



Quality Costs in Health Institutions: Private Hospital Example

Merve Şimşek^{1-a*}

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek Meslek Yüksekokulu, Sivas Türkiye.

*Corresponding author

Research Article

ABSTRACT

Understanding of quality has an important place in health institutions. It is imperative to bear a cost to ensure and maintain quality. The fact that health institutions know these cost items will affect the decisions of the management regarding the future.

The aim of this study is to determine the quality cost elements in health institutions and to emphasize the importance of quality cost. As a result of the literature research on quality costs, an application was made in a healthcare enterprise. As a result of this application, the importance of quality costs has been stated.

Key Words: Quality, Cost, Quality Costs, Cost Management.

Sağlık Kurumlarında Kalite Maliyetleri: Özel Hastane Örneği

ÖZ

Kalite anlayışı sağlık kurumlarında önemli bir yere sahiptir. Kalitenin sağlanması ve korunması için bir maliyete katlanılması zorunludur. Sağlık kurumlarının bu maliyet kalemlerini bilmesi, yönetimin geleceğine yönelik kararlarını etkileyecektir.

Bu çalışmanın amacı, sağlık kurumlarında kalite maliyet elemanlarının belirlenmesi ve kalite maliyetinin öneminin vurgulanmasıdır. Kalite maliyetlerine yönelik yapılan araştırma sonucunda özel bir sağlık kurumunda uygulama yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda kalite maliyetlerinin önemi belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalite, Maliyet, Kalite Maliyetleri, Maliyet Yönetimi.

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

^a mervesimsek@cumhuriyet.edu.tr ^{id} <https://orcid.org/0000-0002-7460-2050>



How to Cite: Şimşek Merve, (2022) Quality Costs in Health Institutions: Private Hospital Example, International Journal of Current Social Science, 1(1):39-44.

Giriş

Ekonomi ve teknolojideki hızlı değişim sağlık kurumlarını da etkilemesi kaçınılmaz bir durumdur. Değişen çevreye işletme olarak uyum sağlamak yeni yönetim stratejilerinin benimsenmesiyle sağlanmalıdır. Bunlardan en önemlisi maliyet hesaplamalarında benimsenmesi gereken modern maliyet yöntemleridir.

Kalite, müşterilerin çıktılardan elde ettiği değerdir ve küreselleşmiş bir pazarda farklılaşmak için şirketler tarafından kilit bir rekabet faktörü olarak kabul edilmiştir (Glogovac ve Filipovic, 2017: 1).

İşletmelerin birçoğu kaliteyi müşteri değeri olarak görmektedir. Bu nedenle de kaliteyi rekabet amaçlı olarak işletme stratejisinde temel kavram olarak geliştirmektedirler. Ancak kalite maliyetlerinin belirlenip ölçülmesi toplam kalite yönetimi uygulamalarında ilk adımlardan biridir. Kalite maliyetlerinin ölçümü sadece üretim işletmelerinde değil aynı zamanda hizmet işletmelerinde de oldukça önemlidir (Tsai, 1998: 719).

Sağlık hizmeti kaynaklarının kıtlığı ve hastaneler arasındaki rekabeti artırma girişimleri, hastane verimliliğine artan bir odaklanma sağlamıştır. Bu nedenle politika önlemleri, üretkenlik artışları için teşvikler oluşturulmaktadır. Genel olarak, hastaneler arası üretkenlikteki farklılıklar, farklı üretim değerlerinden veya maliyet farklılıklarından kaynaklanabilir (Kruse ve Christensen, 2013: 12).

Günümüzde artan rekabet sağlık işletmelerini de büyük ölçüde etkilemektedir. Sağlık işletmeleri rekabetini, müşterilere sunduğu kaliteli hizmet ve bu hizmetin maliyeti yönünden sağlar. Sağlık kuruluşları hizmet sunumunda kaliteyi en üst düzeye ulaştırmaya çalışırlar. Bu nedenle kaliteyi sağlama ve üst düzeyde tutmak için belirli bir maliyete katlanmak zorunda kalmaktadırlar. Kalite maliyetleri çoğu zaman gereğinden fazla olmaktadır. Maliyetin gereğinden fazla olması bir işletmeyi rakipleri karşısında dezavantajlı bir konuma getirmektedir. Bu sebepten dolayı, kaliteden ödün vermeden maliyetin düşürülmesi yolları aranmaktadır. Kısacası sağlık sektöründe kalite maliyetlerinin kontrol altına alınması son derece önemlidir (Kurşunel ve Ebdülrazade, 2018: 188).

