

## BİR AR-GE MERKEZİNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ (KFG) İLE ÜRÜN GELİŞTİRME UYGULAMASI

Fatma ALTUNTAŞ<sup>1</sup>, Barış BÜYÜK<sup>2</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir Ar-Ge merkezinde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ile mermerin sağlamaştırılması için kullanılan epoksi dolgu jelin müşteri istekleri doğrultusunda nasıl geliştirilebileceğinin ortaya çıkarılmasıdır.

**Yöntem:** Çalışmanın başında, firmanın Ar-Ge merkezinde çalışan mühendis, tekniker, teknisyen ve diğer çalışanların katıldığı bir kalite ekibi oluşturulmuştur. Kalite ekibi ile gerçekleştirilen çalıştay sayesinde kalite evi oluşturulmuş ve KFG uygulaması yapılmıştır.

**Bulgular:** Kalite evine göre en önemli ilk üç müşteri ihtiyacı; jelin kullanım öncesi donmaması, jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması ve B komponentinin sulanma açısından homojen olması yani ürünün çok akışkan olmamasıdır. Müşteri isteklerini karıştırmak için iyileştirilmesine karar verilen en önemli ilk üç teknik gereksinim; ısıtma yaparak üretim, kalite kontrol oluşturulması ve farklı ölçüde ambalajların kullanılmasıdır.

**Özgünlük:** Çalışmanın literatüre katkısı, bir inşaat firmasında jel üretim süreci için KFG yöntemi kullanılmasıdır. Makalede, ilk defa jel üretim sürecinde KFG yönteminin kullanımı adım adım sunulmuştur. Bununla birlikte, literatürde kısıtlı sayıda bulunan KFG'nin inşaat sektöründeki bir ürünün geliştirilmesi alanındaki uygulamalarını zenginleştirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalite Fonksiyonu Göçerimi, Mermer Sektörü, Epoksi Dolgu Jel Ürünü, Ürün Geliştirme Süreci.

**JEL Kodları:** O31, O32, M11.

## APPLICATION OF PRODUCT DEVELOPMENT WITH QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) IN AN R&D CENTER

### ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this study is to implement product development with Quality Function Deployment (QFD) in an R&D center operating in the construction sector. For this purpose, it has been revealed how the epoxy filler gel used for the consolidation of marble can be developed by using KFG in line with customer requests.

**Methodology:** At the beginning of this study, a quality team was formed with the participation of engineers, technicians, and other employees working in the company's R&D center. A house of quality was created and a QFD application was conducted through the workshop held with quality team.

**Findings:** According to the quality house, the first three most important customer requirements are (1) the gel must not freeze before use, (2) the gel must stay in the apparatus used during application to a floor, and (3) the B component must be homogeneous in terms of irrigation, that is, the product must not be very fluid. The three most important technical requirements that were decided to be improved to meet customer demands; production by heating, creating quality control and using different sizes of packaging.

**Originality:** The contribution of the study to the literature is that the QFD method is used for the gel production process in a construction company. In this study, for the first time, the use of the QFD method in the gel production process is presented step by step. Furthermore, it enriches the applications of QFD in the field of construction, which is limited in the literature.

**Keywords:** Quality Function Deployment, Marble Industry, Epoxy Filler Gel Product, Product Development Process.

**JEL Codes:** O31, O32, M11.

<sup>1</sup> Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye, fatmaaltuntas@topkapi.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8644-5876 (*Sorumlu Yazar-Corresponding Author*).

<sup>2</sup> İnşaat Mühendisi, Ar-Ge Merkezi Müdürü, sbbuyuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1988-8260/

## 1. GİRİŞ

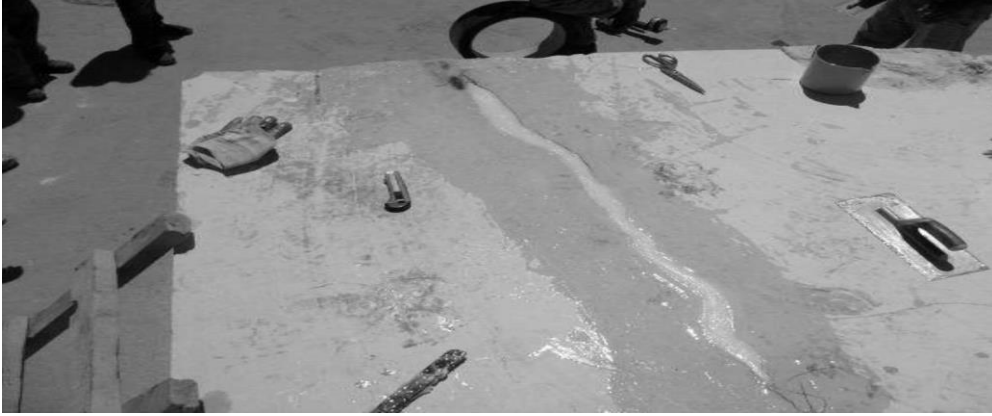
Sosyal ve ekonomik kalkınmanın sürekliliği birçok sektörün gelişmesine bağlıdır. Bu sektörlerden biri de inşaat sektörüdür. Literatürde inşaat sektörünün sosyal ve ekonomik kalkınmayı desteklemesinin gerekli olduğu savunulmaktadır (Horvath, 2004: 181). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyümede inşaat sektörü kritik öneme sahiptir (Kaya ve diğerleri, 2013:148). Sosyal ve ekonomik kalkınmanın sağlanabilmesi için mevcut sektörlerle yenilikçi ürünlerin eklenmesinin yanı sıra var olan ürünlerin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ya da dönüşümünün yapılması da gereklidir. Bu sebeple, Ar-Ge çalışmalarının yapılması sonucu sürdürülebilir ekonomiye önemli katkılar sağlanabileceği düşünülmektedir (Genç ve Atasoy, 2010: 28). Ar-Ge bölümleri yeni ürün ve süreç inovasyonların gerçekleştirdiği bölümlerdir. Başarılı Ar-Ge projeleri müşteriye ulaştığında firma içinde inovasyon yaratırlar ve özellikle başarılı Ar-Ge projeleri teknolojik inovasyonun temelini oluştururlar. Yapı sektöründe faaliyet gösteren firmalar yeni ürün geliştirme süreçlerine müşterilerini de dahil edebilirlerse, Ar-Ge'de gerçekleştirilen projelerin inovasyona dönüşme ihtimalleri yükselir. Müşteri odaklı yeni ürün geliştirme veya var olan ürünlerin müşteri isteklerine göre yenilenmesi için literatürde kullanılan en yaygın yöntem Kalite Fonksiyonu Göçerim (KFG) metodunun kullanılmasıdır. KFG ürün inovasyonu için kullanılabilecek müşteri odaklı bir yaklaşımdır (Govers, 1996). Bir ürün veya servisin başarısı onun müşteri ihtiyaç ve beklentilerini nasıl karşıladığına bağlıdır (Bouchereau ve Rowlands, 2000). Bu nedenle müşteri gereksinimlerinin belirlemek ve nasıl karşılanacağını tespit etmek için KFG kullanılmaktadır. Günümüzde şirketler, işletmelerde stratejik ve operasyonel kararları ele alan güçlü bir araç olarak da KFG'yi başarıyla kullanmaktadır (Mehrerdi, 2010). KFG ürün tasarımında yaygın olarak kullanılan müşteri odaklı bir yaklaşım ve araç haline gelmektedir (Tang ve diğerleri, 2002) ve ürün veya hizmet planlaması için çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve diğerleri, 2022).

Olabildiğince dayanıklılığın sağlanmaya çalışıldığı sektörlerin başında inşaat sektörü gelmektedir. İnşaat için kullanılan her bir yapı malzemesinin dayanıklı, uzun ömürlü, kullanışlı ve yapıdaki ihtiyacı tam anlamıyla karşılaması beklenmektedir. Yapı malzemelerinden biri de mermerdir. Türkiye'de mermer üretimi sanayide önemli bir yer tutmaktadır. Genel olarak Marmara ve Ege bölgelerimizde mermer yataklarımızı yoğunlaşmış olsa da diğer bölgelerimizde de mermer rezervleri bulunmaktadır (Eraslan ve diğerleri 2008: 198). Türkiye'de mermer alanında hem ihracat potansiyelinin yüksek olması hem de bu alanda inovasyona dayalı katma değerli ürün üretme potansiyelinin bulunması nedeniyle uluslararası rekabette önemli bir avantaja sahiptir. Bu avantajın sürdürülebilir olması için müşteri odaklı inovasyon çalışmalarının yapılması gerekir.

Mermer ocaklarından çıkarılan endüstriyel anlamdaki mermerin işlenmesi için atölyeye gönderilmesinden önce genellikle sağlamaştırmasına ihtiyaç vardır. Dolgu ve sağlamaştırma gereksinimi olan blok veya işlenmiş ürünlere dolgu güçlendirme uygulaması yapılmaktadır (Gökdemir, 2010: 4). Sağlamaştırma maksadıyla kullanılan ürünlerin başında ise epoksi jel gelmektedir. Şekil 1'de epoksi jel ile güçlendirilen Sand Wave bloğu görülmektedir.

