

## Değer Mühendisliği Uygulaması: Köfte Yapma Makinası Tasarımı

Nurullah YÜKSEL<sup>\*a</sup>, Hüseyin R. BÖRKLÜ<sup>b</sup>, Orhan ERDEN<sup>c</sup>

<sup>a,\*</sup> Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, 06500, ANKARA, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, 06500, ANKARA, TÜRKİYE

<sup>c</sup> Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, 06500, ANKARA, TÜRKİYE

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 07.05.2020  
Kabul: 24.07.2020

**Anahtar Kelimeler:**  
Hedef maliyet, Değer  
mühendisliği, Köfte  
makinesi tasarımı,  
QFD yöntemi

**\*Sorumlu Yazar:**  
e-posta:  
nurullahyüksel  
@gazi.edu.tr

### ÖZ

Rekabet gücünü artırmak isteyen firmalar ürün maliyetlerini azaltmaları gerekir. Ürün tasarımı sürecinde verilen kararlar ürün maliyetine doğrudan tesir etmektedir. Bu nedenle maliyet azaltma çabaları tasarım sürecine dâhil edilmelidir. Hedef maliyet belirleme sistemi, tasarım sürecini maliyetin bir parçası olarak ele almaktadır. Bu çalışma, köfte yapma makinası örneği ile (hedef) maliyet belirleme sistemi kullanımını tanıtmaktadır. Müşteri beklentileri ve piyasa koşulları dikkate alınarak hedef satış fiyatı, kar oranı ve (hedef) maliyet belirlenmiştir. QFD ve Kalite Evi yöntemi ile tasarıma ait takım istekleri ve müşteri beklentileri belirlenmiş ve sonra da bunlar tasarım sürecinde kullanılmıştır. Ayrıca istenilen ürün fonksiyonlarını sağlamak ve maliyet hedeflerine ulaşmak için değer mühendisliği tekniklerinden de yararlanılmıştır. Bu araştırma kapsamında yapılan çalışmalar ve uygulanan teknikler ile maliyet azalımı yapılabileceği anlaşılmıştır.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2020.02.01>

## An Application of Value Engineering: Design of the Making Meatball Machine

### ARTICLE INFO

Received: 07.05.2020  
Accepted: 24.07.2020

**Keywords:**  
Target costing, Value  
engineering, Meatball  
machine design, QFD  
method

**\*Corresponding  
Authors**  
e-mail:  
nurullahyüksel  
@gazi.edu.tr

### ABSTRACT

Companies that want to increase their competitiveness should reduce their product costs. Decisions made in the product design process directly affect the product cost. Therefore, cost reduction efforts should be included in the design process. The target costing system treats the design process as part of the cost. This study presents (target) cost determination system usage with the example of meatball making machine. The target sales price, profit rate and (target) cost have been determined by considering the customer expectations and market conditions. Team requests and customer expectations of the design were determined by the QFD and the House of Quality methods and then these were used in the design process. In addition, value engineering techniques were used to provide desired product functions and to achieve cost targets. It has been understood that cost reduction can be achieved with the studies and techniques applied during this research work.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2020.02.01>

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Piyasaya sürülecek bir ürünün satış fiyatını belirlemede birçok yöntem mevcuttur. Günümüzde

klasik olarak tercih edilen satış fiyatı belirleme yöntemi, toplam ürün maliyetleri ve bu tutar üzerine işletmenin belirlediği kar marjının eklenmesidir. Bu yöntem işletmenin dış etmenler ve piyasa ile olan

Bu makaleye atıf yapmak için: N. Yüksel, H.R. Börklü ve O. Erden, “Değer Mühendisliği Uygulaması: Köfte Yapma Makinası Tasarımı,” *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt 6, sayı 2, s. 95-104, Ağustos, 2020, doi: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2020.02.01>.

etkileşimini engellemektir [1]. Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanan geleneksel maliyet yönteminde ürün tasarım ve üretim maliyetleri, süreç sonunda belli olacağı için sadece tahmini rakamlar içerir.

$$\text{Satış fiyatı} = \text{Tahmini maliyet} + \text{Hedef kâr marjı} \quad (1)$$

Hedef maliyet belirleme kavramı ilk olarak Japonya'da "maliyet planlaması" anlamına gelen "Genku Kikaku" olarak ortaya çıkmıştır. 1980'li yılların sonlarına ise Doğru Avrupa'da kullanılmaya başlamıştır [2]. Hedef Maliyet belirleme; tasarım sürecini, maliyet sisteminin bir parçası olarak kabul eder. Bu sistemde "maliyet", ürün tasarım işleminde sonuç değil bir hedef olarak kabul edilir. Hedef satış fiyatından, işletmenin ayakta kalabilmesi ve rekabet gücünü koruyabilmesi için, gerekli kar marjını çıkartma sonrası kalan tutar hedef maliyeti oluşturur [3]. Bu da istenilen özellikte ve belirlenen kalitede ürünler elde etmek için ürünün yaşam döngüsü boyunca ayakta kalabilmesini sağlayacak gerekli tüm maliyetleri kapsamalıdır.

$$\text{Hedef maliyet} = \text{Hedef Fiyat} - \text{Hedef Kâr} \quad (2)$$

Eşitlik 2 basit gibi görünse de hedef maliyet belirleme karmaşık bir sistemdir. Ürüne ait hedef maliyeti belirleme sonrası ilişkili tasarım çalışmaları ve değer mühendisliği uygulamaları yapılarak istenilen sonuca ulaşılmaya çalışılır [4]. Bir ürünün fiyatı, tasarım ve geliştirme aşamasında verilen kararlardan doğrudan etkilendiği için hedef maliyet belirleme yöntemi tasarım süreci içinde yer alır [5].