Kalite maliyetleri, kalitedeki gelişme ve değişmeyi gösteren en iyi ölçüttür. Bu nedenle bir işletme, kalite hedeflerine ulaşmış ulaşmadığının somut ölçüsünü elde etmek için kalite maliyetlerini bilmesi gerekir. Kalite maliyeti, işletmelerin kaliteli üretimi gerçekleştirebilmeleri için ve kalite seviyesini belli bir noktada tutabilmeleri için katlandıkları maliyetlerdir (Özgülbaş, 2014: 201).

Sağlık kuruluşlarında sağlık hizmet sunumuna dair maliyetlerin belirlenmesi; hastane yöneticilerinin maliyetleri kontrol altına almasına, hizmet kalitesinin artırılmasına, çalışanların performanslarının belirlenmesi gibi konularda en doğru kararı almalarına katkı sağlar (Kısakürek, 2010: 230).

Kalite maliyet sistemi, kalitenin her safhasında etkin şekilde işleyerek ileride atılacak her adıma destek olmaktadır. Bu çalışmada ise bir sağlık kuruluşunda kalite maliyeti ve maliyet kalemleri, sınıfına göre maliyetlerin göz önüne çıkarılması ele alınmıştır.

Uygulama Bölümü

Uygulama Yapılan Hastane İle İlgili Genel Bilgiler

Araştırmanın yapıldığı hastane 2015 yılı Ocak ayı itibarı ile hizmet vermeye başlamıştır. Genel amaçlı hastane olarak konumlanan hastane; 28.000 m² kapalı alanda 219 yatak kapasitesi, 7 ameliyathane, 49 yoğun bakım yatağı, 15 yeni doğan yoğun bakım yatağı, 5 KVC yoğun bakım yatağı ve 4 koroner yoğun bakım yatağı, 28 gözlem yatağı, kapasitesi ile hizmet vermektedir.

Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı, bir hastane için kaliteli hizmet vermenin maliyetlerini tespit etmek ve kalite maliyetlerinin önemini vurgulamaktır.

Araştırmanın Kapsamı

Kalite maliyetlerinin önemini vurgulandığı bu çalışma 219 yataklı genel amaçlı hizmet veren bir özel hastanede gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışma retrospektif (geriye dönük) bir araştırmadır. Araştırma gözlem, yüz yüze görüşme yapılarak ve veri toplanarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yapıldığı hastaneye ait kalite maliyet bilgileri, hastanenin muhasebe birimi sorumlusu, satın alma birimi sorumlusu ve kalite birimi sorumlusu tarafından sağlanmıştır.

Uygulama

Çalışmaya başlamadan önce araştırmanın yapıldığı hastanede muhasebe müdürüne konu ile ilgili birkaç soru yöneltilmiştir.

Soru 1: Hastane kalite belgesine sahip mi?

Hastane kalite belgesine sahip değildir.

Soru 2: Hastanede kalite birimi var mı?

Araştırmanın yapıldığı hastanede kalite birimi bulunmamaktadır.

Soru 3: Hastanede kalite maliyetlerini ayrıca hesaplaması yapılıyor mu?

Hastanede kalite maliyetlerinin ayrıca hesaplanmadığı belirtilmiştir.

Soru 4: Hastanede kalite maliyetlerini saptamak için farklı bir yöntem kullanıyor mu?

Bunun için farklı bir sistemin kullanılmadığı belirtilmiştir.

Hastane Kalite Maliyetleri

Aşağıda gösterilen kalite maliyetleri, çalışmanın yapıldığı özel hastaneden alınan verilerin belli oranda küçültülmesi esasında elde edilmiştir.