Yapı işlerinde kullanılan dolgu işleminin yapılabilmesi için seçilecek malzemeyi etkileyen birçok değişken bulunmaktadır (Gökdemir, 2010: 15). Seçilecek değişkenler ürün için uygun olması beklenmektedir. Dolgu malzemeleri ve uygulama sistemleri kullanılmasından önce, önemli bazı taşların üretimin son aşamasında kırılıp-dağıldığı, ortaya çıkan gözenekler sebebiyle ıskartaya alındığı bilinmektedir (Acar, 2003: 432). Bu durumun devam etmesi halinde firmanın ekonomik açıdan olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Ortaya çıkan gözeneklerin dolgusunun gerektirdiği durumlarda ve çatlakların tamir edilmesinde epoksi jel önemli bir ürün olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, yapı malzemelerinden biri olan mermerde kullanılan dolgu güçlendirme maddesi epoksi jel ürünü için KFG metodunun uygulaması yapılarak, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda jel ürününün geliştirilmesi hedeflenmiştir. KFG yönteminin uygulaması sonucunda hem ürün geliştirilmesi yapılmıştır hem de müşteri memnuniyetinin artacağı değerlendirilmiştir. KFG metodu genel olarak müşteriye memnun etmek amacıyla, onun isteklerini ve ihtiyaçlarını temel alarak yürütülmektedir. KFG uygulamaları müşteri ihtiyacının tam olarak karşılanmasını sağlayarak, müşterinin istediği ürün ya da hizmeti elde etmesini amaçlamaktadır (Savaş ve Ay, 2005: 85). Başlangıçta ağırlıklı uygulaması sanayi sektöründe yapılsa da zamanla turizm sektörü, eğitim sektörü; tedarik zinciri gibi farklı alanlara da uygulanması yapılmıştır (Ünal ve Yıldız, 2017; Lam ve Bai, 2016; Savaş ve Ay, 2005).



**Şekil 1. Epoksi jel ile güçlendirilen Sand Wave bloğu (Gökdemir 2010:53)**

Bu çalışmanın araştırma sorusu şu şekilde belirlenmiştir: Mermerin sağlamlaştırılması için kullanılan epoksi jel müşteri istekleri doğrultusunda KFG kullanılarak nasıl geliştirilmelidir? Bu araştırma sorusuna cevap vermek amacıyla inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir Ar-Ge merkezinde KFG ile ürün geliştirme uygulaması yürütülmüştür. Yürütülen gerçek KFG uygulaması sonucu mevcut literatüre iki önemli katkısı olacağı değerlendirilmektedir.

- i. Birinci katkısı gerçek hayatta kullanılan mevcut epoksi jel ürününün müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yeniden geliştirilmesidir.
- ii. İkinci katkısı ise mevcut jel ürünü için KFG kullanılarak gerçek vaka analizi ile yapı sektöründe ürün geliştirme uygulamasının sunulması ve kısıtlı sayıda bulunan KFG'nin inşaat alanındaki bir ürünün geliştirilmesi uygulamalarını zenginleştirmektedir.

Yapı sektöründe ürünün kullanım aşamasında değiştirilmesi riskli bir durumdur. Bu sebeple kullanılan ürünlerde gözden kaçırılan bir eksiklik ya da tahmin edilmeyen bir problemin yaşanması, telafisi zor olan sonuçlar doğurabilmektedir. Yapı malzemelerinde kullanılan jel ürünlerinin sürekli iyileştirme düşüncesiyle müşteri ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmesi bu sebeplerden dolayı çok önemlidir.

Teknolojinin gelişmesiyle beraber rekabetin artması yönetim, operasyon, üretim teknikleri alanlarında yenilik çalışmalarını hızlandırmaktadır (Doşar ve Görener, 2020: 270). KFG özellikle firmaların yenilik süreçlerinde yeniden tasarım maliyetlerin azaltarak firma verimliliğine de katkıda bulunmaktadır. Müşteri ile birlikte ürün geliştirilmekte böylece olası uygunsuzluklar ürün pazara çıkmadan önlenilmektedir. Bu yönüyle de firma verimliliğine katkıda bulunulabilmektedir. KFG uygulamalarının firma verimliliğine etkisi sadece bunlarla sınırlı değildir. Aynı zamanda, müşterinin "tasarım masası"na davet edilerek ürün geliştirme ve iyileştirme süreçleri yürütüldüğünden müşteri memnuniyetinin de artırılmasına katkı sağlanmaktadır. Malzemelerin geliştirilmesinin, yenilik çalışmalarının sürekli güncellenmesinin müşteri tatminini artıracağı düşünülmektedir. Bununla birlikte yapı sektörüne müşteri odaklı yeni ürün geliştirilmesi sayesinde yeni pazarların oluşması veya mevcut pazarların geliştirilmesine olanak sağlayacağı öngörülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde KFG ile ilgili literatürde son yıllarda yapılan çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın Ar-Ge merkezinde KFG ile bir ürün geliştirme uygulaması verilmiştir. Son olarak ise çalışmanın sonuçları dördüncü bölümde aktarılmıştır.

## **2. LİTERATÜR TARAMASI**

KFG, toplam kalite yönetimi şemsiyesi altında yeni bir ürün geliştirme kavramı olarak doğmuştur (Akao ve Mazur, 2003). KFG, 1960'ların sonlarında Japonya'da tasarlanmıştır ve 1980'lerin başında otomotiv sektöründen başlamak üzere Amerika'daki sektörler tarafından benimsenmiştir (Cauchick Miguel, 2005). KFG sanayide kullanımı ile birlikte sonraki yıllarda sıklıkla ürün geliştirme süreçlerinde kullanılmıştır. Yöntem, öncelikle müşteri isteklerini belirlemekte, sonra da bu istekleri müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak mühendislik karakteristiklerine dönüştürmekte, son olarak ise mühendislik karakteristikleri müşteri ihtiyaçlarını temel alarak önceliklendirilmektedir (Rajam Ramasamy ve Selladurai, 2004). KFG kullanılarak tasarlanan ürünler, KFG kullanılmaksızın tasarlanan ürünlere göre daha az maliyetli, daha kısa geliştirme süresine sahip ve daha kaliteli ürünler olabilir (Vonderembse ve Raghunathan, 1997). KFG müşteri ihtiyaçlarını ürün özellikleriyle eşleştirmek ve kalite odaklı ürün geliştirme için yapılandırılmış bir yaklaşıma sahiptir (Zhang, 2019). Bununla birlikte, KFG müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının sürekli artan müşteri

gereksinimine optimum çözüm sağlar ve şirketin başarılı olmasını ve maliyet ve kalite açısından rekabet avantajı elde etmesini de sağlar (Karthiyayini ve Rajendran, 2021).

Bir firma için ürün geliştirme, mevcut rekabet ortamında ayakta kalabilmek için zorunludur (Zhang, 2019). Literatürde KFG birçok ürün geliştirme süreçlerinde uygulanmıştır. Karpuz ve diğerleri (2012) hizmet sektöründe bir KFG uygulaması yürütmüştür. Son yıllarda KFG'nin uygulandığı çalışmaların bazıları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den görüleceği gibi KFG yöntemi servis sektörü, tarım sektörü, sağlık sektörü, inşaat yapı sektörü gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Yöntemin kullanıldığı sektörlerde ürün ve hizmet geliştirmek amacıyla uygulandığı görülmektedir.

**Tablo 1. KFG ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar**

No	Çalışma	Konu
1	Doşar ve Görener (2020)	Yapı sektöründe ürün geliştirme
2	EI-Mesbahi ve diğerleri (2020)	Seramik baskı makinesi için yeni bir ekstrüzyon sistemini yeniden tasarımı
3	Huang ve diğerleri (2020)	Kısa mesafeli deniz taşımacılığının kalitesini değerlendirilmesi
4	Kuvat ve Abatay (2020)	Karma yem üretiminde müşteri ihtiyaçlarının karşılanması
5	Nardalı ve diğerleri (2020)	Uzaktan eğitim hizmetlerinin pazarlanması
6	Nursaçan ve Çetinyokuş (2020)	Hastane hizmetlerinin iyileştirilmesi
7	Pop ve diğerleri (2020)	Meyveli dondurma üretiminde müşteri isteklerinin karşılanması
8	Elhegazy ve diğerleri (2021)	Binalar için en uygun yapısal sistemin seçilmesi
9	Park ve diğerleri (2021)	Self servis teknolojilerinin kalitesinin restoranlar için geliştirilmesi

Bununla birlikte, literatürde KFG çeşitli yöntemler ile birlikte de kullanılmıştır. Bu çalışmaların özeti Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'den görüleceği gibi KFG ile çok kriterli karar verme teknikleri ve bulanık mantık yaklaşımı sıklıkla kullanılmaktadır. KFG ile bulanık mantık yaklaşımının birlikte kullanıldığı çalışmaların son yıllarda hızlı bir artış göstermektedir. Yöneylem araştırması tekniklerinden olan hedef programa ile KFG'in birlikte kullanılarak yürütülen çalışma da bulunmaktadır. KFG ile çeşitli yöntemlerin avantajları bir araya getirilerek araştırmaların yürütülmesi sıklıkla araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir.

