



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

**ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİNDE KALİTE FONKSİYON
GÖÇERİMİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ ENTEGRE
MODELİNİN KULLANILMASI: YALITIM SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA**

Tezi Hazırlayan
Kadir KARA

Tezi Yöneten
Doç. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

İşletme Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Ağustos 2021
NEVŞEHİR



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİNDE KALİTE FONKSİYON
GÖÇERİMİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ ENTEGRE
MODELİNİN KULLANILMASI: YALITIM SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA

Tezi Hazırlayan
Kadir KARA

Tezi Yöneten
Doç. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

İşletme Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Ağustos 2021
NEVŞEHİR

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tezi Hazırlayan

Kadir KARA

TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK

‘Ürün Geliştirme Sürecinde Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi Entegre Modelinin Kullanılması: Yalıtım Sektöründe Bir Uygulama’ adlı Yüksek Lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu’na uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan
Kadir KARA

Danışman
Doç. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

İşletme Anabilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Suzan ÇOBAN

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Nuri Özgür DOĞAN danışmanlığında Kadir KARA tarafından hazırlanan “Ürün Geliştirme Sürecinde Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi Entegre Modelinin Kullanılması: Yalıtım Sektöründe Bir Uygulama” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

..... / /

JÜRİ

İMZA

Danışman : Doç. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aylın ALKAYA

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehri Banu ERDEM

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun / / tarih ve sayılı Kararı ile onaylanmıştır.

..... / /

.....

Enstitü Müdürü

**ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ VE
ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ ENTEGRE MODELİNİN
KULLANILMASI: YALITIM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

Kadir KARA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans, Ağustos 2021

Danışman: Doç. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

ÖZET

İşletmelerin günümüzde varlıklarını devam ettirebilmeleri ve içinde buldukları pazarda rekabet edebilmeleri, neredeyse her gün değişen teknolojik gelişmeleri takip etmeleri, değişime ayak uydurmaları ve üretim / hizmet esnekliğine sahip olmalarına bağlıdır. Bu değişikliklere ayak uydurabilen işletmeler rakiplerine göre daha avantajlı duruma geçmektedirler. Bu tez çalışmasında, yalıtım sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yasal zorunlulukları dikkate alarak müşteri beklentilerini karşılamayı ön gören, Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemlerini entegre bir şekilde kullanarak yeni bir Genleştirilebilir Polistiren (EPS) ürün tasarımı amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak iç müşteriler olan AR&GE, Pazarlama ve Kalite departmanlarının istek ve beklentileri belirlenmiş ve bunlar Üretim departmanı tarafından incelenerek teknik karakteristikler tespit edilmiştir. Daha sonra KFG ve AHP yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanılması ile müşteri beklentilerini karşılayan yeni bir ürün tasarımı gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu yeni ürün ile birlikte firmanın içinde bulunduğu pazarda rakiplerine göre maliyet ve verimlilik bakımından önemli ölçüde rekabet avantajı elde ettiği görülmüştür. Son olarak çalışmanın kısıtlarından bahsedilmiş ve bu konuda ileride yapılacak olan çalışmalar için birtakım öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yalıtım Sektörü, Kalite Fonksiyon Göçerimi, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Ürün Geliştirme, AR&GE.

**USING THE INTEGRATED MODEL OF QUALITY FUNCTION
DEPLOYMENT AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS IN THE
PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS: A CASE STUDY IN INSULATION
SECTOR**

Kadir KARA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Institute of Social Sciences

Business Administration, M.A., August 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nuri Özgür DOĞAN

ABSTRACT

Today, the ability of businesses to continue their existence and compete in the market depends on whether they keep up with the technological developments that change almost every day and have production / service flexibility. Businesses that can adapt to these changes gain an advantage over their competitors. In this thesis study, it is aimed to design a new Expanded Polystyren (EPS) product in a company operating in the insulation sector by taking into consideration to meet the customer expectations and fulfill the legal obligations using the Quality Function Deployment (QFD) and Analytic Hierarchy Process (AHP) methods in an integrated way. In this context, firstly the requests and expectations of the internal customers (R&D, Marketing and Quality departments) were determined and these were investigated by the Production department and thus technical characteristics were identified. Afterwards, a new product design meeting customer expectations was realized by using the QFD and AHP methods in an integrated way. It was seen that the company gained an important competitive advantage in the market in terms of cost and efficiency owing to this new developed product. Finally, limitations of the study were mentioned and some future research suggestions presented.

Key Words: Insulation Sector, Quality Function Deployment, Analytic Hierarchy Process, Product Development, R&D.

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının hazırlanmasında yoğun iş temposuna rağmen sabırla ve bana verdiği gven duygusuyla desteğini hibir zaman esirgemeyen, ynlendirmeleri ve farklı bakış aısıyla birlikte alıőmamın nn açan sayın hocam ve danıőmanım Doç. Dr. Nuri zgr DOğAN' a çok teşekkür ederim.

Çalışma süresi boyunca ne zaman karamsarlığa dősem arkamda ki itici glerim, hayat ve neőe kaynaklarım çok değerli eőim Burçin Buldanlı KARA, kızlarım Neva ve Serra Kara'ya, ayrıca daha önceki yüksek lisans deneyimlerini benimle paylaőarak bu tezi tamamlamamda çok yardımcı olan kardeőim Burçak Buldanlı'ya en içten teőekkürlerimi sunarım.

Kadir KARA
Ağustos 2021

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK	iii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	xi
RESİMLER LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM YÖNETİMİ VE ÜRÜN GELİŞTİRMEYE İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Üretim ve Üretim Yönetimi.....	4
1.2. Üretim Yönetiminin Tarihsel Gelişimi.....	5
1.3. Üretim Sistemleri.....	7
1.3.1. Siparişe Göre Üretim.....	8
1.3.2. Parti Tipi Üretim	9
1.3.3. Sürekli Üretim.....	10
1.3.4. Yalın Üretim.....	10
1.4. Ürün Geliştirme	15
1.5. Literatür Özeti.....	17

İKİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLERİN AÇIKLANMASI

2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG).....	24
2.1.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi Tarihsel Gelişimi	24
2.1.2. Kalite Fonksiyon Göçerimi Temel Özellikleri.....	25

2.1.3. Kalite Evi	26
2.1.4. Kalite Fonksiyon Göçerimi Avantaj ve Dezavantajları	27
2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	30
2.2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Tarihsel Gelişimi	30
2.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Temel Özellikleri	31
2.2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulama Metodu	32
2.2.4. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi Avantaj ve Dezavantajları.....	34

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YALITIM SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ VE ANALİTİK HİYARARŞİ PROSESİ YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANILMASIYLA YENİ ÜRÜN TASARIMI UYGULAMASI

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	35
3.2. Araştırmanın Kapsamı	36
3.3. Araştırmanın Yöntemi	36
3.4. Isı Yalıtım Sektöründe AHP ve KFG Yöntemleri Yardımıyla Yeni Ürün Tasarım Uygulaması	37
3.4.1. EPS Ürünü Hakkında Genel Bilgiler	37
3.4.2. Uygulamanın Gerçekleştirilme Aşamaları	39
3.4.3. Müşteri İstek ve Beklentileri ile Teknik Karakteristiklerin Belirlenmesi 40	
3.4.4. Müşteri İstek ve Beklentilerinin AHP Yöntemi Yardımıyla Önceliklendirilmesi	41
3.4.5. Kalite Evi İlişki Matrisi.....	46
3.4.6. Kalite Evi Teknik Karakteristikler Önem Dereceleri ve Normalize Tablosu.....	47
3.4.7. Kalite Evi Korelasyon Matrisi Tablosu.....	49
3.4.8. Kalite Evi Müşteri İstek ve Beklentilerinin Mevcut ve Gelecek Durum Analizleri.....	49
3.4.9. Kalite Evi	50
SONUÇ	52
KAYNAKÇA	55

ARAŞTIRMA İZİN BELGESİ	62
ÖZGEÇMİŞ	63



KISALTMALAR VE SİMGELER

AR&GE	: Araştırma & Geliştirme
EPS	: Genleştirilebilir Polistiren (Expanded Polystyren)
KFG	: Kalite Fonksiyon Göçerimi
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
SMED	: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (Single Minute Exchange of Dies)
OEE	: Toplam Ekipman Verimliliği (Overall Equipment Effectiveness)
TPM	: Toplam Üretken Bakım (Total Productive Maintenance)



RESİMLER LİSTESİ

Resim 3. 1. Hammade ve Ön Şişirme Sonrası Polistiren Boncuklar.....	38
Resim 3. 2. Yarı Mamül Bloklar	39



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Üretim ve İşlemler Süreci Genel Durumu	5
Şekil 1. 2. Üretim Sistemleri.....	8
Şekil 1. 3. Yalın Üretim Tarihi Kronolojik Sıra	11
Şekil 1. 4. Yalın Üretim Prensipleri.....	12
Şekil 2. 1. Kalite Evi	27
Şekil 2. 2. KFG Faydaları	29
Şekil 3. 1. Korelasyon Matrisi	49
Şekil 3. 2. Kalite Evinin Son Hali.....	51

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2. 1. Genel Hiyerarşi Tablosu	31
Tablo 2. 2. İkili Karşılaştırmada Kullanılan 9'lu Ölçek Tablosu	32
Tablo 2. 3. Rastgele Tutarlılık İndeksi	34
Tablo 3. 1. Müşteri İstek ve Beklentileri ile Üretim Çözüm Önerileri.....	41
Tablo 3. 2. Müşterilerin 'Yeni Üründen' Beklentilerinin İkili Karşılaştırma Matrisi	42
Tablo 3. 3. Yeni Üründen Beklentilerin Normalize Matris Tablosu.....	43
Tablo 3. 4. Öncelik Değerlendirme Tablo	44
Tablo 3. 5. Müşteri İstek/Beklentilerine İlişkin Tutarlılık Oranı Tablosu	45
Tablo 3. 6. Kalite Evi ve Teknik Karakteristikler İlişki Matrisi	46
Tablo 3. 7. Kalite Evi Teknik Karakteristikler Önem Derecesi Tablosu	47
Tablo 3. 8. Müşteri İstek ve Beklentilerinin Mevcut ve Gelecek Durum Analizi Tablosu.....	50



GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin varlıklarını ve pazardaki diğer firmalar ile rekabetlerini sürdürebilmeleri için değişime ayak uydurabilmeleri, teknolojik gelişmeleri takip etmeleri ve üretim esnekliğine sahip olmaları gerekmektedir. Bu gibi özelliklere sahip işletmeler diğer işletmelere göre daha avantajlı duruma geçerek pazar paylarını artırabilmektedirler.

Üretilen ürünlerin müşteri beklentilerini karşılayıp karşılayamayacağı, çevreye karşı etkilerinin ne olacağı, üretim maliyetlerinin durumu genellikle tasarım aşamasında belli olmaktadır. Bu sebeple ürün tasarımı süreci, ürünün pazarda ki başarısını doğrudan etkileyen en önemli süreçlerden biri olarak görülmektedir. Yeni geliştirilen ürünlerin yeniden üretime uygun olarak ve gelecekteki yapılacak tasarımlara girdi teşkil edebilecek şekilde planlanması, bir işletme için hem çevre sorunlarının önlenmesinde hem de girdi maliyetlerinin azaltılmasında etkili olacaktır (Topoyan, 2005: 261).

