

SERAMİK SEKTÖRÜNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ VE ÇOK SEÇENEKLİ KONİK HEDEF PROGRAMLAMA BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIMI

Ayşe Kübra GÜLER^{1*}, Şafak KIRIŞ²

¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-8693-452X>

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-7041-4722>

Anahtar Kelimeler	Öz
Çok seçenekli konik hedef programlama, kalite fonksiyon göçerimi, müşteri beklentileri.	<i>Bu çalışmada, seramik sektöründe bulunan bir firmada öncelikle Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yaklaşımı ile müşteri beklentileri incelenmiş, ardından iyileştirme faaliyetlerini belirlemek için çok seçenekli konik hedef programlamaya dayalı bütünleşik bir yaklaşım önerilmiştir. KFG yaklaşımına girdi oluşturacak veriler anket yoluyla tespit edilmiş ve kalite evi vasıtasıyla teknik gereksinimlere dönüştürülmüştür. Bu teknik gereksinimleri gerçekleştirecek alternatif faaliyetler belirlenip, müşteri beklentilerinin en büyüklüğüne amaçlanmıştır. Diğer amaç ise firmaların en önemli amaçlarından birisi olan maliyetlerin azaltılması olarak belirlenmiştir. Kurulan modelin çözümü için çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı önerilmiştir. Model sonuçlarına göre firmada belirlenen amaçlar doğrultusunda uygulamaya geçilmesinin uygun olacağı düşünülen faaliyetler belirlenmiştir. Önerilen KFG yaklaşımı ile müşterilerin beklentileri tespit edilmiş ve böylece bundan sonra tasarım aşamasından ürün nihai hale gelinceye kadarki süreçte müşteri sisteme dâhil edilmiş olacaktır. Bu durumun, müşteri tatmin düzeyini arttıracığı ve tasarım kaynaklı hataların en aza indirgenerek maliyet ile zaman kayıplarını azaltacağı düşünülmektedir.</i>

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT AND MULTI-CHOICE CONIC GOAL PROGRAMMING INTEGRATED APPROACH IN CERAMIC SECTOR

Keywords	Abstract
Multi-choice conic goal programming, quality function deployment, customer expectations.	<i>In this study, in a company in the ceramics industry, customer expectations were first examined with the Quality Function Deployment (KFG approach), and then an integrated approach based on multi-choice conic goal programming was proposed to determine improvement activities. The data that will constitute input to the KFG approach were determined through a questionnaire and transformed into technical requirements through the quality house. It is aimed to determine alternative activities that will fulfill these technical requirements and to maximize customer expectations. The other goal was determined as one of the most important goals of companies, to reduce costs. A multi-choice conic goal programming approach has been proposed for the solution of the established model. According to the results of the model, the activities deemed appropriate to be implemented in line with the objectives determined in the company were determined. With the proposed KFG approach, the expectations of the customers are determined and thus the customer will be included in the system from the design stage until the product is finalized. It is thought that this situation will increase the level of customer satisfaction and reduce the cost and time losses by minimizing design errors.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 01.07.2020	Submission Date : 01.07.2020
Kabul Tarihi : 08.12.2020	Accepted Date : 08.12.2020

*Sorumlu yazar; e-posta : aysekubraguler@gmail.com

1. Giriş

Müşterilerin istedikleri her ürüne kolayca ulaşabildikleri günümüz piyasa koşullarında, firmalar ayakta kalabilmek için müşterilerin beklentilerini karşılamak durumundadır. Bu amaçla firmalar, müşteri beklentilerini tespit edebilmek için farklı yöntemler kullanmaktadır. Bu yöntemler arasında en etkili olanlardan biri de Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yaklaşımıdır. KFG, müşterileri beklentilerinin tespit edilmesini ve bu beklentileri anlam ifade edecek şekilde üretim sürecine göçerilmesini sağlamaktadır.

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşterilerin bir ürün veya hizmetten beklentilerinin belirlenmesi ve belirlenen beklentileri karşılanmasına yönelik olarak geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Bu beklentiler, KFG'nin merkezini oluşturan kalite evi matrisi yardımıyla üretim sürecinde kullanılacak anlamlı faaliyetlere dönüştürülmektedir. Bu faaliyetler teknik gereksinim olarak adlandırılmaktadır. Teknik gereksinimlerin karşılanması, müşteri memnuniyetinin artırılmasını sağlamaktadır.

Gerçek hayatta firmalar, tek amaçtan ziyade birden fazla amaca eş zamanlı olarak odaklanmaktadır. Toplam karın en büyüklmesi, toplam maliyetlerin en küçüklenmesi, stok miktarının azaltılması, müşteri memnuniyetinin artırılması bu amaçlara örnek olarak verilebilir. Birden fazla amaca yönelik çalışmalar için çok amaçlı programlama yaklaşımı kullanılmaktadır.

KFG uygulanmasının gerçek hayatta tek başına yeterli olmadığı, uygulamanın devamında iyileştirme çalışmalarının yönlendirilebilmesi için başka yaklaşımlar ile bütünleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KFG yaklaşımına yönelik olarak ilk literatür 1960'lı yıllara dayanmakla birlikte, KFG günümüze kadar pek çok araştırmanın da konusu olmuştur. KFG literatürü incelendiğinde gıda, turizm, inşaat, sağlık, eğitim, sanayi, hizmet sistemleri gibi pek çok alanda uygulandığı ve aynı zamanda müşteri ilişkileri yönetimi, tedarikçi seçimi gibi konular ile ilişkilendirildiği görülmektedir. KFG yaklaşımı temel olarak ürün-süreç tasarım ve geliştirme aşamalarında kullanılmakta olup, literatürde bu alanda yapılan çalışmalar mevcuttur (Göloğlu ve Sezeroğlu 2007). Örneğin Kılıç, Delice ve Güngör (2008) yaptıkları çalışmada ürün olarak dijital fotoğraf makinesi seçmiş, müşteri istekleri, odak grup çalışması yapılarak tespit edilmiş ve beş ana başlıkta toplanmıştır. İstekler kategorize edilirken

kano modeli kullanılmıştır. Literatürde seyahat acentelerine (Öter ve Tütüncü, 2001) işletmelerinde yapılan akademik çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmada seyahat acenteleri ile KFG yöntemi arasında ilişki kurulmuş ve seyahat acentelerine yönelik varsayımsal bir KFG uygulaması yapılmıştır. Jafarzadeh, Akbari, ve Abedin (2018) yaptıkları çalışmada KFG, Bulanık Mantık ve Veri Zarflama Analizini bütünleşik olarak incelemiştir. Yazdani, Kahraman, Zarate ve Cevik Onar (2019) çalışmalarında karmaşık karar problemlerini çözmek için bir karar destek modeli önermişlerdir. Makalede, bulanık ortamda ana tedarik zinciri etkenlerini göstermede KFG ve Gri İlişkisel He, Song, Wu, Xu, Zheng ve Minge (2017), Geleneksel Kano Modeli ve KFG'nin doğal eksikliklerini ele alarak, gelişmiş bir Kano Modeli önermiş ve modeli KFG ile bütünleştirmişlerdir. Apparao ve Birru (2017), KFG-Taguchi tabanlı bütünleşik yaklaşımı kullanarak yüksek basınçlı dökümün çeşitli önemli süreç parametrelerinin belirlenmesi ve optimize edilmesi için çalışmışlardır. Akkawuttiwanich ve Yenradee (2018) ise çalışmalarında tedarik zinciri sürecini yönetmek için yeni bir bulanık KFG yaklaşımı önermişlerdir.

Yöntemin imalat sistemlerinde başarıyla sonuçlanmasıyla özellikle son yıllarda yüksek oranda büyüme gösteren hizmet sektörünü de bu yaklaşımı kullanmaya sevk etmiştir (Akbaba, 2005). Hizmet sektörü içerisinde önemli bir yeri olan turizm sektörü hakkında da KFG uygulaması yapılmıştır.

Gıda sektöründe yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde (Kılıç ve Babat, 2011; Yıldız ve Baran, 2011) birçok çalışmada kullanılan hizmet kalitesinin beş boyutu müşteri sesi olarak kullanılmıştır. Orijinal servqual ölçeğine ait yirmi iki önerme literatüre kazandırılmış ve bu önermeler diğer akademik çalışmalarda da kullanılmıştır.

KFG'nin farklı konular ile bütünleştirildiği bir diğer konu ise müşteri ilişkileri yönetimidir. Literatürde bu iki kavram ayrı ayrı pek çok kez ele alınırken, bu iki konunun ilişkilendirildiği çalışmalar da mevcuttur. Özgen, Duman ve Demirel (2009) yaptıkları çalışmada seçtikleri müşteri kitlesinin diz üstü bilgisayar tercihleri incelenmiş ve elde edilen veriler müşteri ilişkileri yöntemi veri tabanına dâhil edilerek çalışmaya devam edilmiştir. Sonuç olarak ürün ve strateji önerilerinde bulunulmuştur. KFG ile bütünleştirilen diğer bir konu ise tedarikçi zinciri yönetimidir. KFG yaklaşımı zincirin aşamalarına dâhil edilmiştir. KFG müşterinin sesinin toplanması aşamasında ise Kano Modeli, Gemba Analizi,

Servqual ölçütleri, AHS gibi farklı yöntemler ile de bütünleştirilmiştir. Devrim (2006) çalışmasında swot analizi, kurumsal karne, kalite fonksiyon yayılımı, Sun Tzu'nun işletme yönetimi stratejilerinin bütünleştirilmesi konusu üzerinde çalışmıştır. Çalışoğlu (2013) yenilikçi ürün tasarımı geliştirmede bulanık mantık, kano model ve kalite fonksiyon yayılımının bütünleşik yaklaşımını ele almıştır. Yılmaz (2009) ürün tasarımında kalite fonksiyon yayılımı ve analitik hiyerarşi süreci yöntemleriyle ürün optimizasyonun sağlanması üzerinde çalışmıştır. Demirbağ (2015) çalışmasında kalite fonksiyon yayılımında kano modelinin kullanılmasını incelemiştir. Köse (2017) bütünleşik bir kalite fonksiyon yayılımı yaklaşımıyla yonga levha üretiminde ürün ve süreç kalitesinin iyileştirilmesi konusunu ele almıştır.