**Tablo 2. Son yıllarda KFG ile çeşitli yöntemleri birleştiren çalışmalar**

No	Çalışma	Yöntem
1	Karthiyayini ve Rajendran (2021); Tatman (2020); Bagassi ve diğerleri (2020); Čočkalo ve diğerleri (2020);	AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve KFG
2	Güler ve Kırış (2020);	Çok seçenekli konik hedef programlama ve KFG
3	Singh ve Rawani (2021)	TOPSIS ve KFG
4	Chen ve diğerleri (2021)	AHP, Gri İlişkisel Analiz ve KFG
5	Xu ve Zhang (2020)	Gri İlişkisel Analiz ve Bulanık KFG
6	Deepu ve Ravi (2020); Fagnoli ve diğerleri (2018)	Analitik Ağ Süreci (AAS) ve KFG
7	Tusnial ve diğerleri (2020)	AHP, TOPSIS ve KFG
8	Aouag ve diğerleri (2020)	Değer Akışı Haritası, Bulanık DEMATEL ve
9	Shahin ve Ebrahimi (2020)	Kano Modeli ve KFG
10	Mistarih ve diğerleri (2020); Yin ve diğerleri (2020)	Bulanık AAS ve KFG
11	Pandey (2020)	Bulanık KFG
12	Avikal ve diğerleri (2020)	Bulanık Kano ve KFG
13	Neira-Rodado ve diğerleri (2020)	Bulanık Kano, AHP, DEMATEL, KFG
14	Ahmadzadeh ve diğerleri (2020)	DEMATEL ve KFG
15	Haber ve diğerleri (2020)	Bulanık AHP, Kano Modeli ve KFG
16	Yan ve diğerleri (2020)	Bulanık Kümeleme ve KFG
17	Demirtaş ve Köksal (2019)	SERVQUAL ve KFG
18	Başkır (2017)	Bulanık KFG

Müşterinin bir tesis için oluşturacağı vizyonun, söz konusu tesis için gereksinimleri nasıl tanımladığına ve bu tanımlarını inşaat tasarım ekibine nasıl ilettiğine bağlıdır (Kamara ve diğerleri, 1999). Literatürde müşteri gereksinimlerinin ve müşteri vizyonunun tasarım sürecine dâhil olması inşaat sektöründe müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalardan Kamara ve diğerleri (1999) inşaat sektöründe müşteri gereksinimlerini dikkate alarak müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik KFG uygulaması yapmıştır. Benzer şekilde Gargione (1999) Brezilya'da gayrimenkul inşaat projesinin tasarım aşamasında KFG ile bir vaka analizi sunmuştur.

Topraklı (2019), Gaziantep ek adliye binası tasarımı yaparak adliye binalarında KFG yöntemini uygulamıştır. Topraklı (2019), hâkimler ve diğer bina kullanıcılarının binadaki sorunlarını belirlemiş ve binada otopark sorunu, gürültüsüz çalışma ortamı, toplantı ve konferans salonları taleplerini dikkate alarak bina kalitesinde iyileştirmeler yapmıştır. Benzer şekilde inşaat tasarımı aşamasında görselleştirmenin önemi üzerinde duran Erdoğan (2003), binalardaki iyileştirmeler üzerine Türk tasarım ve inşaat yapılarında müşteri isteklerini dikkate alan KFG uygulaması yapmıştır. Mimari tasarımda müşteri isteklerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulayan Canan ve Varolgüneş (2018), kullanıcı isteklerini dikkate alan bir mimari tasarımın yapılması gerektiğini vurgulayarak KFG ve AHP yöntemlerini birlikte kullanarak ve müşteri memnuniyetini artırmayı hedeflemişlerdir. İnşaat sektöründe yapım ve tasarım aşamasında inşaat değerinin artırılmasına yönelik yapılan çalışmalardan biri de Demir ve diğerlerinin (2011) yaptığı uygulamadır. Demir ve diğerleri (2011) KFG ve değer analizi yaparak çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. John ve diğerleri (2014), Nijerya'da tasarım ve inşaat projelerinde kalite, maliyet ve proje teslim süresi açısından müşterilerin memnuniyetini artıran bir kalite kontrol tekniği olarak KFG farkındalığını ve etkinliğini araştırmayı amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Delgado-Hernandez ve diğerleri (2007), inşaat yapısında çocuk odası tasarımında müşteri memnuniyetini sağlamaya yönelik KFG uygulaması yapmıştır.

Bazaati ve diğerleri (2014), konutların yapı özelliklerini inceleyerek, inşaat sektöründe olan bir firmada KFG uygulaması yaparak müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik uygulama yapmışlardır. Uygulama sonucuna göre müşteri istekleri içinde en büyük bağlı öneme sahip özelliğin *deprem* olduğu vurgulanmıştır. Daha sonra *ulaşım*, *ısıtma*, *yalıtım* özellikleri en çok dikkat edilen özellikler olduğu bulgularına varmışlardır. Başka bir çalışmada Shi ve Xie (2009) yeşil inşaat projelerinde KFG yönteminin kullanıldığı yeni bir yaklaşım önermiştir.

Olçay ve Esin (2010), konut üreticilerinin performansının gösteren kriterlerden birinin konut müşterilerinin tatmin olması bilgisine vurgu yaparak, toplu konut eğilimleri doğrultusunda müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin projelere ne oranda yansıtıldığı araştırmışlardır. Olçay ve Esin (2010), araştırmalarında KFG kullanarak gerçek bir vaka çalışması yapmışlardır. Benzer şekilde Kara ve diğerleri (2017), çalışmalarında Toplu Konut İdaresi Başkanlığı'nın (TOKİ) konutlarını kullanmakta olan müşterilerinin memnuniyetini KFG ile değerlendirmişlerdir. Gültekin (2002)'de toplu konutlarda yapı işlerinde iyileştirmelere yönelik olarak yapı bileşenlerinin kalitesinin değerlendirilmesi amacı ile KFG kullanarak gerçek bir vaka uygulaması yapmıştır.

Bu çalışmalara ek olarak Dikmen ve diğerleri (2005), Türkiye'de konut projesi üzerinde vaka analizi ile bir uygulama yaparak katkı sağlamışlardır. Dikmen ve diğerleri (2005) çalışmalarının odak noktası inşaat aşamasından sonra en iyi pazarlama stratejisini belirlemek, farklı rakiplerin performansları arasında bir karşılaştırma yapmak ve deneyim aktarmak için KFG'nin stratejik bir karar verme aracı olarak uygulanabilirliğini incelenmeye çalışmaları olmuştur. Başka bir çalışmada, Fagnoli ve diğerleri (2020) inşaat sektöründe yaşanan kazaların riskini araştırmaya yönelik KFG yöntemini kullanarak bir uygulama yapmışlardır. KFG, müşteri memnuniyetini hedefleyen birçok alanda kullanılmıştır.

KFG yönteminin sektör ayrımı yapılmaksızın geniş bir alanda ürün ve süreç geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. İnşaat alanında da kullanımı yaygın şekilde kabul görmüştür. İnşaat sektöründe KFG uygulamaları daha çok konutların müşteri isteklerine göre tasarlanması ve müşteri memnuniyetinin artırılması amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada ise inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir Ar-Ge merkezinde yeni ürün geliştirilmesi aşamasında kullanılmıştır. KFG uygulaması gerçekleştirilen ürün epoksi dolgu jeli ürünüdür. Epoksi jel ürünün ile ilgili literatürde bu çalışmada ele alınan şekli ile bir çalışma yürütülmemiştir.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışma altı adımda gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yürütülmesinde kullanılan adımlar Şekil 2'de verilmiştir. Çalışmanın birinci adımında, uygulamanın yapıldığı firma çalışanlarına KFG hakkında eğitim verilmiştir. İkinci adımda firmada KFG uygulamasının yürütüleceği ürün belirlenmiştir. Belirlenen ürün için Ar-Ge Merkezi Müdürü ile KFG uygulamasının gerçekleştirileceği bir ekip üçüncü adımda oluşturulmuştur. Literatürde, KFG uygulamaları için kurulan ekibe kalite ekibi ifadesi de kullanılmaktadır (Altuntaş ve diğerleri, 2019). Oluşturulan ekip, uygulamanın gerçekleştirileceği ürünün teknik özelliklerini bilen, müşteri ile doğrudan ürün satışında bulunan, ürün üretiminde yer alan ve son olarak Ar-Ge merkezinde çalışan

mühendis, tekniker ve teknisyenlerin dâhil olduğu bir ekiptir. Dördüncü adımda müşteri istekleri ve teknik gereksinimler belirlenmiştir. Beşinci adımda kalite evi oluşturulmuş ve son adım olan altıncı adımda da sonuç ve değerlendirmeler yapılmıştır. Beşinci adımda teknik gereksinimleri mutlak ve göreceli önem düzeyleri Eşitlik 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$m$ : müşteri ihtiyacı sayısı