İşletmelerde yeni ürün ve üretim süreçlerinin ortaya konmasına ilişkin sistemli ve yaratıcı çalışmalar yapmak, bilim ve teknolojilerin gelişmesine yardımcı olacak yeni bilgileri elde etmek veya sahip olunan bilgilerle yeni malzeme, ürün ve araçlar üretmek, yeni sistemler ve süreçler oluşturmak, mevcut olanları geliştirmek amacı ile yapılan düzenli çalışmaları AR&GE olarak tanımlayabiliriz (Zerenler, Türker ve Şahin, 2007: 656). Ar-Ge süreçlerini diğer benzer faaliyetlerden ayıran temel özellik, AR&GE çalışmalarında amaçlanan şeyin yüksek derecede yenilik ve özgünlüğe sahip olması gerekmektedir (Göçer, Kutbay vd., 2014: 166).

Bu tez çalışmasında ısı yalıtım sektöründe lider olan bir firmada müşteri istekleri ve yasal zorunluluklar dikkate alınarak, EPS üretimi ve bu ürünlerin yoğunluk, ısı

iletkenlik değerleri, basma, bükülme ve çekme mukavemetleri, ürün maliyetleri, yüzey düzgünlüğü, boyutsal kararlılık ve renk standartları incelenerek yeni bir ürün tasarımının gerçekleştirilmesine çalışılmıştır. Yeni ürün geliştirilme aşamasında yöntem olarak Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılmasıyla müşteri beklentilerini karşılayacak yeni bir ürün tasarımının yapılması hedeflenmektedir.

Geliştirilmesi planlanan yeni ürünün, beyan edilen ürün değerleri, yasal zorunluluklar ve müşteri gereksinimlerini karşılayabilecek, sektördeki rakip firmalar ile pazarda önemli ölçüde rekabet avantajı sağlayacak maliyet kazancı ve üretim verimliliği bakımından önemli faydalar sağlayabileceği düşünölmektedir. Ancak geliştirilmesi planlanan yeni ürün üretiminin hayata geçirilebilmesi için işletmenin mevcut üretim hattında küçük yatırımlar ile bazı değişikliklerin yapılması öngörülmektedir. Yapılacak bu değişiklikler ile müşterinin sesi (istekleri) yerine getirilmeye çalışılacak ve aynı zamanda firmanın pazar payını artırma hedefleri doğrultusunda büyük bir adım atılmış olacaktır. KFG ve AHP yöntemlerinin birlikte kullanılması ile gerçekleştirilen bu çalışmanın ısı yalıtım sektörüne ilişkin literatüre ufak da olsa katkı sağlaması beklenmektedir.

‘Ürün Geliştirme Sürecinde Entegre Bir Modelin Kullanılması: Yalıtım Sektöründe Bir Uygulama’ adı altında yapılan bu tez çalışması üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde üretim, üretim yönetimi, ürün geliştirme ve ilgili literatür özetine değinilmiştir. Üretim ve üretim yönetimi altında üretim yönetiminin tarihçesi, üretim sistemlerinden bahsedilmiştir. Daha sonra ürün geliştirme konusunun incelenmesi ve literatür araştırması ile birinci bölüm sonlandırılmıştır.

İkinci bölümde tez çalışmasında kullanılan Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemleri hakkında açıklamalar yapılmıştır. KFG ve AHP’nin ortaya çıkışı, adımları, Kalite Evi, KFG ve AHP’nin avantaj ve dezavantajlarına ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde ise KFG ve AHP yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanılması ile ısı yalıtım sektöründe araştırmaya konu olan işletmeye rekabet

avantajı sağlayabilecek, yasal zorunlulukları ve müşteri beklentilerini karşılayacak yeni bir EPS ürünü tasarlanması ile elde edilen bulgular sonuç kısmında, faydalanılan kaynaklar kaynakça kısmında verilerek çalışma tamamlanmıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM YÖNETİMİ VE ÜRÜN GELİŞTİRMEYE İLİŞKİN

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Üretim ve Üretim Yönetimi

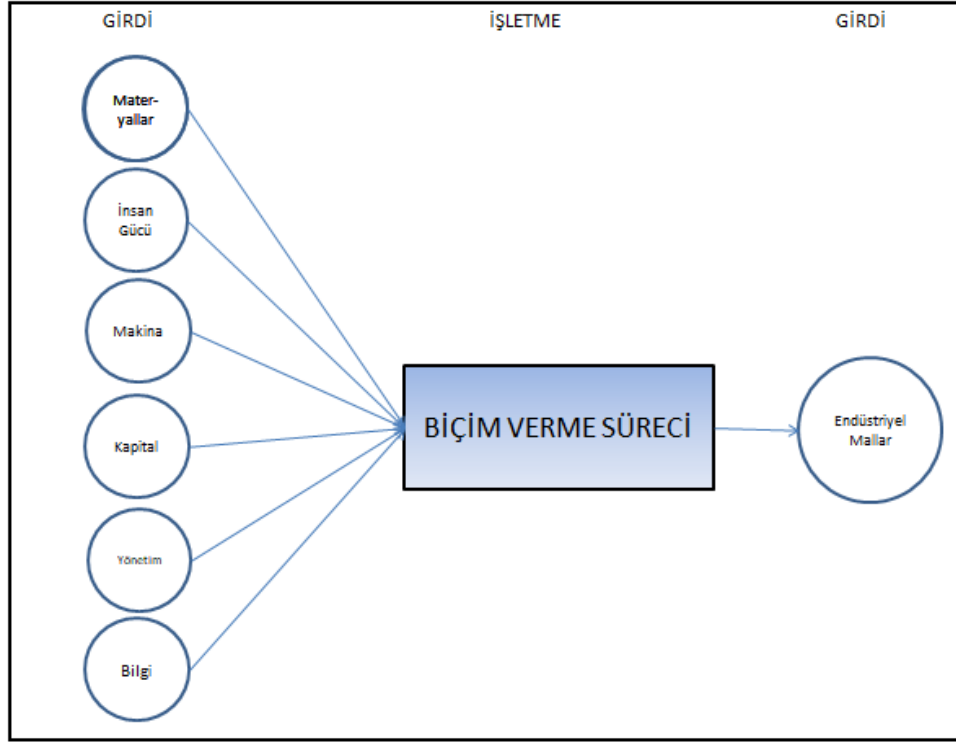
Üretim, bir işletmeciye göre “fayda yaratmak” şeklinde tanımlanırken, bir mühendise göre ise “bir fiziksel varlık üzerinde, onun değerini arttıracak bir değişiklik yapmaya veya hammadde/yarı mamulleri mamule dönüştürme” olarak tanımlanabilmektedir. Bu iki tanım baz alındığında ise üretimi “ekonomik değeri olan mal veya hizmetlerin oluşturulmasını sağlayan faaliyetler bütünüdür” şeklinde genel bir tanımlama yapılabilir (Akyurt, 2019: 45):

Üretimi sadece fiziksel bir değişiklik olarak tanımlamak birçok kişi için doğru olmamaktadır. Üretimi bu fiziksel değişimler ile ürünlerin yapımı olarak düşünmenin yanında, hizmetlerin üretimi ya da ortaya konulmasını da eklemek gerekmektedir. İşletmelerde, bu mal ve hizmetlerin ortaya konduğu üretim süreci kadar finans, pazarlama hatta bu bölümlere destek veren yardımcı bölüm olarak insan kaynakları da bir o kadar önemli bölümlerdir (Demir ve Gümüšoğlu, 2009: 5).

Bazı kaynaklara göre ise üretim, pazarlama ve finans bölümleri bir işletmenin temel fonksiyonlarını gerçekleştirirken yönetim, insan kaynakları, satın alma ve halkla ilişkiler gibi bölümler de destekleme fonksiyonlarını gerçekleştirirler (Top, 1994: 11).

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler, dünya ticaretleri ve bunlara bağlı olarak artan daha karmaşık ürünler ile ihtiyaç miktarları sebebiyle üretim yönetimi konusu çok

daha önemli hale gelmiştir. Üretim yönetimini Kobu, ‘İşletmelerin sahip oldukları malzeme, makine ve işgücü kaynaklarını istenilen kalitede, zamanda ve düşük maliyetlerde üretimini sağlayacak şekilde bir araya getirmesi’ olarak tanımlamıştır (Kobu, 2010: 5).



Şekil 1. 1. Üretim ve İşlemler Süreci Genel Durumu (Demir ve Gümüşoğlu, 2009; 7)

1.2. Üretim Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Günümüzde işletmeler varlıklarını devam ettirebilmek ve diğer işletmeler ile rekabet avantajı elde edebilmeleri için süregelen değişikliklere hızlı bir şekilde adapte olarak kendileri sürekli olarak yenilemek durumundadırlar. Bu değişimleri sağlayamayan işletmeler müşteri isteklerini karşılayamadıkları için yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilmektedirler. İşletmeler ile ilgili gelişmelerin Sanayi Devrimi ile başladığı kabul edilmektedir. Makine gücünün iş gücü yerine geçmeye başladığı bu dönemde işletmeler de değişimi takip ederek makinalaşmaya yönelmiştir. Üretim yönetiminin gelişimini etkileyen diğer bir durum ise artan üretim miktarları ile yatırımların başkalaştığı II.Dünya Savaşı'dır. Sadece üretim miktarlarının artması ve maliyetlerin düşürülmesi yetersiz kalmış, müşteri istek ve beklentileri de önem kazanmaya başlamıştır (Aracıoğlu, 2010: 143).

Üretim yönetimini tarihsel gelişimine katkı yapan önemli çalışmaları Kobu aşağıdaki şekilde özetlemiştir (Kobu, 2010: 6):

- 1770 yıllarında yayınlanan Adam Smith'in Ulusların Zenginliği kitabında işlerin bölünmesi ve iş bölümü ile verimliliğin artacağını belirtmiştir.
- Charles Babbage'in 1832 yılında iş bölümü ile sağlanacak yararların ayrıntılarını anlatması, işlerin basitleştirilmesi, iş hakkında uzmanlaşma, reorganizasyonlar ile üretim verimliliğinin artırılacağını gösteren deneyler üzerinde çalışması,
- F.Taylor'ın 1900 – 1920 yılları arasında üretim yönetiminde verimlilik artışı, organizasyon yapısı, işgücü verimliliği, çalışma alanlarının düzenlenmesi ile bugünkü verimlilik çalışmalarına öncülük ettiğini göstermektedir. Taylor bu çalışmasında belirlediği kurallar ise; iş analizinde bilimsel yöntemlerin kullanılması, çalışanların seçilmesi ve geliştirilmesinde sistematik yöntemlerin kullanılması, çalışan ve yöneticiler arasında iş birliğinin kurulması ve iş yükünü adaletli olarak çalışanlar arasında dağıtılması şeklinde belirtilebilir.
- Frank Gilbert ve eşi Lilian Gilbert'in 1911'de hareket prensipleri ve insanların üretimdeki önemini ortaya koyduğu çalışmaları yapması.
- 1920 yıllarında F.W Herris'in stok kontrolleri üzerinde yaptığı matematik modelleri uygulaması,
- W.Shewhart'ın 1930 yıllarında kalite kontrol süreçlerinde istatistik ve olasılık teorileri çalışması ve iş etüdü uygulamaları yapması,
- Lineer programlama, simülasyon uygulamaları, bilgisayar teknolojilerinin ve otomasyonun gelişmesi, ergonomi uygulamalarının değer kazanması,
- 1960 sonrası ise üretim sistemlerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi, simülasyon uygulamalarının üretim sistemlerinin geliştirilmesinde kullanılması, bir çok alanda bilgisayar destekli çalışmaların yapılması olarak sayılabilir.