Önleyici Faaliyet Kalemleri

Önleyici faaliyet kalemleri, kalite maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan ve alt çeşitliliği olan bir maliyet kalemidir. Araştırma yapılan hastanenin önleyici kalite maliyetleri şu şekilde sıralanabilir;

- Kalite Eğitimi Maliyetleri
- Hizmet İçi Eğitim Maliyetleri

- Hasta Güvenliğini Sağlama Maliyeti
- Sterilizasyon Maliyetleri
- Genel Hastane Tanıtımı Maliyeti
- Temizlik Malzemeleri Maliyeti
- Temizlik Ekipmanları Maliyeti
- Haşere İle Mücadele Maliyeti
- Makine Teçhizat Bakım Onarım Maliyeti
- Atık Toplama Maliyeti
- Tehlikeli Atık Bertarafı Maliyeti

Kalite Eğitimi Maliyetleri

Kalite eğitimleri bir hastane için oldukça önemli eğitimlerden biridir. Araştırma yapılan hastanede kalite eğitimi ihtiyacı merkezden gönderilen eğitimciler tarafından ücretsiz giderilmektedir.

Hizmet İçi Eğitim Maliyeti

Araştırmanın yapıldığı hastanede hizmet içi eğitimler; hastane bünyesinde çalışan eğitim hemşiresi tarafından verilirken, oryantasyon eğitimleri yine hastane bünyesinde çalışan birim sorumluları tarafından verilmektedir. Hizmet içi eğitim için ayrıca ücret ödenmemektedir.

Hasta Güvenliğini Sağlama Maliyeti

Bu hastanede hasta güvenliği sağlamaya yönelik; hastaların doğru tanılanması için avuç içi okuma cihazı, hasta kol bantları; düşme riski olan hastalar için yonca figürü; bebek ve çocuk kaçırma, kaybolma gibi durumlarda acil önlemlerin alınması için pembe kod sistemi bulunmaktadır.

Avuç içi okuma cihazı 2015 yılında adet fiyatı 4500 ₺ olmak üzere iki tane alınmıştır.

Hasta kol bandı maliyeti bir hasta için yaklaşık 0,60 ₺ dir.

Düşme riski olan hastalar için yonca figürü adet fiyatı 3,5 ₺ dir. Hastanede bu figürlerden 50 adet bulunmaktadır.

Genel Hastane Tanıtım Maliyeti

Araştırmanın yapıldığı hastanede bu maliyet kalemine yönelik olarak; broşür, kartvizitler, billboard afişleri, hastane içi afişler, asansör içi bilgilendirme afişleri, aylık hastane dergisi, çocuk hastalar için hazırlanan promosyonlar bulunmaktadır. Bu işlemlerin maliyeti aylık ortalama 23.000 ₺ dir.

Genel Hastane Tanıtım Yıllık Maliyeti= 23.000 x 12 = 276.000 ₺

Sterilizasyon Maliyeti

Hastane sterilizasyon için otoklav cihazını kullanmaktadır. Bu cihaz ile aylık olarak 3000 işlem sterilizasyon yapılmaktadır. Her işlem için birim fiyat 3,5 ₺ olarak alınmaktadır.

Sterilizasyon Aylık Maliyeti = 3000 x 3,5 = 10.500 ₺

Sterilizasyon Yıllık Maliyeti = 126.000 ₺

Haşere İle Mücadele Maliyeti

Hastane haşere ile mücadele için bir firma ile anlaşarak aylık ilaçlama yaptırmaktadır. Haşere ile mücadele maliyeti aylık 344 ₺ dir.

Haşere İle Mücadele Yıllık Maliyeti = 344 x 12 = 4.128 ₺

Atık Toplama Maliyeti

Atık toplama için hastanenin ortama maliyeti 20.000 ₺ dir. Hastane atık toplama için bir firma ile anlaşmıştır. Hastane atıklarının toplanması anlaşmalı firma tarafından her ay düzenli olarak yapılmaktadır.

Atık Toplama Yıllık Maliyeti = 20.000 x 12 = 240.000 ₺

Tehlikeli Atık Bertarafı

Araştırmanın yapıldığı hastane tehlikeli atık bertarafı için Ankara' da bulunan bir firma ile anlaşmıştır. Bu firma tehlikeli atık bertarafı için yılda bir kere hastaneye gelmektedir. Hastanenin tıbbi atık bertarafı maliyeti yıllık 2.800 ₺ dir.