$n$  = teknik gereksinim sayısı

$M_i$  =  $i$ . müşteri ihtiyacının önem düzeyi

$N_j$  =  $j$ . teknik gereksinim

$A_{ij}$  =  $j$ . teknik gereksinim ile  $i$ . müşteri ihtiyacı arasındaki ilişkinin değeri

$B_j$  =  $j$ . teknik gereksinimin mutlak önemi

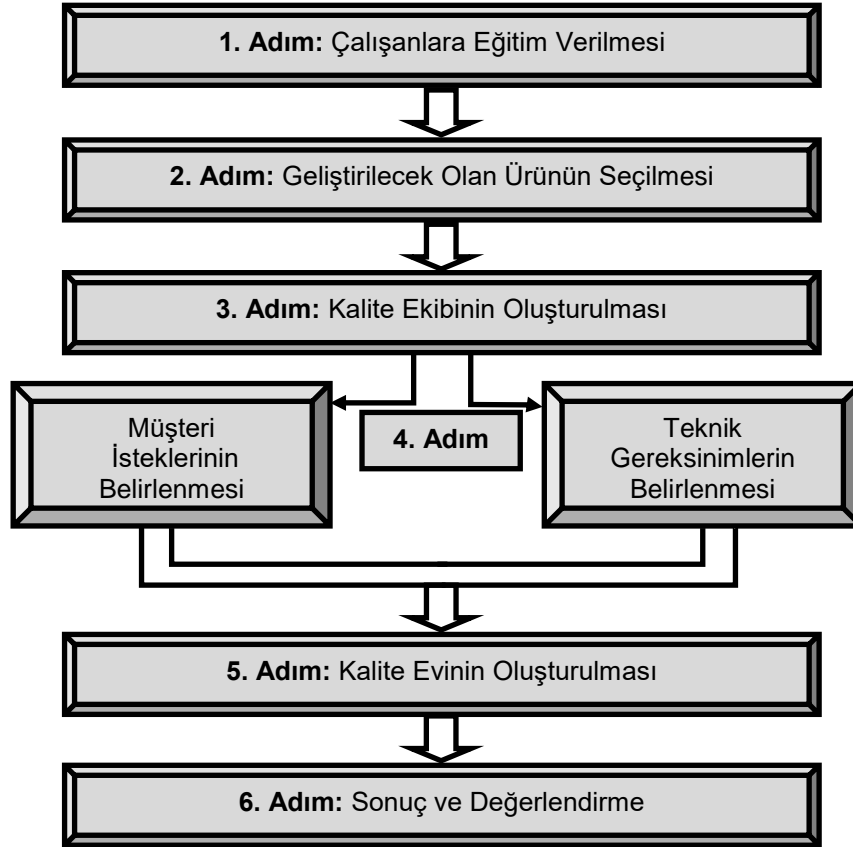
$C_j$  =  $j$ . teknik gereksinimin göreceli önemi

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

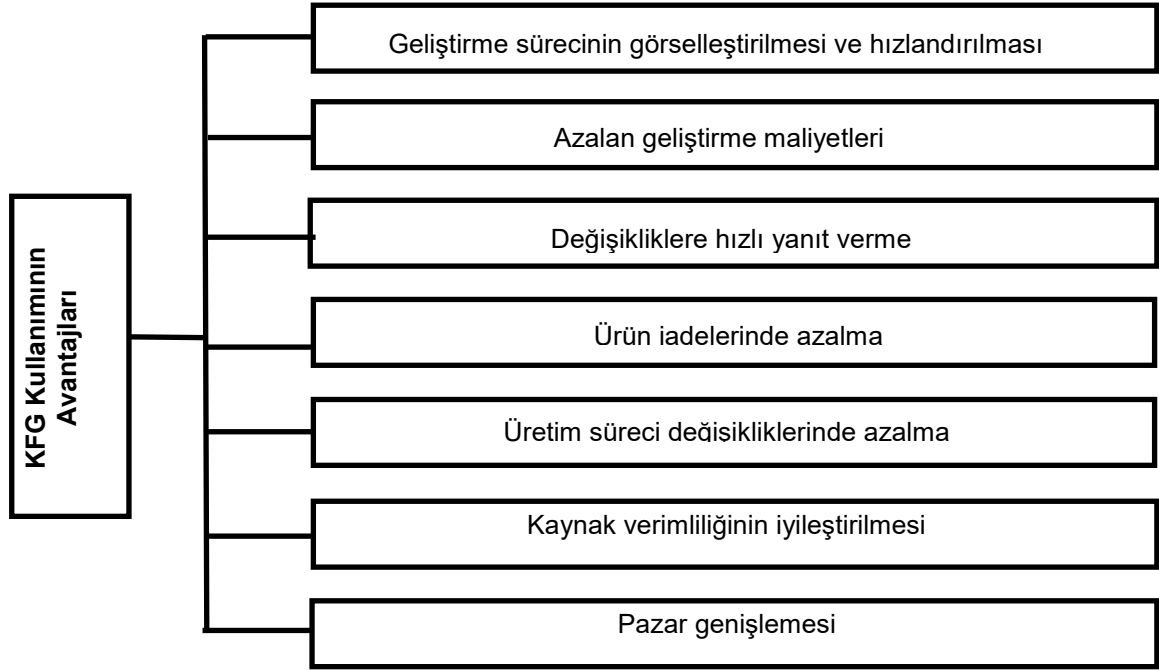
$$B_j = \sum_{i=1}^m M_i \times A_{ij} \quad (1)$$

$$C_j = \frac{B_j}{\sum_{j=1}^n N_j} \times 100 \quad (2)$$



**Şekil 2. KFG uygulama adımları**

Şekil 3'te KFG kullanımının faydaları verilmiştir. Buna göre, KFG uygulaması yapıldığında geliştirme süreci görsel olarak takip edilebilmektedir ve ürünün geliştirilmesi ile birlikte geliştirme maliyeti, ürün iadesi, üretim süreci değişikliği azalmaktadır. Firmaya bu faydaların gerçekleşmesi durumunda ekonomik olarak sürdürülebilirliğinde artırdığı söylenebilmektedir. Tüm bu avantajların sonucu firmanın pazarda kalma ömrü uzayabilir, ekonomik olarak büyüme stratejilerini daha hızlı gerçekleştirebilir. Bu sayede kaynaklarını firmanın başka alandaki açıklarını kapatmak için kullanabilecek ve inovasyon stratejilerini güncel tutması için diğer çalışmalara da daha fazla kaynak ayırabilecektir.



Şekil 3. KFG uygulamasının avantajları (Kalinina ve diğerleri, 2020: 229).

#### 4. UYGULAMA

Bu çalışma, 1998 yılında inşaat sektöründe faaliyet göstermek amacıyla kurulan bir firmada yapılmıştır. Söz konusu inşaat firması sektörün ihtiyaçlarını karşılamak ve ülke sanayisine katkıda bulunmak amacıyla her geçen gün büyümektedir. Sektöre yapı malzeme üretimi yaparak önemli katkılar yapmaktadır. İnşaat sektöründe karşılaşılan problemlere mühendislik çözümleri hizmeti de vermektedir. Ürün ve hizmet kalitesini sürekli geliştirmeyi vizyon edinen firma 70'ten fazla ülkeye ihracat yaparak ülke ekonomisinde de önemli bir konuma sahiptir. İnovasyona ve yeni ürün geliştirmeye son derece önem veren firma müşteri talepleri doğrultusunda ürünlerini sürekli iyileştirmektedir.

Bu çalışmada, firmanın ürettiği önemli ürün kalemlerinden biri olan epoksi dolgu jeli ürününün müşteri istekleri doğrultusunda yeni bir ürün geliştirilmesine yönelik bir araştırma yapılmıştır. Yapı malzemelerinde kullanılan önemli bir bileşen olan epoksi dolgu jeli ürününün geliştirilmesi amacıyla KFG yöntemi uygulanmıştır. Gerçek hayatta kullanılan bu önemli jel maddesinin geliştirilmesi ile ürün inovasyonunun yapılması için de önemli bir adım olacağı düşünülmektedir. KFG müşteri odaklı ürün geliştirme yöntemlerinden biridir (Augusto Cauchick Miguel 2007). Günümüzde birçok şirketteki iş kararları, yüksek derecede müşteri memnuniyeti sağlayan ürünlerin seçilmesine yönelik olarak alınmaktadır (Kahraman ve diğerleri, 2006). Müşteri odaklı ürün geliştirme çalışmaları müşteri memnuniyetini de beraberinde getireceği düşünülmektedir. Bu nedenle, müşteri istekleri doğrultusunda inovasyon yapmayı önemseyen firmalar için KFG kullanımı müşteri memnuniyetini de doğrudan etkileyeceği değerlendirilmektedir.