Literatürde KFG ile çok amaçlı programlama yaklaşımlarını bütünleşik olarak inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Kurt, Efe ve Efe (2018) ve Babbar ve Amin (2018) bu çalışmalara örnektir. Kurt ve diğ. kalite fonksiyon göçerimi ve bulanık çok amaçlı doğrusal programlama metodunu ergonomik çamaşır makinesi tasarımı için önermiştir. Firma ergonomik çamaşır makinesi tasarlarken müşteri beklentilerini karşılama derecesinin artırılması amacının yanı sıra maliyetin ve zamanın azaltılması gibi farklı amaçlara sahiptir. Bu amaçlar doğrultusunda müşteri beklentileri ve firma kapasitesini birlikte inceleyen iki bulanık çok amaçlı doğrusal programlama yaklaşımını önermiş ve elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Babbar ve Amin ise çalışmalarında, içecek endüstrisinde bulanık KFG'ye dayalı tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisine ilişkin çevresel kaygıları içeren çok amaçlı matematiksel model oluşturmuşlardır. Bu çalışmaların sınırlı sayıda olması nedeniyle bu konuda çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir. Makale kapsamında herhangi bir yasal/özel izin alınmasına gerek bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, seramik sektöründe faaliyet gösteren bir firmada, KFG ile çok seçenekli konik hedef programlama bütünleşik yaklaşımı önerilmiştir. KFG yaklaşımı dört aşamadan oluşmaktadır. Önerilen bütünleşik yaklaşımda kalite evi aşamasına odaklanılmıştır. Öncelikle, anket yoluyla müşterileri beklentileri, firma performansı, firmanın rakip firmalar karşısındaki durumu tespit edilmiş, daha sonra kalite evi matrisi vasıtasıyla müşterilerin beklentilerini karşılayacak teknik gereksinimler belirlenmiş ve önceliklendirilmiştir. Belirlenen teknik gereksinimlerin gerçekleştirilebilmesi için farklı faaliyet alternatifleri önerilmiştir. Toplam

maliyeti en küçükleyecek ve müşteri memnuniyetini en büyüleyecek model kurularak çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı kullanılarak çözülmüştür. Çalışmada en küçük maliyet ile en büyük müşteri memnuniyetini sağlayacak faaliyetlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çözüm sonucunda gerçekleştirilmesi gereken faaliyet grubuna karar verilmiştir. KFG ile bütünleşik olarak ele alınan çalışma sayısı sınırlı olduğundan bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KFG Kavramı

Günümüz rekabet ortamında ürün ve hizmet üreten her organizasyon varlığını sürdürebilmek için müşteri ihtiyaç ve beklentilerini anlayıp bu beklentilere cevap vermek zorundadır. KFG bu beklentilere cevap verebilmek adına uygulanabilecek en uygun yaklaşımlardan biridir (Kılıç ve Babat, 2011).

Kalite fonksiyon göçerimi yaklaşımı, müşterinin ifade edebildiği ya da ifade edemediği beklenti ve ihtiyaçlarının tespit edilip, bu beklentilerin karşılanabilmesi için sürecin başlangıç aşamasını oluşturan tasarımdan, son aşaması olan pazarlamaya kadar bir sistem içinde ürün /hizmet planlama ve geliştirme yaklaşımıdır. Yaklaşımın temelini atan Dr. Yoji Akao (Yenginol, 2008) ise KFG'yi şu şekilde tanımlamıştır:

“Müşteri tatminini amaçlayan, müşteri gereksinimlerini tasarım hedefleri haline getirip bunların en önemli kalite güvenceleri olmasını sağlayan ve bu anlayışın üretimin her noktasında kullanılmasını gerekli kılan, kalite tasarımının geliştirilmesidir.”

2.1 KFG Yaklaşımının Aşamaları

Kalite fonksiyon göçerimi yaklaşımı dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar KFG sürecinin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Bu aşamalar aşağıda verilmiştir (Akbaba, 2006):

1. Planlama aşaması
2. Müşterinin sesinin toplanması
3. Kalite evinin oluşturulması
4. Sonuçların analizi ve değerlendirilmesi

2.1.1 Planlama Aşaması

KFG sürecinin oluşturulmasında en önemli ve ilk adım planlama aşamasıdır. Bu aşamada KFG çalışmasının temeli atılmakta, başka bir ifadeyle KFG uygulaması için gerekli ön hazırlıklar yapılmaktadır. KFG sürecinin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi ve tamamlanabilmesi için KFG çalışmaları başlamadan önce yapılması gereken bazı ön hazırlıklar vardır. KFG projesinin organizasyonu ve planlaması uygulamanın başarısı için kritik öneme sahiptir. KFG sürecinin başarılı şekilde yürütülmesi ve sonuçlandırılması için proje planının eksiksiz ve hatasız olması büyük önem taşımaktadır. Projenin çerçevesinin belirlenmesi, amaçların ve hedeflerin belirlenmesi, faaliyet planının oluşturulması, KFG ekibinin ve ekip liderinin belirlenmesi gibi tüm detaylar bu aşamada belirlenir (Çinpolat, 2007).

2.2 Müşterinin Sesinin Toplanması

Müşterinin ürün/hizmet ile ilgili beklentilerinin öğrenilmesi ve süreçlerin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmasına müşterinin sesi denilmektedir. Müşterinin sesi, tasarım ve ürün geliştirme süreçleri için büyük önem arz etmektedir (Öter ve Tütüncü, 2001).

Firmalar, teknolojinin hızla değiştiği, müşterinin istediği her ürüne kolayca erişebildiği ve buna bağlı olarak müşterilerin talep ve beklentilerinin sürekli arttığı günümüzde ulusal ve uluslararası pazarda varlıklarını koruyabilmek, rekabet edilebilirliklerini ve pazar paylarını artırabilmek için katma değeri yüksek ve yenilikçi ürünlerini piyasaya rakiplerinden önce sunmalıdırlar. Bu nedenle müşterilerin beklenti ve istekleri bilinmeli ve bunlar eksiksiz olarak karşılanmalıdır. Firmanın sürekliliğinin sağlanması için yeni müşteriler kazanması ve eski müşterilerin bağlılıklarını artırması gerekmektedir. Bunun için müşteri beklentilerinin tanımlanması, doğru şekilde anlaşılıp içselleştirilmesi ve bu doğrultuda yeni ürün veya hizmetlerin geliştirmesi gerekir.

2.3 Kalite Evinin Oluşturulması

Kalite evi, KFG yaklaşımının üçüncü aşaması olup yaklaşımın merkezini oluşturmaktadır. Fonksiyonlar arası planlama ve koordinasyonu sağlayan bir matrisler topluluğudur. Bu matrisler, müşteri beklentileri ile bu beklentilerin gerçekleştirilmesi için yapılması gereken faaliyetleri ve bu faaliyetlerin önceliklerini içeren tablolar topluluğundan

oluşmaktadır. KFG ekibini oluşturan farklı tecrübe ve bilgiye sahip kişiler bu tabloya bakarak tasarım ve geliştirme önceliğine alınması gereken nitelikleri kolayca tespit edebilmektedir (Akbaba, 2005).

Kalite evinin adımları yatay ekseninde müşteriler ile ilgili verilerin ve dikey ekseninde müşteri verilerini karşılayan teknik kısım olmak üzere iki ana ve altı alt bölümden oluşmaktadır (Yıldız ve Baran, 2011).

İlk bölüm olan müşteri kısmı, müşterilerin kendi ifadeleri ile dile getirdikleri beklentileri, bu beklentilerin önceliklerini ve rakip firmalar ile karşılaştırmaları kapsar.

Diğer bir bölüm olan teknik kısım ise müşterilerin kendi ifadeleri ile dile getirdikleri beklentilere organizasyonda nasıl tepki verileceği ile ilgili olan kısımdır. Müşteri kısmı tamamlandıktan sonra teknik kısım oluşturulması aşamasına geçilir ve müşteri kısmındaki veriler girdi olarak kullanılır. Oluşturulacak matrisin üst kısmına, organizasyonun müşteri ihtiyaçlarını belirlemek ve ölçmek için kullanılacağı tasarım ve teknik yerleştirilir. Müşteri ihtiyaçları organizasyonun gereksinimlerine yani teknik gereksinimlere dönüşecektir (Savaş ve Ay, 2005).

2.3.1 Planlama Matrisinin Oluşturulması

Planlama matrisi, firmanın kendi ürünü ile rakip firma ürünleri arasında karşılaştırma yapılabilmesini sağlar. Firmanın kendi ürününün pazardaki durumunu görebilmesi bakımından çok önemlidir. Bu matrisler ile rekabet ortamı değerlendirilebilir. Aynı zamanda firmanın kendi ürünü ile rakip firma ürünlerinin müşteri beklentilerini karşılama derecesi değerlendirilebilir. Matriste sırasıyla müşteri beklentilerinin önem derecesi, firma performansı, rakip 1 performans, rakip 2 performans, hedef değer, iyileştirme oranı, satış avantajı, ham ağırlık ve normalize ham ağırlık değerleri mevcuttur.

Firma performansı sütunu, işletmenin mevcut durumda müşterinin beklenti ve gereksinimlerini karşılama derecesini göstermektedir. Rakip performans sütunu ise müşterilerin aynı sektörde bulunan rakip firmaların ürünlerinin, beklentilerini ne düzeyde karşıladığı ile ilgili değerlendirmeleri bulunmaktadır. Müşteriler ile yapılan görüşmeler, anketler, ziyaretler gibi yollar bu sütunlarda bulunan bilgileri oluşturmaktadır (Akbaba, 2005).

İşletmenin mevcut durumuna bakarak, müşteri ihtiyaçlarını karşılama açısından kendini hangi

seviyede görmek istediğiyle alakalı olarak belirlediği değer hedef sütununda bulunur. Hedeflerin belirlenmesi, KFG ekibinin hangi konuya daha çok odaklanacağını bilmesi ve sınırlı olan kaynakların boşa harcanmaması için önemlidir. Hedefler belirlenirken müşterilerin konusu geçen müşteri beklentisiyle ilgili önem puanına da bakmak gereklidir (Akbaba, 2005).

İyileştirme oranı sütunu, hedef sütunundaki verilerin mevcut işletme performansı sütunundaki değerlere bölünmesiyle elde edilecek olup, her bir müşteri beklentisi için müşteri tatminini artırmak amacıyla firmanın sarf etmesi gereken çabayı ifade eden bir ölçüttür (Akbaba, 2005). Denklem (1)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{İyileştirme Oranı} = \frac{\text{Firmanın Hedefi}}{\text{Mevcut Firma Performansı}} \quad (1)$$

Satış avantajı sütunu, her bir müşteri beklentisinin karşılanma derecesine bağlı olarak ortaya çıkarılabileceği satış kapasitesini açıklayan veriler bulundurmaktadır (Akbaba, 2005).

Müşteri beklentilerinin karşılanmasının satış kapasitesine etkisi 1,0-1,2-1,5 değerleri ile ifade

$$\text{Normalize Ham Ağırlık (\%)} = \frac{\text{Herhangi Bir Satırın Ham Ağırlığı}}{\text{Toplam Ham Ağırlık}} * 100 \quad (4)$$

Her bir müşteri beklentisi için iyileştirme oranları, satış noktası, ham ve normalize ham ağırlık değerleri hesaplanarak kalite evinin ilgili bölümüne eklenir.

2.3.2 Teknik Gereksinimlerin Belirlenmesi

Teknik gereksinimler, müşteri talep ve beklentilerinin nasıl karşılanacağını ifade eden bir terimdir. Bu gereksinimlerin müşteri beklentilerini karşılayacak nitelikte olması gerektiği için, müşterilerin kendi ifadeleri ile dile getirdikleri beklentilerini firmada tasarım, planlama ve üretim gibi mühendislik aşamalarında kullanılabilir biçimde firma diline dönüştürülmesi gerekmektedir (Akbaba, 2005).