Bir müşterinin ürün veya hizmet amaçlı ödeyebileceği ücret, tahmini satış fiyatı olarak belirlenir. Hedef maliyet ise gerekli ve makul ürün maliyetine göre belirlen kâr marjı çıkarılarak elde edilir [6]. Hedef maliyet, piyasa isteklerine göre istenilen kalite ve sürede; maliyet, kalite ve işlevsellik olarak optimum ürün tasarımını amaçlar. Sanılanın aksine ürün fiyatlarını belirleyen en önemli unsur üretici değil pazar beklentisidir [7]. Bu nedenle üreticiler, hedef satış fiyatı belirlemede müşteri isteklerini dikkate almalıdır.

Hedef satış fiyatı belirlemede piyasadaki rakip firma ürün satış fiyatları baz alınabilir. Ürünün muadilleri karşısında üstünlük veya eksikliklerine göre hedef satış fiyatı üzerinde artırma veya eksiltme olarak yansıtılabilir. Eğer üretilecek ürün piyasada mevcut değil ise ikâme olarak kullanılan ürün fiyatları karşılaştırılarak hedef satış fiyatı belirlenebilir [8]. Ürün, katma değer oluşturacak yeni özelliklere sahip

değilse rakip ürünlerden yüksek (hedef) satış fiyatı belirlemek kabul edilebilir bir yaklaşım değildir [9]. Hedeflenen maliyet rakamlarına ulaşabilmek için işletme; tasarım, üretim, test, kontrol vb. süreçler için ayrı ayrı planlanma yapılmalı ve uygulanmalıdır. Hedef maliyet sistemi işletme için bağlayıcı olmalı ve ürün yaşam döngüsü boyunca da değeri aşılmalıdır.

Eğer hedef maliyet sistemi bir ürün için uygulanacak ise ürünün tüm yaşam döngüsü tanımlanmalıdır. Ürünü oluşturan bileşenler tek tek belirlenmeli ve bunların da hedef maliyet etki değerlendirilmesi yapılmalıdır. Ayrıca ürün için değer analizi yapılırken işlevine uygun maliyet belirleme çalışmaları yapılmalıdır. Çünkü müşteri tarafından kabul görmeyecek işlev ve/veya özelliklerin azalması, ürün pazar payı ve firma rekabet gücünü azaltabilir [10].

Hedef maliyetler belirlendikten sonra tasarım ve geliştirme ekipleri, müşteri ihtiyaçlarını göz önünde tutarak belirlenen maliyet sınırlarını aşmadan ürün tasarımına başlar. Klasik yöntemlerin aksine hedef maliyet, ürün geliştirme sürecinin (çıktısı değil) girdisi olur. Tasarımcıların amacı en iyi tasarımı yapmak değil belirli ekonomik sınırlayıcılar altında optimum tasarımı oluşturmaktır [11]. Ancak ürün tasarımı sürecinde bazen belirlenen maliyetlere ulaşamayabilir. Tahmini ve hedef maliyetler arası olası açıklık, değer mühendisliği ile kapatılmalıdır. Değer mühendisliği, daha az kaynak kullanılarak müşteri istekleri ve pazar ihtiyaçlarına uygun kaliteli ürünler elde etmeyi amaçlar [8].

Hedef maliyet belirleme sistemi kullanan bir işletme yeni bir ürün geliştirme sürecinde şu tür iş ve işlemleri yapması gerekebilir [12]:

1. Pazar araştırması yapılarak ürünün sahip olması gereken özellikler ve kalite seviyesi belirlemek.
2. Ürün özellikleri içinde önem ve öncelik derecelerini tespit etmek.
3. Ürün bileşenlerinin istenilen kalitede olmasına çalışmak.
4. Ürünü oluşturan her bir bileşenin tahmini maliyetlerini belirlemek.

5. Müşterinin ürüne ait beklentileri ve 2. aşamada yer alan önem derecelerini birbiri ile kıyaslayarak göreceli önemlerini belirlemek.
6. Parça bazlı ürün bileşen maliyet endekslerini belirlemek.
7. Sürekli iyileştirme ve geliştirme faaliyetleri yapmak.
8. Alternatif maliyet azaltma çalışmaları yürütmek.

## 2. DEĞER MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMASI (AN APPLICATION OF VALUE ENGINEERING)

Maliyeti düşürmek ve ürün kalitesini artırmak için (hedef) maliyet belirleme teknikleri uygulanır. Hedef maliyet, ürün tasarım ve tedarik aşamasından itibaren satış öncesi ve sonrası tüm süreçlere dahil edilmelidir. Maliyet hedeflerine ulaşabilmek için hedef maliyet belirleme teknikleri ile tasarım çalışmaları eş zamanlı yürütülür. Ürünün piyasaya arz süresinin kısaltmak, firmanın rekabet gücünü artıran önemli bir avantajdır [13]. Ayrıca ürün tasarımında sadelik ve basitlik kurallarını uygulamak, maliyet hedefine ulaşmada çok etkili olabilir [14]. Parça sayısını azaltmak, karmaşık geometrileri sadeleştirmek ve üretim süreçlerini basitleştirmek gibi tasarım değişiklikleri maliyeti doğrudan ve olumlu yönde etkiler.

Burada yukarıda ifade edilen konu ve değer mühendisliği yaklaşımları yeni ve özgün bir tasarım üzerinde uygulanacaktır. Bu amaçla köfte yapma makinesi tasarım problemi ele alınmıştır. Yani burada; ev, kantin, iş yeri, lokanta ve restoranlarda kullanılmak üzere boyutları minimize edilmiş, köfte harcını karıştıran, yoğuran, kalıplayan ve şekil veren bir makina tasarımı yapılacaktır. Hedef maliyet belirleme işlemi, tasarım faaliyetleriyle eş zamanlı yürütülmelidir.

### 2.1. Hedef Maliyetin Belirlenmesi (Determination of The Target Cost)

Hedef maliyet belirleme işlemi, (hedef) satış fiyatının belirlenmesiyle başlar. Piyasadaki köfte yapma makina ve aparatlarının incelenmesi, satış fiyatlarının karşılaştırılması (hedef) satış fiyatının belirlemede önemlidir. Piyasada böyle bir makine veya aparat bulunmuyor ise benzer amaçlı kullanılan makinalar incelenerek satış fiyatı belirlenebilir.