Bir ürünün pazarda yer alabilmesi için, müşteri ihtiyaçlarının net olarak ortaya konması gerekmektedir (Tatman, 2020: 167). Kalite ekibi oluşturulduktan sonra, söz konusu ürün için hedef müşteri kitlesi belirlenmiştir. Müşteri ihtiyaçları belirlenirken öncelikle müşteri ile doğrudan iletişimde bulunan ve firmadaki pazarlama ve satış bölümünde uzun süre çalışan çalışanlarının görüşlerine başvurulmuştur. Çalışmanın başında, bu çalışanlarını da dâhil olduğu bir kalite ekibi oluşturulmuştur. Bu çalışanlardan görüşme yoluyla müşteri taleplerini ve şikayetlerinin de dikkate alarak olası müşteri istekleri belirlemeleri istenmiştir. Belirlenen müşteri istekleri, üretilen ürünlerin satıldığı bazı müşteri gruplarının da görüşleri alınarak yeni müşteri isteklerinin yazılması istenmiştir. Son aşamada, kalite ekibi toplanan tüm müşteri isteklerini gözden geçirmiş ve KFG çalışmasında kullanılacak nihai müşteri isteklerini belirlemiştir. Seçilen müşterilerden isteklerinden hareketle müşteri ihtiyaç listesi oluşturulmuştur. 17 adet müşteri ihtiyaçları Tablo 3'te verilmiştir. Müşteri ihtiyaç listesi belirlenmesinin ardından listedeki müşteri isteklerinin göreceli olarak önem değerleri belirlenmiştir. Müşteri isteklerinin göreceli önem düzeylerinin belirlenmesi aşamasında çalıştay katılımcılarından oluşturulan bir ekipten faydalanılmıştır. Bu aşamada, ekipte bulunan katılımcıların firmadaki tecrübeleri ve epoksi dolgu jel üretim süreçlerine olan etkileri dikkate alınarak katılımcıların karar sürecine olan etki düzeylerine ilişkin önem düzeyleri belirlenmiştir. Sonrasında her bir katılımcı birer iç müşteri olarak her bir müşteri isteğini 0-100 arasında puanlanması istenmiştir. Katılımcıların her bir müşteri isteğine verdikleri puan ile katılımcının öncem düzeyi çarpılarak ilgili katılımcının söz konusu müşteri isteği

için göreceli önemi ortaya çıkarılmıştır. Son aşamada ise katılımcıların tümünün müşteri istekleri için göreceli önem düzeyleri 0-1 arasında normalleştirilerek nihai göreceli önem düzeyleri elde edilmiştir. Müşteri ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla yapılması gerekenlerin belirlenmesi için kalite ekibi tarafından iki çalıştay gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalıştaylarda her bir müşteri isteğinin nasıl karşılanacağına cevap aranmıştır. Kalite ekibindeki her bir üyenin özgür düşünmesi ve rahatlıkla fikirlerini açıklayabilmesine olanak verilmiştir. Bu sayede etkin ve verimli bir beyin fırtınası gerçekleştirme imkânı elde edilmiştir. Kalite ekibinin çalışmaları sonunda 15 adet teknik gereksinim belirlenmiştir. 15 adet teknik gereksinimin 17 adet müşteri ihtiyacını karşılayacağı değerlendirilmiştir. Tablo 4'te teknik gereksinimler verilmiştir. Ayrıca Tablo 5'te teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler gösterilmiştir. Müşteri istekleri ve teknik gereksinimlerin belirlenmesinin ardından kalite evi oluşturulmuştur.

Epoksi dolgu jel ürünü için kalite evine ait tüm komponentler Şekil 5'te verilmiştir. Kalite evinin oluşturulmasında müşteri istekleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler belirlenirken zayıf ilişki (1), orta düzeyde ilişki (3) ve güçlü ilişki (9) ölçeği kullanılmıştır.

Kalite evine göre belirlenen en önemli ilk üç müşteri ihtiyacı şunlardır:

- Jelin kullanım öncesi donmaması,
- Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması,
- B komponenti sulanma açısından homojen olması yani ürünün çok fazla akışkan olmaması.

Şekil 4'te verilen kalite evinde görüldüğü gibi epoksi dolgu jeli için teknik gereksinimlerin en önemli olan değerini belirlemek için mutlak değeri hesaplanmıştır ve bu değerlerin yüzdesi olarak göreceli değerleri hesaplanmıştır. Epoksi dolgu jeli için en önemli teknik gereksiniminin ısıtma yaparak üretim yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Daha sonra sırası ile en önemli iki teknik gereksinim, kalite kontrol oluşturulması ve akışkanlık ayarlaması yapılması gelmektedir. Epoksi dolgu jeli müşterilerinin memnuniyetini artırmak için, üretim esnasında Tablo 4'te verilen teknik gereksinimlerin uygulamasına daha özenli yaklaşılması gerektiği görülmektedir. Bu işlemler içerisinde yapılacak ilk üç teknik gereksinim önceliğinin, jelin üretimi esnasında ısıtma yaparak üretim yapılması, akışkanlık ayarlaması yapılarak kalite kontrolünün oluşturulmasının sağlanması olmalıdır.

Kalite evinin çatı kısmı teknik gereksinimler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Kılıç ve Babat (2011) çalışmalarında boş hücre ilişki yok, kuvvetli olumlu ilişki (+9), olumlu ilişki (+3), olumsuz ilişki (-3) ve kuvvetli olumsuz (-9) değerlendirmesi ile KFG'deki teknik gereksinimlerin birbirleri arasındaki ilişkilerini belirlemiştir. Pozitif veya negatif değerler teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin doğrultusu konusunda bilgi vermektedir. Kurt ve Yenilmez (2017) ise pozitif güçlü, pozitif normal, negatif güçlü ve negatif normal ilişki derecelerini kullanarak teknik gereksinimler arasındaki ilişkileri belirlemiştir. Bu çalışmada, kalite ekibinin de görüşleri doğrultusunda hem müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler hem de teknik gereksinimlerin birbirleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde zayıf ilişki (1), orta düzeyde ilişki (3) ve güçlü ilişki (9) skalası kullanılmıştır. Şekil 4'ten görüleceği gibi oluşturulan kalite evinde teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerde negatif ilişki bulunmadığından kullanılan skalada da negatif ilişkiler tanımlanmamıştır. Teknik gereksinimler arasındaki ilişkinin gücünü belirlemek için Tablo 5 oluşturulmuştur. Tablo 5, Şekil 4'teki teknik gereksinimlerin göreceli önem düzeyleri (%) dikkate alınarak sıralanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 5'e göre satırlarda bulunan her bir müşteri ihtiyacına her bir sütunda bulunan teknik gereksinime olan etkisini ortaya çıkarmak için bir ilişki katsayısı kullanılmıştır. Müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimlerin ilişkilendirmek için literatürde farklı ölçekler kullanılmaktadır. Kılıç ve Babat (2011) çalışmalarında ilişki yok (0), muhtemel ilişki (1), orta güçte ilişki (3) ve çok güçlü ilişki (10) değerlendirmesi ile KFG'deki müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimlerin ilişkilerini belirlemiştir. Kurt ve Yenilmez (2017) ise KFG uygulamasında zayıf ilişki (1), orta ilişki (3) güçlü ilişki (9) değerlendirmesi ile müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimlerin ilişkilerini belirlemiştir. Bu çalışmada, kalite ekibinin de görüşleri doğrultusunda hem müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler hem de teknik gereksinimlerin birbirleri arasındaki ilişkiler belirlenirken güçlü ilişkilere 9, en zayıf ilişkilere 1 ve orta düzeydeki ilişkilere ise 3 numarası atanmıştır. Tablo 5'e göre "üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı" teknik gereksinimi "kalite kontrol oluşturulmalı" teknik gereksinimine olan etkisi güçlü iken (9 ile ifade edilmiştir), "akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)" teknik gereksinimine etkisi en zayıftır (1 ile ifade edilmiştir).

Bununla birlikte, "ürünün üretim esnasında sıcaklık bilgisi" ile "kalite kontrol oluşturulması" arasında ve "ürünün mukavemetinin yüksek olması" ile "kalite kontrol oluşturulması" arasında oldukça pozitif güçlü ilişki olduğu görülmektedir. Yani ürünün üretim esnasında sıcaklık bilgisinin olması, ürünün mukavemetinin yani dış etkilere karşı bozulmadan şeklinin değiştirilebilir olması, kalite kontrolünün olmasını pozitif yönde çok güçlü olarak etkilediği değerlendirilmektedir. Benzer şekilde kalite kontrolünün oluşturulmasını çok güçlü seviyede etkileyen diğer gereksinimler; ürünün üretim esnasında kazanın hava almamasını sağlamak,



üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisinin olması, üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisinin olması, müşterinin renk kodlarını belirlemesidir.