Bu kısımdaki bütün cevaplar müşteri beklentileri kısmının maddelerinden en az biriyle bağlantılı olmalıdır. Mühendislerin müşteri beklentilerini doğru biçimde anlayıp karşılayabilmeleri için teknik gereksinimlerin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum, bu aşamayı süreç içinde önemli kılmaktadır (Arı, 2006).

edilebilir. 1,5 satış kapasitesini büyük oranda artırır; 1,2 satış kapasitesini artırır; 1,0 satış kapasitesine herhangi bir etkisi yoktur, anlamlarında kullanılabilir.

Önem derecesi, her bir müşteri beklentisinin KFG ekibi için arz ettiği toplam önemi ifade etmektedir. Denklem (2)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Önem derecesi} = \text{İyileştirme oranı} * \text{Satış avantajı} \quad (2)$$

Ham ağırlık değeri, her bir müşteri beklentisinin KFG ekibi için taşıdığı değer ile doğru orantılıdır. Denklem (3)'teki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Ham Ağırlık} = \text{Müşterilerin verdikleri önem derecesi} * \text{iyileştirme oranı} * \text{satış avantajı} \quad (3)$$

Planlama matrisinde bulunan son sütun olan normalize ham ağırlık sütunu ise ham ağırlık değerlerinin normalize edilmiş halidir. Müşteri beklentilerinin doğru şekilde karşılanması için ürün niteliklerinin önceliklendirilmesinde normalize ham ağırlık değerleri kullanılmaktadır (Soysal Kurt ve Yenilmez, 2017). Denklem (4)'teki gibi hesaplanmaktadır.

2.3.3 İlişki Matrisinin Oluşturulması

Teknik gereksinimler bölümü oluşturulduktan sonraki adım, kalite evinin merkezinde yer alan ilişki matrisinin oluşturulmasıdır. İlişki matrisi, müşteri beklentileri ve KFG ekibi tarafından bu beklentileri karşılayacak teknik gereksinimler tespit edildikten sonra her bir müşteri beklentisi ile teknik gereksinim arasındaki ilişki seviyesinin tespit edildiği aşamadır. Bu aşamada, teknik gereksinimlerin müşteri ihtiyaçlarını karşılamada ne derecede katkı sağladığı dikkate alınarak her bir teknik gereksinim müşteri beklentileri ile tek tek ilişkilendirilmektedir (Akbaba, 2005).

Her bir müşteri beklentisi ve teknik gereksinim aşağıda Tablo 1'de anlatıldığı gibi ilişkilendirilir ve ilişkinin yoğunluk seviyesine göre ilişki matrisi içinde puanlar atanır. İstenen daha güçlü ilişkilerdir ve ürünü tasarlarlarken ilk olarak dikkate alınması gerekmektedir (Öter ve Tütüncü, 2001).

Tablo 1
İlişki Sayı ve Anlamları (Savaş ve Ay, 2005)

İlişki Derecesi	Amerikan Puanlama Sistemi	Japon Puanlama Sistemi	Sembol
Güçlü İlişki	9	5	Θ
Orta İlişki	3	3	O
Zayıf İlişki	1	1	Δ

Her bir teknik gereksinimin, müşteri ihtiyaçlarını karşılanmadaki ham önem ve normalize ham önem

ağırlıklarının hesaplanması gerekmektedir. Denklem (5)-(6)'da verilmiştir.

$$\text{Ham Önem Ağırlığı} = \sum (\text{Ham Ağırlık}) \times (\text{İlgili satıra ait ilişkinin gücü}) \quad (5)$$

$$\text{Normalize Ham Önem Ağırlığı} = \frac{\text{Ham Önem Ağırlığı}}{\text{Toplam Ham Önem Ağırlığı}} * 100 \quad (6)$$

Hesaplamalar sonucu ulaşılan veriler her bir sütunun önem derecelerini oluşturur. Önem ağırlıkları teknik gereksinimlerin müşteri tatminini sağlamadaki etki derecesini ifade etmektedir. Diğerlerine kıyasla daha yüksek önem derecesine sahip sütunlara ait teknik gereksinimler üzerinde daha fazla odaklanması gerekir (Akbaba, 2005).

Her bir hücre iki teknik gereksinimlerin arasındaki ilişkiyi belirtir. Farklı kaynaklarda Çatı Matrisi olarak da ifade edilmektedir.

Teknik gereksinimlerin birbiri ile ilişkisi olabileceğinden bir teknik gereksinimin iyileştirilmesi için yapılan çalışma ilişkili gereksinimin de gelişmesine katkıda bulunarak pozitif ve faydalı bir etki meydana getirebilir. Öte yandan, iyileştirme için yapılan çalışma ilişkili gereksinim için negatif ve olumsuz bir etki de oluşturabilir. Tablo 2'de verilmiştir.

2.3.4 Korelasyon Matrisinin Belirlenmesi

Teknik gereksinimlerin birbirinden nasıl etkilendiği ve etki dereceleri korelasyon matrisinde incelenir.

Tablo 2
Korelasyon Derecesi Sembol ve Anlamları (Savaş ve Ay, 2005)

Korelasyon Derecesi	Sayı ile Gösterim	Sembol ile Gösterim
Güçlü İlişki	9	Θ
Orta İlişki	3	O
Zayıf İlişki	1	Δ

2.3.5 Rakiplerle Karşılaştırma Ve Hedeflerin Belirlenmesi

Kalite evinin sağ tarafında yer alan planlama matrisi kısmında işletme kendisinin ve rakip firmaların ürünlerinin müşteri tatminini sağlama durumunu değerlendirirken aynı şekilde kalite evinin giriş kısmında da teknik temelli rekabet matrisi bulunmaktadır. Pazardaki farklı ürünler üzerinde teknik gereksinimlerin etkilerinin gözlemlenmesini sağlar. Planlama matrisinde olduğu gibi bu matriste teknik gereksinimlerin rakip firmalar ile karşılaştırılmaları ve önceliklendirilmeleri gibi konularda kaynak sağlamaktadır.

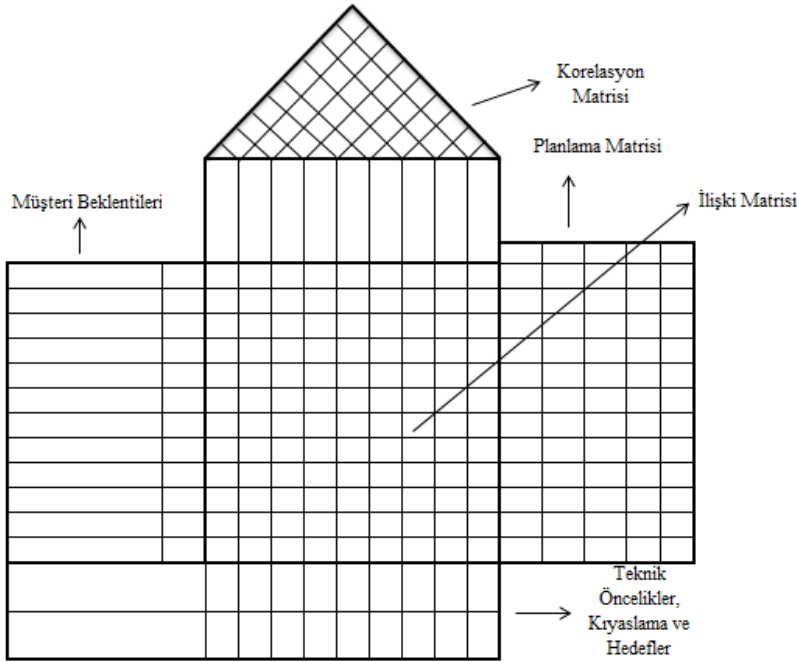
Planlama ve rekabet matrisleri genellikle birbirleri ile orantılı olmaktadır. Müşteri beklentisini karşılayabilen bir ürün teknik gereksinimler açısından da üstün olacaktır. Her iki matris firmanın pazardaki yerini tespit edebilmesi açısından oldukça önemlidir (Savaş ve Ay, 2005).

2.4 Sonuçların analizi ve değerlendirilmesi

Anlatılan tüm adımlardan elde edilen bilgi ve veriler bütünleştirilerek Şekil 1'de gösterilen kalite evi oluşturulur. Matriste bulunan ham ağırlıklara bakılarak ürünün tasarım ve geliştirme aşamalarında katkısı en büyük olacak teknik gereksinim tespit edilir. Burada hedef, tüm teknik gereksinimleri optimal düzeye çıkarmak değildir.

Firmanın, pazarda rekabet edilebilirliğini artırmak, yeni müşteriler kazanmak ve mevcut müşterilerin tatmin düzeyini artırmak için gerekli olan teknik gereksinimlerin hedef değerini rakip firmaların

değerlerinden daha yüksek bir seviyede seçmesi gerekmektedir. Teknik gereksinimler piyasadaki beklentiyi karşılıyorsa bu gereksinimler üzerinde durulmaz (Güllü ve Ulcay, 2002).



Şekil 1. KFG Matrisi (Olcay ve Esin, 2010)

3. Hedef Programlama Yaklaşımı

3.1 Hedef Programlama Yaklaşımı Tarihsel Gelişimi

Hedef programlama (GP), ilk olarak 1950'lerin başlarında, doğrusal programlamanın bazı problemleri çözümündeki yetersizliği nedeniyle Charnes ve Cooper tarafından dile getirilmiştir. Charnes, 1955 yılında hedef programlamanın başlangıcı sayılabilecek bir makale yayınlamıştır. Charnes ve Cooper hedef programlama terimini ilk kez 1961 yılında yayınladıkları makalede kullanmışlardır. Charnes ve Cooper istenmeyen sapmaların minimum yapılabilmesi için hedef programlamanın üç farklı türünü belirlemişlerdir. Hedef programlama problemlerinin çözümü için algoritma ve bu algoritmaların çözümü için bir yazılım 1960'ların sonlarında geliştirilmiştir (Öztürk, 2011).

Sonraki yıllarda yaklaşım Lee, Ignizio, Tamiz, Romero vd. gibi bilim adamları tarafından da incelenmiştir. Ignizio 1970'lerin başında tamsayı ve doğrusal olmayan hedef programlama modellerini

içeren algoritmalar ve bu algoritmaları çözmek için yazılımlar geliştirmiştir (Öztürk, 2011).

Hedef programlama farklı sınıflara ayrılmaktadır. Bunlardan bazıları doğrusal programlama, tamsayı programlama ve doğrusal olmayan hedef programlamadır. 1980'lerin sonlarında ise bulanık hedef programlama modelleri literatürde yer almaya başlamıştır (Öztürk, 2011).

Hedef programlama modelinin ana unsuru modelde ele alınan hedeflerin istenmeyen sapma değişkenlerinin en aza indirilme derecesini ölçen bir başarı fonksiyonudur. En eski ve en yaygın kullanılan üç başarı tekniği, ağırlıklandırılmış, önceliklendirme ve Min Max fonksiyonlarıdır. Tamiz vd. (1995) göre literatürdeki hedef programlama uygulamalarının yaklaşık % 65'i önceliklendirme başarı fonksiyonu, %21'i ağırlıklandırılmış başarı fonksiyonu ve geri kalan kısmı diğer yöntemleri kapsamaktadır (Üstün, 2012).

