın madencilik ve ilişkili olan sanayi dallarında kalite ile ilgisi olan özelliklerden birçoğu kontrol edilemez ya da ölçülemez doğal ve jeolojik koşullar altında ve milyonlarca yıl önce meydana gelmiştir. Bu zorluklardan dolayı kalite maliyet modelleri uygulamalarına madencilik alanında az rastlanmaktadır. Bu çalışmada bir model geliştirilerek klasik muhasebe sistemleri tarafından kontrol edilemeyen kalite maliyetleri tespit edilip sınıflandırılmış ve muhasebe sistemlerinin kontrol edebilmesi için alt hesap adları önerilmiştir. Sonuçta önleme maliyetlerinin ürüne bağlı olarak değişmediği, değerlendirme ve özellikle de başarısızlık maliyetlerinin ise değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca iki farklı doğal taş türü için kalite maliyetlerinin toplam maliyetler içindeki payı ürün tipine bağlı olarak %3-10 aralığında bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Kalite, Kalite Maliyet Modelleri, PAF Modeli, Mermer Fabrikaları, Kalite Maliyet Muhasebesi

## ABSTRACT

In this study, after giving brief information about quality related terms and quality cost models, an application of PAF model, which is one of the well known quality cost models, into marble production systems is realised. Quality concept includes definitions, standards, measurement and control methods, but in the mining and related industries most of properties associated with quality depend on uncontrolled and immeasurable natural and geological conditions occurred million years ago. Because of these troubles, it is too difficult to apply quality cost models into mining industry and in literature have not been practised into marble industry yet. In this study quality costs that cannot be controlled by traditional accounting system are revealed, classified and sub-account titles for accounting system to control them are suggested. Finally, it is found out that preventing costs do not change with types of products but appraisal and especially failure costs change with types of products. In addition that total quality costs are about 3-11 % of total production costs vary depend on product types for two different stone types.

**Keywords:** Quality, Quality Cost Models, PAF Model, Marble Plants, Quality Cost Accounting

---

(\*) Dr., Dicle Üniversitesi, Müh. Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, DİYARBAKIR oakkoyun@dicle.edu.tr  
(\*\*) Yard. Doç. Dr., Dicle Üniversitesi, Müh. Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, DİYARBAKIR

## 1. GİRİŞ

20. yüzyılın son çeyreğinde yaşanan teknolojik gelişmelerin de katkısıyla yaşanan ekonomik ve siyasal değişimlerin sonucunda dünya neredeyse tek bir küresel pazar haline gelmektedir. Gelişen teknoloji dünyanın bir yerinde üretilen bir mal ya da hizmetin, diğer ucundaki tüketicilere ulaştırılması konusunda çok önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda da mal ve hizmet üretenler için pazar, tüm dünya olmuştur. Pazarın bu kadar büyümesi rekabet edilecek ortamın da büyümesine neden olmuştur. Rekabetin anahtarı ise kaliteli mal ve/veya hizmet üretmektir. Yüksek rekabet ve iletişim çağında başarılı olabilmek için kaliteli ürün ve hizmet üretmek artık zorunluluktur.

Bu süreçte kalitenin de tanımı değişmiştir. Artık kalite; müşteri ne talep ediyorsa odur. Yani kalitenin tanımı müşteri tarafından yapılmaktadır. Bu nedenle kalite kavramının tek bir tanımı olmadığı gibi bu tanımlar sabit de değildir. Müşteri memnuniyeti için bir yandan kaliteli mal ve hizmet üretmek, bir yandan da üretim maliyetlerini kontrol edebilmek için kalite maliyetlerini kontrol etmek gerekmektedir. Ancak kalite maliyetlerinin üzerinde hemfikir olunan tek bir tanımı olmadığı gibi nasıl kontrol edilecekleri üzerine de tek bir model bulunmamaktadır.

Bu zorluğun nedeni ise klasik muhasebe sistemlerinin kalite maliyeti olarak nitelendirilebilecek maliyetleri başka maliyet kalemleri altına dağıtmalarıdır. Bu nedenle çeşitli araştırmacılar tarafından kalite maliyet modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller kullanılarak kalite maliyetlerini tespit edip sınıflandırmak ve değerlendirmek mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, kalite maliyetleri ve ilişkili konular hakkında bilgi verildikten sonra kalite maliyet modelleri incelenmiş ve yaygın kullanılan bir kalite maliyet modeli olan PAF (preventing:önleme, appraisal:değerlendirme, failure:başarısızlık) modelinin mermer fabrikaları için geliştirilmesi çalışması sunulmuştur. Geliştirilen model sayesinde mermer fabrikalarında ortaya çıkan kalite maliyetleri tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır. Tanımlanan bu maliyetlerin kontrol edilebilmeleri için klasik muhasebe sistemleri içinde yeni açılacak olan kalite maliyetleri adlı hesapta alt hesap adları olarak kullanılmaları önerilmiştir.

### 1.1.Kalite Maliyetleri

Üreticiler, ürün ya da hizmetlerini müşteriler tarafından belirlenen bir kalite seviyesine sahip olarak ve mümkün olan en düşük maliyet ile üretmek zorundadırlar. Kalite maliyeti ise bu kalite seviyesini yakalamak için yapılması gerekli maliyetler olarak görülebilir. Kimi zaman kalite maliyetleri ile kalitesizlik maliyetlerinin aynı olduğu düşünülse de bu düşünce doğru değildir. Kalite maliyetleri, bir ürün ya da hizmetin sadece kötü kalitesinden (kalitesizliğinden) kaynaklanan maliyetlerden oluşmazlar. İstenen kalite seviyesine ulaşmak için yapılması gereken hazırlık ve kontrol maliyetleri de kalite maliyetleri olarak değerlendirilir.

Deming'e (1986) göre kalite, beklenen hedefe ulaşılmadaki istikrardır. Crosby (1983), kalite maliyetlerini uygunsuzluğun maliyeti olarak, Bohan ve Horney (1991) ise herhangi bir işletme için tüm kalite standartlarının gerçekleştirilmesi için harcanan toplam maliyet olarak tanımlar. Kalite maliyetleri birçok araştırmacı tarafından işletmelerin yönetim aracı olarak tanımlanmıştır. Bu görüştekilerden Gryna (1978) ve Szymanski (1985) kalite maliyet verilerinin kalite problemlerini değerlendirmede bir araç, bir dil olarak kullanılabileceğini ve bu dilin üst yönetim kademesinin dikkatini çekmek için önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Kalite maliyetlerinin belirlenmesi ilk anda düşünüldüğü kadar kolay değildir zira geleneksel muhasebe sistemleri bu türden maliyetleri işçilik, malzeme, sabit maliyetler gibi farklı maliyet kalemlerine dağıtmaktadır. Bu nedenle kalite maliyetlerini tespit etmek için anket düzenleme, beyin fırtınası toplantıları, kilit görevdeki işgörenler ile bilgilendirme toplantıları, sebep sonuç tabloları ve değer zinciri yaklaşımları gibi çeşitli yaklaşımlar önerilmiştir (Hollocker,1986; Dahlgaard vd., 1992; Asher, 1987; Gibson vd., 1991; Morse, 1993).