Piyasada bulunan köfte yapma makinaları endüstriyel tip makinalardır. Büyük elektrik motorları

veya hidrolik sistemler kullanan bu makinalar, büyük hacim, gürültü ve yüksek enerji tüketimleri ile evde kullanıma uygun değildir [15]. Tasarlanacak ev tipi köfte yapma makinası; manuel kullanıma uygun, boyutları küçük ve taşınabilir olmalıdır. Bu nedenle emsal ürünler üzerinden karşılaştırma yapmak çok zordur. Endüstriyel köfte kalıplama makine fiyatları 10.000 TL ile 50.000 TL arasında değişmektedir. Manuel hamburger köfte şekillendirme aparatı ise 1.438 TL'den satılmaktadır (burada 2019 yılı Temmuz ayı TL değeri ve piyasa şartları baz alınmıştır). Tasarlanacak köfte yapma makinası, köfte şekillendirme yanında köfte yoğurma işlemi gibi fazladan para maddi değer içeren fonksiyona sahiptir. Piyasa araştırma sonuçları ve ürünün ek fonksiyonları göz önünde bulundurularak belirlenen (hedef) satış fiyatı 2.100 TL olmuştur.

Rakiplerin uyguladığı kâr oranları, yeni ürünlerin geliştirilebilmesi için gerekli bütçe ve şirketin rekabet gücünü korumak için elde etmesi gereken tutar hesaplanmış ve ürünün kar oranı %15 olarak belirlenmiştir. Bir üründen %15 kar marjı ile elde edilen kar 315 TL'dir. (2) nolu formül kullanılarak belirlenen hedef maliyet  $2.100 \text{ TL} - 315 \text{ TL} = 1.785 \text{ TL}$ 'dir. Hammadde, malzeme, kalıp yapımı, işletim giderleri, montaj vb. giderler hesaplanmış ve tahmini maliyet 2.000 TL bulunmuştur. Tahmini maliyet ve hedef maliyet arasındaki 215 TL ( $2.000 \text{ TL} - 1.785 \text{ TL} = 215 \text{ TL}$ ) maliyet açığını ifade eder.

215 TL'lik maliyet açığı ürünün tüm yaşam döngüsü (tasarım, tedarik, üretim, kullanım, satış sonrası destek vb.) incelenerek değer mühendisliği teknikleriyle kapatılmalıdır. Aksi takdirde ürün piyasaya çıkartılmaz. Öncelikle üretim maliyetlerine odaklanılarak maliyet açığı kapatılmalıdır. Ürün maliyetinin %80-95'i tasarım sürecinde belirlenmektedir [16].

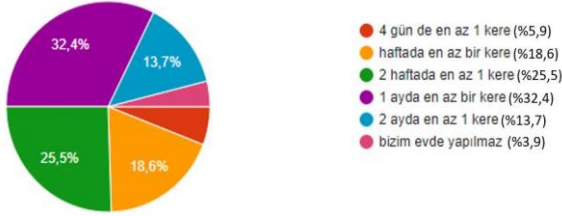
#### 2.1.1. Müşteri talepleri (Customer demands)

Hedef kullanıcılar tarafından belirlenen ürün nitelikleri tasarımının en önemli girdilerini oluşturur. Yapılacak tasarım müşteri beklentilerine cevap verecek nitelikte olmalıdır. Kullanıcıların üründen beklendikleri özellik ve performanslara göre maliyet analizi yapılır. İnternet tabanlı (Google Forms) bir anket hazırlanmış ve hedef kullanıcılara köfte yapma makinasından beklentileri sorulmuştur. Tüm katılımcılar (103 kişi), günlük olarak yemek yapan kişilerden ve belli kapasiteye sahip (küçük ve orta ölçekli) restoran çalışanlarından seçilmiştir. Şekil

1’de gösterilen anket sorusuna göre katılımcıların %82,4 ‘ü ayda en az bir kez köfte yemeği yapıyor.

Kullanıcı beklentileri doğrultusunda tasarımın fonksiyon ve özellikleri şekillendirilmiştir. Bu kapsamda ankete yansıyan müşteri beklentileri şöyledir:

- Köftenin tadı
- Köftenin boyutu ve şekli
- Farklı tipte köfte yapımı
- Çalışma kapasitesi (ev ve iş yerlerinde farklı)
- Estetik görünüm
- Temizleme ve yıkama
- Depolama ve montaj
- Hazırlama süresi
- Güvenli kullanım



Şekil 1. Katılımcıların köfte yemeği yapma sıklığı (Frequency of making meatballs of the participants)

### 2.1.2. Ürün bileşen ve fonksiyonlarını belirlemek (Determination of product components and functions)

Müşterinin üründen beklenti ve isteklerini karşılayabilmek için ürünün sahip olması gereken parça ve bileşenler belirlenmelidir. Parçaların, hangi fonksiyonları yerine getirdiği tespit edilir. Tablo 1’de tasarımın parça ve fonksiyon ilişkisi gösterilmiştir. Büyük ve karmaşık sistemlerde benzer görevleri yerine getiren parçalar gruplandırılabilir [16, 17]. Ev tipi köfte yapma makinasının bileşenleri; gövde, kalıp, yoğurma haznesi ve karıştırıcıdan oluşmaktadır.

Tablo 1. Bileşen-fonksiyon ilişkisi (Component-function relation)

Bileşen	Fonksiyon	Parça
Gövde	Ürünü ayakta tutmak ve çekici tasarım sağlamak	Gövde
		Gövde üst kapağı
		Sabitleme pimleri
		Kaydırmaz plaka
		Cıvatalar
Kalıp	Köfteye uygun şekil vermek	Ana kalıp Yedek kalıp
Hazne	Köfte harcını karıştırmak ve kalıba itmek	Hazne kapağı Hazne Hazne destek çubukları
Karıştırıcı		Helezonik mil

	Köfte harcının karıştırılması ve yoğurulması	Karıştırma kolu
		Karıştırma sapı

### 2.1.3. Fonksiyonel maliyet dökümü oluşturma (Creation of functional costs list)

Bir sonraki aşama parçaların tahmini üretim maliyetleri belirlenecektir. Toplam maliyetin büyük bit kısmını 1.200 TL ile üretim giderleri oluşturmaktadır. Tablo 2’de üretim maliyetinin bileşenlere göre yüzdelik dağılımları gösterilmiştir. Örneğin hazne üretim maliyeti 250 TL’dir. Bu tutar köfte yapma makinasına ait toplam üretim maliyetinin %20,9’lık bir kısmını oluşturmaktadır.