Makine Teçhizat Bakım Onarım Maliyeti

Hastane makine teçhizat bakım onarım maliyetini iki kalem üzerinden değerlendirmesini yapmaktadır. Bu kalemler; biyomedikal cihazlar ve diğer cihazlar olarak ele alınmaktadır ve maliyetleri ayrı ayrı kaydedilmektedir. Elde edilen verilere dayanarak hastanenin biyomedikal makine teçhizat bakım onarım maliyeti ortalama 348.000 ₺ iken diğer makine teçhizat bakım onarım maliyeti 141.000 ₺ dir.

Temizlik Malzemeleri Maliyetleri

Hastane içinde kullanılan çok çeşitli temizlik malzemeleri bulunmaktadır. Araştırmanın yapıldığı hastanede temizlik malzemeleri maliyeti aylık ortalama 39.600 ₺ dir.

Temizlik Malzemeleri Yıllık Maliyetleri = 39.600 x 12 = 475.200 ₺

Temizlik Ekipmanları Maliyeti

Araştırmanın yapıldığı hastanede temizlik ekipmanları maliyeti yıllık 16.991 ₺ dir.

Değerlendirme Maliyet Kalemleri

Araştırma yapılan hastanenin değerlendirme maliyet kalemleri şu şekilde sıralanabilir;

- Kalibrasyon Maliyeti
- Anket Maliyeti
- Stok Depo Hizmetleri Maliyeti

Kalibrasyon Maliyeti

Araştırma yapılan hastanede bulunan cihazların kalibrasyonu anlaşma yapılan bir firma tarafından yapılmaktadır. Kalibrasyon anlaşmalı firma tarafından yılda bir kere yapılmaktadır. Hastanede bulunan cihazların kalibrasyon maliyeti yıllık ortalama 20.000 ₺ dir.

Anket Maliyeti

Hastanede muayene olan her hastaya işlemlerin bitimi sonrasında anket uygulanmaktadır. Bu anketler hastaya sms yolu ile ulaşmaktadır. Sms maliyeti aylık 70.000 sms için 1.022 ₺ dir. Çalışanlara yapılan anketler ise hastane bilgi sistemi üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Stok Depo Hizmetleri Maliyeti

Hastane bünyesinde bir adet depo bulunmaktadır ve depo kontrolü bir depo sorumlusu tarafından

sağlanmaktadır. Stok depo hizmetleri maliyeti olarak depo sorumlusunun maaşı alınmıştır.

Stok Depo Hizmetleri Aylık Maliyeti = 2.558 ₺

Stok Depo Hizmetleri Yıllık Maliyeti = 2.558 x 12 = 30.696₺

Dış Başarısızlık Maliyet Kalemleri

Araştırma yapılan hastanenin dış başarısızlık maliyet kalemleri şu şekilde sıralanabilir;

- Hasta Şikayetlerinin İncelenmesi Maliyeti
- Şikayetlere Geri Bildirimde Bulunulması Maliyeti
- Davalar ve Uzlaşmalar Sonucu Oluşan Tazminat Maliyeti

Hasta Şikayetlerinin İncelenmesi Maliyeti

Araştırmanın yapıldığı hastanede hasta şikayetlerinin incelenmesi için "Hasta İlişkileri Birimi" bulunmaktadır ve bu birimde bir çalışan bulunmaktadır. Hasta şikayetlerinin incelenmesi maliyeti olarak çalışan maaşı alınmıştır.

Hasta Şikayetlerinin İncelenmesi Aylık Maliyeti = 2.558 ₺ net asgari ücret

Hasta Şikayetlerinin İncelenmesi Yıllık Maliyeti = 2.558 x 12 = 30.696 ₺

Şikayetlere Geri Bildirimde Bulunulması Maliyeti

Hastalar tarafından gelen şikayetlerin bir kısmı Hasta İlişkileri Birimi tarafından yerinde çözülürken; bir kısmı için de sms ve e- posta yoluyla şikayetlere geri bildirim yapılmaktadır. Bu birim için internet ve sms için ayrıca bir ödeme yapılmamaktadır.

Davalar ve Uzlaşmalar Sonucu Oluşan Tazminat Maliyeti

Araştırmanın yapıldığı hastanede davalar ve uzlaşmalar sonucu oluşan tazminatlar maliyeti aylık ortalama olarak 3.300 ₺ dir.