Mevcut muhasebe sistemleri içinden kalite maliyetlerini kontrol edebilmek için ise işletmelerin kendi özelliklerini dikkate alan ekonomik modellerle ihtiyaç duyulmaktadır.

### 1.2. Kalite Maliyet Modelleri

Genel olarak, çok parametrelili karmaşık bir sistemi anlaşılır hale getirmek için o sistemin özelliklerini taşıyan bir model geliştirilerek sistemin davranışları

incelenir (Kara, 1985). Üretim sistemlerinde meydana gelen ancak takip edilemeyen maliyetleri gözlemleyebilmek için maliyet ilişkilerine ışık tutan modellere ihtiyaç duyulur.

Kalite maliyet modelleri de kalite maliyetlerini tespit edip sınıflandırmak ve kayıt altına almak amacıyla geliştirilip kullanılırlar. Morse ve Poston (1986), bu modellerin kalite ile ilişkili problemlerin değerlendirilmesi ve çözüm için karar alınması konusunda yöneticilerin elindeki en önemli araçlardan birisi olduğuna inanır.

Kalite maliyet modellerinin geliştirilmesi çabaları 1930'lara kadar gitmektedir (Miner, 1933; Crockett, 1935) ancak kullanışlı bir modelin ortaya konulması için yirmi yıl daha geçmesi gerekmiştir ve en yaygın kullanılan kalite maliyet modeli olan PAF modeli Feigenbaum (1956) ve Masser (1957) tarafından geliştirilmiştir. Bu model kalite uygulayıcıları tarafından hem mal ve hem de hizmet üretiminde en bilinen ve tercih edilen modellerin başında gelmektedir.

PAF modelinin temeli, kalite maliyetlerini üç temel sınıfa ayırmasıdır; önleme, değerlendirme ve başarısızlık. Bu üç sınıfa ek olarak Abed ve Dale (1987) başarısızlık maliyetlerini de iç ve dış olarak ikiye ayırmayı önermişler ve böylece kalite maliyetleri dört ana sınıf altında toplanmaya başlanmıştır. Bu sınıflar, kalite alanındaki en önemli kaynaklardan birisi olan 'Kalite Maliyetlerinin Temel Prensipleri' adlı eserinde Campanella (1990) tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır;

- Önleme maliyetleri; Kalitesiz ürün ya da hizmet üretmekten kaçınmak için yapılan tüm maliyetleri kapsar.
- Değerlendirme maliyetleri; Ürün ya da hizmetin hedeflenen kalite seviyesine ulaşması için yapılması gereken ölçme, değerlendirme ve denetleme maliyetlerini kapsamaktadır.
- İç başarısızlık maliyetleri; Ürünün müşteriye ulaşması aşamasından önce tespit edilen kusurlardan kaynaklanan maliyetlerdir.
- Dış başarısızlık maliyetleri; Ürünün müşteriye ulaştıktan sonra tespit edilen kusurlardan, iade, garanti, yeniden işleme gibi maliyetlerden kaynaklanan maliyetlerdir.

Kaliteyi gerçekleştirmenin ve karlılığı artırmanın anahtarı uygun olmayan üründen sakınmaktır. Önleme maliyetleri, bu uygun olmayan üründen

kaçınmak için yapılması gereken önleyici çalışmaların maliyetlerinden oluşmaktadır (Oberlender, 1983). Kalite yönetimi açısından ikinci önemli harcama kalemi değerlendirme maliyetleridir ve ihtiyaçlara uygunluğun ölçülmesi ve kontrol edilmesi çabalarının maliyetlerinden oluşur (Crosby, 1979). Başarısızlık maliyetleri ise müşteriye ulaşmadan önce (iç başarısızlık) veya sonra (dış başarısızlık), kalite özellikleri taşımayan ürünlerden kaynaklanan maliyetlerden meydana gelmektedir (Feigenbaum, 1956).

Kalite maliyetlerini kontrol etmek için bir başka model de "Üretim maliyet modeli" adı ile Crosby tarafından önerilmiştir (Crosby, 1979; 1983; 1984). Bu modele göre kalite maliyeti, uygunluğun (CoC) ve uygunsuzluğun (CoNC) maliyetlerinin toplamı olarak ifade edilmektedir. Uygunluk maliyetleri ürün ya da hizmetin istekler doğrultusunda belirlenen standartlar içerisinde gerçekleştirilebilmesi için harcanması gereken maliyetleri kapsamaktadır. Uygunsuzluk maliyeti ise müşteriyi tatmin etmeyecek ürünlerin ortaya çıkmasından kaynaklanan her türlü boşa giden zaman, malzeme ve kaynakların neden olduğu maliyetleri kapsamaktadır.

Kaliteye ilişkin kayıpların, kabul edilebilir üretim sınırlarının dışında özelliklere sahip ürünlerden kaynaklandığı düşüncesi yaygın bir düşüncedir (Hwang ve Aspinwall, 1996). Buna göre, eğer üretim ya da hizmet özellikleri, önceden belirlenen sınırlar içinde ise dış başarısızlık maliyetinin oluşmaması gerekir. Oysa gerçekte böyle değildir. Bu sınırlar içindeki ürünler de teslim sonrası müşteri memnuniyetsizliğine ya da satış kaybına bağlı maliyetlere maruz kalabilmektedir. Taguchi (1987), bu dış başarısızlık maliyetlerinin matematiksel bir biçimde ifade etmiş ve bu ilişkiyi kayıp fonksiyonu olarak adlandırmıştır. Bu yaklaşım da bir kalite maliyet modeli olarak değerlendirilmekte ve "Taguchi'nin kayıp fonksiyonu" olarak adlandırılmaktadır (Hwang ve Aspinwall, 1996).

Kalite maliyet sınıfları ve bu sınıfların boyutları, işletmenin kendisine özgü özelliklerine bağlıdır ve her işletme için kendi özellikleri dikkate alınarak bir kalite maliyet modeli geliştirmek en doğru yaklaşım olacaktır. Uygulamada ise PAF modelinin işletme şartlarına göre değiştirilmiş, her işletmenin kendilerine özgü maliyetlerini tanımlayıp kontrol edecek bir sistemi ortaya koyması şeklinde gerçekleştirilmektedir (Plunket ve Dale, 1987).

Bu çalışmada mermer üretim sistemi için PAF modeli geliştirilerek meydana gelen kalite maliyetlerinin tespit edilmesi, sınıflandırılması ve hesaplanması yapılmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu maliyetlerin kaynakları ile ilgili değerlendirmeler yapılarak kalite maliyetlerini göstermeyen klasik muhasebe sistemi için alt hesap adları önerilmiştir. Bu sayede kalite maliyetleri de muhasebe kayıtları üzerinden kontrol edilebilir hale dönüştürülebilecektir.