Tablo 2. Ürün bileşen tahmini maliyetleri (Estimated cost of the product components)

Bileşen	Maliyet	Yüzdelik Pay
Gövde	400 TL	% 33,3
Kalıplar	200 TL	% 16,7
Hazne	250 TL	% 20,9
Karıştırıcı	350 TL	% 29,1
<b>Toplam</b>	<b>1200 TL</b>	<b>% 100</b>

### 2.1.4. Ürün özellik görece değerlerini belirlemek (Determination of relative values of product properties)

Müşteriler için bir ürünü değerli yapan en önemli kıstas ürün performansıdır. Bu nedenle müşteriler, performansı yüksek, kullanışlı ürünleri satın almak isterler. Tasarım ekibi açısından öncelikli (veya önemli) ürün değerlendirme ölçütü ise, ürünün sahip olduğu fonksiyonlar olacaktır. Objektif bir değerlendirme yapabilmek için tasarımcı hedefleri ve müşteri beklentileri ortak bir çalışma yapısında optimize edilmelidir [11]. İnternet üzerinden gerçekleştirilen ankette müşterilere üründen beklendikleri özelliklerin onlar için önem derecesi sorulmuş ve 1’den 5’e kadar (en az öneme sahip 1, en önemli özellik 5) puanlama yapmaları istenmiştir.

Tablo 3. Ürün özellik değerlendirme ve hedef maliyet payları (Product properties evaluation and target costs)

Özellik	Müşteri Puanları	Görece Değerlendirme Oranı	Hedef Maliyet Payı
Köftenin tadı	5	% 16	192 TL
Köftenin boyutu ve şekli	2	% 6	72 TL
Farklı tipte köfte yapımı	2	% 6	72 TL
Çalışma kapasitesi	3	% 10	120 TL

Estetik görünüm	4	% 13	156 TL
Temizleme ve yıkama	4	% 13	156 TL
Depolama ve montaj	3	% 10	120 TL
Hazırlama süresi	4	% 13	156 TL
Güvenli kullanım	4	% 13	156 TL
<b>TOPLAM</b>	<b>31</b>	<b>% 100</b>	<b>1.200TL</b>

Anket sonuçlarına göre müşteriler köfte yapma makinasından en çok “lezzetli köfte” yapması beklenmektedir. Köfte boyutu ve farklı tipte köfte yapabilme özellikleri, müşterilerin ilgisini daha az çekmiştir. Müşterilerin ürün özellik değerlendirme puanları toplanmış ve toplam önem puanı ise,  $5+2+2+3+4+4+3+4+4=31$  olarak bulunmuştur. Her bir özellik için verilen puanlar toplam puana tek tek bölünür. Örneğin köftenin tadı için verilen puan 5, toplam puan ise 31 şeklindedir. Bu eşitlikten elde edilen sonuç  $\%16$  ( $5/31=0.16$ ) olur. Görece değerlendirme yüzdesi, bahsedilen ürün özelliğinin ürünün toplam değerindeki oranını ifade etmektedir. Tablo 3’ün son sütunda ürünün göreceli değerlendirme paylarına bağlı olarak ürün özelliklerinin maliyeti hesaplanmıştır. Örneğin köfte yapma makinası alan bir müşterinin farklı tipte köfte yapabilme özelliği için ödeyebileceği en fazla ücret 72 TL’dir. Bu değerlendirme sonucunda ürünün, özellik tabanlı maliyetleri belirlenmiştir.

### 2.1.5. QFD matrisi oluşturmak (Creating QFD matrix)

Son yarım asırlık dönemde müşteri memnuniyeti ve talepleri daha çok önem kazanmış ve bu amaçlı birçok yöntem geliştirilmiştir. Özellikle Japonya’da bu konuda yürütülen yoğun akademik çalışmalar daha sonra endüstriyel uygulamalara da dönüşmüş ve Japon mucizesinin temelini oluşturmuştur. Bu kapsamda, Japonya’da geliştirilen yöntemlerden birisi ‘Kalite Fonksiyon Dağılımı (QFD)’dır. QFD yöntemi, müşteri istek ve önceliklerine göre ürün geliştirmeyi amaçlar. Bu tür ilişkileri belirleme, düzenleme, mühendislik parametrelerine dönüştürme ve rakip ürünleri ile mukayese vb. işlemler için “Kalite Evi” denilen bir diyagram kullanılır [18]. Burada; istenilen özelliklerde (fonksiyonel), ucuz (ekonomik), hızlı, sağlam ve kaliteli ürün(ler) geliştirmek hedeflenmektedir. Dolayısı ile QFD yöntemi birbirini izleyen ve her birinin çıktısı sırayla diğerinin girdisi olan dört kalite evi ile bir süreçler dizisini içerir. Bu süreçler: (1) Ürün planlama (müşteri isteklerini teknik parametrelere dönüştürmek, önem / öncelikleri belirlemek, rakipler ile mukayese), (2) Parça tasarımı,

(3) İşlem planlama ve (4) Üretim planlama şeklindedir. Böylece QFD yöntemi ile ihtiyaçtan tasarıma ve imalattan kaliteye (teste) kadar bütün süreçler bir bütün olarak ve birbirini tamamlayan aşamalar olarak ele alınır. Daha hızlı, ucuz, sağlam ve kaliteli ürünler ortaya konulur.