Adam Smith iş bölümünün yararlarını şu şekilde açıklamıştır (Demir ve Gümüşoğlu, 2009: 15):

- Bir işin sürekli yapılması halinde işi yapanın ustalaşacağını,
- Bir prostenden diğerine geçişteki kayıplardan tasarruf sağlanacağını,
- Bir işle ilgili çalışmaların artırılması ile yeni buluşların olacağını söylemiştir

Babbage, İngiltere ve Amerika'da ki bazı fabrikaları ziyaret ederek fabrika üretim süreçlerini ayrıntılı bir şekilde incelemiştir. Örnek olarak bu fabrikalardan birinde üretilen çivi imalatının her aşamasının sürelerini ve maliyetlerini analiz ederek bir tablo elde etmiştir. Çok fazla uzmanlık gerektirmeyen bazı proseslerin daha az ücret alan kadın ve çocuklara yaptırılması, daha fazla uzmanlık gerektiren işleri ise daha fazla ücret ödenen erkeklere yaptırılması ile maliyet avantajı elde edilebileceğini göstermiştir (Turner, Mize vd, 2006: 13).

Taylor'ın çalışmalarını geliştiren Gilbert bir işin yapılması için gerçekleştirilen hareketleri ayrıntılı şekilde belirlemesi, analiz etmesi ve sürelerinin ölçümünü yapmıştır. Bunları filme alan ve bir işin yapılmasında gerekli olan hareketleri ulaş, yakala ve taşı gibi başlıklar altında sınıflandırarak o işin yapılması için gerekli ortalama süreleri belirlemiştir. Bu yapılan çalışma ile birlikte aslında işin daha yapılmadan önce tasarlanmasını sağlamış oldu (Turner, Mize vd, 2006: 13).

Harris'in geliştirdiği Ekonomik Sipariş Miktarı çalışması ile maliyetleri en uygun düzeyde tutabilmek için optimum sipariş miktarlarını belirlemeye yardımcı olmak üzerine çalışmıştır (Parıldar ve Akyürek, 2019: 231).

W.Shewhart'ın kontrol diyagramlarının oluşturulması, proseste beklenmedik bir durum oluştuğunda kontrol dışına çıktığını haber veren sinyaller üzerine çalışmaları, bu çalışmalarda kullanılan veriler arasında korelasyon olup olmadığı belirleyen çalışmalar yapmıştır (Baray, 2006: 64).

1.3. Üretim Sistemleri

İşletmeler, müşteri istek ve beklentilerini karşılamak için üretim yapan kuruluşlardır. Bu kuruluşlar girdileri işleyerek bitmiş ürün ya da yarı mamuller olarak müşterilerine sunmaktadırlar. İşletmeler bu ürünleri üretirken teknolojik gelişmeleri dikkate alarak kendi bünyelerine ve ürettikleri ürünlere uygun bir üretim sistemi kurmalıdırlar (Gökşen, 2003: 33).

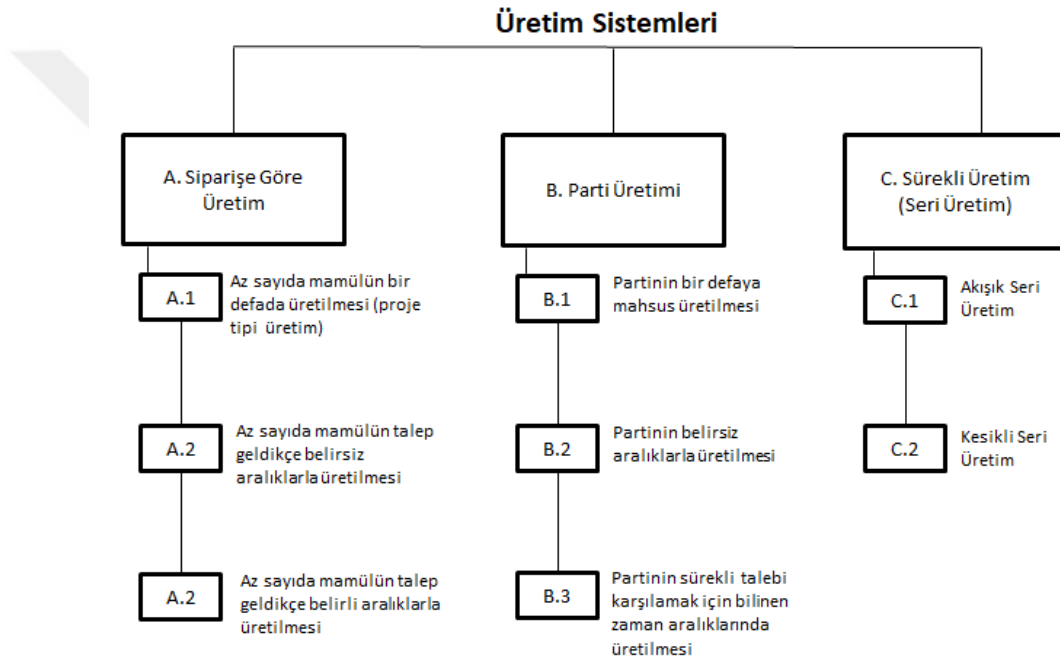
Bir işletmeye ait üretim stratejileri, o işletmenin kurulacağı yeri, üretim şeklinin ne olacağı, tesis yerleşim planlarının nasıl olacağı, üretim için seçtikleri teknoloji alt

yapı, tüm planlama faaliyetleri, personel planlaması, stok yönetimi ve ileriye dönük planlar gibi konuları içermektedir (Akyurt, 2019: 45).

İşletmelerde üretim sistemleri Acar'a göre 3 sınıfa ayrılmaktadır (Acar, 1995: 11):

- Siparişe Göre Üretim
- Parti Tipi Üretim
- Sürekli Üretimdir.

Bazı kaynaklara göre ise bu üç sınıfa ilave olarak 'Proje Tipi Üretim' de eklenmektedir.



Şekil 1. 2. Üretim Sistemleri (Acar, 1995: 12)

1.3.1. Siparişe Göre Üretim

Siparişe göre üretim çeşidi müşteri isteklerine göre değişen, fazla miktarda ürün çeşitliliğinin olduğu, müşteri isteklerinin değişmesi nedeni ile esnek bir üretim yapısına ihtiyaç duyulan, kısa dönemli üretim planlarının yapıldığı ve ürün teslim sürelerinin müşterilere göre belirlendiği bir üretim tipidir. Müşteriden gelecek sipariş durumuna göre üretim planları yapılarak, gerekli hammadde ve yarı mamuller temin edilerek üretime geçilmektedir. Siparişe göre üretim tipini kullanan firmaların müşteri isteklerine kısa sürede cevap verebilen esnek bir yapıda olması işletme için büyük avantajlar sağlamaktadır. Esnek yapıda olan bu işletmelerde kullanılan

makine/teçhizatlar da birden fazla farklı prosesleri gerçekleştirebilen ve dolayısıyla uzmanlık gerektiren çalışan portföyüne sahiptirler (Gümüşoğlu, Erboy ve Özdağoğlu, 2013: 260).

Siparişe göre üretim sistemlerinde müşterilere özel çok çeşitli genellikle daha pahalı ürünler üretilmektedir. Üretim planlamanın odak noktası sipariőin üretilmesi ve gelen siparişlerdir. Performans ölçütü siparişlere yanıt verme ve ortalama gecikme süreleridir. İşletmeler arasındaki rekabet ölçütü müşteriye verilen daha kısa teslimat sürelerini içerir. Operasyonun ana konuları kapasite planlama, sipariş kabulü ve ya reddi, son teslim tarihine uyumlardır (Soman, Donk ve Gaalman, 2004: 223).

Siparişe göre üretim tipinde, üretimin yapılma süreleri baz alındığında üç alt gruba ayrılmaktadır (Kobu, 2010: 36):

- Az sayıda ürünün bir defa üretilmesi,
- Az sayıda ürünün talep geldikçe belirsiz aralıklarla üretilmesi,
- Az sayıda ürünün talep geldikçe belirli aralıklarla üretilmesi,

Belirli ve belirsiz aralıklarla üretilen ürünler için belirlenen metotlar, iş planları ve her türlü kontrol süreçler bilgileri gerektiğinde bir daha kullanılmak üzere kayıt altına alınarak saklanmalıdır. Siparişe göre üretimde, alınan taleplerin fazla olması durumunda talep yığılmaları olması nedeniyle müşteri bekleme sürelerinin uzama ihtimali bulunmaktadır. Dolayısıyla daha önceki üretim tecrübelerinin kayıt altına alınarak saklanması bu açıdan önem arz etmektedir.

1.3.2. Parti Tipi Üretim

Özel olarak verilmiş bir siparişi ya da sürekli olarak gelen bir talebi karşılamak üzere belli bir miktarlarda belirlenmiş partiler şeklinde olan üretim tipidir. Belirli miktardaki bu partilerin üretimi için ayarlanan makine ve üretim süreçleri üretim bitiminde yeni üretilecek parti için değiştirilmektedir. Parti üretim tipinde de siparişe göre üretimde olduğu gibi tek seferlik, belirli ve belirsiz süreleri olmak üzere üç alt gruba ayrılır. Parti üretim tipinde parti büyüklüğü ne kadar büyük olursa üretim planları, kontrol mekanizmaları ve verimlilikte o kadar düzgün olmaktadır. Parti üretim tipine örnek olarak otomobil, konfeksiyon, gıda gibi sektörler örnek verilebilir (Kobu, 2010: 37).

Bu üretim tipinin en önemli özelliği bir parti üretimi bitmeden diğer cins ürünlerinin üretimine geçilmemesidir. Gelen talep miktarı sürekli olduğu için değişkenlikte az olmaktadır. Bu üretim tipinde asıl problem parti büyüklük değerlerinin belirlenmesi ve üretim çizelgeleme problemleridir. Üretilen ürünlerin parti büyüklükleri ve tekrarları arttıkça elde edilen tecrübelerde artarak yaşanan problemlerde azalmaktadır (Acar, 1995: 13).