Kalite ile ilgili çalışmalarının hemen tümü şu aşamaları içermektedir; müşterinin ne istediğinin tespit edilmesi, talepler doğrultusunda ürün özelliklerinin belirlenmesi, bu özelliklere ulaşmak için gerekli olan üretim standartlarının belirlenmesi, ortaya çıkan standartların hedefe konularak üretime geçilmesi, üretim süreci sırasında da müşteri talepleri ve üretim sistemindeki değişimlerin takip edilmesi. Bu anlamda kalite denildiğinde ilk akla gelen tanımlamalar, standart ve hedefler ile bu hedeflere uygunluğu ölçmeye yarayan istatistiksel araçlardır.

Madencilik sektöründe kalite maliyetlerini tespit ve kontrol etmek bu nedenle zordur. Çünkü genelde madencilik sektöründe ve özelde mermer sektöründe ürün kalitesini belirleyen özelliklerin hemen tamamı doğaltaşın oluşumu ile ilgili özelliklerden kaynaklanmaktadır ve bu özellikler, oluşumlarını milyonlarca yıl önce tamamlamış kontrol edilemez doğal süreçlerdir.

Bu nedenle mermer sektöründe kalite maliyetlerini ortaya koymak ve kontrol etmek bir kat daha güç olmaktadır.

## 2. MERMER FABRİKALARI ÜRETİM SİSTEMİ VE ORTAYA ÇIKAN MALİYETLER

Mermer fabrikalarında üretim sistemi ocaklarda ham blokların seçilmesi ile başlar. Bazı firmalar kendi ocaklarına sahip iken kimileri de başkalarına ait olan ocaklardan blok satın alma yoluna giderek ham blok tedarik ederler. Her iki durumda da blokların seçimi üretimin diğer aşamaları için hayati önem taşımaktadır çünkü seçilen blokların ürün kalitesi ile ilgili olumlu ya da olumsuz özelliklerini bu aşamadan sonra değiştirmek çok daha zor olacaktır.

Ocaktan getirilen bloklar fabrika stok sahasında stoklanırlar. Bundan sonraki adım blokların

kesilmesidir. Kesilme adımı ilk işlem kesim hattının seçilmesidir. Mermer fabrikalarında iki temel kesim hattı bulunur, bunlar levha hattı ve plaka hattı ya da hatların başındaki ana makina adları ile isimlendirilerek katra ve ST (blok kesme makinesi) hattı olarak adlandırılırlar. Blok boyutları ve planlanan ürünlere bağlı olarak hatlar seçildikten sonra kesim işlemine geçilir. Kesim hatları ve bu hatlardaki makineleri de içeren genel akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.

Üretim sistemi içinde kesim hatlarına, ürün ve doğaltaş türüne, üretim yöntemlerine bağlı olarak birçok değişik türde maliyet ortaya çıkmaktadır. Bu maliyetlerin en önemlileri kesme hatlarındaki sarf malzemelerinden kaynaklanan maliyetler ile işçilik ve enerjidir. Buna ek olarak cila hatlarındaki enerji ve aşındırıcı giderleri ile epoksi (doğaltaş ürünlerinin sağlamlığını artıran bir çeşit dolgu) giderleri de önemli gider kalemlerindendir.

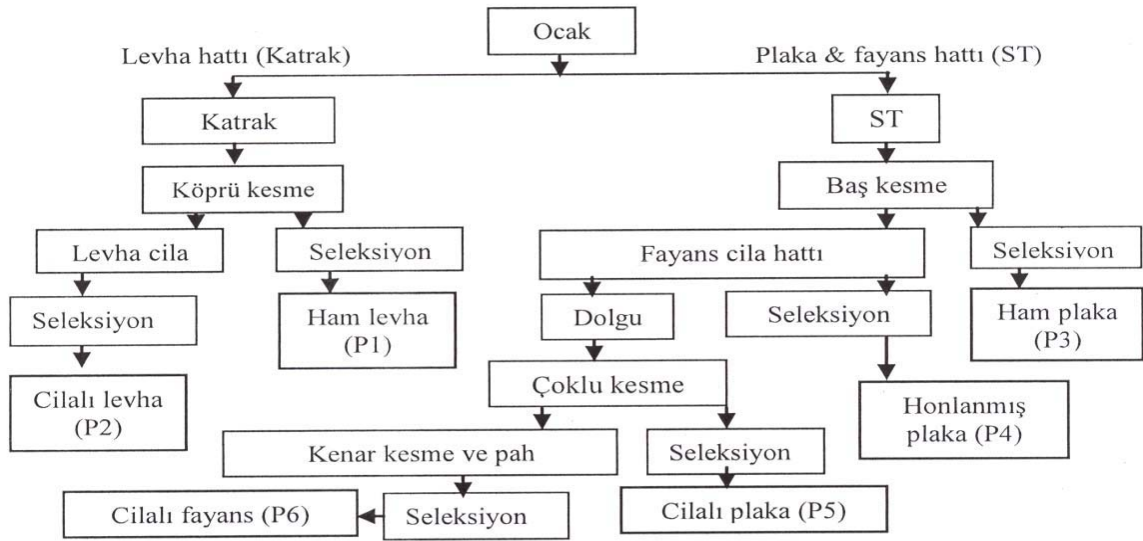
Bu ve benzeri maliyetleri hesaplamak ve birim maliyet olarak (YTL/m<sup>2</sup>) ortaya koyabilmek için birçok çalışma ve ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda görülmüştür ki mermer ürünlerinin birim maliyetlerini tam olarak hesaplamak oldukça güçtür. Üretim hatlarındaki geri dönüşler, kayıplar ve hammadde ve ürünlerin çok farklı sayılarda olmaları nedeniyle birim maliyetleri, üretim hatlarını takip ederek hesaplamak oldukça karmaşık ve zahmetli bir iştir.

Bu nedenle bu zorlukları aşmak için başka bir yol denenmiş ve maliyet hesaplamalarında kullanılmıştır. Buna göre, üretim sistemi bazen tek bir makineden oluşan üretim adımlarına bölünmüş ve her bir adımın birim sürede yarattığı maliyetler hesaplanmıştır (Akkoyun, 2006).