3.2 Hedef Programlama Yaklaşımı

Çok amaçlı programlama metodu, birbiriyle çelişebilen birden fazla amacın eş zamanlı olarak optimize edilmesinin sağlanmaya çalışıldığı bir yöntemdir. Bu konudaki çalışmalar 1970'lerden itibaren yoğunluk kazanmaya başlamıştır (Atlas, 2008).

Bu yaklaşımı önemli kılan nedenlerinden biri, pek çok karar probleminin birden fazla amacı içermesidir. Örneğin; firmalar üretim kapasitesini artırmak isterken aynı anda üretim maliyetlerinin düşürülmesi, stok miktarının azaltılması veya müşteri memnuniyetinin artırılması gibi farklı amaçlarda belirleyebilir (Atlas, 2008).

Hedef programlama Denklem (7)-(8) ile ifade edilebilir:

W : Ağırlıklar,

P : Öncelikler,

A : Birim katkı matrisi,

X : Karar değişkenleri matrisi,

p_i : i . Hedeften negatif sapma,

n_i : i . Hedeften pozitif sapma olmak üzere,

$$\text{Enk } Z = \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^1 W_{ki} P_k (n_i + p_i) \quad (7)$$

$$\sum_j^n c_{ij} x_j + n_i - p_i = g_i \quad (8)$$

$$AX \leq B \quad (9)$$

$$n_i * p_i = 0 \quad (10)$$

$$x_j, n_i, p_i, X \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, l \quad (11)$$

Hedef programlama, hedeflerin istenen seviye aralığındaki sapmalarının minimum yapılmasını önerir. Denklem (12) ile ifade edilebilir (Üstün, 2012):

$$\text{Enk } \sum_{i=1}^n w_i |f_i(x) - a_i| \quad (12)$$

s.t. $x \in X$ (X bir uygun küme)

$f_i(x)$: i . amacın fonksiyonudur.

a_i : i . amacın istek seviyesidir.

w_i : başarı fonksiyonundaki sapmalara bağlı olan pozitif ağırlıklardır.

3.3 Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama

Bu bölümde, konik skalarizasyon programlamanın (KSP) hedef programlama ve çok seçenekli hedef programlama formülasyonu kullanılmıştır (Öztürk, 2011).

Çok seçenekli hedef programlama, kararın küçümsenmesini önlemek amacıyla karar vericinin her hedef için istek seviyeleri oluşturmasına izin verir. Konik skalarizasyona dayalı çok seçenekli hedef programlama yaklaşımının ise üç farklı katkısı bulunmaktadır. Bu katkılar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

(1) Karar vericinin küresel bölgede etkin bir çözüm elde etmek için her bir hedefe çok seçenekli istek seviyeleri oluşturulmasına izin verir,

(2) Önerilen formülasyon yardımcı kısıtları ve ek değişkenleri azaltır,

(3) Önerilen model uygun etkin noktaya ulaşmayı garanti eder (Öztürk, 2011).

Önerme 1: $\alpha \in R^n$ ve $(\beta, w) \in W$ ile konik skalarizasyon problemi Denklem (13)-(14) konik hedef programlama formülasyonuna eşdeğerdir:

$$\text{Enk } \sum_{i=1}^n [(\beta + w_i) d_i^+ + (\beta - w_i) d_i^-] \quad (13)$$

$$\text{s.t. } f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = a_i \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (14)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (15)$$

$$x \in X \quad (X \text{ bir uygun küme}) \quad (16)$$

Burada, $d_i^+ = \max(0, f_i(x) - a_i)$ ve $d_i^- = \max(0, a_i - f_i(x))$ sırasıyla i . hedefin alt ve üst başarılarıdır; a_i , i . hedefin istek ya da hedef seviyesidir; $f_i(x)$ ise KSP deki gibi tanımlanır.

Önerme 2: $x \in X$ bir uygun çözüm, ancak ve ancak $i=1, 2, \dots, n$ ve $(\beta, w) \in W$ için $y_i \in [a_{i,min}, a_{i,max}]$ de bir Benson has etkin olup, öyle ki x çok kriterli KSP için en uygun çözüm Denklem (17)-(21) ile ifade edilebilir:

$$\text{Enk } \sum_{i=1}^n [(\beta + w_i) d_i^+ + (\beta - w_i) d_i^-] \quad (17)$$

$$\text{s.t. } f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (18)$$

$$a_{i,min} \leq y_i \leq a_{i,max}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (19)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (20)$$

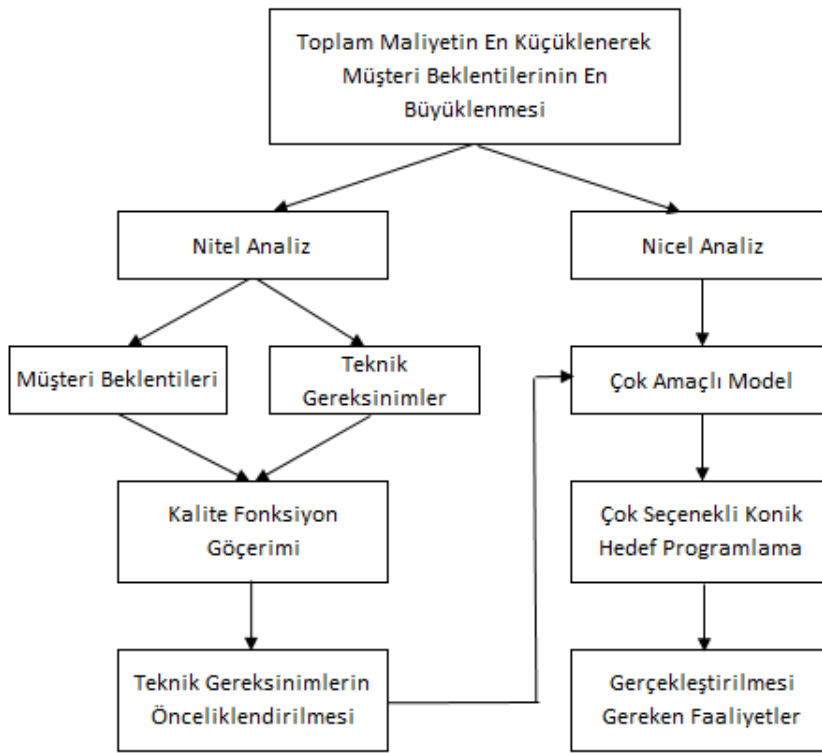
$$x \in X \quad (X \text{ bir uygun küme}) \quad (21)$$

4. Önerilen Bütünleşik Yaklaşım

Bu çalışmada, KFG ile çok seçenekli konik hedef programlama bütünleşik yaklaşımı seramik sektöründe faaliyet gösteren bir firmada uygulanmıştır. Uygulama üç başlık altında yapılmıştır. Öncelikle KFG yaklaşımı uygulanmış, ardından çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı modeli kurulup çözülmüş ve son olarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Model kurulması aşamasında toplam maliyetin en küçüklenmesi ve müşteri memnuniyetinin en

büyüklenmesi şeklinde iki amaç fonksiyonu belirlenmiş, kurulan modelin çözümü için çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı önerilmiştir. Model sonuçlarına göre firmada belirlenen amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilmesinin uygun olacağı düşünülen faaliyetler belirlenmiştir. Önerilen bütünleşik sistemin akış şeması Şekil 2'de gösterilmektedir. Önerilen model Lingo 11.0 programı ile çözülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışmada araştırma ve yayın etiği kurallarına uyulmuştur.



Şekil 2. Önerilen Bütünleşik Sistemin Akış Şeması

4.1 KFG Uygulaması

Bütünleşik yaklaşımın ilk adımı olan KFG uygulaması, ikinci bölümde anlatıldığı gibi KFG adımları takip edilerek aşama aşama uygulanmıştır (Güler, 2019).

4.1.1 Planlama Aşaması

Daha önce anlatıldığı üzere uygulama sürecinde ihtiyaç duyulacak hedef müşteri niteliklerinin ve rakip ürünlerin belirlenmesi, ürünün tanımlanması, KFG ekibinin ve yürütücüsünün belirlenmesi ve amaç ve hedeflerin belirlenmesi gibi tüm detaylar bu aşamada belirlenmiştir.

4.1.2 Müşterinin Sesinin Toplanması

Firmada mevcut durumda her bölümün kendine göre farklı stratejisi vardır. Her bir dağıtım kanalı yöneticisi kendi müşteri kitlesine uygun olarak, müşteri beklentilerini algılamak amacıyla programlar belirlemektedir. Bu amaç doğrultusunda, mağaza ve e-ticaret müşterileri, yurtiçi ve yurtdışı toptancılar olmak üzere tüm müşteriler bireysel ya da toplu olarak firmaya davet edilmekte, müşteri ziyaretleri gerçekleştirilmekte ve müşteri anketleri yapılmaktadır.

Anket yapılacak kişi sayısının belirlenmesi için Denklem (22) kullanılmıştır:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{e^2} \quad (22)$$

Pazarlama ekipleri ile yapılan görüşmeler sonucunda ortalama her 10 müşteriden 4'ünün kare ürün grubunu tercih ettiği tespit edilmiştir. Bu nedenle $p = 0,4$ olarak alınmıştır. ($e = 0,1$; $z = 1,96$; $\alpha = 0,1$)

$$n = \frac{1,96^2 \cdot (0,4) \cdot (0,6)}{0,1^2} = 92$$

Anket yapılması gereken kullanıcı sayısı 92 olarak belirlenmiştir. Her bir kullanıcının ankete dâhil edilen üç firmanın ürünleri hakkında bilgi sahibi olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Müşterilere, sofraya gereçlerinden beledikleri özelliklerin neler olduğuna yönelik sorular yöneltilmiştir.

Yapılan görüşmeler sonucu analiz edilerek elde edilen veriler tasarım merkezine aktarılmış ve Tablo 3 elde edilmiştir.

Tablo 3

Müşterilerin Sofra Gereçlerine İlişkin Beklentilerinin Hiyerarşi Diyagramı ve Beklentilerin Karşılama Derecesi

Birincil Müşteri Beklentileri	İkincil Müşteri Beklentileri	Önem derecesi
Görünüm	Ürün İnceliği	4,23
	Ürün Rengi ve Dekor	4,76
	Ürün Ambalajı	3,90
	Ürün Hafifliği	4,19
Kolay Kullanım	Dayanıklılık	4,88
	Bulaşık Makinesinde Yıkabilirliği	4,90
	Sağlığa Uygunluğu	4,90
	Hatasız Olması	4,50
Kalite	Fiyat Esnekliği	4,54
	Zamanında Teslimat	4,26
Eğilimlere Uygunluğu	-	4,68
Kolay İletişim	-	4,82

4.1.3 Kalite Evinin Oluşturulması

Planlama matrisinin oluşturulması

Tüketici memnuniyet seviyeleri analizi aşamasına gelindiğinde, müşteriye anketler vasıtasıyla ürün ile ilgili sorular yöneltilerek, firmanın memnuniyet seviyesi ile rakip üreticilerin muadil ürünlerinin memnuniyet seviyelerinin, müşteri tarafından kıyaslanmasının yapılması istenmiştir.