1.3.3. Sürekli Üretim

Sürekli üretimde malzemeler, ürünlerde sürekli ve kesintisiz bir akış vardır. Birbiri ardına yapılan bir dizi işlemler söz konusudur. Talebin sürekli, dengeli ve yüksek miktarda olması gerekmektedir. Sürekli üretim sisteminde kullanılan makineler belli ürünleri üretebilecek özel amaçlı makinelerdir. Dolayısı ile üretim esnekliği fazla değildir. Araba, beyaz eşya gibi yüksek miktarlarda üretilen ve belli standartlarda ürünlerin üretildiği verimli olarak değerlendirilen üretim tipidir (Top, 1994: 16).

Üretim sisteminde, sürekli olarak bir malzeme akışı mevcuttur. Malzeme akışı ile malzeme üzerindeki değişim sağlanarak üretim gerçekleşir. Akış sürekli ya da kesikli olabilmektedir (Demir ve Gümüšoğlu, 2009: 57).

1.3.4. Yalın Üretim

Günümüzde işletmeler kendilerini müşterinin daha etkin olduğu pazarda rekabet üstünlüğü elde etme için daha esnek üretim ve iş süreçlerine sahip olmak zorunda hissetmektedirler. Bundan dolayı işletmeler daha esnek olmak ve maliyetlerinin minimize etmek amacıyla yalın düşüncüyü benimseyerek üretim sistemlerini daha da iyileştirmeye çalışmaktadırlar. Yalın üretim, bir işletmedeki israfların ortadan kaldırılarak sürekli iyileştirme amacına hizmet eden uygulamalar bütünüdür. Yalın üretim farklı kaynaklarda 'Tam Zamanında Üretim' ve 'Toyota Üretim Sistemi' olarak ta bilinmektedir (Kılıç ve Ayvaz, 2016: 30).

Yalın üretim, II. Dünya Savaşı sonra Japonya'nın içinde bulunduğu zor şartlar altında kalmasından kaynaklı gelişmiş bir üretim anlayışıdır. Savaş sonrası sahip

oldukları kısıtlı doğal kaynaklar, iş gücü ve sermayeleri nedeniyle varlıklarını sürdürebilmeleri için ellerinde bulunan kaynakları en düşük maliyet ile kullanmak durumunda kalmışlardır. İlk olarak Toyota firmasında uygulanmaya başlayan yalın üretim uygulaması diğer Japon firmalar tarafından da benimsenerek genel bir uygulama faaliyetine dönüşmüştür. 1980 yılı sonrasında ise Avrupa ve Amerika’da yalın üretim uygulamalarını kullanmaya başlamıştır (Arslandere, 2018: 20).

Her ne kadar yalın sistemlerin II. Dünya Savaşı sonrası çıktığı söylene de yalın sistemi etkileyen olayları kronolojik olarak Kılıç ve Ayvaz (2016) aşağıdaki tabloda görüldüğü şekilde vermişlerdir:



Şekil 1. 3. Yalın Üretim Tarihi Kronolojik Sıra (Kılıç ve Ayvaz, 2016: 31)

Yalın terimi israfları ortadan kaldırmak, katma değer sağlamayan prosesleri azaltmak, katma değerli prosesleri ise iyileştirmek üzere oluşturulmuş bir dizi faaliyet ve çözümler anlamına gelmektedir (Wee ve Wu, 2009: 336).

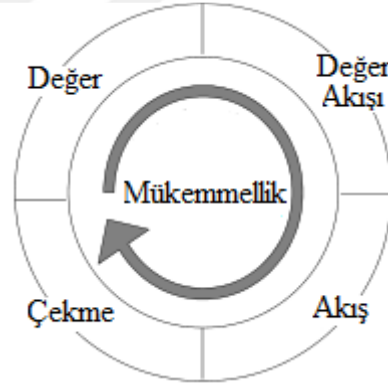
Taichi Ohno, Toyota Üretim Sistemi'nin uygulanması aşamasında ilk yapılması gereken şeyin öncelikle kayıp ve israfların ne olduğunu belirleyerek bunların

incelenmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Ohno bu israfları yedi maddede sıralamıştır (Ohno,1998: 62):

1. Üretimin fazla olması (gerektiğinde fazla üretim),
2. Ölü zamanlar (malzeme, makine beklemleri),
3. Gereksiz transferler ve bakım işlemleri (taşımalar),
4. Gereksiz ve uygun olmayan işler (gereksiz işlem adımları),
5. Stoklar,
6. Gereksiz hareketler (gereksiz insan hareketi),
7. Hatalı parça üretimi (kusurlu parça üretimi).

Bu israfların ortadan kaldırılması ve değer yaratmak için yalın üretim prensipleri değer belirlenmesi, değer akışını belirme ve israfların önlenmesi, değer akışının sağlanması, değer çekilmesinin sağlanması ve mükemmellik için sürekli iyileştirme faaliyetlerin yapılması şekilde özetlenebilir (Karakoç, 2008: 17).

Yalının bu beş temel prensibini Yingling, Detty ve Sottile yalın üretimin prensiplerini anlattıkları kitaplarında aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir:



Şekil 1. 4. Yalın Üretim Prensipleri (Yingling, Detty ve Sottile, 2000: 220)

Değer, müşteriye doğru zaman ve fiyattan sunulan ürün ve hizmetleri karşılama yeteneğidir. Değer akışı, bir ürünü meydana getirmek ve müşteriye sunmak için gerekli olan tüm faaliyetler bütünüdür. Bu faaliyetlerin için de katma değerli ve katma değer sağlanamayan tüm süreçler yer almaktadır. Asıl amaç bu sürecin içinde olan israflardan kurtulmaktır. Değerin akışı, kesintisiz bir şekilde müşteriye ulaşana kadar sağlanması demektir. Çekme, müşteri isteği sonrası ürün ve hizmetlerin oluşturulmasıdır. Müşteri istemeden önceki adımlarda herhangi bir işlem

yapılmamaktadır. Mükemmellik ise, herhangi bir sonu olmayan sürekli iyileştirmedir (Türkan, 2010: 35).

Yalın üretim uygulamaları içinde çekme/itme sistemler, kanban, jidoko (otonomasyon), kaizen, değer akış haritalama, SMED, Heijunka, OEE, TPM, 5S, Poke-Yoke gibi yalın teknikleri kullanılmaktadır.

Çekme sistemleri, malzeme akışına bağlı olarak üretimde kullanılan yalın bir sistemdir. Talebi olmayan ürünleri üretip maliyet kaybına neden olmaksızın, ürünün pazara sunulmasından geriye doğru gidilerek malzemelerin tedarik edilmesi ve ürünlerin üretilmesini amaçlamaktadır. Müşteri talebi ile çekme sistemi tetiklenmiş olur (www.gembapartner.com, 2021).

Japocada kart anlamına gelen kanban sistemi, üretimde malzeme akışını kontrol eden, malzemelerin ne zaman ve ne kadar üretilerek hangi aşamaya gönderileceklerini tarif eden bilgi sistemidir. Bu sistem ile birlikte sadece gerekli olan parçaları, gerekli olduğu zaman ve sayıda üretilmesi amaçlanmıştır. Böylece işletmelere düşük maliyet avantajı sağlamaktadır (Orbak ve Bilgin, 2005: 289).

Jidoka sistemi (otonomasyon), Sakichi Toyoda tarafından icat edilen bir dokuma tezgâhında yer alan ipliklerin kopması durumunda sistemi otomatik olarak durdurulması ile doğmuştur. Jidoka sistemi problemlerin nedenleri ortaya çıkmadan tespit edilmesi ile doğru parça ile hatalı parçanın ayrılmasına olanak tanır (www.lean.org.tr, 2021).

Kaizen (sürekli iyileştirme), bir süreci küçük adımlarla fakat sürekli olarak iyileştirme faaliyetleridir. Kaizen yaklaşımı Deming tarafından geliştirilmiş Deming döngüsünü (PUKO döngüsü) içinde barındıran bir yöntemdir. POKO döngüsü Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al adımlarından oluşur. 'Planla' konuları seçmeyi ve hedeflerin belirlenmesini, 'Uygula' kısmı çalışmayı yapmayı, 'Kontrol Et' test ve değişikliklerdeki etkiyi kontrol etmeyi, 'Önlem Al' ise düzeltici faaliyetler ile önlem almayı içermektedir (Juran ve Godfrey, 1998: 81).

Değer akış haritalama (VSM), bir ürünün değer akışından geçerken aynı zamanda bilgi ile malzeme akışını da görmemize ve anlamamıza yardımcı olan bir kalem kâğıt aracıdır. Değer akışını ürünün üretimden müşteriye gidene kadar olan tüm malzeme

ve bilgi akışının temsili olarak çizilmesidir. Daha sonra akışın olması gerektiği gibi yani gelecek durumun çizilmesi ile sürecin içinde bulunan israfların belirlenerek çözümlendiği bir yöntemdir (Rother ve Shook, 1999: 4).

SMED (tekli dakikalarda kalıp değişimi), ilk olarak Shigeo Shingo tarafından pres kalıplarının değişimi sırasında yaşanan problemleri ortadan kaldırmak için tasarlanmış bir yalın sistemdir. Tekli dakikaları 10 dakikanın altı baz alarak, kalıp değişimi için iç ve dış hazırlıkların ayrılması ile oluşturulmuştur. Bu sistem, mümkün olduğu kadar dış hazırlık sürelerinin artırılması ile makinanın çalışma süresini daha verimli hale getirmiş olmaktadır. Aslında amaç makineyi durdurmadan daha önceden yapılacak işleri ayarlayarak makineyi performansını artırmaktır (Sarı, 2017: 434).

Heijunka (dengeli üretim), üretimde döngü süresinin sabit tutulduğunu varsayarak daha fazla işçilik süresi gerektiren işlerin dağıtılması ile daha dengeli ve ortalamadan daha yüksek üretim programının oluşturulmasıdır (İşler ve Güner, 2014: 354).

OEE (toplam ekipman verimliliği), işletmelerde kullanılan makinaların ne kadar etkin ve verimli kullanıldığını gösteren performans göstergesidir. Tek bir makine için uygulamanın yanında bir bölüm ve hat içinde uygulanabilir (www.yalinyonetim.com.tr, 2021). OEE değerlerinin hesaplanmasında kullanılabilirlik oranı, performans oranı ve kalite oranlarının çarpımı ile hesaplanmaktadır (www.lean.org.tr, 2021).

TPM (toplam üretken bakım), insan ve makinaların uyumlu bir şekilde çalıştırılması, tüm çalışanların katılımını sağlayan, kayıpların azaltılması ile sıfır hata, sıfır kaza ve sıfır arızayı hedefleyen, makinaların çalışır durumdayken bakımlarının yapılması ile duruşları engelleyen yalın sistemdir (Ersöz, Öztürk ve Gürel, 2018: 448).

5S kavramı, günlük yaşama entegre edilmiş Japonca Seiri (Organizasyon), Seiton (Düzenleme), Seiso (Temizlik), Seiketsu (Standartlaştırma) ve Shitsule (Disiplin) kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir tekniktir 5S problemleri görünür hale getirerek çözüm üretebilmek için kullanılan bir araçtır (Kobayashi, Fisher ve Gapp, 2008: 245).