Doğal taş türüne ve ürün özelliklerine göre bir taşın herhangi bir üretim adımı ne kadar süre geçirdiği hesaplanabilir bir veridir. Süre ölçüldükten sonra o üretim adımının bu sürede ne kadar maliyet yarattığı bilgisi de hesaplanabilir bir veridir. Bu iki veri birlikte değerlendirildiğinde her adım için ve toplamda bir ürün için birim maliyetler hesaplanmıştır. Yapılan işlemi basit olarak simgelerle ifade etmek gerekirse;

$$BM = \frac{BZM * US}{A} \quad (1)$$

burada;



Şekil 1. Mermer fabrikaları genel akım şeması ve ürünleri (P1...6)

- BM :Birim maliyet (YTL/m<sup>2</sup>)  
 BZM :Birim zamandaki maliyet (YTL/dakika)  
 US :Üretim süresi (dakika)  
 A :Üretilen toplam alan (m<sup>2</sup>)

olarak kullanılmıştır.

Burada bir makina ya da iş adımı birim zamanda ortaya çıkan maliyet hesaplanırken hangi doğaltaşın işlem gördüğü hesaba katılmalıdır çünkü genelde makina hızları, çektikleri akımlar ve sarf miktarları gibi parametreler doğaltaş özelliklerine göre değişirler. Bu nedenle söz konusu birim zamandaki maliyet değeri her bir doğaltaş türü için ayrı ayrı tespit edilerek daha doğru sonuçlara ulaşılması sağlanmalıdır.

Bu yaklaşım kullanılarak örneğin başkesme makinasının belirli bir taş türü için bir birim sürede ne kadar elektrik, su, işçilik, soket sarfı, testere sarfı vb. giderleri ortaya çıkardığı belirlendikten sonra aynı taş ile ilgili bir üretimde sadece taşın başkesme makinasındaki işlem süresini hesaplayarak maliyetler tespit edilebilir. Bir doğaltaşın belirli bir ürünün üretilmesi için hangi işlem adımlarından geçeceği belli olduğu için model içine taş türü, işlem adımı ve maliyet tipini eklemek yeterli olacaktır (Akkoyun, 2006).

Bu yöntem ile mermer fabrikası üretim sistemini oluşturan üretim adımlarının kendilerine özgü maliyetler ve kalite maliyetleri de daha yakından gözlemlenmiş olmaktadır. Ürün ve doğaltaş türlerine ve üretim adımları ile maliyet çeşitlerine bağlı olarak modeli, tüm sistem için genelleştirerek yazmak gerekirse;

$$TM = \sum_{t=1}^n \sum_{a=1}^m \sum_{m=1}^p (((BZM * US)_{m,a})_t) \quad (2)$$

burada;

- TM :Toplam maliyet (YTL)  
 BZM :Birim zamandaki maliyet (YTL/dakika)  
 US : Üretim süresi (dakika)  
 ve t (doğaltaş türü), a (üretim adımı), m (maliyet türü) olarak ifade edilmektedir.

Modele göre örneğin  $((BZM * US)_{2,3})_2$  ifadesi (2) numaralı doğal taş türü için katrak makinesinin (3) su sarf (2) giderini ifade etmektedir. Üretim adımları ve hangi ürünün hangi üretim adımından geçtiği ile ilgili bilgileri Çizelge1'de verilmiştir.

Eğer maliyetler tam olarak tanımlanabilirse bu model kullanılarak üretim adımları içinde meydana gelen kalite maliyetlerini de ortaya çıkarmak ve her bir ürün için kalite maliyetlerini hesaplamak mümkün olacaktır. Bu nedenle çalışmanın sonraki adımı kalite maliyetlerini ortaya çıkaracak bir yöntem geliştirerek PAF modelinin temeli olan önleme, değerlendirme ve başarısızlık maliyetlerinden oluşan kalite maliyetlerini belirlemektir.

### 3. KALİTE MALİYET MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Tanıtmaya çalışılan kalite maliyet modellerinden

Çizelge 1. Ürünler ve Üretim Adımları

Üretim Adımları (a)	Ürünler (P1...6)					
	Ham Levha	Cila levha	Ham plaka	Honlu plaka	Cilalı plaka	Fayans
Ham blok seçim ve nakil	+	+	+	+	+	+
Stoklama	+	+	+	+	+	+
Katrak	+	+	-	-	-	-
Köprü kesme	+	+	-	-	-	-
Plaka cila	-	+	-	-	-	-
ST	-	-	+	+	+	+
Baş kesme	-	-	+	+	+	+
Cila hattı	-	-	-	O	+	+
Dolgu	O	O	O	O	+	+
Seleksiyon	+	+	+	+	+	+
Paketleme	+	+	+	+	+	+
Diğer giderler	+	+	+	+	+	+

+:Çalışır / -:Çalışmaz / O:seçime bağlı

Her adım için enerji, su, aşındırıcı/testere/soket sarfı ve işçilik hesaplanmıştır

en yaygın olarak kullanılan PAF modelinin bir uygulaması, Türkiye mermer sektörü içinde önemli bir yer işgal etmeye başlayan Diyarbakır bölgesi mermer sektöründen (Ayhan vd., 2004) elde edilen bilgiler kullanılarak mermer fabrikaları için uygulanmaya çalışılmıştır. Her ne kadar çalışma Diyarbakır bölgesi fabrikalarından elde edilen veriler ile yapılmış olsa da çalışmada sadece bölgeye özgü veri ya da bilgi yoktur ve diğer mermer fabrikaları için genelleştirilebilir.

Fabrikaların genel işleyişleri hakkında bilgi toplanırken bir yandan da klasik muhasebe kayıtları incelenmiş ve kayıt altına alınan maliyetler ile ilgili bir inceleme yapılmıştır. Daha sonra mermer fabrikaları üretim sistemi küçük birimlere bölünmüş, bu bölümler çoğunlukla köprü kesme gibi bir makina, kimi zaman da mum dolgu gibi bir iş adımı olarak belirlenmiştir. Her birimde meydana gelen maliyetler tespit edilip ölçülmeye çalışılmıştır.

Bölmelere ayrılmış işlem adımlarında ve bir bütün olarak sistemin tümünde ortaya çıkan maliyetleri tespit ettikten sonra takip eden adımda bu maliyetlerden hangilerinin kalite maliyeti olduğunun belirlenmesi gibi önemli bir aşamaya gelinir.