**Tablo 3. Müşteri ihtiyaç listesi**

No	Müşteri İstekleri	Müşteri İhtiyaç listesi
1	Jel bana geldiğinde donmasın	Jel kullanım öncesi donmamalı
2	Jel sürünen zemindeki tüm gözenekleri doldursun	Jel sürünen zemindeki tüm gözenekleri doldurmalı
3	Jel sürünen zeminde çökmesin	Jel sürünen zeminde çökme yapmamalı
4	Her partide gelen siparişi aynı standartta olsun	Ürün kararlı olmalı (Hep aynı kalitede/standartta olmalı)
5	Jelin rengi mermerin rengine uygun olsun	Mermer çeşitlerine göre renk kartelaları belirlenmeli
6	Jelin uygulanması kolay olsun	Jel farklı zemin türlerinde rahatlıkla kullanılabilmesi
7	Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatı dursun	Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatı durmalı
8	Jelin ıslak zeminde tutsun	Jel ıslak zemine yapışabilmesi
9	Jel neme karşı hassas olmasın/ Jel nemli ortamda kullanılabilir	Jel neme karşı hassas olmamalı
10	Kışın hızlı kürlenme gerçekleşsin	Kışın hızlı kürlenme gerçekleşmeli
11	Jelin sürüldüğü zeminde yaşanabilecek kırılma problemini ortadan kaldırsın	Jelin sürüldüğü zeminde yaşanabilecek kırılma problemi olmamalı
12	B komponenti 5 kiloluk paketlerde gelsin veya A ve B ambalajı 4'e 1 olsun	Farklı ambalajlama imkânları olmalı
13	A komponentinin içinde topaklanmalar olmasın	A komponenti topaklanma olmamalı
14	A komponentindeki tenekenin tüm bölümlerinde jel rengi aynı olsun	A komponenti rengi homojen olmalı
15	B komponentinde sulanma olmasın	B komponenti sulanma açısından homojen olmalı (Ürün çok fazla akışkan olmamalı)
16	B komponentinde köpüklenme olmasın	B komponenti köpüklenmemeli
17	Ürün kolay paketlenilebilir olsun	Ürün kolay paketlenilebilir olmalı

**Tablo 4. Müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak teknik gereksinimler**

No	Teknik Gereksinimler Listesi
1	Isıtma yaparak üretim
2	Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)
3	Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir
4	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı
5	Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı
6	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı
7	Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı
8	Müşterinin renk kodları belirlenmeli
9	Renk çalışmaları yürütülmeli
10	Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı
11	Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir
12	Sıcaklıktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi
13	Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı
14	Kalite kontrol oluşturulmalı
15	Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı

Tablo 5'in oluşturulması aşamasında kalite ekibinin yaptığı değerlendirmede ilişkilerin ters yönde olması durumunda aynı etkiyi göstermeyeceği değerlendirildiğinden, Tablo 5'te ifade edilen "üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı" teknik gereksinimi "kalite kontrol oluşturulmalı" teknik gereksinimine olan etkisi güçlü iken; aynı ilişki ters yönde orta olarak ifade edilmiştir.

			İstima yaparak üretim	Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)	Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı	Müşterinin renk kodları belirlenmeli	Renk çalışmalarını yürütülmeli	Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı	Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir	Sıcaktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi	Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı	Kalite kontrol oluşturulmalı	Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı
No	Müşteri İhtiyaç Listesi	Önem Düzeyi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Jel kullanım öncesi donmamalı	0,0728832	9				3	3	3								3
2	Jel sürünen zemindeki tüm gözenekleri doldurmalı	0,0600214		9													
3	Jel sürünen zeminde çökme yapmamalı	0,0550911	3	9	9												
4	Ürün kararlı olmalı (Hep aynı kalitede/standartta olmalı)	0,0720257	9			9	9	9	9							9	9
5	Mermer çeşitlerine göre renk kartelaları belirlenmeli	0,0655949								9	9						
6	Jel farklı zemin türlerinde rahatlıkla kullanılabilmesi	0,0623794		3							9						
7	Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması	0,0728832		9													
8	Jel ıslak zemine yapışabilmesi	0,0216506		1								9	9				
9	Jel neme karşı hassas olmamalı	0,0696677											9				9
10	Kışın hızlı kürlenme gerçekleşmeli	0,0488746	3											9			
11	Jelin sürüldüğü zeminde yaşanabilecek kırılma problemi olmamalı	0,0711683	3		9												
12	Farklı ambalajlama imkanları olmalı	0,0259378													9		
13	A komponentide topaklanma olmamalı	0,0728832	9	1		9	3	9	9							9	
14	A komponentinin rengi homojen olmalı	0,0561629	3			3		3	3	9	3					9	
15	B komponenti sulanma açısından homojen olmalı (Ürün cıvık olmamalı)	0,0728832	3	9		3	3	3	3							9	
16	B komponenti köpüklenmemeli	0,0651661	3													9	9
17	Ürün kolay paketlenilebilir olmalı (Paketlenme anında akışkan olmalı)	0,0347267	9	9													
Mutlak Önem			3,3807	2,9421	1,1363	1,6913	1,3042	1,91	1,91	1,0958	1,3203	0,1949	0,8219	0,4399	0,2334	3,0521	2,0804
Göreceli Önem			14,378	12,513	4,8328	7,1931	5,5466	8,123	8,123	4,6605	5,615	0,8287	3,4953	1,8707	0,9928	12,98	8,8477

Şekil 4. Kalite evi

**Tablo 5. Teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler**

	Isıtma yaparak üretim	Kalite kontrol oluşturulmalı	Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)	Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı	Renk çalışmalarını yürütülmeli	Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı	Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir	Müşterinin renk kodları belirlenmeli	Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir	Sıcaklıktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi	Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı	Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı	Toplam
Isıtma yaparak üretim			3													6
Kalite kontrol oluşturulmalı			1	3	3	3	3	3	3		3					22
Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)	1						1	1							3	6
Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı	3	9	1							3		9				25
Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı		9	3		9	9	9	3	3							36
Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı		3	3	3	3	9	9		1							19
Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı		9	3	3	9			1	1							26
Renk çalışmaları yürütülmeli		9			3		1				9					22
Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı	9	9	9				1		9		3					40
Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir	9	9	3	3	3	1	3		9		3	1				44
Müşterinin renk kodları belirlenmeli		9			3	1	3	9								25
Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir				3												3
Sıcaklıktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi														9		9
Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı																0
Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı												9				9
<b>Toplam</b>	<b>22</b>	<b>66</b>	<b>26</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	

1= Zayıf ilişki, 3=Orta düzeyde ilişki, 9= Güçlü ilişki

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, yapı malzemelerinde kullanılmakta olan epoksi dolgu jeli ürününün geliştirilmesi amacıyla KFG uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama inşaat sektöründe faaliyet gösteren, yapı malzeme üretimi yaparak ihracat gerçekleştiren ve ülke ekonomisine de önemli katkıları olan bir firmada da yapılmıştır. Söz konusu firmanın Ar-Ge merkezinde yapılan bu uygulama ile müşteri beklentilerine uygun ürün üretiminin yapılması amaçlanmıştır. Müşteri beklentilerini uygun ve kısa sürede yanıtlayabilme yeteneği firmaların rekabet gücünü artıran en önemli öğelerden biri olarak değerlendirilmektedir (Şahin ve Demirtaş, 2019). Uygulama sonuçlarına göre en önemli ilk üç müşteri ihtiyacı; jelin kullanım öncesi donmaması, jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması, B komponenti sulanma açısından homojen olması yani ürünün çok fazla akışkan olmamasıdır. En önemli ilk üç teknik gereksinim ise jelin üretimi esnasında ısıtma yaparak üretim yapılması, kalite kontrolünün oluşturulması ve akışkanlık ayarlaması yapılarak üretim yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

*Isıtma yaparak üretim* teknik gereksinimi ile *kalite kontrolünün oluşturulması* teknik gereksinimi arasında bir ilişki bulunamamıştır. *Isıtma yaparak üretim* teknik gereksinimi ile *akışkanlık ayarlaması yapılması* teknik gereksinimi arasında ise orta düzeyde bir ilişki çıkmıştır. *Kalite kontrolünün oluşturulması* teknik gereksinimi ile *akışkanlık ayarlaması yapılması* teknik gereksinimi arasında da zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu üç gereksinimin kendi başına epoksi dolgu jel ürününün kalitesini farklı yönleriyle etkilediği düşünülmelidir. Epoksi jel üretimi ile ilgili elde edilen bu önemli sonuçlar dikkate alınması durumunda müşteri memnuniyetinin artacağı değerlendirilmektedir. Aynı zamanda firma içi kaynakların verimli kullanılmış olacağı ve firmanın pazar payını artıracığı öngörülmektedir.