Sektörde karşılaştırma yapılabilecek pek çok rakip firma bulunmakla birlikte, anket yapılacak olan müşterilerin firmaları tanıma ve ürünlerini kullanmış olma ihtimalinin artırılması açısından piyasadaki en büyük firmalardan olan iki firma tercih edilmiştir. Rakip firma 1 ve rakip firma 2 olarak adlandırılacaktır. Anket sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4
Planlama Matrisinin Oluşturulması

Müşteri Beklentileri	Önem Derecesi	İşletme Performansı	Rakip 1 Performans	Rakip 2 Performans	Hedef Değer	İyileştirme Oranı	Satış Avantajı	Ham Ağırlık	Normalize Ham Ağırlık (%)
Ürün inceliği	4,23	3,09	4,16	4,34	4,50	1,46	1,20	7,39	8,50
Ürün rengi ve dekoru	4,76	4,13	4,21	4,33	4,80	1,16	1,20	6,64	7,63
Ürün Ambalajı	3,90	3,76	3,99	4,26	4,00	1,06	1,00	4,15	4,77
Bulaşık makinesinde yıkanabilirliği	4,90	3,68	4,42	4,40	5,00	1,36	1,50	9,99	11,48
Ürün Hafifliği	4,19	3,17	4,06	4,17	4,25	1,34	1,20	6,74	7,75
Dayanıklılık	4,88	3,60	4,34	4,17	5,00	1,39	1,50	10,17	11,68
Sağlığa uygunluğu	4,90	3,77	4,40	4,32	5,00	1,33	1,50	9,75	11,20
Hatasız olması	4,82	3,75	4,11	4,10	4,50	1,20	1,50	8,68	9,97
Fiyat esnekliği	4,50	3,93	3,23	3,23	4,50	1,15	1,20	6,18	7,11
Zamanında teslimat	4,54	4,15	4,06	4,03	4,60	1,11	1,20	6,04	6,94
Eğilimlere uygunluğu	4,26	4,46	4,14	4,19	4,50	1,01	1,20	5,16	5,93
Kolay iletişim	4,68	4,35	4,31	4,29	4,75	1,09	1,20	6,13	7,05

Sonraki aşamada, rekabet gücünün artırılması doğrultusunda firmanın her bir beklentiyle ilgili olarak ulaşmak istediği hedef değer belirlenir. Elde edilen değerler Tablo 4.5'e yerleştirilmiştir.

İyileştirme oranı için örnek hesaplama aşağıda verilmiştir. Sağlığa uygunluk için hedef değer 5 ve mevcut değer 3,77'dir.

$$\text{İyileştirme oranı} = 5/3,77 = 1,33$$

Satış avantajı, müşteri beklentilerindeki yapılacak değişikliğin satışlara nasıl yansıtılacağını belirtmektedir. Beklentideki bir değişiklik satışlardaki artış oranlarına göre sırasıyla 1,5 - 1,2 - 1 puanları ile ifade edilmektedir.

Ham ağırlık puanının yüksek olduğu bir beklentinin iyileştirilmesi müşteri tatmininin artırılmasına paralel olarak satışların da artırılmasını sağlayacaktır.

Sağlığa uygunluk ham ağırlık puanı = $4,90 \cdot 1,33 \cdot 1,5 = 9,75$ olarak hesaplanmıştır. Aynı işlemler tüm

beklentiler için hesaplanarak ilgili kısma yerleştirilmiştir.

Normalize ham ağırlık, her bir müşteri isteğine ilişkin ham ağırlık değerlerinin, toplam ham ağırlık değerine bölünmesiyle elde edilir. Örneğin; ürün inceliğinin ham ağırlığı 7,39; toplam ham ağırlık değeri ise 87,01'dir.

$$\text{Ürün İnceliği Normalize Ham Ağırlık} = (7,39/87,01) \cdot 100 = 8,50$$

Elde edilen veriler Tablo 4'teki planlama matrisine yerleştirilmiştir.

Teknik gereksinimlerin belirlenmesi

Bu aşamada, beklentilerin karşılanmasına yönelik olarak teknik gereksinimler, beyin fırtınaları ve Ar-Ge bölümü başta olmak üzere diğer bölümlerde

görev alan personelin fikirlerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Tüm müşteri beklentileri tek tek ele alınarak kalite evinin ilgili kısmına yerleştirilmiştir.

Teknik gereksinimler aşağıda belirtildiği gibidir:

- ✓ Nem oranı,
- ✓ Pişirim süreci,
- ✓ Sır reçetesi,
- ✓ Masse reçetesi,
- ✓ Müşteri hizmetleri,
- ✓ Şekillendirme yöntemi,
- ✓ Müşteri farkındalığı,
- ✓ Ambalaj kalitesi,
- ✓ Kalite kontrol noktasıdır.

İlişki matrisinin oluşturulması

Daha önce bahsedildiği üzere ilişkiler puanlama yaklaşımı veya semboller ile ifade edilebilmektedir. Yapılan çalışmada Amerikan sistemi puanlama yaklaşımı kullanılacaktır. Bu yaklaşımda zayıf ilişkiye 1, orta dereceli ilişkiye 3 ve kuvvetli ilişkiye 9 rakamları verilmektedir. Bu veriler normalize ham ağırlık değerleri ile çarpılıp elde edilen değerler toplanarak her bir sütun için ayrı ayrı ham önem derecesi hesaplanmaktadır. Yüksek puana sahip olan teknik gereksinimler için iyileştirme çalışmalarının yapılması düşük puana sahip olanlara göre önceliklidir. Tablo 5'te ilişki matrisi verilmiştir.

Tablo 5
İlişki Matrisi

Müşteri Beklentileri	Önem Derecesi	Nem oranı	Pişirim süreci	Sır reçetesi	Masse reçetesi	Müşteri hizmetleri	Şekillendirme yöntemi	Müşteri farkındalığı	Ambalaj kalitesi	Kalite kontrol noktası	Ham Ağırlık	Normalize Ham Ağırlık (%)
Ürün inceliği	4,23	3			9		9				7,39	8,50
Ürün rengi ve dekoru	4,76			9							6,64	7,63
Ürün ambalajı	3,90								9		4,15	4,77
Bulaşık makinesinde yıkanabilirliği	4,90		9		9						9,99	11,48
Ürün Hafifliği	4,19	3			9		9				6,74	7,75
Dayanıklılık	4,88				9		9				10,17	11,68
Sağlığa uygunluğu	4,90							9			9,75	11,20
Hatasız olması	4,82		1				9			3	8,68	9,97
Fiyat esnekliği	4,50		3				9			3	6,18	7,11
Zamanında teslimat	4,54						3			1	6,04	6,94
Eğilimlere uygunluğu	4,26			9							5,16	5,93
Kolay iletişim	4,68					9					6,13	7,05
Ham Önem Ağırlığı		42,400	117,103	106,168	308,577	55,192	370,548	87,732	37,340	50,616		
Normalize Ham Önem Ağırlığı (%)		3,606	9,961	9,030	26,247	4,694	31,518	7,462	3,176	4,305		

Ham önem ağırlık değerleri Denklem (23)'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$\text{Ham önem ağırlığı} = \sum(\text{ilgili satırdaki ilişki değeri} * \text{ham ağırlık değeri}) \quad (23)$$

- Nem oranı ham önem ağırlık değeri = $3*7,39 + 3*6,74 = 42,400$
- Fırın rejimi ham önem ağırlık değeri = $9*9,99 + 1*8,64 + 3*6,18 = 117,103$

Her bir teknik gereksinim için aynı işlem uygulanmıştır.

Normalize ham önem ağırlığı ise her bir sütundaki ham önem derecesinin tüm sütunlardaki toplam ham önem derecesine bölünmesi ile bulunur. Denklem (24)'de verilmiştir.

$$\text{Normalize ham önem ağırlığı} = \frac{\text{Ham önem ağırlığı}}{\text{Toplam ham önem ağırlığı}} * 100 \quad (24)$$

- Nem oranı normalize ham önem ağırlık değeri = $\frac{42,399}{1175,677} * 100 = 3,606$
- Pişirim süreci normalize ham önem ağırlık değeri = $\frac{117,103}{1175,677} * 100 = 9,961$

Her bir teknik gereksinim için aynı işlem uygulanmıştır.

üzere dört farklı şekilde olabilir. Yani bir teknik gereksinimde iyileştirme sağlanması, diğer teknik gereksiniminde iyileşmesine ya da kötüleşmesine neden olabilmektedir.

Korelasyonlar matrisinin belirlenmesi

Teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler güçlü pozitif, pozitif, negatif ya da güçlü negatif olmak

Kalite evi Şekil 3'te verilmiştir.

Müşteri Beklentileri	Önem Derecesi								İşletme										
	Nem oranı	Pişirim süreci	Sır reketesi	Masse reketesi	Müşteri hizmetleri	Şekillendirme yöntemi	Müşteri farkındalığı	Ambalaj	Kablie kontrol noktası	Performans1	Kakip 1	Performans2	Kakip 2	Performans3	Hedef Değer	İyileştirme Oranı	Sağs avantajı	Ham Ağırlık	Normalize Ham Ağırlık (%)
Ürün inceliği	4,23	3								3,09	4,16	4,34	4,5	1,46	1,2			7,39	8,50
Ürün rengi ve dekoru	4,76		9							4,13	4,21	4,33	4,8	1,16	1,2			6,64	7,63
Ürün ambalajı	3,90							9		3,76	3,99	4,26	4,0	1,06	1,0			4,15	4,77
Bulaşık makinesinde yıkanabilirli	4,90	9		9						3,68	4,42	4,40	5,0	1,36	1,5			9,99	11,48
Ürün Hafifliği	4,19	3			9	9				3,17	4,06	4,17	4,3	1,34	1,2			6,74	7,75
Dayanıklılık	4,88			9		9				3,60	4,34	4,17	5,0	1,39	1,5			10,17	11,68
Sağhğa uygunluğu	4,90						9			3,77	4,40	4,32	5,0	1,33	1,5			9,75	11,20
Hatasız olması	4,82	1				9		3		3,75	4,11	4,10	4,5	1,20	1,5			8,68	9,97
Fiyat esnekliği	4,50	3				9		3		3,93	3,23	3,23	4,5	1,15	1,2			6,18	7,11
Zamanında teslimat	4,54						3	1		4,15	4,06	4,03	4,6	1,11	1,2			6,04	6,94
Eğilimlere uygunluğu	4,26			9						4,46	4,14	4,19	4,5	1,01	1,2			5,16	5,93
Kolay iletişim	4,68				9					4,35	4,31	4,29	4,8	1,09	1,2			6,13	7,05
Ham Önem Ağırlığı	42,400	117,103	106,168	308,577	55,192	370,548	87,732	37,340	50,616										
Normalize Ham Önem Ağırlığı (%)	3,606	9,961	9,030	26,247	4,694	31,518	7,462	3,176	4,305										

Şekil 3. Kalite Evi Matrisi

4.1.4 Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama Uygulaması

Ele alınan problemde, müşteri beklentilerinin karşılanabilmesi için 9 teknik gereksinim ve bu teknik gereksinimlerin gerçekleştirilebilmesi için uygulanabilecek 14 farklı faaliyet belirlenmiştir.