QFD bir süreç tasarımı olmakla birlikte genelde tasarım ile ilgili kaynaklarda bu evlerden genelde ilki (veya ilk ikisi) yer alır ve bu(nlar) konuşulur. Bu kapsamda QFD yöntemi; kullanıcı ihtiyaçları (müşterinin sesi), bunların teknik parametre karşılıkları ve önemleri, bu parametreler arası ilişkiler, rakip firmalar ile mukayese gibi hususlar aynı şemada ve açık bir şekilde yer alır. Böylece, tasarım takımı, müşteri ihtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda ürün(ler) tasarlayıp geliştirebilirler [19].

Tablo 4’te QFD matrisinin basitleştirilmiş formatı (-ki burada klasik QFD’ye ait kalite evlerinden birincinin satır ve ikincinin sütunu burada adapte edilmiştir), köfte yapma makinası tasarımı için uygulanmıştır. Bu matriste basitçe fonksiyon ve tasarlanan parça ilişkileri gösterilmiştir. Örneğin; köfte boyutu ve şekli, kalıp ile güçlü bir ilişki içerisindeyken ürün gövdesiyle normal bir ilişkisi vardır. Estetik görünüm özelliği gövde ve hazne bileşenleriyle sıkı bir ilişki içerisindeyken kalıp bileşeniyle normal bir ilişkisi vardır. Ayrıca tabloda ürün özelliklerinin müşteriler, şirket ve rakip firma için önem dereceleri görülmektedir. Örneğin; köftenin tadı müşteri için en önemli parametredir. Buna karşılık rakip firma köfte tadını müşteri puanlamasından bir hayli uzakta 2 puan ile derecelendirmiştir. Tasarım şirketi ise buna müşteri isteklerine çok yakın olan 4 puanı takdir etmiştir. Depolama ve montaj kolaylığı için müşteri ve rakip firma puanları aynı iken, şirket bu özelliğe daha yüksek olan 4 puanı vermiştir. Müşterilerin hangi özellikleri önemseydiği ve tercih ettiği tablodan açık şekilde görülmektedir. Örneğin; müşterilerin köfte boyutuyla pek ilgilenmedikleri görülmektedir. Bu nedenle piyasaya sunulacak ürün için köfte boyutuyla ilgili kaynak kullanımını en aza indirmek akılcı bir yaklaşım olacaktır.

Tablo 4. Köfte yapma makinası QFD matrisi (QFD matrix of the meatball making machine)

	Gövde	Kalıplar	Hazne	Karıştırıcı	Müşteri Derecelendirmesi	Rakip Derecelendirmesi	Şirket Derecelendirmesi

Köftenin tadı			O	Δ	5	2	4
Köftenin boyutu ve şekli	O	Δ			2	4	3
Farklı tipte köfte yapımı		Δ	O		2	1	3
Çalışma kapasitesi	O			Δ	3	3	4
Estetik görünüm	Δ	O	Δ		4	2	5
Temizleme ve yıkama	O	Δ	Δ	Δ	4	2	3
Depolama ve montaj	Δ	O	O	O	3	3	4
Hazırlama süresi	O	O		Δ	4	3	2
Güvenli kullanım		O		Δ	4	3	4
	<b>Güçlü ilişki (Δ)</b> <b>Normal ilişki (O)</b> <b>Zayıf ilişki (□)</b>						

### 2.1.6. Özellik görece değerlerini bileşenlere dağıtma (*Distribution of property relative values to components*)

QFD matrisi, ürün özellik (-ki burada fonksiyon kabul edilebilir) ve parça ilişkisini belirleyerek tasarımcılar için önemli bilgileri ortaya çıkarır. Ancak bu verilerin geliştirme takımı tarafından oransal olarak bilinmesi de gerekir. Tablo 5'te ürüne ait özelliklerin (fonksiyonların) parçalarca (fonksiyon taşıyıcılarınca) kaba karşılama dağılımı gösterilmiştir. Örneğin; köftenin tat özelliği % 40 hazneye bağlı (ilişkili) iken % 60 karıştırıcı tarafından belirlenir. Temizleme ve yıkama kolaylığı açısından değerlendirme yapıldığında gövde % 10, kalıplar, hazne ve karıştırıcı % 30'luk paylara sahiptir.

Tablo 5. Ürüne ait özellik (fonksiyon) ve parçalar arası oransal ilişkiler (*Proportional relationships between product property (function) and parts*)

	Gövde	Kalıplar	Hazne	Karıştırıcı
Köftenin tadı			% 40	% 60
Köftenin boyutu ve şekli	% 40	% 60		
Farklı tipte köfte yapımı		% 60	% 40	
Çalışma kapasitesi	% 40			% 60
Estetik görünüm	% 40	% 20	% 40	
Temizleme ve yıkama	% 10	% 30	% 30	% 30
Depolama ve montaj	% 40	% 20	% 20	% 20
Hazırlama süresi	% 25	% 25		% 50
Güvenli kullanım		% 40		% 60

Ürün özellikleri (fonksiyonları) ve parçaları arasındaki oransal ilişki tespit edildikten sonraki aşamada ürün özelliklerinin görece paylarının ürün bileşenlerine (parçalarına) göre oranlama işlemi yapılır. Bu aşamada ürün özelliklerinin (fonksiyonları) ürün parçaları üzerindeki görece oranları belirlenir.

Müşteri isteklerine (özellik / fonksiyon) göre ürün bileşenlerinin görece değerlendirme tablosundan elde edilen veriler ile toplam üretim maliyetinde kapladığı pay Tablo 6'da gösterilmiştir. Örneğin gövdenin görece değerlendirmesi; köfte boyutu ve şekli için % 2,4, çalışma kapasitesi ve depolama özelliklerince % 4, estetik görünümle ilişkisi % 5,2, temizleme kolaylığı için % 1,3 ve hazırlama süresine etkisinden aldığı % 3,25 ile toplamda % 20,15 paya sahip olur. Benzer tarzda kalıp % 24,15, hazne % 19,9 ve karıştırıcı ise % 35,8 paya sahip olacaktır.