Davalar ve Uzlaşmalar Sonucu Oluşan Tazminat Yıllık Maliyeti = 3.300 x 12 = 39.600 ₺

İç Başarısızlık Maliyet Kalemleri

Araştırma yapılan hastanenin iç başarısızlık maliyet kalemlerini şu şekilde sıralayabiliriz;

- Tıbbi Cihazın Zamanında Gelmemesi Maliyeti
- Yanlış Çekilen Filmler ve Testlerin Yenilenmesi Maliyeti

Tıbbi Cihazın Zamanında Gelmemesi Maliyeti

Hastanede tomografi cihazının bozuk olması bu maliyet kaleminin oluşmasına neden olmuştur. Tomografi cihazı iki hafta boyunca çalışamaz durumdadır. Bu durumda günlük 60 hasta kaybının yaşandığı belirtilmiştir. Bir tomografi çekiminin ortalama maliyeti 200 ₺ dir.

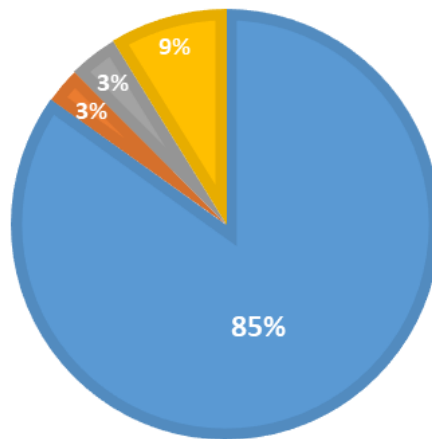
Tıbbi Cihazın Zamanında Gelmemesi Günlük Maliyeti = 60 x 200 = 12.000 ₺

Tıbbi Cihazın Zamanında Gelmemesi 14 Günlük Maliyeti = 168.000 ₺

Yanlış Çekilen Filmler ve Testlerin Yenilenmesi Maliyeti

Araştırmanın yapıldığı hastanede testlerin yenilenmesi olayı ile pek karşılaşılmadığı belirtilmiştir. Bu tarz durumları nadir olarak da olsa çocuk hastalarda BT çekimlerinde yaşandığı ve yaklaşık 1000 hastadan maksimum 5 kişi için çekilen filmin yenilendiği belirtilmiştir. Bir hasta için film maliyeti 18 ₺ dir. Belirtilen maliyet bedelinde; sağlık çalışanının kullandığı maske, eldiven, filmi hastaya teslim etmek için kullanılan zarf ve poşet de dahildir.

Yanlış Çekilen Filmler ve Testlerin Yenilenmesi Yıllık Maliyeti = 18 x 5 = 90 ₺



■ Önleyici Maliyet Kalemleri ■ Değerlendirme Maliyet Kalemleri
■ Dış Başarısızlık Maliyeti ■ İç Başarısızlık Maliyeti

Şekil 1. Kalite Maliyetleri Oranları
Figure 1. Quality Cost Ratios

Tablo 1. Kalite Maliyetleri Raporu**Table 1. Quality Costs Report**

ÖNLEYİCİ FAALİYET KALEMLERİ	
Kalite Eğitimi Maliyetleri	-
Hizmet İçi Eğitim Maliyetleri	-
Sterilizasyon Maliyetleri	126.000
Genel Hastane Tanıtım Maliyeti	276.000
Haşere ile Mücadele Maliyeti	4.128
Atık Toplama Maliyeti	240.000
Tehlikeli Atık Bertarafı	2.800
Makine Teçhizat Bakım Onarım Maliyeti	489.000
Temizlik Malzemeleri Maliyeti	475.000
Temizlik Ekipmanları Maliyeti	16.991
TOPLAM	1.629.919
DEĞERLENDİRME MALİYET KALEMLERİ	
Kalibrasyon Maliyeti	20.000
Anket Maliyeti	1.022
Stok Depo Hizmetleri Maliyeti	30.696
TOPLAM	51.718
DIŞ BAŞARISIZLIK MALİYET KALEMLERİ	
Hasta Şikayetlerinin İncelenmesi Maliyeti	30.696
Şikayetlere Geri Bildirimde Bulunma	-
Davalar ve Uzlaşmalar Sonucu Oluşan Tazminatlar	39.600
TOPLAM	70.296
İÇ BAŞARISIZLIK MALİYET KALEMLERİ	
Tıbbi Cihazın Zamanında Gelmemesi Maliyeti	168.000
Yanlış Çekilen Filmler ve Testlerin Yenilenmesi	90
TOPLAM	168.090
GENEL TOPLAM	1.920.023

Sonuç

İşletmelerin kaliteli hizmet üretmesi akabinde maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu yaklaşıma göre kalite ne kadar artar ise maliyet de o oranda artar anlayışı ortaya çıkmaktadır. Ancak durum bu şekilde değildir.