Parametreler

n : Teknik özelliklerin gerçekleştirilebilmesi için belirlenen toplam faaliyet sayısı,

$T\ddot{o}_i$: i. teknik özelliğin normalize ham önem değeri,

C_i : i. faaliyetin maliyeti,

x_i : i. faaliyetin ele alınma durumu, 0-1 değişken,

Amaç Fonksiyonları

$$\text{En Küçükleme } Z_1 = \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i \quad (25)$$

$$\text{En Büyükleme } Z_2 = \sum_{i=1}^n T\ddot{o}_i \cdot x_i \quad (26)$$

Karar Değişkenleri

1. Hammadde nem oranında değişiklik (0,0361)

$$X_1 = \begin{cases} 1, & \text{Hammadde nem oranında değişiklik yapılacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Mevcut şekillendirme sistemi ve reçetede değişiklik yapılmadan hammadde nem oranının artırılmasıyla çamurun daha kolay şekillenmesi sağlayacağı için ürünün daha ince olması buna bağlı olarak daha hafif olması planlanmaktadır.

2. Ürün pişirim sürecinde iyileştirme (0,0996)

$$X_2 = \begin{cases} 1, & \text{Fırın rejiminde değişiklik yapılacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

$$X_3 = \begin{cases} 1, & \text{Fırın sıcaklıklarının ayarlanması için sistem temin edilecekse,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Pişirim süreci ürünlerin kalitesini doğrudan etkileyen bir aşamadır. Bu nedenle bu aşama için iyileştirme yapılması gerekli bulunmuş ve bunun için iki alternatif belirlenmiştir. İlk alternatif, mevcut durumda manuel olarak ayarlanan fırın sıcaklıkları için yeni otomatik vana sistemi temin edilerek her koşuldan kolaylıkla etkilenen fırınlar için standardizasyon sağlanması, ikinci alternatif ise fırın rejiminden kaynaklanan hataların azaltılması için rejim değişikliğinin yapılmasıdır.

3. Sır reçetesinde değişiklik (0,0903)

$$X_4 = \begin{cases} 1, & \text{Sır reçetesinde değişiklik yapılacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Yılın eğilimleri göz önünde bulundurularak yeni sır reçetelerinin çalışılması ile müşteri beklentisinin karşılanması planlanmaktadır. Masse reçetesinde değişiklik yapılması durumunda sıranın ürüne uygun olması için sır reçetesinde de değişiklik yapılması

gerekmektedir. Masse seramik üretiminde kullanılan hammaddeyi ifade etmektedir. Maseye, izostatik presler kullanılarak şekil verildikten sonra, ürüne parlaklık veren sır ile kaplanarak pişirilir ve nihai ürün elde edilir. Reçete ise bu karışımların içeriğini ifade etmektedir.

4. Masse reçetesinde değişiklik (0,2625)

$$X_5 = \begin{cases} 1, & \text{Masse reçetesinde değişiklik yapılacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Mevcut durumda kullanılan hammadde reçetesinde değişiklik yapılarak ürün dayanıklılığının, inceliğinin ve hafifliğinin sağlanması planlanmaktadır. Şekillendirme sisteminde değişiklik yapılması durumunda masse reçetesinin yeni sisteme uygun olarak revize edilmesi gerekmektedir.

5. Müşteri hizmetlerinin geliştirilebilmesi için çalışmalar (0,0469)

$$X_6 = \begin{cases} 1, & \text{Dış hizmet alınacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

$$X_7 = \begin{cases} 1, & \text{Firmadaki ilgili personel sayısı 1 artırılabilecekse,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Firmaya ulaşmak isteyen müşterilerin bekleme sürelerinin azaltılarak müşteri memnuniyetinin artırılması planlanmaktadır. Bekleme sürelerinin azaltılabilmesi için iki alternatif belirlenmiştir. İlk alternatif firma bünyesinde ilgili birimde istihdam edilen personel sayısının bir artırılmasıdır. İkinci alternatif müşteri hizmetleri konusunda hizmet veren şirketlerden dış hizmet alınmasıdır.

6. Şekillendirme yönteminde değişiklik (0,3152)

$$X_8 = \begin{cases} 1, & \text{Şekillendirme aşaması için yeni sistem alınacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

$$X_9 = \begin{cases} 1, & \text{Personele eğitim verilecekse,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Şekillendirme sürecinde tabak torna, fincan torna ve presler kullanılmaktadır. Bu aşamada iyileştirme yapılarak ürün inceliği, hafifliği, dayanıklılık, fire oranlarında azalma ve buna bağlı olarak fiyat esnekliği ve teslimat sürelerinde kısalma hedeflenmektedir. İyileştirme için iki farklı alternatif belirlenmiştir. İlk alternatif bu aşamada kullanılan cihazların yeni teknolojiye uygun olan izostatik presler ile değiştirilmesidir. Yeni sistem ile aynı zamanda mevcut sistem ile yapılamayan ürün modelleri yapılabilecektir. İkinci alternatif ise mevcut cihazlar kullanılmaya devam ederek emek yoğun çalışılan bu aşamada istihdam edilen personele kurum içi eğitim verilmesidir.

7. Müşteri farkındalığının artırılmasına yönelik faaliyetler (0,0746)

$$X_{10} = \begin{cases} 1, & \text{Reklamlarda sağlığa uygunluk konusu vurgulanacaksa,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

$$X_{11} = \begin{cases} 1, & \text{Satış personeline eğitim verilecekse,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Firma tabak, bardak gibi gıdaya doğrudan temas eden ürünler ürettiğinden gıdaya temas ile ilgili gerekli olan tüm testlerini yaptırmaktadır. Türkiye’de ve özellikle Fransa’da akredite edilmiş kurumlara migrasyon testleri yaptırılmakta, ürünlerin dünya genelinde kabul gören değerleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmektedir. Aynı zamanda hammadde temini aşamasında tüm değerler kontrol edilmekte, hammaddenin ağır metal içerip içermediği belirlenmektedir. Uygun olmayan hammadde kabul edilmemektedir.

Ancak yapılan anketler sonucunda, müşterilerin seramik ürünlerinin sağlığa uygun olmadığı yönünde bir algıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Dolayısı ile firma bu algının değiştirilmesi için çalışmalar yapılması gerektiği kararına varmıştır. Etkili olacağı düşünülen iki alternatif belirlenmiştir. İlk alternatif afiş, bilbord, sosyal medya aracılığıyla yapılan reklamlarda sağlığa uygunluk konusunun vurgulanması, ikinci olarak ise müşteri ile birebir irtibatla olan mağaza personellerinin üretim süreçleri ile ilgili bilgilendirilerek müşterilere aktarım sağlanması olarak belirlenmiştir.

8. Ambalaj kalitesinde iyileştirme (0,0318)

$$X_{12} = \begin{cases} 1, & \text{Ambalaj kalitesi artırılabilecekse,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Müşteri algısının değiştirilmesinde ürün kadar ambalaj da önemlidir. Mevcutta kullanılan ambalaj

yerine daha kaliteli malzeme kullanılarak müşterideki kalite algısının artırılması planlanmaktadır.

9. Kalite kontrol noktasında iyileştirilmesine yönelik faaliyetler (0,0431)

$$X_{13} = \begin{cases} 1, & \text{Personel istihdam edilmesi,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

$$X_{14} = \begin{cases} 1, & \text{Kalite kontrol için sistem temin edilecekse,} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Şekillendirme aşaması sonrasında kalite kontrol yapılmamakta, bu nedenle hatalı ürünler son işleme kadar hatta kalmaktadır. Bu zaman ve bütçe kayıplarına neden olarak teslimat sürelerini uzatmakta ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle şekillendirme aşaması sonrasında kalite noktası kurulmasına karar verilmiştir. Kalite noktasının kurulması için iki farklı alternatif belirlenmiştir. İlk alternatif kontrolün manuel yapılması için personel istihdam edilmesidir. İkinci alternatif ise kameraların ve bantların kullanıldığı otomasyona dayalı bir sistem geliştirilmesidir.

Kısıtlar

$$X_2 + X_3 \leq 1 \quad (27)$$

$$X_6 + X_7 \leq 1 \quad (28)$$

$$X_8 + X_9 \leq 1 \quad (29)$$

$$X_{10} + X_{11} \leq 1 \quad (30)$$

$$X_{13} + X_{14} \leq 1 \quad (31)$$

$$X_2 \leq X_5 \quad (32)$$

$$X_5 \leq X_4 \quad (33)$$

$$X_8 \leq X_5 \quad (34)$$

$$X_i : 0-1 \text{ tamsayı}, \forall i; \quad (35)$$

$$Z \geq 0; \quad (36)$$

Amaç fonksiyonları

Toplam maliyetin en küçüklenmesi;

$$EnkTM(X,C) = 100X_1 + 20.000X_2 + 36.000X_3 + 500X_4 + 500X_5 + 3.000X_6 + 4.500X_7 + 1.000.000X_8 + 3.000X_9 + 500X_{10} + 3.000X_{11} + 2.000X_{12} + 5.000X_{13} + 1.000.000X_{14} \quad (37)$$

Müşteri beklentilerinin en büyüklenmesi;

$$EnbMB(X) = 0,0361X_1 + 0,0996(X_2 + X_3) + 0,0903X_4 + 0,2625X_5 + 0,0469(X_6 + X_7) + 0,3152(X_8 + X_9) + 0,0746(X_{10} + X_{11}) + 0,0318X_{12} + 0,0431(X_{13} + X_{14}) \quad (38)$$

Firma için bütçe kısıtı bulunmayıp, firma en düşük maliyete katlanmayı talep etmektedir.

Denklem (25)-(26) amaç fonksiyonunun kapalı halini, Denklem (37)-(38) açık halini göstermektedir. Denklem (25)’de birinci amaç olan

toplam maliyetin en küçüklenmesi ve Denklem (26)'da ikinci amaç olan müşteri memnuniyetinin en büyüklenmesini ifade edilmektedir.

Kısıt (27), ürün pişirim sürecinde iyileştirme yapılabilmesi için fırın rejiminde değişiklik yapılması veya fırın sıcaklıklarının ayarlanmasını sağlayacak yeni sistem temin edilmesi alternatif durumlarının, Kısıt (28), müşteri hizmetlerinin iyileştirilebilmesi için dış hizmet alınması veya firma bünyesinde bir personel daha istihdam edilmesi alternatif durumlarının, Kısıt (29), şekillendirme aşaması için tornalar yerine yeni teknolojiye uygun izostatik preslerin temin edilmesi veya personelin eğitilmesi alternatif durumlarının, Kısıt (30), müşteri farkındalığının artırılmasına yönelik olarak reklamlarda sağlığa uygunluk konusunun vurgulanması veya satış personeline eğitim verilmesi alternatif durumlarının, Kısıt (31) ise kalite kontrol süreçlerinin iyileştirilmesi için ek personel istihdam edilerek manuel kontrol noktası oluşturulması veya yeni kontrol sistemlerinin temin

edilmesi alternatif durumlarının seçimini sağlamaktadır.