Ürün özelliklerinin hedef maliyetleri, ürün bileşenlerinin Tablo 7'de gösterilen oranlarına göre dağıtıldığında ortaya çıkan tutar, bileşenlerin (hedef) maliyetidir. Örneğin gövdenin (hedef) maliyeti 241,8 TL olarak hesaplanmıştır. Benzer tarzda karıştırıcıya ait bileşen (hedef) maliyeti ise 429,6 TL olur.

Tablo 6. Görece özellik paylarının bileşenlere (parçalara) dağıtımı (*Distribution of relative property portions to components (parts)*)

	Toplam Görece Değerlendirme	Gövde	Kalıplar	Hazne	Karıştırıcı
Köftenin tadı	<b>%16</b>			%6,4	%9,6
Köftenin boyutu ve şekli	<b>%6</b>	%2,4	%3,6		
Farklı tipte köfte yapımı	<b>%6</b>		%3,6	%2,4	
Çalışma kapasitesi	<b>%10</b>	%4			%6
Estetik görünüm	<b>%13</b>	%5,2	%2,6	%5,2	
Temizleme ve yıkama	<b>%13</b>	%1,3	%3,9	%3,9	%3,9
Depolama ve montaj	<b>%10</b>	%4	%2	%2	%2
Hazırlama süresi	<b>%13</b>	%3,25	%3,25		%6,5
Güvenli kullanım	<b>%13</b>		%5,2		%7,8
<b>Toplam</b>	<b>% 100</b>	% 20,25	% 24,15	% 19,90	% 35,80

Tablo 7. Ürün fonksiyon hedef maliyetinin belirlenmesi (*Determination of product function target costs*)

	Gövde	Kalıplar	Hazne	Karıştırıcı	Toplam Hedef Maliyet
Köftenin tadı			76,8 TL	115,2 TL	<b>192 TL</b>
Köftenin boyutu ve şekli	28,8 TL	43,2 TL			<b>72 TL</b>
Farklı tipte köfte yapımı		43,2 TL	28,8 TL		<b>72 TL</b>
Çalışma kapasitesi	48 TL			72 TL	<b>120 TL</b>
Estetik görünüm	62,4 TL	31,2 TL	62,4 TL		<b>156 TL</b>
Temizleme ve yıkama	15,6 TL	46,8 TL	46,8 TL	46,8 TL	<b>156 TL</b>
Depolama ve montaj	48 TL	24 TL	24 TL	24 TL	<b>120 TL</b>
Hazırlama süresi	39 TL	39 TL		78 TL	<b>156 TL</b>
Güvenli kullanım		62,4 TL		93,6 TL	<b>156 TL</b>
<b>Bileşen Hedef maliyet</b>	<b>241,8 TL</b>	<b>289,8 TL</b>	<b>238,8 TL</b>	<b>429,6 TL</b>	<b>1.200 TL</b>

## 2.2. Değer Mühendisliği (*Value Engineering*)

Sistematiik tasarım yaklaşımının önemli aşamalarından biri olan kavramsal tasarım işlemi ile belirlenen fonksiyonlara en uygun çözüm önerileri sunularak tasarım seçenekleri oluşturulmuştur. Kavramsal tasarım işlemi sonucunda ideal tasarım seçeneği belirlenir. Bu tasarım değer mühendisliği uygulamalarıyla hedef maliyet koşullarına uygun hale getirilmeye çalışılır. Değer mühendisliği, hedef maliyet belirleme aşamalarından birisidir. Maliyeti azaltılacak bileşenler veya yatırım payının artırılması gereken bileşenler bu aşamada belirlenir. Bunlardan öncelikle maliyeti azaltılacak bileşenler belirlenir. Daha sonra müşteri istekleri ve fonksiyonel çözümlerin bir arada sunulduğu maliyet azaltma çalışmaları yapılır. Bazen ürünün bir bileşeninde yapılan maliyet azaltması aynı ürüne ait bir başka bileşen maliyetini artırabileceği de göz ardı edilmemelidir [17].

Ürünün hangi bileşenlerinde maliyet azaltılmaya çalışılacağına geliştirme takımının oluşturacağı değer endeksi tablosu ile karar verilir. Bir bileşene ait müşteri tarafından algılanan değer toplam ürün maliyet oranına değer endeksi denilir.

Tablo 8. Değer endeks tablosu (*Value index table*)

Bileşen	Maliyet	Görece Değer	Değer Endeksi	Sonuç
Gövde	%33,3	%20,15	0,6	Maliyet azaltılacak
Kalıplar	%16,7	%24,15	1,44	Geliştirme
Hazne	%20,9	%19,9	0,95	Tatminkâr
Karıştırıcı	%29,1	%35,8	1,23	Geliştirme
<b>Toplam</b>	<b>%100</b>	<b>%100</b>		

Bir görece değerlendirme yüzdesi, maliyet oranına bölünerek değer endeksi bulunur. Değer endeksi 1 veya 1'e yakın ise bunlar müşteri için tatminkâr olur. Bu bileşenler ile ilgili herhangi bir işleme gerek yoktur. Değer endeksi 1'den küçük olan bileşenler müşteri beklentisi üzerinde olan maliyetleri ifade eder. Bunların değer mühendisliği kapsamında maliyetleri azaltılmalıdır. Değer endeksi 1'den büyük olan bileşenler müşteri beklentileri altında özelliklere sahiptir. Burada ise müşteri açısından değer ifade eden geliştirmeler yapılması gerekir [11]. Gövde maliyetinin müşteri beklentileri üzerinde olduğu Tablo 8'den anlaşılmaktadır. Karıştırıcı ve kalıplara ise değer mühendisliği uygulamalarıyla iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Geliştirme ekibinin hazneye verdiği değer ile müşterinin haznedeki beklediği özellikler birbirleriyle uyum içerisinde gözükmektedir.