Teknik gereksinimler arasında, *kalite kontrolünün oluşturulması* teknik gereksinimi diğer teknik gereksinimlerden en fazla etkilenen teknik gereksinimdir (66 puan). *Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı* teknik gereksinimi ise ikinci sırada en fazla etkilenen teknik gereksinimdir (30 puan). Diğer taraftan *ürünün mukavemetinin yüksek olması* teknik gereksinimi diğer gereksinimleri en fazla etkileyen teknik gereksinimdir (44 puan). *Farklı ölçüde ambalajların kullanılması* teknik gereksinimi ise diğer teknik gereksinimleri ne etkilemekte ne de onlardan etkilenmektedir.

Yürütülen çalışma en önemli kısıtı müşteri katılımının az olmasıdır. Bir diğer kısıt ise üretimi gerçekleştirilecek olan yeni ürünün tasarımı ve kimyasal bileşenlerinin neler olması gerektiğinin ortaya çıkarılmamış olmasıdır. Bu kısıtı ortadan kaldırmak için gelecekte Ar-Ge temelli çalışmaların yürütülmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bununla birlikte, yeni ürünün maliyetinin ne olacağına yönelik bir araştırma ve bir fizibilite çalışmasının yapılmaması da önemli bir kısıttır.

Gelecek çalışmalarda yapı sektöründe kullanılan ürünler için periyodik olarak müşteri sesi dinlenebilir. Belirli dönemlerde ise bu ürünler için KFG uygulamalarının tekrarlanması önerilmektedir. Periyodik olarak müşteri sesinin dinlenmesi artımsal inovasyon için de büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. KFG uygulaması ürünlerin artımsal inovasyonuna katkı sağlayabileceği gibi inovasyon odaklı yeni tasarımlarında yapılmasına yardımcı olabilecektir.

**Teşekkür:** Makalenin yazarları, kalite ekibinde yer alarak çalışmaya verdikleri katkılardan dolayı Yavuz Selim Sar, Erkut Alçakır, Fırat Karaman, Cemil Aytaç, Özlen Turan ve Emre Tonguç'a teşekkür etmektedir.

## KAYNAKÇA

- Acar, H. (2003). "Doğal Taşlarda Çatlak Tamir ve Gözenek Dolgu Sistemleri", *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (MERSEM 2003)*, 18-19 Aralık 2003.
- Ahmadzadeh, A., Sheikh Aboumasoudi, A., Shahin, A. ve Teimouri, H. (2020). "Developing a QFD Model for Prioritizing The CSFS of ERP Based on the Enablers of Organizational Agility", *Benchmarking: An International Journal*, 28(4), 1164-1185.
- Akao, Y. ve Mazur, G.H. (2003). "The Leading Edge in QFD: Past, Present And Future", *International Journal of Quality ve Reliability Management*, 20(1), 20-35.
- Altuntaş, S., Dereli, T. ve Özşalap, C. (2019). "Kalite Fonksiyonu Göçerimi (KFG) ile Askeri Havacılıktaki Bakım Faaliyetleri için Yeni Ürün Tasarımı", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(4), 2187-2202.
- Aouag, H., Soltani, M. ve Mouss, M.D., (2020). "Enhancement of Value Stream Mapping Application Process Through Using Fuzzy Dematel And Fuzzy QFD Approaches: A Case Study Considering Economic and Environmental Perspectives", *Journal of Modelling in Management*, 16(3), 1002-1023.
- Avikal, S., Singh, R., ve Negi, R. (2020). "QFD and Fuzzy Kano Model Based Approach for Classification of Aesthetic Attributes of SUV Car Profile", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31, 271-284.
- Bagassi, S., De Crescenzo, F. ve Piastra, S. (2020). "Augmented Reality Technology Selection Based On Integrated QFD-AHP Model", *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14, 285-294.
- Başkır, M.B. (2017). "4-Aşamalı Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı Yaklaşımı İle Tedarikçi Seçimi", *Verimlilik Dergisi*, 4, 81-110.
- Bazaati, S., Bayrmi, S. ve Oral, E. (2014). "Kalite FonksiyonuYayılımı ve İnşaat Sektöründe Bir Uygulama", *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(1), 53-62.
- Bouchereau, V. and Rowlands, H. (2000), "Methods and techniques to help quality function deployment (QFD)", *Benchmarking: An International Journal*, 7(1), 8-20.
- Canan, F. ve Varolgüneş, F.K. (2018). "The Importance of The Use of QFD-AHP Methods in Architectural Design Quality Evaluation", *International Conference on Multidisciplinary, Science, Engineering and Technology (IMESET'18)*, Oct 25-27, 2018, Dubai.
- Chen, X., Ding, Y., Cory, C.A., Hu, Y., Wu, K-J. ve Feng, X. (2021). "A Decision Support Model for Subcontractor Selection Using a Hybrid Approach of QFD and AHP-IMPROVED Grey Correlation Analysis", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(6), 1780-1806.
- Ćočkaló, D., Vorkapić, M., Kreculj, D., Đorđević, D. ve Frantlović, M. (2020). "Using QFD and AHP Tools in the Case of Industrial Transmitters Manufacturing", *FME Transactions*, 48, 164-172.
- Deepu T.S. ve Ravi, V. (2020). "An integrated ANP-QFD Approach for Prioritization of Customer and Design Requirements for Digitalization in an Electronic Supply Chain", *Benchmarking: An International Journal*, 28(4), 1213-1246.
- Delgado-Hernandez, D.J., Bampton, K.E. ve Aspinwall, E. (2007). "Quality function deployment in construction", *Construction Management and Economics*, 25(6), 597-609.
- Demir, İ.H., Giran, Ö. ve Eken, E. (2011). "Konut Tasarımında Değer Yönetimi Ve Kalite Fonksiyon Dağılımının Entegrasyonu", *Engineering Sciences*, 6(4), 1390-1406.
- Demirtaş, E.A. ve Köksal, G. (2019). "Sağlık Hizmet Kalitesinin SERVQUAL Temelli Kalite Evi ile Değerlendirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım", *Verimlilik Dergisi*, 2, 29-52.
- Dikmen, I., Birgonul, M.T. ve Kiziltas, S. (2005). "Strategic Use of Quality Function Deployment (QFD) in the Construction Industry", *Building and Environment*, 40(2), 245-255.
- Doşar, G. ve Görener, A. (2020). "Ürün Geliştirme Süreçlerinde Kalite Fonksiyon Göçeriminin Uygulanması". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 269-292.
- El Mesbahi, J., Buj-Corral, I. ve El Mesbahi, A., (2020). "Use of the QFD Method to Redesign a New Extrusion System for a Printing Machine for Ceramics", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111, 227-242.
- Elhegazy, H., Ebid, A., Mahdi, I., Haggag, S. ve Abdul-Rashied, I. (2021). "Implementing QFD in Decision Making for Selecting the Optimal Structural System for Buildings", *Construction Innovation*, 21(2), 345-360.
- Eraslan, H., İpçioğlu, İ., Haşit, G. ve Erşahan, B. (2008). "Bilecik Bölgesi Mermer Sektörünün Uluslararası Rekabetçilik Analizi: Sektörel Sorunlar ve Çözüm Önerileri", *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10), 194-217.