Kısıt (32), fırın rejiminde değişiklik yapıldığı takdirde masse reçetesinde değişiklik yapılması, Kısıt (33), masse reçetesinde değişiklik yapıldığı takdirde sır reçetesinde değişiklik yapılması, Kısıt (34) ise şekillendirme aşaması için yeni sistem temin edildiği takdirde bu sisteme uygun olarak yeni masse reçetesi çalışılması gerektiğini ifade etmektedir.

İdeal noktayı bulmak için Denklem (37)'de verilen toplam maliyet fonksiyonunu Lingo 11.0 programı kullanılarak (37)-(38) Denklemleri altında en küçüklenmiştir. Daha sonra aynı kısıtlar altında, Denklem (38)'da verilen müşteri beklentileri en büyüklenmiştir.

Belirlenen faaliyetlerin açıklamaları ve maliyetleri Tablo 6'de verilmiştir. Firma prensipleri gereği maliyetler yaklaşık olarak verilmiştir.

Tablo 6
Belirlenen Faaliyetlerin Açıklamaları ve Maliyetleri

Faaliyet	Açıklama	Maliyet (TL)
Nem oranında değişiklik yapılması	Masse reçetesinde herhangi bir değişiklik yapılmayıp hammadde hazırlanan preslerde basınç düşürülerek ya da süzülme süresi azaltılarak nem oranını artırılması planlanmaktadır.	100
Fırın rejiminde değişiklik yapılması	Fırınlarda mevcut durumda kullandığı enerji miktarı ile rejim değişikliği yapıldığı takdirde kullanılacağı enerji miktarı arasındaki fark bulunarak katlanılması gereken maliyet hesaplanmıştır.	20.000
Fırın sıcaklıklarının ayarlanması için sistem temin edilmesi	Fırınlarda hava girişleri manuel vana kontrollüdür. Bu durumda fırın sıcaklıklarındaki anlık değişimlerde hava miktarı sabit kalmaktadır. Hava ve gaz debilerini kontrol edebilmek için uygun vana sistem kullanılması planlanmaktadır.	36.000
Sır reçetesinde değişiklik yapılması	Reçete değişiklikleri firma prensipleri gereği paylaşılammamaktadır.	500
Masse reçetesinde değişiklik yapılması	Reçete değişiklikleri firma prensipleri gereği paylaşılammamaktadır.	500
Müşteri hizmetleri dış hizmet alınması	İlgili hizmeti veren firmalar ile görüşülmüş ve arayan müşteri sayısına, hizmet verilecek saatlere göre fiyat teklifleri alınmıştır. Uygun bulunan fiyat teklifi temel alınmıştır.	3.000

Müşteri hizmetleri personel sayısı bir artırılması	Firma bünyesinde bulunan müşteri hizmetleri bölümünde istihdam edilen personel sayısının artırılarak bekleme süreleri azaltılacak, müşterilerin daha kısa sürede firmaya ulaşmalarının sağlanması hedeflenmektedir.	4.500
Şekillendirme aşaması için yeni sistem temin edilmesi	Şekillendirme aşamasında kullanılan pres ve tornaların yerine yeni teknolojiye uygun izostatik pres temin edilmesi planlanmaktadır.	1.000.000
Personele eğitim verilmesi	Mevcut durumda şekillendirme aşamasında emek yoğun olarak çalışılmaktadır. Personellerin yeteneğine göre ürünlerde değişiklik gözlemlenmektedir. Bu nedenle personellere kurum içi eğitim verilmesi planlanmaktadır.	3.000
Reklamlarda sağlığa uygunluk konusunun vurgulanması	Afiş, bilbord ve sosyal medya reklamları hâlihazırda kullanılmaktadır. Tasarım bölümü tarafından hazırlanan görsellerde sağlığa uygunluk konusu vurgulanması, gerektiği takdirde yapılan test sonuçları paylaşılması planlanmaktadır.	500
Mağaza satış personeline eğitim verilmesi	Mağazalarda istihdam edilen personel firmaya davet edilerek ar-ge bölümü tarafından kendilerine teknik bilgi verilmesi ve personel aracılığıyla müşterilerin bu konuda bilgilendirilmesi hedeflenmektedir.	3.000
Ambalaj kalitesi artırılması	Bir ay süresince kare seri için kullanılan kutu maliyetleri hesaplanmış, ambalaj kalitesi değiştiği takdirde katlanılması gereken maliyetler tedarikçi firmalardan talep edilmiş ve aradaki fark temel alınmıştır.	2.000
Kalite kontrol noktasında personel istihdam edilmesi	Şekillendirme aşaması sonrasında kontrol noktası bulunmamaktadır. Yeni personel istihdam edilerek kontrollerin manuel olarak yapılmasını sağlayan bir kontrol noktası kurulması planlanmaktadır.	5.000
Kalite kontrol sistemi temin edilmesi	Şekillendirme aşaması sonrasında kameralar ile kalite kontrolün sağlandığı bir sistem kurularak kontrol noktası oluşturulması planlanmaktadır.	1.000.000

Karar vericiler, amaç fonksiyonları için çoklu normalleştirilmiş amaçları belirler.

Denklem (39)-(40) altında:

$$f_1(x) = TM(X,C) / 2.046.600 \geq 0,85 \text{ ve } \leq 1, \quad (39)$$

$$f_2(x) = -1 * MB(X) / 1,000 \geq -1 \text{ ve } \leq -0,85, \quad (40)$$

f_1 maliyetin en küçüklenmesi amacını, f_2 müşteri memnuniyetinin en büyüklenmesi amacını ifade etmektedir.

Çok seçenekli konik hedef programlama modeli karar vericilerin çok seçenekli hedef değerleri kullanılarak elde edilir ve hedef ağırlıkları $w_1 = 0,6$ ve $w_2 = 0,4$ olarak alınmıştır.

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i = 1,2,\dots,n, \quad (41)$$

$$a_{i,min} \leq y_i \leq a_{i,max}, \quad i = 1,2,\dots,n, \quad (42)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1,2, \quad (43)$$

(7)-(16) Kısıtları altında:

$$Enk \sum_{i=1}^n [(\beta + w_i) d_i^+ + (\beta - w_i) d_i^-] \quad (44)$$

β parametresinin değeri 0,39 olarak alınmıştır. Çünkü teorik olarak en küçük ağırlığa sahip olan amaç fonksiyonundan küçük, en büyük pozitif tamsayının alınması gerekmektedir.

$$f_1(x) - d_1^+ + d_1^- = y_1,$$

$$0,85 \leq y_1 \leq 1,$$

$$f_2(x) - d_2^+ + d_2^- = y_2,$$

$$-1 \leq y_2 \leq -0,85,$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1,2,$$

$$y_2: \text{serbest değişken}$$

(7)-(16) Kısıtları altında:

$$Enk 0,99*d12 - 0,21*d11 + 0,79*d22 - 0,01*d21;$$

Lingo 11.0 programı ile elde edilen çözüm sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7
Lingo11.0 Programı Çözüm Sonuçları

k	w_1	w_2	f_1	f_2	Çözüm
1	1	0	0	0	Global Opt
2	0	1	2.046.600	1,000	Global Opt
3	0,6	0,4	9.600	0,857	Global Opt

Lingo 11.0 programı çözüm sonuçları

Çok seçenekli konik hedef programlama problemi Lingo 11.0 programı kullanılarak çözülmüştür. En iyi çözümde, çok seçenekli hedefler ve sapmalar $y_1 = 1$; $y_2 = -0,85$; $d_1^+ = 0$; $d_1^- = 0,995$; $d_2^+ = 0$, $d_2^- = 0,74$ 'dür.

Çok seçenekli konik hedef programlama model çözümleri ile elde edilen ideal çözüm (9.600; 0,8574)

olarak bulunmuştur. Bu çözümün etkin bir çözüm olduğu düşünülmektedir. Müşteri beklentisinin karşılanma derecesi $MB(X) = 0,857$ olarak elde edilirken, bu çözümün toplam maliyeti $TM(X,C) = 9.600$ 'dür. Faaliyetlerin yapılıp yapılmama durumu Tablo 8'de bulunmaktadır.

Tablo 8
Gerçekleştirilmesi Gereken Faaliyetler Listesi

Karar Değişkenleri	Değer	Faaliyetler
X_1	1	Hammadde nem oranı artırılması
X_2	0	Fırın rejiminde değişiklik yapılması
X_3	0	Fırın sıcaklıklarının ayarlanması için sistem temin edilmesi
X_4	1	Sır reçetesinde değişiklik yapılması
X_5	1	Masse reçetesinde değişiklik yapılması
X_6	1	Dış hizmet alınması
X_7	0	Firmadaki ilgili personel sayısı 1 artırılması
X_8	0	Şekillendirme aşaması için yeni sistem alınması
X_9	1	Üretim hattında çalışan personele eğitim verilecekse
X_{10}	1	Reklamlarda sağlığa uygunluk konusu vurgulanması
X_{11}	0	Satış personeline eğitim verilecekse
X_{12}	1	Ambalaj kalitesinin artırılması
X_{13}	0	Personel istihdam edilmesi
X_{14}	0	Kalite kontrol için sistem temin edilmesi

Karar verici farklı durumları da görmek isteyebileceğinden farklı durumların ağırlık değerleri ve sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Bu sonuçların da gerekli durumlarda karar verici için yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 9
Farklı ağırlık durumlarında Lingo 11.0 çözüm sonuçları.

k	w_1	w_2	f_1	f_2	Gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler
1	0,3	0,7	34.600	1,000	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}$
2	0,4	0,6	34.600	1,000	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}$
3	0,5	0,5	34.600	1,000	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}$
4	0,6	0,4	9.600	0,857	$X_1, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}$
5	0,7	0,3	9.600	0,857	$X_1, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}$

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, seramik sektöründe bulunan bir firmada KFG ve çok seçenekli konik hedef programlamaya dayalı bütünleşik bir yaklaşım önerilmiştir. Bütünleşik yaklaşım iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, anket çalışmasının tamamlanması ile başlamaktadır. Anket çalışmaları ile kullanıcıların bir seramik sofraya geredinden neler beklediği, firmanın mevcut durumu ve diğer firmalar karşısındaki durumu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler KFG matrisinin ilgili bölümüne aktarılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda müşterilerin öncelikli beklentileri sağlığa uygunluk, bulaşık makinesinde yıkanabilirlik ve dayanıklılık olarak tespit edilmiştir. Firmanın bu beklentileri karşılayabilmesi amacıyla kalite evi matrisi vasıtasıyla gerçekleştirmesi gereken faaliyetler belirlenmiş ve bu faaliyetler önceliklendirilmiştir. İkinci aşamada, teknik gereksinimleri karşılayan faaliyetler karar değişkenlerine dönüştürülmüştür. Firma teknik gereksinimlerin yerine getirilmesi sırasında maliyetleri minimum düzeyde tutmak istemektedir. Amaçlar, müşteri beklentilerini karşılayacak faaliyetlerin toplam maliyetinin en küçüklenmesi ve müşteri beklentilerinin en büyüklenmesidir. Oluşturulan model çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı ile çözülmüştür. Buna göre firmada belirlenen amaçlar doğrultusunda uygulamaya geçilmesi gereken faaliyetler belirlenmiştir.