## 2.3. Bulgular (*Results*)

Tasarım ekipleri beyin fırtınası, FMEA (Hata Modu Etki Analizi) vb. gibi problem çözme yöntemleriyle müşteri taleplerine uygun çözümler üretmeye çalışırlar [20]. Tasarımcılar, maliyeti azaltılması gereken bileşenler üzerinde çalışmalarını sürdürür. Burada amaç daha düşük maliyetle aynı fonksiyonları karşılayacak bileşenler/çözümler elde etmektir. Fonksiyonelliğin artırılması için başka malzemeler kullanılabilir mi, ürün daha basit bir çalışma yapısında olabilir mi, maliyetleri azaltmak için yapılacak diğer adımlar nelerdir, gibi sorulara cevaplar aranır. Ürünün çalışma sistemi değiştirilebilir, gereksiz mukavemet değerlerinden kaçınılabilir veya farklı malzemeler tercih edilebilir.

Köfte yapma makinası için maliyet azaltma ve geliştirme çalışmaları tasarım ekibince yapılmıştır. Gövde, hazne ve kalıp parçaları üzerinde değer mühendisliği teknikleriyle maliyet azaltma gerçekleştirilmiştir. Karıştırıcı için paslanmaz çelik yerine alüminyum malzeme kullanıldı. Ayrıca helezonik milin talaşlı imalatından vazgeçildi. Bunun yerine mil ve helezonlar ayrı ayrı üretilip kaynakla birleştirildi. Ürün üzerindeki tüm bağlantı elemanları tek tip olacak şekilde tasarım yapıldı. Değer

mühendisliği çalışmasından önce kalıpların Şekil 2’de görüldüğü gibi dairesel hareketle çalışması öngörülüyordu. Ancak bu durumun fazladan malzeme kullanımına ve üretim maliyetlerinin artmasına sebep olduğu belirlendi. Dairesel yerine doğrusal prensiple çalışan kalıp tasarımı ile bu problem çözüldü.

Yapılan maliyet azaltma ve geliştirme çalışmaları sonucunda (hedef) maliyet kriterlerine ulaşılmıştır. Ürün, bu kapsamda üretim sonrası piyasaya sunulabilir. Köfte yapma makinasının son/gelişmiş hali Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 2. Değer mühendisliğinden önce köfte kalıbı  
(Meatball mold before value engineering)



Şekil 3. Köfte yapma makinesi (Meatball making machine)

### 3. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu araştırmada ev, kantin veya iş yerlerinde kullanılabilecek bir köfte yapma makinasına ait hedef maliyet belirleme işlemi ve tasarım çalışması yapılmıştır. (Hedef) Maliyet; rakip firma ürün fiyat

analizine, ürünün özellik ve fonksiyonlarına göre belirlenmiştir. Firmanın belirlediği kar payı, (hedef) satış fiyatından çıkartılarak (hedef) maliyet ortaya konmuştur. Hedef maliyet, ürünün piyasa sürümü için belirlenen üst sınırı ifade eder. Tedarik, tasarım, üretim, dağıtım ve satış sonrası hizmetler için belirlenen harcama tutarı tahmini maliyeti içerir. Tahmini maliyet ve hedef maliyet arasında fark maliyet açığı ifade eder. Yapılan araştırmalar sonucunda maliyet açığı belirlemiş ve hedef maliyet kriterlerine ulaşmak için çalışmalara başlanmıştır.

Fonksiyon bazında ürün bileşen maliyetleri belirlenmiştir. Müşteriler açısından ürün özelliklerine ait mali değerler saptanmıştır. QFD yöntemiyle özellik (fonksiyon)-bileşen ilişkisi mali ifadeler şeklinde yazılmış, her özellik fonksiyon ve parçanın (bileşenin) toplam ürün fiyatındaki oranı hesaplanmıştır. Değer endeksi yapılarak müşterinin ürün bileşen beklentileri ve ürün beklentileri karşılamada rolleri belirlenmiştir. Değer mühendisliği çalışmalarıyla maliyet azaltma ve fonksiyon geliştirmeye çalışılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda istenilen maliyet hedeflerine ulaşılmıştır.

Hedef maliyet belirleme sistemi, ürünün piyasaya çıkıp çıkmayacağına karar verir. Ürün maliyetleri büyük oranda tasarım aşamasında belirlenir. Tasarımcılar bu aşamada verdikleri kararlar ile tedarik, üretim ve nakliye süreçlerinde oluşabilecek maliyetleri doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle; tasarım ile maliyet belirleme sistemlerinin eş zamanlı geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Değer mühendisliği çalışmaları sonucu tasarımında iyileştirmeler yapılan köfte yapma makinası, müşteri ihtiyaçlarına optimum düzeyde cevap verebilir. Bu çalışmada uygulanan hedef maliyet belirleme sistemi ve değer mühendisliği çalışması diğer bir çok ürün tasarımında da kullanılabilir. Firmalar, rekabet güçlerini korumak ve geliştirmek için değer mühendisliğinden yararlanabilir.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI (CONFLICT OF INTEREST STATEMENT)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] D. Acar, *Küresel Rekabette Maliyet Yönetimi ve Yaklaşımları: Tekstil Sektörü ile İlgili Bir Araştırma*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım, 2005.



[2] P.Y. Feil, H. Keun and W. Kim, "Japanese target costing: A historical perspective," *International Journal of Strategic Cost Management*, vol. (Spring 2004), pp. 10-19, January, 2004.

[3] R. Cooper, *When Lean Enterprises Collide: Competing through Confrontation*. Boston: Harvard: Business School Press, 1995.

[4] R. Cooper and W. B. Chew, "Control tomorrow's costs through today's designs," *Harvard Business Review*, vol. 74, no. 1, pp. 88-97, February, 1996.

[5] S. Yükçü ve S. Gönen, "Tedarik zinciri yönetimi ile hedef maliyetlemenin birlikte uygulanabilirliği," *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, cilt. 40, sayı 40, s. 71-83, Şubat, 2008.

[6] E. Bozdemir ve M.S. Orhan, "Maliyet kontrol aracı olarak hedef maliyetleme yönetimlerinin türk otomotiv sanayinde uygulanabilirlik düzeyinin incelenmesi," *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari İlimler Dergisi*, cilt 2, sayı 2, s. 163-179, Temmuz, 2011.