Poke – Yoke, hata önleyici düzeneklerin kullanıldığı bir uygulamadır. Shigeo Shingo tarafından geliştirilen ve uygulanan bu teknik ile üretim hatlarında çıkabilecek küçük problemlerin büyümeden önlenmesi için kullanılmaktadır. 1963 yılında Shingo tarafından adlandırılan Poke Yoke, hatalara karşı direnç olarak (önlemek (yoke), dikkatsizliklerden kaynaklı (poke)) çevrilmiştir (Belu, Ionescu vd, 2015: 1).

1.4. Ürün Geliştirme

Günümüzde yaşanan teknolojik yenilikler dünya üzerinde çok çabuk fark edilerek kullanılmakta ve eskimektedir. Her geçen gün yeni bir teknolojik gelişme yaşamakla beraber bu teknolojilerde dünya üzerindeki herhangi bir yerde kolaylıkla taklit edilebilmektedir. Bu etkiler nedeniyle işletmeler rekabet avantajı sağlayabilmek adına ürünlerini çok daha kaliteli ve kısa sürede yeni ürün tasarlayabilme yetkinliklerini ortaya koymak zorundadır. Bu nedenle de işletmelerin ürün geliştirme faaliyetlerine ayırdıkları bütçelerinde yeterli seviyede olması gerekmektedir (Doğan, Marangoz ve Topoyan, 2003: 116).

Ürün geliştirme süreçlerine işletmelerin bakışları zaman içinde önemli farklı değerlendirilmiştir. 1950-1960 yıllarında mal ve hizmet talebi arzdan fazlaydı. Bu nedenle yeni ürün geliştirme süreçleri firmalar tarafından bir maliyet unsuru olarak görülmekteydi ve yeni ürün geliştirme için itici güç teknolojik gelişmelerdi. 1960-1970’li yılları arasında arz talep dengesi sağlanmaya başlamış ve işletmeler arasında rekabet olgusu kendini hissettirmiştir. Bu dönemde yeni ürün geliştirmeye önem kazanmaya başlanmış ve itici güç pazar koşulları olarak değişmiştir. 1970’den 1980’lerin ortalarına kadar olan dönemde ise enflasyon olgusunun ortaya çıkması ve talebin sabitlenmesiyle maliyet kontrolü ve fiyat indirimi öncelikli hale gelerek bu yıllar arasında işletmeler yeni ürün geliştirmeye yönelmişlerdir. 1990 yılları ortasına kadar olan sürede müşterileri yeni ürün geliştirme sürecine katan ve hıza önem veren yeni ürün geliştirme anlayışı hâkim olmuştur. Günümüze kadar olan yeni dönemde ise sistem entegrasyonunu temel alan müşteri, tedarikçi ve işletme isteklerine dayanan yeni bir yapı oluşmuştur (Cengiz, Ayyıldız ve Kırkbir, 2005: 134).

Pazarlama açısından yeni ürün geliştirme; buluş anlamında yeni ürün, pazar için yeni ürün ve işletme için yeni ürün olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Buluş anlamında ki yeni ürün, hiçbir pazarda bulunmayan ve herkes için yeni bir icat olarak nitelendirilmektedir. Pazar için yeni ürün, aslında mevcut olan bir ürünün hiç bilinmeyen başka bir pazara sunulması ile elde edilen yeni üründür. İşletme için yeni ürün ise, mevcut durumda pazarda olan ve işletmelerin üretim portföyüne yeni girerek geliştirilen ürünlerdir (Altuğ, 2017: 21).

Müşteri beklentilerinin artması sebebiyle mevcut ürünlerin ihtiyacı karşılama imkanı zorlaştığı zaman işletmeler ürün geliştirme sürecine girer ve işletmelerin ürün geliştirme süreçlerinin en sık rastlanan amaçları arasında işletmenin Pazar payını artırma hedefleri yer almaktadır. İşletmelerin satışlarını arttırması, daha fazla kar elde etmek istemesi, büyümek, pazardaki yerini koruması amacı ile yeni ürünler geliştirmeleri ve yeni pazarlara girmeleri gerekir. Ürün geliştirmeyi etkileyen faktörleri değişen tüketici talepleri, işletmeler arası rekabet, gelişen teknoloji ve kısalan ürün yaşam eğrişi olarak belirtebiliriz (Doşar, Görener, 2020: 271).

2008 yılında yayımlanan resmi gazetede AR&GE; ‘Kültür, insan ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve bunun için yeni süreç, sistem ve uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmaları, çevreye uyumlu ürün tasarımı veya yazılım faaliyetleri ile alanında bilimsel ve teknolojik gelişme sağlayan, bilimsel ve teknolojik bir belirsizliğe odaklanan, çıktıları özgün, deneysel, bilimsel ve teknik içerik taşıyan faaliyetler’ olarak tanımlamıştır (Resmi Gazete, 2008).

Araştırma ve geliştirmeyi ayrı ayrı ele alacak olursak araştırma, henüz bilinmeyen bilgi, ürün ya da teknolojiyi bulmak ve bunları hayata geçirmek için yapılan tüm faaliyetlerdir. Temel, Uygulamalı ve Deneysel araştırma olarak üçe ayrabiliriz. Temel araştırma kar amacı hedefi olmayan, bilimsel bilginin bulunması için yapılan araştırmalardır. Genellikle üniversiteler ve kamu kuruluşlarının yaptığı araştırmadır. Uygulamalı araştırma, belli bir kar amacı güdülen, temel araştırma sayesinde elde edilen bilgiler ışığında yeni ürün ve süreçlerin elde edilmesinde teknolojik bilgilerin elde edilmesidir. Deneysel araştırma ise elde edilen yeni bilgiler sayesinde yeni

ürünler, süreçler, sistemler meydana getirmeye ve mevcut olanların da geliştirilmesini sağlayan araştırmadır. Geliştirme, yapılan araştırmalar sayesinde elde edilen yeni bilgileri kullanarak daha karlı bir şekilde ürün, hizmet ya da üretim süreçleri elde etmeye yarayan mühendislik faaliyetleridir. Geliştirme de basit, teknolojik ve bilimsel olmak üzere üç grupta incelenebilir. Basit geliştirme, sahip olduğumuz bilgi ve tecrübelerimizi geliştirmek kaydıyla elde ettiğimiz küçük iyileştirmelerdir. Teknolojik geliştirme, biraz daha karmaşık yapıda, daha fazla bilgi ve uzmanlık gerektiren, maliyeti fazla, zaman alıcı ve başarısızlık riskinin de olduğu bir geliştirmedir. Bilimsel geliştirme ise, bilimsel bilgi, daha fazla uzmanlık ve tecrübe, bütün bunların yanında da parlak fikirler ve yaratıcılığın olduğu geliştirmedir (Ünal ve Seçilmiş, 2013: 13).

Farklı endüstri gruplarında AR&GE çalışmaları hiç durmadan devam etmektedir. Yeni bulunan ve tasarlanan ürünlerin başarı ya da başarısızlıklarını ölçmek çok kısa sürelerde olmayabilir. Geçmiş yıllarda yapılan araştırmalar göstermiştir ki bu sonuçların süreleri oldukça uzun süreler alabilmektedir. Örnek olarak uçak 5-15 yıl, otomobil motorları 4-7 yıl, iletişim araçları 4 yıl, otomobil gövdeleri 2 yıl, ev araçları 2 yıl, radyo-televizyon ve gemi yapımı 6-12 ay, moda birkaç hafta gibi sürelerden söz edebiliriz (Demir, Gümüšoğlu, 2009: 118).

Bu çalışmada ısı yalıtım sektöründe yapılan yeni ürün geliştirme ve devreye alma işlemi yaklaşık 8-12 ay süre zarfında gerçekleştirilmiştir. Geçen bu süre zarfında birçok alternatif hammadde ile üretim denemeleri yapılmış, denemeler sonrası kalite testleri ve üretim süreçleri gözden geçirilmiştir.

1.5. Literatür Özeti

Literatürde ürün geliştirme konusu ile ilgili olarak yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Aşağıdaki paragraflarda özellikle yalıtım sektöründe gerçekleştirilmiş ürün geliştirme ve/veya ürün tasarımı ile ilgili çalışmalardan oluşan literatür özetine yer verilmiştir.

Doğan, Marangoz ve Topoyan'ın 2003 yılında iç ve dış pazardaki rekabet gücünü etkileyen faktörleri belirlemek için otomotiv sektöründe yaptığı bir anket

çalışmasında, ankete katılan işletmelerin %35,3'ünün Ar-Ge çalışmalarının rekabet gücünün yüksek oranda etkili olduğu sonucuna varmışlardır (Doğan, Marangoz ve Topoyan, 2003: 131).

Otomotiv sektöründe Ereke (2006) taşıt gövde ve parçalarının günümüz konseptine uygun tasarımında yeni teknikler kullanmak suretiyle yeni taşıtların tasarlanması ve testlerinin bilgisayar destekli simülasyon çizimlerinde yapılmasını incelemiştir. Günümüz tasarım süreçlerinde üç boyutlu optik tarama ve sayısallaştırma, bilgisayar destekli tasarım, sanal prototipleme, hızlı prototipleme, bilgisayar destekli mühendislik ve test ile bilgisayar destekli imalat ve seri üretim aşamalarının bulunduğu bir sistemler bütünü için ürünlerin geliştirildiğini gözlemlemişlerdir. Yapılan araştırmalar sonucu, teknolojik gelişmelerin sayesinde bilgisayar ve yazılım konularındaki hızla artan gelişmeler daha gerçekçi hızlandırılmış tasarım sürecinin yaratılmasını ve prototiplerin sanal ortamda simüle edilmesi imkânı sağlayarak Ar&Ge mühendislerinin elini güçlendirmiştir. Dolayısıyla birçok üretici firma ürün geliştirme aşamasında test sürelerini ve sayılarını azaltmak üzere bilgisayar destekli mühendislik (CAE) tekniklerini de kullanarak öncelikle sanal ortamda hızlandırılmış testleri gerçekleştirmektedirler (Ereke, 2006: 34).

Beyaz Eşya sektöründe Karakan ve Koç'un (2008) yaptığı çalışmada farklı iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için mevcut durumda yalıtım için kullanılan poliüretan bir malzeme yerine VIP (Vakumlu Yalıtım Paneli) kullanımı denenmiştir. VIP yalıtım katsayısının poliüretan malzemelere göre daha düşük olması nedeni buzdolaplarının derin dondurucu kısımlarında kullanarak yalıtımın daha iyi olmasını sağlamışlardır. Bu çalışma yapılırken alınan patent sayılarının ve verilerin fazla olmasından dolayı Pearl eğrisini kullanmışlardır. Kullanılan bu yöntemde sonucunda 2005 yılı alınacak patent sayısının pik yaptığı ve VIP malzeme kullanımında ki yeniliklerin 2015 yılından sonra düşüşe geçeceğini ve 2020 yıllarında ise yeni teknolojilerin kullanılacağı tahmin edilmektedir (Karakan ve Koç, 2008: 32-33).