Çalışmanın firmaya pek çok fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Öncelikle KFG yaklaşımı kullanılarak müşterilerin bir mal veya hizmetten beklentilerinin tespit edilmesi sağlanmakta, böylece tasarım aşamasından ürün nihai hale gelinceye kadarki süreçte müşteri sisteme dâhil edilmiş olmaktadır. Bu durum tasarım kaynaklı hataların en aza indirgenerek maliyet ve zaman kayıplarının önüne geçilebilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda müşteri tatmin düzeyinin artırılacağı düşünülmektedir. KFG yaklaşımı, tüm üretim

aşamalarında etkili olması nedeniyle firma için koordinasyon ve iletişim artırılarak, grup toplantıları ve beyin fırtınaları ile daha etkili fikirlerin üretilebilmesini sağlamaktadır.

Önerilen bütünleşik yaklaşım ile belirli hedefler doğrultusunda toplam maliyeti ve müşteri beklentilerini bir arada ele alarak, iyileştirme sürecinde yapılması gereken faaliyetler belirlenmiştir. Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesiyle satışların da artacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan ölçeğin yerine oransal ölçek kullanılarak durum yeniden değerlendirilebilir. Bunun yanında çalışmada faaliyetler, teknik gereksinimler altında belirlenmiştir. Bunun yerine faaliyetler doğrudan teknik gereksinim olarak tanımlanabileceği düşünülmektedir. İki adımda yapılan işlemler tek bir adıma toplanacağından bu aşamada çözüme daha hızlı ulaşılabilir.

Çalışmaya firmada yeni ürün grubu olan kare serisi dikkate alınarak başlanmıştır. Bu çalışma müşteri anketleri, belirlenen faaliyetler ve seçimler ile tüm ürün gruplarına uygulanabilecektir. Bunun yanında, önerilen bütünleşik yaklaşımın başta aynı sektörde faaliyet gösteren firmalar olmak üzere, diğer sektörlerde de uygulanabileceği düşünülmektedir. Bütünleşik olarak incelenmiş KFG çalışması sayısının sınırlı olması nedeniyle, bu çalışmanın literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada Ayşe Kübra GÜLER, özet, giriş, sonuç yazılması ve düzenlenmesi, literatür araştırması, kaynak yazım ve düzenlenmesi, makalenin yazım kurallarına göre düzenlenmesi, Şafak KIRIŞ, özet, giriş, sonuç yazılması ve düzenlenmesi, problem çözme ve sonuçlarının değerlendirilmesi konularında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Akbaba A. (2005). Müşteri odaklı hizmet üretiminde kalite fonksiyon göçerimi (KFG) yaklaşımı: konaklama işletmeleri için bir uygulama çalışması., *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 59–81. Erişim Adresi: https://scholar.google.com.tr/scholar?q=akbaba+2005+m%C3%BC%C5%9Fteri+odakl%C4%B1+hizmet+%C3%BCretiminde&hl=tr&as_dt=0&as_vis=1&oi=scholart
- Akbaba A. (2006). Kalite fonksiyon göçerimi (KFG) sürecinde yararlanılabilecek araçlar ve yöntemler. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1 (12), 1 – 32. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/269619766_Kalite_Fonksiyon_Gocerimi_KFG_Surecinde_Yararlanilabilecek_Araclar_ve_Yontemler
- Akkawuttiwanich, P. & Yenradee, P. (2018). Fuzzy QFD approach for managing SCOR performance indicators. *Computers & Industrial Engineering*, 122, 189-201. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835218302535?via%3Dihub>
- Apparao, K.Ch. & Birru, A. K. (2017). Taguchi based hybrid approach in die casting process optimization. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 27(11), 2345-2356. Doi : [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(17\)60260-7](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(17)60260-7)
- Arı, S. (2006). Müşteri beklentilerini ürün karakteristiklerine dönüştürme aracı olarak kalite fonksiyon göçerimi ve bir gıda işletmesinde uygulama denemesi (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya. Erişim Adresi: <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/7899>
- Atlas M. (2008). Çok amaçlı programlama çözüm tekniklerinin sınıflandırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (1), 47 – 68. Erişim Adresi: <http://193.140.22.72/xmlui/handle/11421/336>
- Babbar, C. & Amin S. H. (2018). A multi-objective mathematical model integrating environmental concerns for supplier selection and order allocation based on fuzzy QFD in beverages industry. *Expert Systems with Applications*, 92, 27-38. Retrieved from: https://scholar.google.com.tr/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=Babbar%2C+C.+ve+A.min+S.+H.+%282018%29&btnG=
- Çinpolat S. (2007). *Kalite fonksiyon göçerimi ve hizmet sektöründe uygulanması* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul. Erişim Adresi: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/43234.pdf>
- Demirbağ, Ş. (2015). *Kalite fonksiyon yayılımında kano modelinin kullanılması* (Yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van. Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=UOJ4THE0xD1ftoLCgmgZbA&no=sgvpFQzihpD25aCdInFeQ>
- Devrim, B. (2006). *Swot analizi, kurumsal karne, kalite fonksiyon yayılımı, sun tzu'nun işletme yönetimi stratejilerinin bütünlleştirilmesi üzerine bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir. Erişim Adresi: <https://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12397/11686>
- Göloğlu, C. ve Sezeroğlu, A. (2007). Endüstriyel ürün geliştirmede kalite fonksiyon yayılımı uygulaması. *Teknoloji*, 10 (1), 49–59. Erişim Adresi: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=13f3a86d-0e66-43f3-8a5c-df7634d4e1c6%40pdc-v-sessmgr02>
- Güler, A.K. (2019). *Seramik sektöründe kalite fonksiyon göçerimi ve çok seçenekli konik hedef programlama bütünlşik yaklaşımı* (Yüksek lisans tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya. Erişim Adresi: <http://openaccess.dpu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12438/7916#sthash.r1j18wKq.dpbs>
- Güllü, E. ve Ulcay, Y. (2002). Kalite fonksiyonu yayılımı ve bir uygulama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 71 –91. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/202897>
- He, L., Song, W., Wu, Z., Xu, Z., Zheng, M. & Minge, X. (2017). Quantification and integration of an improved Kano model into QFD based on multi-population adaptive genetic algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 114, 183-

194. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.10.009>
- Jafarzadeh, H., Akbari, P. & Abedin, B. (2018). A methodology for project portfolio selection under criteria prioritisation, uncertainty and projects interdependency – combination of fuzzy QFD and DEA. *Expert Systems with Applications*, 110, 237-249. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.05.028>
- Kılıç, B. ve Babat, D. (2011). Kalite fonksiyon göçerimi: yiyecek içecek işletmelerine yönelik kuramsal bir yaklaşım. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (20), 93-104. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmusekad/issue/10216/125576>
- Kılıç Delice, E. ve Güngör, Z. (2008). Müşteri isteklerinin sınıflandırılmasında kano model uygulaması. *Akademik Bilişim, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale*. Erişim Adresi: https://ab.org.tr/ab08/kitap/Bildiriler/Kilic-Delice_Gungor_KanoModel_AB08.pdf
- Köse, Y. (2017). *Bütünleşik bir kalite fonksiyon yayılımı yaklaşımıyla yonga levha üretiminde ürün ve süreç kalitesinin iyileştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. Erişim Adresi: <https://avesis.ktu.edu.tr/yonetilen-tez/f8ec5531-bb84-4114-8f6e-7c92480cf004/butunlesik-bir-kalite-fonksiyon-yayilimi-yaklasimiyla-yonga-levha-uretiminde-urun-ve-surec-kalitesinin-iyilestirilmesi>
- Kurt, M., Efe B. ve Efe Ö.M. (2018). Ergonomik ürün tasarımına bütünleşik bir yaklaşım. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 192-202. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/324138882_Ergonomik_urun_tasarimina_butunlesik_bir_yaklasim
- Olçay, Y. ve Esin, N. (2010). Toplu konut üretiminde kullanıcı tatmini yönelimli bir veri toplama modeli: kalite fonksiyon yayılımı. *İtü Dergisi/Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 9(2), 71-82. Erişim Adresi: <https://pdfs.semanticscholar.org/b6db/3daa4923d4a452b9031897a181023143e759.pdf>
- Öter, Z. ve Tütüncü, Ö. (2001). Turizm işletmelerinde kalite fonksiyon göçerimi: seyahat acentelerine yönelik varsayımsal bir yaklaşım. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (3), 95-117. Erişim Adresi: [https://scholar.google.com.tr/scholar?q=%C3%96ter,+Z.+ve+T%C3%BCt%C3%BCnc%C3%BC,+%C3%96.+\(2001&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.tr/scholar?q=%C3%96ter,+Z.+ve+T%C3%BCt%C3%BCnc%C3%BC,+%C3%96.+(2001&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- Özgen, Ö., Duman, S. ve Atrek Demirel, B. (2009). Müşteri gereksinimlerinin müşteri ilişkileri yönetimine aktarılması: Modern kalite fonksiyon göçerimi uygulaması. *İktisat İşletme ve Finans*, 24 (283), 89-117. Erişim Adresi: <https://www.researchgate.net/publication/46530446>
- Öztürk, A. (2011). *Yöneylem Araştırmasına Giriş*. Bursa: Ekin Yayınevi. Erişim Adresi: <https://www.ekinyayinevi.com/tr/urun/kitap-akademik-ekin-yayinevi-yoneylem-arastirmasina-giris-ahmet-ozturk-9786053275664>
- Savaş, H. ve Ay, M. (2005). Üniversite kütüphanesi tasarımında kalite fonksiyon göçerimi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (3), 80 - 98. Erişim Adresi: https://scholar.google.com.tr/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=sava%2C5%9F+ve+ay+2005&btnG
- Soysal Kurt, H. ve Yenilmez, G. (2017). Kalite fonksiyon yayılımı: alışveriş merkezleri üzerine bir uygulama. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 9 (1), 14-29. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/oybd/issue/36071/405005>
- Üstün, Ö. (2012). Multi-choice goal programming formulation based on the conic scalarizing function. *Applied Mathematical Modelling*, 36(3), 974-988. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X1100463X>
- Yazdani, M., Kahraman, C., Zarate, P. & Cevik Onar, S. (2019). A fuzzy multi attribute decision framework with integration of QFD and grey relational analysis. *Expert Systems with Applications*, 115, 474-485. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.08.017>
- Yıldız, M. S. ve Baran, Z. (2011). Kalite fonksiyon göçerimi ve homojenize yoğurt üretiminde uygulaması. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 11 (1), 59 - 72. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/558591>