Bu ayrımı yapmak çok kolay değildir. Çünkü klasik muhasebe kayıtlarında kalite maliyetleri ayrı bir şekilde kayıt altına alınmazlar. Bu durumda her maliyeti tek tek düşünerek hangisinin kalite maliyeti olduğuna karar vermek gerekecektir. Bu karara yardımcı olacak basit ancak önemli bir algoritma literatür taraması sonrasında bulunarak kullanılmıştır. Bu algoritma Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2'de genel yapısı verilen algoritma kullanılarak mermer üretim sistemi içinde meydana gelen neredeyse tüm maliyetler değerlendirilerek mermer fabrikaları için kalite maliyetleri tanımlanmış, sınıflandırılmış ve ölçülmüştür. Bu maliyetlerin hesaplanması için, eşitlik (2)'de verilen genel maliyet modeline benzer bir kalite maliyetleri modeli kullanılmıştır. Bu model ilişkisi aşağıda eşitlik (3)'de verilmiştir.

$$KM = \sum_{t=1}^n \sum_{a=1}^m \sum_{m=1}^p (((BZKM * US)_{m,a})_t) \quad (3)$$

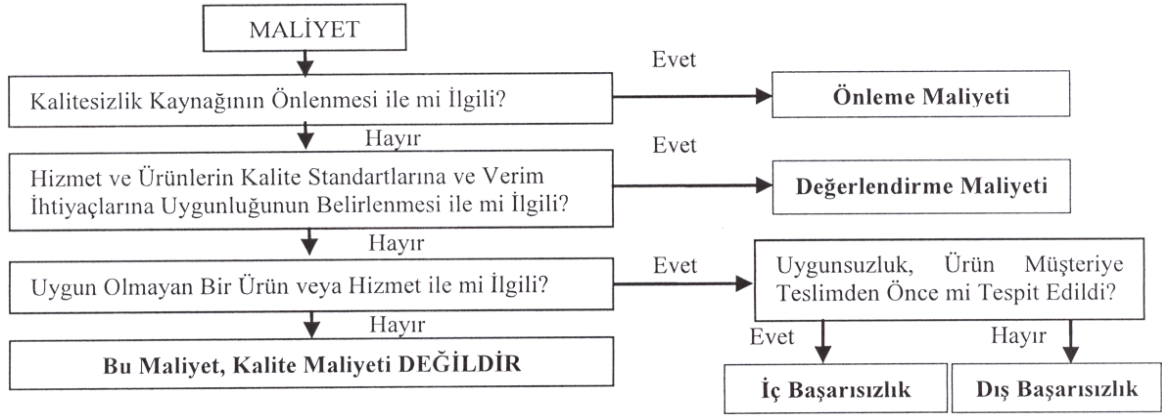
burada;

KM :Kalite maliyeti (YTL)

BZKM :Birim zamandaki kalite maliyeti (YTL/dakika)

US :Üretim süresi (dakika)

ve t (taş türü), a (üretim adımı), m (maliyet türü) olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2. Kalite maliyetlerinin ayıklanması için algoritma (Campanella, 1990)

Bu modele uygun olarak yapılan çalışmalar sonucunda kalite maliyeti olarak sınıflandırılabilir maliyetler ortaya çıkarılmıştır. Bu maliyetler, PAF modeline uygun sınıflandırılmış olarak Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de verilen kalite maliyet kalemleri, ayrıntıları, farklı mermer fabrikaları için kendi çalışma şartlarına uygun olarak değiştirilerek muhasebe sistemi içinde açılacak bir 'kalite maliyetleri hesabı' başlıklı hesap altında benzer adlar ile gösterilebilirler.

Muhasebe sistemlerinde işletmelerin buna benzer eklemeler yapmalarına izin veren nazım hesaplar bölümü vardır. Geniş anlamı ile nazım hesaplar bir işletmenin alacağı, borcu ve varlıkları ile ilgili olmayan, ancak bunların açıklanması için kullanılmak üzere muhasebe planında bulunan ana hesaptır (Kumkale, 2002).

Muhasebe sistemlerinin bu esnekliğinden

Çizelge 2. Giderlerinin PAF Modeline Uygun Düzenlenmesi ve Önerilen Hesap Adları

Mermer Fabrikalarında Meydana Gelen Kalite Maliyetleri		
Sınıflar	Alt-Başlıklar	Açıklama
Önleme	Kuruluş maliyetleri	Yer, sistem, makina, akım şeması, personel seçimi.
	Müşteri talebi tespit maliyetleri	Pazar araştırması, reklam, anket, fuar, gezi, web sitesi, vb. maliyetleri.
	Yeni tedarikçi bulma maliyetleri	Yeni ocak arama, numune alma, sondaj, karot ve/veya el numunesi analiz maliyetleri.
	Eğitim ve beceri kazandırma maliyetleri	Üretimin her aşaması ile ilgili olarak (blok seçimi, taş kesme, dolgu, parlatma, ambalaj, istatistiksel kontrol, numune alma, ölçüm araçlarının kullanımı, veri toplama ve değerlendirme, yabancı dil, vb.) personelin ihtiyaç duyduğu eğitim, kurs, seminer, yayın maliyetleri.
Değerlendirme	Hammadde kontrol maliyetleri	Blok seçimi, taşıma ve stoklama ile ilgili kontrol ve önlemler.
	Ürün ve üretim sistemi ölçüm-kontrol-analiz ve numune maliyetleri	Standart kontroller, sorun tespit ve çözme, sistem analizi ve düzenlenmesi, makina testleri, ürün, dolgu, ambalaj malzemesi numune alma ve test kontrollerinin maliyetleri, numunelerin kendi maliyetleri, sapmaların düzeltilmesi vb. maliyetler.
	Kalite personeli maliyetleri	Kalite personeli ücretleri ile kalite artırıcı eylemlerin maliyetleri, istatistik araçları, yazılımlar, notlar, ölçüm sonrası düzeltme çalışmalarının maliyetleri.
İç Başarısızlık	Sevk öncesi kusurlu maliyetleri	Kusurlu ürün tespit maliyeti, kusurlu ayıklama, stoklama ve yeniden işleme maliyeti, 2. kaliteye ayrılanların göreceli maliyetleri.
Dış Başarısızlık	Sevk sonrası kusurlu maliyetleri	İfadeye bağlı maliyetler, garanti, müşteri memnuniyetsizliği maliyetleri.



Çizelge 3. Mermer Ürünlerinin Kalite Maliyet Sınıflarına Göre Değişimi ve Toplam İçindeki Payları

Mermer Türü	Ürün Tipi	Kalite Maliyeti (YTL/m <sup>2</sup> )	Toplam Maliyet (YTL/m <sup>2</sup> )	Oran (%)
Mermer-A (Kireçtaşı)	Ham Levha (P1)	0,50	10,32	4,8
	Cilalı Levha (P2)	0,53	14,68	3,6
	Ham Plaka (P3)	0,67	7,52	8,9
	Honlanmış Plaka (P4)	0,76	9,64	7,9
	Cilalı Plaka (P5)	0,66	10,71	6,2
	Cilalı Fayans (P6)	0,80	13,84	5,8
Mermer-B (Kireçtaşı)	Ham Levha (P1)	0,55	9,40	5,9
	Cilalı Levha (P2)	0,84	14,61	5,7
	Ham Plaka (P3)	0,65	7,15	9,1
	Honlanmış Plaka (P4)	0,91	9,57	9,5
	Cilalı Plaka (P5)	0,87	11,17	7,8
	Cilalı Fayans (P6)	1,06	15,02	7,1