- Erdoğan, B. (2003). "The Extent of Information Visualisation in Turkish Construction Industry: A QFD Approach", Master's Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of the Middle East Technical University, Ankara.
- Fargnoli, M., Lombardi, M., Haber, N. ve Guadagno, F. (2018). "Hazard Function Deployment: a QFD-Based Tool for the Assessment of Working Tasks – a Practical Study in the Construction Industry", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(2), 348-369.
- Fargnoli, M., Lombardi, M., Haber, N. ve Guadagno, F. (2020). "Hazard function deployment: A QFD-based tool for the assessment of working tasks–A practical study in the construction industry", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26, 2, 348-369.
- Gargione, L.A. (1999). "Using Quality Function Deployment (QFD) in the Design Phase of an Apartment Construction Project", *In Proceedings IGLC*, 7, 357-368.
- Genç, M.C. ve Atasoy, Y. (2010). "Ar&Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(2), 27-34.
- Govers, C.P.M. (1996). "What and How About Quality Function Deployment (QFD)", *International Journal of Production Economics*, 46-47, 575–585.
- Gökdemir, F. (2010). "Mermer Blok, Plaka ve Striplerine Uygulanan Kimyasal Dolgu-Güçlendirme Yöntemlerinin Verimliliklerinin Araştırılması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Güler, A. ve Kırış, Ş. (2020). "Seramik Sektöründe Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama Bütünleşik Yaklaşımı", *Endüstri Mühendisliği*, 31(3), 439-459.
- Gültekin, A.T. (2002). "Toplu Konutlarda Yapı Bileşenlerinin Kalite Değerlendirmesi", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(3), 137-152.
- Haber, N., Fargnoli, M. ve Sakao, T. (2020). "Integrating QFD for Product-Service Systems with the KANO Model and Fuzzy AHP", *Total Quality Management ve Business Excellence*, 31(9-10), 929-954.
- Horvath, A. (2004). "Construction Materials and the Environment", *Annual Review of Environment and Resources*, 29, 181-204.
- Huang, S.T., Shang, K.C., Su, C.M., Chang, K.Y. ve Tzeng, Y.T. (2020). "Applying QFD to Assess Quality of Short Sea Shipping: an Empirical Study on Cross-Strait High-Speed Ferry Service Between Taiwan and Mainland China", *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 12(4), 284-306.
- John, R., Smith, A., Chotipanich, S. ve Pitt, M. (2014). "Awareness and effectiveness of quality function deployment (QFD) in design and build projects in Nigeria", *Journal of Facilities Management*, 12(1), 72-88.
- Kahraman, C., Ertay, T. ve Büyüközkan, G., (2006). "A Fuzzy Optimization Model for QFD Planning Process Using Analytic Network Approach", *European Journal of Operational Research*, 171(2), 390-411.
- Kalinina, Y.A., Bortnik, O.A. ve Kuzina, E.L. (2020). "Information Technology in Product Development by Method of Quality Function Deployment". *In 2020 International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS)*, 227-231.
- Kamara, J.M., Anumba, C.J. ve Evbuomwan, N.F. (1999). "Client requirements processing in construction: a new approach using QFD", *Journal of Architectural Engineering*, 5(1), 8-15.
- Kara, Y., Demir, İ.H. ve Torun, M. (2017). "Toki Konutlarında Son Kullanıcı Memnuniyetinin KFY Yöntemiyle Değerlendirmesi", *In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2017)*, 29-30 September 2017, Baku-Azerbaijan.
- Karpuz, U., Testik, M.C. ve Pakdil, F. (2012). "Fast Food İşletmelerinde Mal ve Hizmet Kalitesinin Artırılması İçin Kalite Fonksiyon Yayılımı Uygulaması", *Verimlilik Dergisi*, 2, 87-104.
- Karthiyayini, N. ve Rajendran, C. (2021). "An Approach for Benchmarking Service Excellence in Accredited Services of Indian Calibration and Testing Laboratories", *Materials Today: Proceedings*, 46(17), 8218-8225.
- Kaya, V., Yalçınkaya, Ö. ve Hüseyini, İ. (2013). "Ekonomik Büyümede İnşaat Sektörünün Rolü: Türkiye Örneği (1987-2010)". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(4), 148-167.
- Kılıç, B. ve Babat D. (2011). "Kalite Fonksiyon Göçerimi: Yiyecek İçecek İşletmelerine Yönelik Kuramsal Bir Yaklaşım", *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 13(20), 93-104, 2011.
- Kurt, H. ve Yenilmez, G. (2017). "Kalite Fonksiyon Yayılımı: Alışveriş Merkezleri Üzerine Bir Uygulama", *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 14-29.
- Kuvat, Ö. ve Abatay, G. (2020). "Karma Yem Üretiminde Müşteri İhtiyaçlarının Karşılmasına Yönelik Kalite Fonksiyonu Göçerimi Uygulaması", *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 717-740.

- Lam, J.S.L. ve Bai, X. (2016). "A Quality Function Deployment Approach to Improve Maritime Supply Chain Resilience", *Transportation Research Part E*, 92, 16-27.
- Liu, H.C., Shi, H., Li, Z.W. ve Duan, C.Y. (2022). "An Integrated Behavior Decision-Making Approach for Large Group Quality Function Deployment", *Information Sciences*, 582, 334-348.
- Mehrjerdi, Y.Z. (2010). "Quality Function Deployment and Its Extensions", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(6), 616-640.
- Miguel, P.A.C. (2005). "Evidence of QFD Best Practices for Product Development: a Multiple Case Study", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(1), 72-82.
- Miguel, P.A.C. (2007). "Innovative New Product Development: A Study of Selected QFD Case Studies", *The TQM Magazine*, 19(6), 617-625, 2007.
- Mistarihi, M.Z., Okour, R.A. ve Mumani, A.A. (2020). "An Integration of a QFD Model with Fuzzy-ANP Approach for Determining the Importance Weights for Engineering Characteristics of the Proposed Wheelchair Design", *Applied Soft Computing*, 90, 106136.
- Nardalı, S., Ergenç, E. ve Kırbaç, G. (2020). "Online (uzaktan) eğitim Hizmetlerinin Pazarlanmasında Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(4), 557-568.
- Neira-Rodado, D., Ortíz-Barríos, M., De la Hoz-Escorcía, S., Paggetti, C., Noffrini, L. ve Fratea, N. (2020). "Smart Product Design Process Through the Implementation of a Fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD Approach", *Applied Sciences*, 10, 1792.
- Nurşaçan, N.M. ve Çetinyokuş, T. (2020). "Hastane Hizmetlerinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyonu Göçerimi (KFG) Yönteminin Kullanılması ve Nesnelerin İnterneti Model Önerisi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 20, 181-195.
- Olçay, Y. ve Esin, N. (2010). "Toplu konut üretiminde kullanıcı tatmini yönelimli bir veri toplama modeli: kalite fonksiyon yayılımı", *İTÜ Dergisi/a, Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 9(2), 71-82.
- Pandey, M.M. (2020). "Evaluating the Strategic Design Parameters Of Airports in Thailand to Meet Service Expectations of Low-Cost Airlines Using the Fuzzy-Based QFD Method", *Journal of Air Transport Management*, 82, 101738.
- Park, S., Lehto, X. ve Lehto, M. (2021). "Self-service Technology Kiosk Design for Restaurants: An QFD Application", *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102757.
- Pop, C., Frunză, G., ve Pop, I.M. (2020). "Application of QFD Methodology (house of quality) for Production of Fruit Ice Cream", *Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science*, 63(1). LXIII(1), 408-414.
- Rajam Ramasamy N. ve Selladurai, V. (2004). "Fuzzy Logic Approach to Prioritise Engineering Characteristics in Quality Function Deployment (FL-QFD)", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(9), 1012-1023.
- Savaş, H. ve Ay, M. (2005). "Kütüphane Tasarımında Kalite Fonksiyonu Göçerimi Uygulaması", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 80-98.
- Shahin, A. ve Ebrahimi, S., (2020). "Revising the Interrelationship Matrix of House of Quality by the Kano Model". *The TQM Journal*, 33(4), 804-822.
- Shi, Q., ve Xie, X. (2009). "A fuzzy-QFD approach to the assessment of green construction alternatives based on value engineering", *In 2009 International Conference on Management and Service Science*, 1-6, IEEE.
- Singh, A.K. ve Rawani, A.M. (2021). "Improving the Weight of Technical Attributes in Quality Function Deployment by the Integration of Techniques for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution Method", *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(2), 386-404.
- Şahin, Y.B. ve Demirtaş, E.A. (2019). "Karar Destek Sistemi Tabanlı bir Kalite Evi için Oransal bir Ölçek Önerisi", *Endüstri Mühendisliği*, 30(3), 173-186.
- Tang, J., Fung, R.Y.K., Xu, B. ve Wang, D. (2002). "A New Approach to Quality Function Deployment Planning with Financial Consideration", *Computers & Operations Research*, 29(11), 1447-1463.
- Tatman, D. (2020). "Bornož Ürün Geliştirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması", *Tekstil ve Mühendis*, 27(119), 166-177.
- Topraklı, A.Y. (2019). "Evaluation of Courthouse Buildings within the Scope of Quality Function Deployment: Gaziantep Annex Courthouse Case", *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*, 7(3), 443-457.

- Tusnial, A., Sharma, S.K., Dhingra, P. ve Routroy, S. (2020). "Supplier Selection Using Hybrid Multicriteria Decision-Making Methods". *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(6), 1393-1418.
- Ünal, A. ve Yıldız, M.S. (2017). "Kütüphane Hizmetlerinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması: Düzce Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Örneği", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(1), 101-125.
- Vonderembse, M.A. ve Raghunathan, T.S. (1997). "Quality Function Deployment's Impact on Product Development", *International Journal of Quality Science*, 2(4), 253-271.
- Xu, L. ve Zhang, Y. (2021). "Quality Improvement of Smart Senior Care Service Platform in China Based on Grey Relational Analysis and Fuzzy-QFD", *Grey Systems: Theory and Application*, 11(4), 723-740.
- Yan, B., Yu, L. ve Wang, J. (2020). "Research on Evaluating the Sustainable Operation of Rail Transit System Based on QFD and Fuzzy Clustering", *Entropy*, 22(7), 750.
- Yin, D., Ming, X., Liu, Z. ve Zhang, X. (2020). "A Fuzzy ANP-QFD Methodology for Determining Stakeholders in Product-Service Systems Development from Ecosystem Perspective", *Sustainability*, 12(8), 3329.
- Zhang, X. (2019). "User Selection for Collaboration in Product Development Based on QFD and DEA Approach", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(5), 2231-2243.