Şahin'in (2009) Mersin bölgesinde ki Küçük ve Orta Büyüklükteki işletmelerin iş hayatında tutunabilmeleri ve karlılıklarını sürekli kılarak büyümelerinde yenilikçiliğin ne derece etkili olduğunu görebilmek için bir çalışma yapmıştır. 260

işletmede anket yöntemiyle toplanan veriler Ki-Kare bağımsızlık testi ile değerlendirilmiş ve 96 işletmede yenilik faaliyetlerine önem verip kullanılan hammaddelerin miktarını düşürmeye çalıştığı sonucuna ulaşmıştır (Şahin, 2009: 259).

Jelle'nin 2011 yılında geleceğin binalarında ki ısı yalıtım malzemeleri ve çözümleri hakkında ki araştırmasında binalarda geleneksel olarak kullanılan taş yünü, EPS, XPS, Selüloz, mantar, poliüretan gibi malzemeler ile vakum yalıtım panelleri, gaz panelleri, aerojeller, faz değişim metaryalleri gibi malzemelerin kullanımının avantaj ve dezavantajları incelemiştir. Yapılan inceleme ihtiyacı en iyi şekilde karşılayabilecek tek bir ısı yalıtım malzemesinin olmadığı, bu nedenle günümüzde geleneksel ve son teknoloji malzemelerinden en uygun olanı seçmek, mevcut malzeme özelliklerinden daha iyi çözümler sunabilecek malzemeleri bulabilmek adına sürekli araştırma geliştirme faaliyetlerine devam etmek gerektiği sonucunu varılmıştır (Jelle, 2011: 22).

Baetens, Jelle ve Gustavsen'nin 2011 yılında binalarda ısı yalıtımı için kullanılan, en umut vadeden ve geleneksel ısı yalıtım malzemelerine kıyasla daha dikkat çekici özellikte olan, ısıl iletkenlik değerinin 13 mW/mK'ya kadar düşen aerjel malzemesinin genel özellikleri ve bina uygulamaları hakkında bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada, üretim maliyetlerini uygun olması durumunda geleneksel ısı yalıtım malzemelerine göre ısıl iletkenlik değeri 2-2,5 kat daha düşük alternatif malzeme olarak çatı ve pencerelerde kullanılabileceğini düşünmektedirler (Baetens, Jelle ve Gustavsen, 2011: 10).

İnşaat sektöründe gerçekleştirilen çalışmada Akkurt, Sütçü ve Başoğlu (2011), yapı tuğlarının geliştirilmesinde kâğıt üretim atıklarının kullanılmasını sağlayarak ısıl iletkenlik değerlerinin düşürülmesini sağlamışlardır. Yapılan çalışmada kâğıt üretimi atıklarının düşey delikli yalıtkan tuğla içinde değerlendirilmesiyle yararlı bir endüstriyel ürüne dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Bu atıklar yüksek miktarda kalsiyum karbonat ve selüloz liflerden meydana gelmektedir. Belli alanlarda stoklanan bu atıklar ekonomik bir yöntemle değerlendirilememektedir. Bu atıkların killi tuğla hammaddesine ilave edilmesi durumunda gözenekli, hafif ve mekanik

dayanıma sahip olan tuğlalar geliştirilmiştir. Üretilen bu katkılı deliksiz tuğlaların ısı iletim katsayıları $<0,4$ W/mK iken, geliştirme öncesi katkısız tuğlanınki $<0,8$ W/mK gelmektedir. Katkılı ve katkısız tuğlalar karşılaştırıldığında %50'ye kadar varan oranlarda ısı iletim katsayısında düşüş sağlanmıştır. Düşey delikli izolasyon tuğla bünyesinde bu atıkların kullanılması durumunda ise ısı iletim katsayısının $<0,158$ W/mK gibi daha da düşük değerlere azaldığı görülmüştür. Bu ürünler içerdikleri mikro gözenekler sayesinde binalarda ısı kayıplarını azaltmak için yalıtım amaçlı izotuğla olarak kullanılabilir (Akkurt, Sütçü ve Başoğlu, 2011: 899).

Lakatos ve Kalmar'ın 2012 yılında yalıtım malzemesi olarak kullanılan farklı yoğunluktaki geliştirilmiş polystiren (EPS) levhalar üzerinde su geçirgenliği ve ısı iletim katsayılarının ölçümü üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada farklı yoğunluklarda ki (14 kg/m³, $17,5$ kg/m³, $23,7$ kg/m³, $27,5$ kg/m³, $13,62$ kg/m³ gri) levhalar üzerinde su alma özelliklerine ve ısı iletim katsayıları kontrol edildi. Yoğunluk ne kadar düşük olursa nem oranı da düşmektedir. Isı iletim katsayısının ise yoğunluk arttıkça düştüğü gözlemlenmiştir (Lakatos ve Kalmar, 2012: 412).

Lakatos ve Kalmar'ın 2013 yılında yaptıkları farklı bir çalışmada ise belli kalınlıklardaki geliştirilmiş polystiren (EPS) levhaların ısı iletim katsayıları değişimleri incelenmiştir. 14 kg/m³ gri ve $10-26$ kg/m³ yoğunlukta $5, 8$ ve 10 cm kalınlıkta EPS levhaları üzerinde çalışılmıştır. Çalışma sonucunda ısı iletim katsayılarının kalınlık ile doğrusal bir bağlantısının olmadığını göstermişlerdir (Lakatos, Kalmar, 2013: 1105).

İnşaat Sektöründe Kanan (2013), kamu binalarının enerji verimliliği konusunda yaptığı çalışmada 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile Binalarda Enerji Verimliliği Yönetmeliği kapsamında 2017 tarihine kadar binaların enerji denetimi ve kimlik belgesi yasal bir zorunluluk olduğu ve ülkemizin tükettiği enerjinin %75'ini ithal ettiği, tüketilen enerjinin yaklaşık % 40'lık kısmının ise binalarda kullanıldığını belirtmiştir. Yapılan çalışmalara göre mevcut binalarımızda enerji verimliliği potansiyelini %35 civarında olduğunu açıklarken, 2023 yılına kadar 10 milyon konuta yapılacak sadece ısı yalıtımı ile 2.400 GWh soğutma ve 2,3 milyon TEP yakıt tasarrufu tahmin edilmektedir. Yapılan bu çalışmada Ankara'da ki 100 kamu

binasının enerji etütlerinin yapılması ve enerji verimlilik düzeylerinin belirlenerek ısı yalıtım işlemlerinin yapılması sağlanmıştır. Yapılacak bu tadilat ve ısı yalıtım çalışmaları sonrası binaların enerji kimlik belgeleri hazırlanarak devamında takibi sağlanacaktır (Kanan, 2013: 976).

Ünal ve Seçilmiş (2013) Türkiye’de ki Ar-Ge çalışmalarının gelişmiş ülkeler ile kıyaslanması açısından bir çalışma yapmışlardır. Firmaların rekabet üstünlüğü sağlamak, karlılıklarını devam ettirebilmek için Ar-Ge faaliyetlerine gereken önemin verilmesi gerektiğini savunmaktadır. 1998 – 2010 yılları baz alındığında Ar-Ge yoğunluğu (Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli gelir içindeki yüzdesi) en fazla olan ülke 3,36 ile Japonya ilk sırada, 2,91 ile ABD, 2 ile Avrupa Birliği ülkeler üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye ise 0,84 ile gelişmiş ülkelere göre Ar&Ge’ye ayrılan harcamaların geride kaldığını ortaya koymuştur (Ünal, Seçilmiş, 2013: 14).

Pavlik ve arkadaşlarının 2014 yılında tuğlaların boş olan iç kısımlarını hava ve geliştirilmiş polystiren ile doldurarak ısı yalıtım değerlerinin görmek adına bir çalışma yapmışlardır. Kurdukları deney düzeneğinde bir ısı yalıtım kutusu ve buna bağlı olarak sıcaklıkları ölçebilen proplar kullanmışlardır. Bilgisayar simülasyon yardımıyla bu ısı kayıplarının nerelerde olduğunu görmek için bir modelleme yapmışlardır. Tuğla içinde kullanılan geliştirilmiş polystiren boncuklarının boş ya da içi hava dolu tuğlaya göre ısıl iletkenliklerinin %30 oranında daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir (Pavlik, Jerman vd., 2014: 436).

Mas ve arkadaşlarının 2014 yılında hafif çimento harçları içerisine öğütülmüş EPS, toz EPS ve kağıt külü ilave ederek yaptıkları deneylerde ısıl iletkenlik değerlerinin nasıl etkilendiğini gösteren bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada %30 oranında kağıt külü ve öğütülmüş EPS içeren harçlarda ısıl iletkenlik değerinin %70 oranında düştüğü, %30 kağıt külü ve toz EPS içeren harçlarda ise %68 oranında düştüğünü tespit etmişlerdir (Mas, Bond vd., 2014: 293).

Doğmuş (2016) ısı ve ses yalıtımı için yaptığı deneysel uygulamada perlit hammaddesini beton içerisinde agrega yerine hacimce % 10, % 20, % 30, % 40, %

50 ve % 60 oranlarında genleştirilmiş perlit agregası kullanılarak çeşitli beton numuneleri hazırlanarak yapılan deneylerde ısı ve ses iletkenliklerinin azaldığını tespit etmişlerdir (Doğmuş, 2016: 1).

Literatür özetinden görüleceği üzere yalıtım ve farklı sektörlerde ürün geliştirme ile ilgili olarak yapılmış çok çeşitli çalışmanın olduğu görölmektedir. Bu çalışma ile yalıtım sektöründe kullanılan genleştirilmiş polistiren ürününün (EPS) müşteri istekleri ve yasal zorunluluklar doğrultusunda ürüne etki eden yoğunluk, ısı iletkenlik, bükme/basma/çekme mukavemetleri, düşük maliyet, yüzey düzgünlüğü, boyutsal kararlılık ve renk standartları açısından değerlendirilerek yeni bir ürün tasarımında literatüre katkı sağlayabilecek niteliktedir.

İKİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLERİN AÇIKLANMASI

Çalışmanın ikinci bölümünde KFG ve AHP yöntemleri hakkında açıklayıcı bilgiler verilecektir. Bu iki yöntemin tarihsel olarak gelişimleri, uygulama şekilleri, avantaj ve dezavantajlarının neler oldukları alt başlıklarda incelenecektir.

2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG)

“Kalite Fonksiyon Göçerimi, tasarım süreci dinamiklerinin modellere dönüştürülmesine yarayan, istenen kalitede ve müşteri istek, ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan ürün ve hizmet geliştirmede kullanılan ve pazarda rekabet etme avantajı sağlayan en önemli metotlardan birisidir” (Sofyalıoğlu ve Tunail, 2012: 125).

KFG tarihsel gelişimi, uygulama adımları, faydaları ve uygulamada karşılaşılan zorluklardan aşağıdaki alt başlıklarda bahsedilmektedir.

2.1.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi Tarihsel Gelişimi

Kalite Fonksiyon Göçerimi, 1970'li yıllarda Japonya'da Prof. Yoji Akao ve Shigeru Mizuno'nun geliştirdiği yöntemdir. Geliştirilen yöntemin Japonca adı 'HinShitsu KiNo TenKai' olarak bilinmektedir. Hin Shitsu, kalite veya özellik, Ki No işlev veya mekanizasyon, Ten Kai ise dağıtım, yayılma veya geliştirme anlamına gelmektedir (Chaudha vd., 2011: 690). İngilizcede ise "Quality Function Deployment" olarak tercüme edilmiştir (Yenginol, 2008: 7).