Çizelge 4. Ürün Tipine Bağlı Olarak Kalite Maliyet Sınıflarındaki Değişim

Mermer Türü	Ürün Tipi	Kalite Maliyetleri (YTL/m <sup>2</sup> )		
		Önleme	Değerlendirme	Başarısızlık
Mermer A (Kireçtaşı)	Ham Levha (P1)	0,02	0,25	0,23
	Cilalı Levha (P2)	0,02	0,29	0,22
	Ham Plaka (P3)	0,01	0,22	0,44
	Honlanmış Plaka (P4)	0,02	0,27	0,47
	Cilalı Plaka (P5)	0,02	0,27	0,37
	Cilalı Fayans (P6)	0,02	0,32	0,46
Standard sapma		0,004	0,031	0,104
Mermer B (Kireçtaşı)	Ham Levha (P1)	0,01	0,24	0,30
	Cilalı Levha (P2)	0,02	0,32	0,50
	Ham Plaka (P3)	0,01	0,23	0,41
	Honlanmış Plaka (P4)	0,02	0,29	0,60
	Cilalı Plaka (P5)	0,02	0,32	0,53
	Cilalı Fayans (P6)	0,03	0,32	0,71
Standard sapma		0,004	0,007	0,038

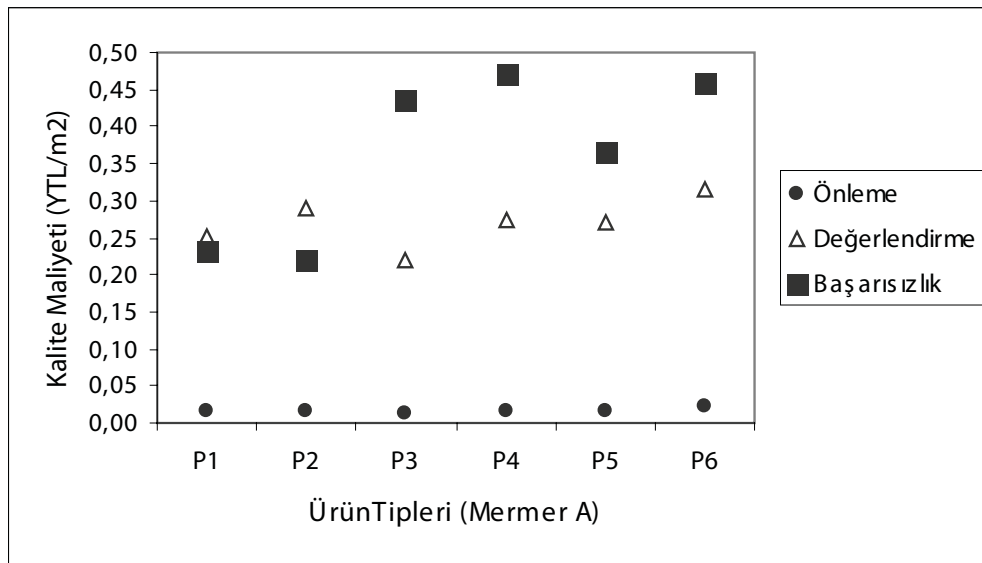
yararlanılarak bu çalışma ile ortaya konulan kalite maliyet adları alt hesap adı olarak kullanılarak kalite maliyetlerinin takip ve kaydı mermer fabrikaları için sağlanmış olacaktır.

Kalite maliyeti olarak tanımlanan maliyetlerin, çalışmaların yapıldığı işletmelerdeki durumları da ölçülmeye çalışılarak ürünlere bağlı bir kalite maliyet değerlendirmesi yapılmıştır. Bunun için öncelikle eşitlik (2)'ye uygun olarak toplam maliyetler hesaplanmış ardından kalite maliyetleri hesaplanmıştır.

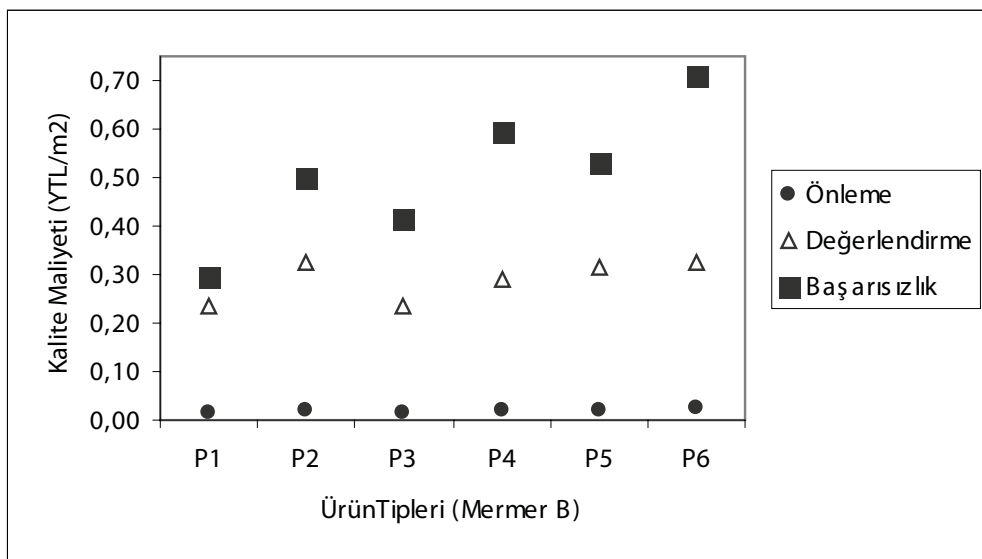
Kalite maliyetlerinin toplam maliyetler içindeki paylarının ürünlere göre dağılımı Çizelge 3'te, kalite maliyetlerinin kendi içlerindeki değişimi Çizelge 4'de verilmiştir. Kalite maliyetlerinin sınıflarına göre dağılımının ürün tiplerine bağlı değişimleri Şekil 3'te ve toplam maliyetler içindeki oranlarını gösteren grafikler Şekil 4'te verilmiştir.

#### 4. VERİLERİN YORUMLANMASI VE SONUÇLAR

Bu çalışma ile mermer fabrikaları için

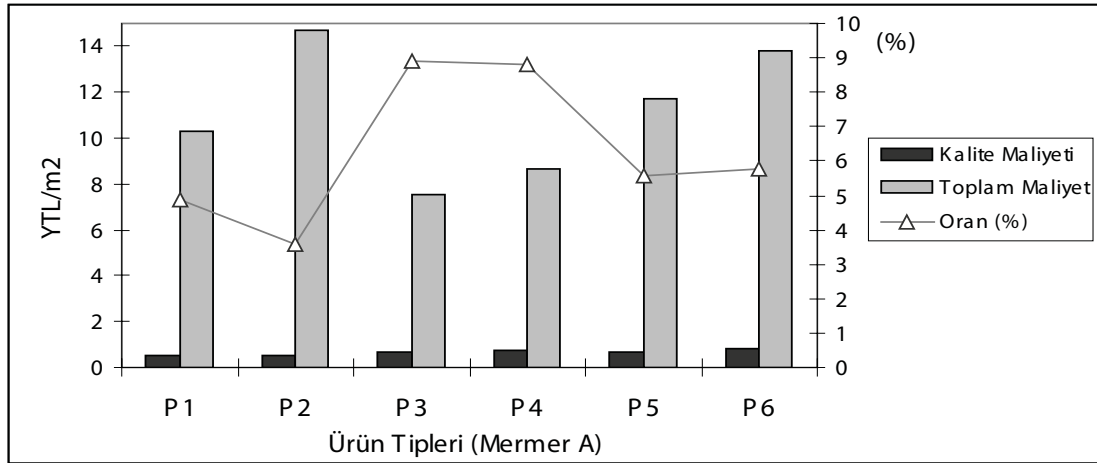


(a)