[7] F. Kurşunel, A.T. Alkan ve A.B. Şalvarcı, "Maliyet yönetiminde çağdaş bir yaklaşım: Hedef maliyetleme süreci: örnek uygulama," *Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, cilt 8, sayı 8, s. 57-74, Mayıs, 2015.

[8] S. L. Ansari, J. E. Bell and D. Swenson, "A Template for Implementing Target Costing," *Cost Management*, vol. 20, no. 5, pp. 20-27, September, 2006.

[9] P. Everaert, S. Loosveld, T. V. Acker, M. Schollier and G. Sarens, "Characteristics of target costing: Theoretical and field study perspectives," *Qualitative Research in Accounting & Management*, vol. 3, no.3, pp. 236-263, September, 2006, doi: 10.1108/11766090610705425

[10] Z. Türk, "Geleceğin maliyetlerinin kontrolünde yeni bir yaklaşım hedef ve kaizen maliyetleme," *Dokuz Eylül Üniversitesi İBBF Dergisi*, cilt 14, sayı 1, s. 199-214, Haziran, 1999.

[11] Z.Ş. Yaşar, *Yeni Ürün Geliştirme Sürecinde Maliyet Yönetimi Teknikleri*. İzmir: Kitapana Basım Yayın Dağıtım, 2016.

[12] L. Koşan ve E. Geçgin, "Müşteri beklentisi ve maliyet yönetimi hedef maliyet sistemi ve örnek bir uygulama," *Mali Çözüm Dergisi*, cilt 106, sayı 106, s. 53-67, Temmuz, 2011.

[13] M. Mohamed, M. Stankosky and A. Murray, "Applying knowledge management principles to enhance cross-functional team performance," *Journal of Knowledge Management*, vol. 8, no. 3, June, 2004, doi: 10.1108/13673270410541097

[14] J. Olson, *Maliyet Düşürme (Çeviri: E.S.Yarmalı)*, İstanbul: Hayat Yayın, 1999.

[15] H.R. Börklü, N. Yüksel, K. Çavdar and H.K. Sezer, "A practical application for machine design education," *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, vol. 12, no. 2, pp. 1-11, January, 2018, doi: 10.1299/jamdsm.2018jamdsm0036

[16] R. Cooper and R. Slagmulder, "Achieving full-cycle cost management," *Sloan Management Review*, vol. 46, no. 1, pp. 45-52, September, 2004.

[17] A. Altınay, "Etkin maliyet yönetim sistemi olarak hedef maliyetleme sistemi ve tmmt uygulaması," *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, cilt 16, sayı 16, s. 140-164, Aralık, 2006.

[18] H.R. Börklü (Türkçeye Çeviren), G. Pahl, W. Beitz, G. Feldhusen ve K.H. Grote, *Mühendislik Tasarımı: Sistemik Yaklaşım*. Ankara: Hatiboğlu Yayınları, 2010.

[19] E. Güllü ve Y. Ulcay, "Kalite fonksiyonu yayılımı ve bir uygulama," *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt 7, sayı 1, s. 71-91, Nisan, 2002, doi: 10.17482/uujfe.18930

[20] M. Mayda and H.R. Börklü, "An integration of triz and the systematic approach of pahl and beitz for innovative conceptual design process," *J. Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.*, vol. 36, no. 4, pp. 859-870, October, 2014, doi: 10.1007/s40430-013-0106-y

### Nurullah YÜKSEL

Nurullah YÜKSEL, 1993 yılında Ankara'da doğdu. 2011 yılında Ragıp Üner Sağlık Meslek Lisesi'nden mezun oldu. 8,5 yıl Ankara'da bir kamu hastanesinde anestezi teknikeri olarak çalıştı. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği'nden 2018 yılında mezun oldu. 2019

yılında aynı bölümde lisans sonrası doktora programına başladı. 2019 yılından bu yana Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. İlgi alanları; triz, sistematik tasarım, tasarımda yapay zeka uygulamalarıdır.

### **Hüseyin Rıza BÖRKLÜ**

H. Rıza BÖRKLÜ, 1959 yılında Kayseri Bünyan'da doğmuştur. 1980 yılında Ankara Teknik Öğretmen okulundan mezun olduktan sonra 4,5 yıl Trabzon'da öğretmen olarak çalışmıştır. 1985 yılında G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olmuş ve daha sonra YL Eğitimini de bu üniversitede yapmıştır. 1993 yılında ise İngiltere Leeds Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde doktora derecesi almıştır. 1996 yılında doçent, 2002 yılında da profesör unvanları almış ve bu kadroda G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesinde çalışmıştır. 2013 yılından bu yana G.Ü. Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümünde çalışmaktadır. Makine / Mühendislik Tasarımı, İnovasyon ve Yaratıcılık, CAD ve CAE gibi konularda araştırma ve yayınlar yapmaktadır. Bu alanlarda basılmış 120'nin üzerinde yayını mevcuttur. İleri derecede İngilizce bilmektedir.

### **Orhan ERDEN**

1969 yılında Ankara'da doğdu. Gazi Üniversitesi Endüstriyel San. Eğitim Fakültesi Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü'nden 1991 yılında mezun oldu. 1996 yılında yüksek lisansını, 2001 yılında doktorasını. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında tamamladı. 1991-1996 yılları arasında öğretmenlik görevinde bulundu. Gazi Üniversitesi Endüstriyel San. Eğitim Fakültesi Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü'nde 1996-2001 yılları arasında araştırma görevliliği yaptı, 2001-2009 yılında aynı bölümde Öğretim görevlisi olarak çalıştı. 2009-2017 yılları arasında Yardımcı Doçent Doktor görevinde bulundu. 2017 yılından itibaren de Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak görevine devam etmektedir. Yurtiçi ve yurtdışında yayınlanmış çok sayıda yayını ve 2 kitabı bulunan Orhan ERDEN, evli ve 3 çocuk babasıdır.