1960'ların sonlarında Japon endüstrisi, 2. Dünya Savaşı sonrası taklit ve kopyalama yoluyla ürün geliştirme modundan çıkarak Kalite Fonksiyon Göçerimi ile orijinalliğe dayalı ürün geliştirmeye geçti. Kalite Fonksiyon Göçerimi, Toplam Kalite çatısı

altında yeni ürün geliştirmek için yeni bir yöntem olarak böyle bir ortamda doğmuştur (Akao, 1997: 1).

Kalite Fonksiyon Göçerimi, müşteri beklentilerini dikkate alarak teknik gereksinimlere dönüştüren bir kalite iyileştirme yöntemidir. KFG, ürün geliştirmede kullanılması için 1972 yılında Japonya'nın Kobe şehrindeki Mitsubishi tersanesinde geliştirilmiştir. Teknoloji ile insanların uyumunu esas alan sistematik bir yöntem olan KFG, müşterilerin gereksinimlerini anlama ve bu gereksinimleri kendi yetenek ve kaynaklarıyla karşılamak için işletmelere yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır (Doğan ve Karakuş, 2014: 177).

Toyota'nın 1977 ile 1984 yılları arasındaki Kalite Fonksiyon Göçerimi uygulamalarıyla elde ettiği başarılarından sonra batılı şirketlerin de ilgisini çekmeye başlamıştır. KFG, Amerika'da ilk defa 1984 yılında Xerox şirketi uygulanmış, daha sonra ise Digital Equipment, Hewlett Packard, AT&T ve ITT gibi birçok gelişmiş firma bu yöntemi kullanmaya başlamıştır. Ford Motor Co. ve General Motors firmaları çok sayıda başarılı uygulama gerçekleştirmiştir. Bu yönetimi kullanan ilk Avrupalı şirket ise Philips Corporation olmuştur. Türkiye'de ise bilimsel yazına yansıyan ilk KFG uygulamasını beyaz eşya üreticisi olan Arçelik firması 1994 yılında bulaşık makinesi üzerinde gerçekleştirmiştir (Akbaba, 2005: 61).

2.1.2. Kalite Fonksiyon Göçerimi Temel Özellikleri

Kalite Fonksiyon Göçerimi, müşteri isteklerini ve ihtiyaçlarını tanımlayarak, bu ihtiyaçlar doğrultusunda ürün ve hizmet geliştirmede kullanılmak üzere geliştirilmiş toplam kalite felsefesini benimseyen firmaların tercih ettiği ve pazarda rekabet etme şansını artıran metotlardan biri olarak karşımıza çıkmıştır (Dinçel ve Yenen, 2011: 276).

Kalite Fonksiyon Göçerimi, müşterinin beklentisini karşılayacak ya da daha yüksek kalitede ürünler geliştirmek amacıyla müşterinin isteklerini dikkate almak için geliştirilmiş olan bir yöntemdir. Bu tanıma göre ürün geliştirme, kalite yönetimi ve müşteri ihtiyaçları analizi bu yöntemin birincil fonksiyonlarıdır. Daha sonra yöntemin fonksiyonları genişlemiş ve tasarım, planlama, karar verme, mühendislik,

yönetim, takım çalışması, zamanlama ve maliyetlendirme gibi çeşitli alanları da kapsar duruma gelmiştir (Doğan ve Karakuş, 2014: 177).

KFG'nin 3 ana amacı vardır (Seyhan, 2005: 26):

1. Müşteriyi tanımlama,
2. Müşterinin ne istediğini net olarak anlama,
3. Müşteri isteklerinin nasıl karşılanacağına karar verme,

Bu üç amacın gerçekleşmesi demek Kalite Fonksiyon Göçeriminin uygulanmasının gerçekleşmesi demektir.

2.1.3. Kalite Evi

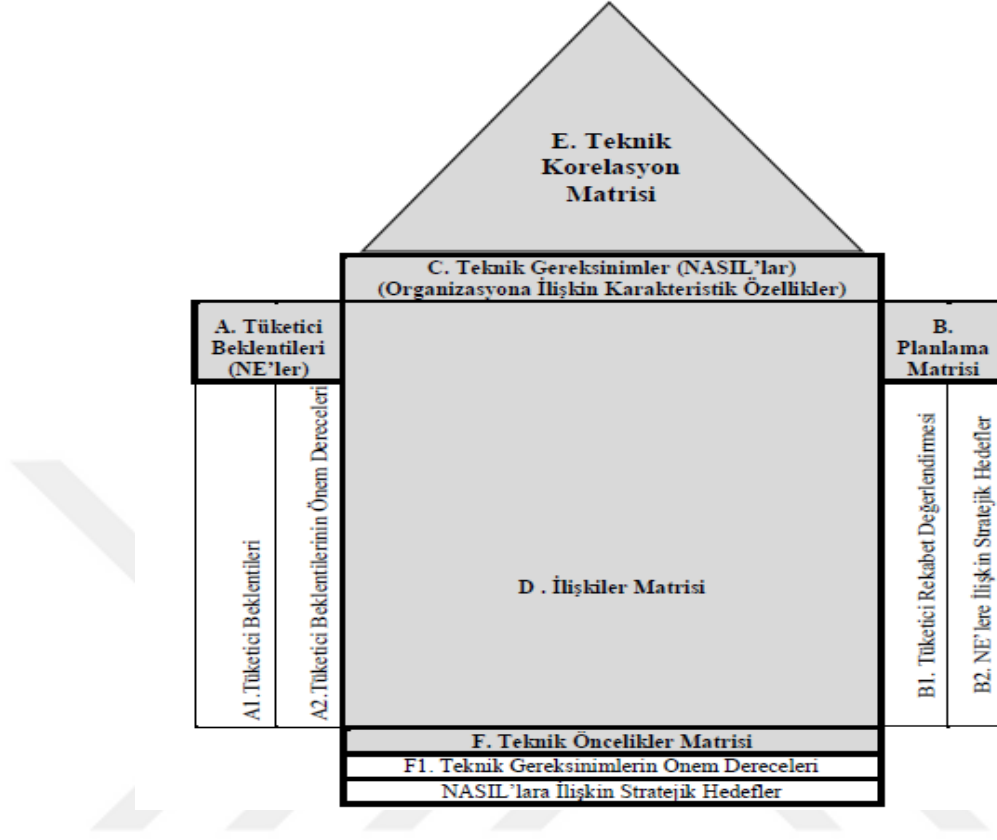
Kalite Fonksiyon Göçerimi, bahsedilen amaçlara ulaşmak için müşterileri tasarım sürecinin başından itibaren dikkate alır. Bu şekilde müşteri istek ve ihtiyaçları temel alınarak ilk seferde doğruyu bularak geliştirme zamanını kısaltılmış olacaktır. Bu süreç takımlar vasıtasıyla yürütülen ve sürekli iyileştirme ile birlikte hiç sona ermeyen bir çalışmadır. Kalite Fonksiyon Göçerimi müşterinin anlaşılmasını sağlayarak pazarda rekabet için güçlü bir veri tabanı oluşumunu da sağlar. Tecrübelerle öğrenerek maliyetlerin minimize edilmesini beraberinde getiren bir yöntemdir. Bu yöntem rakiplerle mücadele ederek yeniliği teşvik eden bir araçtır (Alpaykut, 2013: 13)

Kalite Fonksiyon Göçerimi sürecinin temeli olan Kalite Evinin oluşturulması dört adımdan meydana gelmektedir (Sofyalıoğlu ve Tunail, 2012: 126):

- Müşterinin Sesinin Toplanması
- Firmanın Sesinin Toplanması
- Kalite Evinin Oluşturulması
- Sonuçların Analizi ve Yorumlanması

Kalite evi bu yöntemde önemli bir yere sahiptir. Şekil 1'de bölümleriyle birlikte bir kalite evi görülmektedir. Kalite evinin sol kısmında "Müşterinin Sesi (Tüketici Beklentileri)", çatısında "Teknik Korelasyon Matrisi", çatının hemen altında "İşletmenin Sesi (Teknik Gereksinimler)", en altta "Teknik Öncelikler Matrisi",

ortasında “İlişkiler Matrisi” ve en sağında ise “Planlama (Stratejik Planlama) Matrisi” yer almaktadır (Doğan ve Karakuş, 2014: 178).



Şekil 2. 1. Kalite Evi (Doğan ve Karakuş, 2014: 178).

Kalite Fonksiyon Göçerimi uygulamasının adımları aşağıda gibidir (Doğan ve Karakuş, 2014: 178):

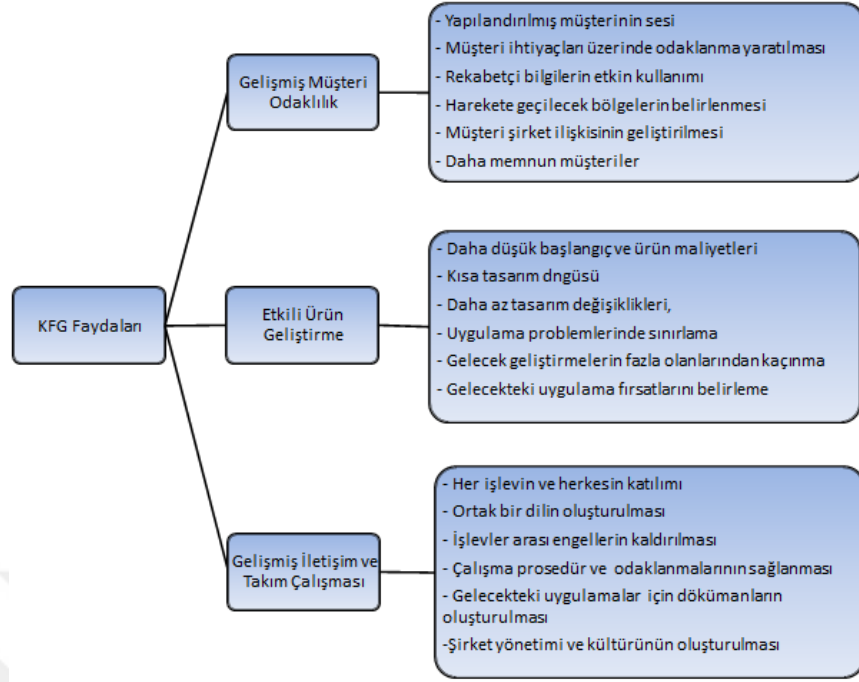
- Müşteri sesinin NE'ler olarak belirlenmesi,
- Müşteriyi memnun edecek hareket planı olan NASIL'ların belirlenmesi,
- NE'lerin bileşenlerinin NASIL'ları ile ilişkilendirilmesi,
- NASIL'lar arasındaki etkileşimlerin belirlenmesi,
- NE'lerin görece önemlerinin belirlenmesi,
- NASIL'ların sıralanması.