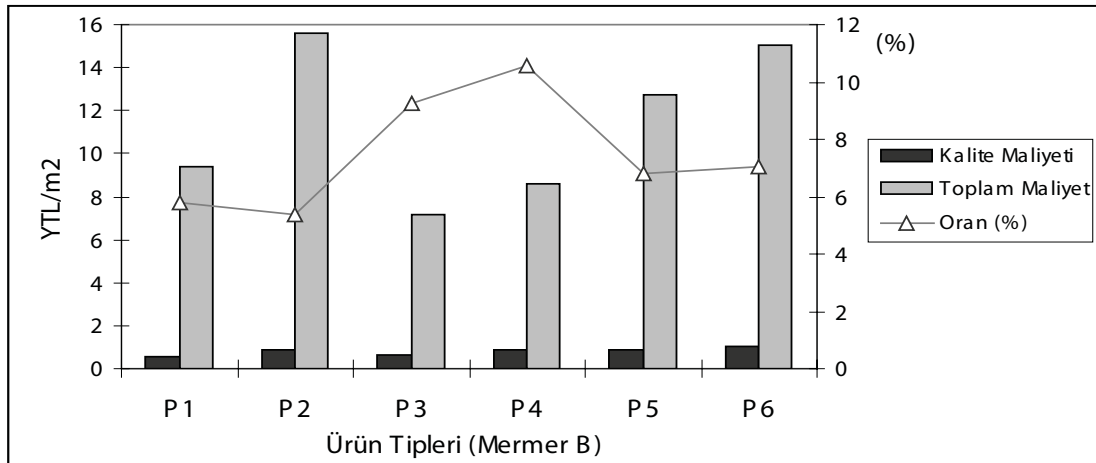


(b)

Şekil 3. Mermer A (a) ve mermer B (b) için kalite maliyet türleri ile ürün tipleri arasındaki ilişkiler



(a)



(b)

Şekil 4. Mermer A (a) ve mermer B (b) için toplam maliyetler ve kalite maliyetleri arasındaki ilişkiler

uygulanabilecek bir PAF kalite maliyet modeli geliştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda önleme, değerlendirme ve başarısızlık maliyet sınıfları adı altında birçok kalite maliyeti tanımlanmış ve ölçülmüştür.

Önleme çalışmalarının en önemlisi blok seçimi ile ilgili olanlardır. Bir mermer fabrikası için yeni hammaddelerinin getirileceği ocakların aranması sürekli olarak yapılması gereken bir iştir. Sürekli olarak yeni hammadde kaynakları aranır. Bulunan ocaklardan en doğru biçimde blokların üretilmesi için çalışmalar yapılır.

Blokların doğru yönde ve doğru boyutta kesilmeleri, daha sonra fabrikada görecekleri işlemler açısından çok önemlidir. Hammadde

olarak işlenecek blokların doğru seçilmeleri ve mümkün olduğu ölçüde az kalitesizlik unsurlarını barındıracak şekilde fabrikalara taşınmaları için yapılacak çalışmaların önemli bir bölümü önleme maliyetleri olarak değerlendirilir ve grafiklerde (Şekil 3 ve Şekil 4) görüldüğü gibi üründen ürüne çok fazla değişmeyen ortalama bir seyir izlerler.

Sözü edilen önleme faaliyetleri tek bir ürünü hedef olarak değil de tüm ürünlerin içinden çıkarılacağı ham bloğu hedef aldığı için önleme maliyetleri ürünlere eşit olarak dağılmakta ve üründen ürüne büyük bir değişim göstermemektedir. Bu nedenle standart sapması çok küçüktür (Çizelge 4).

Değerlendirme maliyetleri ise çoğunlukla üretim aşamasında sistemi oluşturan makina ve diğer

üretim elemanlarının önceden belirlenen kalite hedeflerine uygun sınırlar içerisinde çalışıp çalışmadıklarını tespit etmek için yapılan çalışmaların maliyetlerini kapsarlar. Bunlar; kontrol, numune alma, numune değerlendirme, ölçümler, istatistiksel yaklaşımlar ve araçların kullanılması gibi çeşitli çalışmalar ve bu çalışmaların maliyetleridir.

Bu çalışmalar her ne kadar sistem içindeki makina ve üretim elemanları ile ilgili olup doğrudan ürünlerin kendileri ile ilgili değilse de farklı ürünler bu sistem elemanları içinde farklı zamanlar geçirdikleri için uzun zaman geçirip daha çok iş adımından geçen ürünün daha fazla kontrol noktasından geçme durumu ortaya çıkmaktadır.

Yani ham levha gibi bir ürün ile ilgili kontrol edilecek, numune alınacak fazla bir nokta bulunmazken fayans gibi birçok kontrolü gerektiren bir hattan geçecek bir ürün için daha fazla oranda değerlendirme maliyeti oluşması beklenmelidir. Bu nedenle üretilmesi için fazla işlem gören ürünlerin değerlendirme maliyetleri göreceli olarak yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

Başarısızlık maliyetleri iç ve dış başarısızlık olmak üzere iki bölüme ayrılmış, ancak yapılan çalışmalarda dış başarısızlık maliyeti olarak değerlendirilecek 'ürün iadesi gibi' bir maliyete ulaşılmadığından dolayı başarısızlık maliyetleri başlığı altında sadece iç başarısızlık maliyetleri değerlendirilmiştir.