Yapılan çalışmada kalite maliyetlerinde en çok pay yaklaşık % 85 oranla önleme maliyetlerine ayrıldığı görülmektedir. Değerlendirme maliyetlerinin toplam kalite maliyetlerindeki payı %9 iken, iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyet payının % 3 olduğu görülmektedir.

Buradan da anlaşılacağı gibi önleme maliyetlerine yapılan yatırım daha fazladır. Çünkü hizmet üretimi esnasında; kusurlu bir üretim ya da hizmet üretimini aksatacak bir durumla karşılaşmamak amaçlanmaktadır. Bu da toplam kalite yönetiminin temelini oluşturmaktadır.

Aksi takdirde Tablo 1’de görüldüğü gibi, “Tıbbi Cihazın Zamanında Gelmemesi Maliyeti” kaleminde iki haftalık bir tamir sürecinde oluşan maliyet kalitesizliğin meydana getirebileceği maliyetin açıkça göstergesidir.

Bununla birlikte müşteri kaybı, imaj kaybı gibi kalitesizlik maliyetleri işletmenin karlılığı üzerinde olumsuz etki oluşturacaktır. Bu yüzden firmaların kalitesiz ürünlerin oluşmasına izin vermeyecek şekilde, önleme faaliyetlerine

önem vermesi ve bu ölçülemeyen kalitesizlik maliyetlerini de dikkate alması gerekmektedir (Demircioğlu ve Küçüksavaş, 2009: 63).

Sağlık işletmeleri diğer işletmeler ve hatta diğer hizmet işletmeleri ile karşılaştırıldığında kalitenin ne kadar önemli olduğunu açıkça görmekteyiz. Bir sağlık kuruluşunda kalitesiz hizmetin bedeli tahmin edilemeyecek boyutlara ulaşabilir. Çünkü burada insan sağlığı söz konusudur. Bunun bilinciyle kaliteye yaklaşım, maliyetlerinin belirlenmesi doğru kaynak planlaması yapılması için hastane yöneticilerine spesifik veriler sunar.

Sağlık işletmelerinin teknoloji ve emek yoğun işletmeler olması her zaman kalitenin ön planda tutulmasını gerektirmektedir. Kalite maliyetlerinin farklı yaklaşımlara göre değerlendirilip karşılaştırılması, maliyetlerin belirli aralıklarla tespit edilip kalitesizlik maliyetlerinin düşürülmesine yönelik yapılması gerekenleri ortaya çıkarma başka bir çalışma konusu olarak önerilebilir.

Kaynaklar

1. Demircioğlu E. ve Küçüksavaş N. (2009). “Kalite Maliyetleri” Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi. 1: 32-67.
2. Kısakürek M. (2010). “Hastane İşletmelerinde Bölüm Maliyet Analizi: Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi

- Hastanesinde Bir Uygulama". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 3: 229-256.
3. Kruse M. and Christensen J. (2013). "Is Quality Costly? Patient And Hospital Cost Drivers In Vascular Surgery". *Health Economics Review*. 3: 13-22.
 4. Kurşunel F. ve Ebdülrazade S. (2018). "Sağlık İşletmelerinde Kalite Maliyetleri ve Örnek Uygulama". *International Conference On Eurasian Economies*. 3: 188- 195.
 5. Maja Glogovac and Jovan Filipovic (2017). "Quality Costs In Practice And An Analysis Of The Factors Affecting Quality Cost Management". *Total Quality Management & Business Excellenc*. 1-25.
 6. Özgülbaş N. (2014). *Sağlık Sektöründe Hizmet ve Hastalık Maliyet Analizi*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
 7. Tsai Wen-Hsien (1998). "Quality Cost Measurement Under Activity-Based Costing". *International Journal of Quality & Reliability Management*, 7: 719-752.