Genelde de en zor ölçülen hatta ölçülmesi neredeyse olanaksız olarak değerlendirilen kalite maliyet türü dış başarısızlık maliyetidir. Eğer iade, garanti, sevk sonrası zayı olma gibi bir durum yok ise müşteri memnuniyetsizliğinden kaynaklanan kayıplar gibi bir parametrenin ölçülmesi ve dış başarısızlık hanesine yazılması çok zordur. Bu zorlukları aşmak için anket vb. çalışmaları ile bir yaklaşıma gidilebileceği önerilse de (Dawes, 1987) tatmin edici bir çözüm bulunamamıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen başarısızlık maliyetleri, ürünlerin işlem adımları içerisindeki fireleri ile ambalajlama öncesi seçim masasındaki 2. kaliteye ya da 3. kaliteye ayrılma oranları ile ilgili verilerdir. Fireler doğrudan doğruya iç başarısızlık maliyeti olarak değerlendirilirken bir ürünün birinci kalite olması gerekirken ikinci kaliteye ayrılması, kaliteler arası satış fiyatı farkından dolayı göreceli bir kayıp doğurmaktadır

ki bu fark yine iç başarısızlık maliyeti olarak kalite maliyetine eklenmelidir. Bu sayede bir ürün ile ilgili olarak ikinci kaliteye ayrılma oranı, bir oranda da olsa kalite maliyetleri açısından değerlendirmeye alınmaktadır. Farklı ürünlerin farklı sebeplerden dolayı fire ve ikinci kaliteye ayrılma özellikleri taşımasından ötürü, başarısızlık maliyetleri en büyük standart sapma ile ortaya çıkmaktadır.

Sonuçta ürünün toplam maliyetleri 7–15 YTL/m<sup>2</sup> ile kalite maliyetleri de 0,5–1,06 YTL/m<sup>2</sup> aralıklarında hesaplanmıştır. Kalite maliyetlerinin toplam maliyetler içindeki oranının ise % 3–10 arasında olduğu gözlenmiştir. Bu oranın ham plaka (P3) ve honlanmış plaka (P4) ürünlerinde yükseldiği gözlenirse de (Şekil 4) bu durumun, o ürünlerdeki kalite maliyetlerinin yüksekliğinden değil, toplam maliyetlerinin düşük olmasından kaynaklandığı belirtilmelidir. Oran göreceli olarak yüksek gibi görünmektedir.

Ortalama bir işletmede kalite maliyetleri hiçbir zaman sıfır olmaz. Çünkü belirli bir kalite seviyesi tutturmak için mutlaka önleme ve değerlendirme çalışmalarına ihtiyaç vardır. Bu nedenle amaç toplam kalite maliyetlerini en küçükmek (minimize etmek) değil, makul bir önleme ve değerlendirme maliyeti düzeyi yakalayarak başarısızlık maliyetlerini en aza indirmeye çalışmak olmalıdır. Bunun için de işletmelerin önce kalite maliyetlerini tespit edip sınıflandırmaları gerekmektedir. Ayrıca yukarıda değinilen sebepten dolayı, toplam kalite maliyetleri üzerinden değil, önleme, değerlendirme ve başarısızlık maliyetleri üzerinden ayrı ayrı değerlendirme yapımları daha anlamlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

Abed, M., ve Dale, B, 1987; "An Attempt to Identify Quality Related Costs in Textile Manufacturing", Quality Assurance, **13**, 41-45.

Akkoyun, Ö., 2006; "Mermer İşleme Tesislerinde Kalite Maliyetlerine Bağlı Üretim Optimizasyonu", Doktora Tezi, EOGU FBE, yayınlanmamış. 39-61.

Asher, J., 1987; "Cost Of Quality in Service Industry", International journal of Quality and Reliability Management, September, **14**, 38-46.

Ayhan, M., Topal, E., Akkoyun, Ö., 2004; "Diyarbakır Mermer Sektörünün Türkiye Mermer

Endüstrisindeki Yeri, Sorunları ve Çözüm Önerileri”, Mermer Dergisi, İzmir.

Bohan, G.P. ve Horney, N.F., 1991; “Pinpointing the Real Cost of Quality in A Service Company”, National prod. review, summer, 309-317.

Campanella, J., 1990; “Principles of Quality Costs”, Asqc Quality Pres, Winsconsin, USA

Crockett, H. G.,1935; “Quality But Just Enough”, Factory Management and Maintenance, **93**, 245-246.

Crosby, P. B., 1979; “Quality is Free”, McGraw-Hill., New York.

Crosby, P. B., 1983; “Don’t Be Defensive About the Cost of Quality”, Quality Progress, April, 38-39.

Crosby, P. B., 1984; “Quality without Tears”, McGraw-Hill., New York.

Dahlgaard, J., Kristensen, K. ve Kanji, G., 1992; “Quality Costs and Total Quality Management”, Total quality management, **3**, 201-211.

Dawes, E., 1987; “Quality Costs-New Concepts and Methods”, ASQC Annual Transaction. In: J. Campanella (Ed.) Quality Costs:Ideas and Applications (Milwaukee, ASQC Press), Vol. II, 440-448.

Deming, W. E., 1986; “Out of Crisis: Quality, Productivity and Competitive Position”, Cambridge University Press, Cambridge.

Feigenbaum, A.V., 1956; “Total Quality Control”, Harvard Business Review, **34**, 93-101.

Gibson, P., Hoang, K. ve Teoh, S., 1991; “An Investigation into Quality Costs”, Quality forum, **17**, 29-39.

Gryna, F., 1978; “Quality Costs-What Does Management Accept?”, ASQC Annual Transaction In:A.F. Grimm (Ed.) Quality Costs: Ideas and Applications (Milwaukee, ASQC Press), Vol.I, 352-358.

Hollocker, C., 1986; “Finding the Cost of Software Quality”, ASQC Annual Transaction. In:J. Campanella (Ed.) Quality Costs: Ideas and

Applications (Milwaukee, ASQC Press), Vol. II, 355-367.

Hwang, G. H., ve Aspinwall, E. M., 1996; “Quality Costs Models and Their Application: A Review”, Total Quality Management, **7**, 267-281.

Kara, İ., 1985; “Yöneylem Araştırmasının Yöntem Bilimi”, Anadolu Ü. Yay. No:96, Eskişehir.

Kumkale, R., 2002; “Muhasebe Terimleri Sözlüğü”, Literatür Yayınları.

Masser, W. J., 1957; “The Quality Manager and Quality Cost Industrial Quality Control”, **14**, 5-8.

Miner, D. F., 1933; “What price quality?”, Product Engineering, August, 300-3023.

Morse, W. ve Poston, K., 1986; “Accounting for quality costs-a critical component of CIM”, CIM Review, Fall issue, In:J.Campanella (Ed.) Quality Costs: Ideas and Applications (Milwaukee, ASQC Press), Vol.II, 400-408.

Morse, W., 1993; “A Handle on Quality Costs”, CMA Magazine, February, 21-24.

Oberlender GD., 1983; “Project Management for Engineering And Construction”. NY McGraw-Hill.

Plunkett, J. ve Dale, B., 1987; “A Review of the Literature on Quality Related Costs”, International Journal of Quality and Reliability Management, **4**, 40-52.

Szymanski, E., 1985; “Relationship of Financial Information and Quality Costs: a Tutorial”. In: Campanella (Ed.) Quality Costs: Ideas and Applications (Milwaukee, ASQC Press), Vol.II, 257-267.

Taguchi, G, 1987; “System of Experimental Design”, Hite plains, NY, Unipub/Kraus International Publications.