2.1.4. Kalite Fonksiyon Göçerimi Avantaj ve Dezavantajları

Farklı birçok sektörde yapılan çeşitli uygulamalar için Chan ve Wu KFG'nin faydalarını aşağıdaki şekilde açıklamaya çalışmışlardır (Chan ve Wu, 2002: 32-33):

- KFG, ürün hedefleri, pazarlama stratejileri ve üretim kontrol noktaları için yapılacak yanlışlar ile değişiklik ihtiyaçlarının azalmasına olanak sağlamaktadır.
- KFG kullanan işletmeler kendilerini pazarda daha kısa vadede tanınır hale getirerek avantaj sağlayabilmektedirler.
- KFG kullanan işletmelerin %80'den fazlası artan iletişim ve hızlı karar mekanizması ile müşterilerini daha iyi anlamaya olanak sağlamaktadırlar.
- Potansiyeli yüksek yenilikler ile daha üstün ürün tasarımları, daha az mühendislik değişiklikleri ve kısa tasarım süreleri, düşük maliyetli proje ve ürünler, en önemlisi tüm yapılan bu çalışmalardan memnun müşteri topluluğu yaratmayı sağlayabilmektedir.
- Müşteri odaklılık, uygulama süresinin azaltılması, takım çalışmasına yönlendirilme ve uygulamalar için prosedürlerin oluşturulması kolaylaşmaktadır.
- Müşteri odaklı şirketler ve pazar odaklı ürünler, tasarımda daha az değişiklikler, başlangıç maliyetlerinde azalma, daha kısa tasarım süreleri ve takım çalışmasının oluşmasını olanak sağlamaktadır.
- Mühendislik bilgilerinin sistematik şekilde dökümanite edilmesi, iş operasyon prosedürlerinin daha iyi tanımlanması, düşük geliştirme ve başlangıç maliyetleri ile rekabet gücünün artması ile memnun müşterilerin oluşması sağlanmaktadır.

KFG faydalarını aşağıdaki tabloda özet olarak görebiliriz:



Şekil 2. 2. KFG Faydaları (Chan, Wu 2002; 33)

KFG faydaları yanında doğal olarak uygulama zorlukları da olmaktadır. Bu dezavantajları Bouchereau ve Rowlands çalışmalarında aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır (Bouchereau ve Rowlands 2000: 12):

- Müşterinin sesinin belirsiz olması,
- Büyük miktarlarda veri girişi ve analiz ihtiyacının oluşması
- Kayıt altına alınmayan KFG geliştirmeleri,
- Kalite evi için müşteri anketlerinin girişinin manuel yapılması ve zorlukları,
- KFG adımları arasında zaman zaman kopuklukların oluşması,
- Kalite evinin çok büyük ve karmaşık olması,
- Kalite evindeki hedef değerlerin ayarlamalarının kesin olmaması,
- İlişki güçlerinin yanlış tanımlanması,
- KFG nitel bir yöntem olması.

Govers 2001 yılında yaptığı bir çalışmada ise KFG'nin dezavantajları 3 farklı başlıkta değerlendirmeye çalışmıştır (Govers, 2001: 158):

1) Metodolojik Problemler

- Çok fazla ayrıntılara girme riskinin bulunması,

- Rakamların gizemine kapılma riski,
 - Müşteri ve mühendislik ihtiyaçlarının yer değiştirilerek karıştırılması,
- 2) Organizasyonel Problemler
- Yönetimin desteğinin tam olarak alınamaması,
 - Süreç eksiklikleri (geliştirmenin tam olarak kullanılamaması ve sürece entegre edilememesi),
 - Yönetim ve takım kurmada ki zayıflıklar,
- 3) Ürün Politikaları
- Doğru ürün seçimi,
 - Müşteri tanımlama (hedef kitleyi bölerek seçmek),
 - Pazar bilgisi (rekabetçi ve teknik olarak kıyaslama).

2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

İşletmelerde çoğu zaman karar verme süreçlerinde problemler çıkabilmektedir. Bu problemleri çözüme kavuşturabilmek ve basit hale getirebilmek adına bir matematiksel model ihtiyacı doğmaktadır. Bu aşamada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi karar verme süreçlerini daha basit ve kolay hale getiren bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır (Doğan ve Ger, 2014: 31).

AHP tarihsel gelişimi, temel özellikleri, avantaj ve dezavantajları aşağıdaki alt başlıklarda bahsedilmektedir.

2.2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Tarihsel Gelişimi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) subjektif faktörlerin karar verme prosesinde dahil edilebilmesine imkân sağlayan çok kriterli karar verme yöntemidir. 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş olan bu çok kriterli karar verme yöntemi, karar seçeneklerinin değerlendirilmesi ve seçilmesi sürecinde kalitatif ve kantitatif kriterlerin birlikte kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Doğan ve Gencan, 2013: 74).

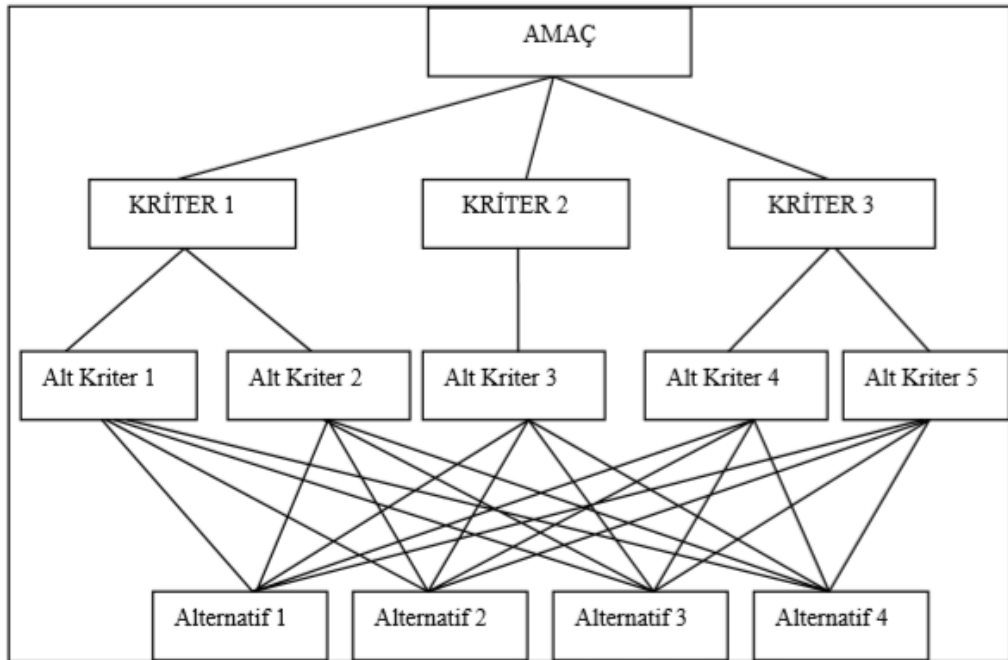
AHP yöntemi temel olarak belirlenen alternatifler için öncelikler belirler ve bu alternatifleri sorgulamak için de kriterler belirleyerek çalışır (Saaty, 2001, 16).

2.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Temel Özellikleri

Analitik Hiyerarşi Prosesinin başlıca özellikleri, daha kapsamlı, anlaşılması daha kolay ve mantıklı oluşu, sezgisel yapısı, karmaşık karar problemlerinin çözümüne uygun oluşu, etkinliği ve esnekliği, teknik yönü zayıf olan yöneticilere basit bir şekilde anlatılabilme özelliği, işletmecilik kararlarındaki kullanılabilirliği olarak sayabiliriz (İbicioğlu ve Ünal, 2014: 56).

Yapının ilk aşamasında ve en üst kısmında açıkça ifade edilen bir amaç, ikinci aşamasında amacın altında amacı etkileyen kriterler, en altta ise seçim yapılacak olan alternatifler bulunmalıdır. Geniş kapsamlı kriterler, alt kriterlere ayrıştırılarak hiyerarşik yapıya yerleştirilmektedir. Bu yapıda tüm parçalar birbirlerini etkilemekte ve bir faktördeki değişimin diğer faktörleri nasıl etkilediği görülebilmektedir. Aşama sayısının bir sınırı yoktur. Fakat problemin yönetilebilir ve mantıklı olması için karar alma sürecinde gerekli olan tüm kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir (Murat, Çelik, 2007: 11).

Tablo 2. 1. Genel Hiyerarşi Tablosu (Alford, 2004: 6)



2.2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulama Metodu

Analitik Hiyerarşi Prosesi uygulamasında izlenen adımlar aşağıdaki gibidir (Doğan ve Sözbilen, 2014: 100):

- Problemin hiyerarşik yapıda gösterilmesi,
- İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması,
- İkili karşılaştırma matrislerinin öncelik değerlerinin hesaplanması,
- Tutarlılık oranının hesaplanması,
- Nihai öncelik değerlerinin hesaplanması.

Bu adımların ilkinde araştırmanın problemi hiyerarşik bir yapı ile gösterilir. Hiyerarşinin tepesinin üst kısmında amaç, ortasında kriterler (varsa bunların alt kriterleri) ve en alt noktasında ise alternatifler yer alır.

İkili karşılaştırma matrislerinde ise karar verici tarafından matriste yer alan her bir kriter diğeriyle ikili olarak karşılaştırılır. Karşılaştırma matrislerinde aşağıda yer alan 9’lu ölçek kullanılır. 2, 4, 6 ve 8 ile belirtilen değerler ara değerler olarak gösterilir (Doğan ve Sözbilen, 2014: 100).

Tablo 2. 2. İkili Karşılaştırmada Kullanılan 9’lu Ölçek Tablosu (Doğan ve Sözbilen, 2014:100)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet de amaca eşit derecede katkı sağlamaktadır
2	Zayıf	
3	Orta önem	Tecrübe ve yargı az farkla da olsa faaliyetin birini diğerine tercih etmektedir
4	Ortanın biraz üstü	
5	Güçlü önem	Tecrübe ve yargı güçlü bir şekilde faaliyetin birini diğerine tercih etmektedir
6	Güçlünün biraz üstü	
7	Çok güçlü önem	Tecrübe ve yargı çok güçlü bir şekilde faaliyetin birini diğerine tercih etmektedir
8	Çok, çok güçlü	
9	Mutlak önem	Tecrübe ve yargı tartışmasız bir şekilde faaliyetin birini diğerine tercih etmektedir
1,2,...,9 sayılarının çarpımına göre tersleri	Eğer i-inci faaliyet ile j-inci faaliyet karşılaştırılması sonucu 1,2,...,9 değerlerinden biri ise j-inci faaliyet ile i-inci faaliyetin karşılaştırılması sonucu bunların çarpımına göre tersleridir	Mantıklı bir varsayım

Değerlendirdiğimiz kriter sayısına n dersek ve i özelliğinin, j özelliğine göre önemi de a_{ij} ile gösterirsek; n x n türündeki ikili karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırma matrisinde $a_{ij} = k$ ise $a_{ji} = 1/k$ olur ve matriste yer alan tüm diyagonal elemanlar da (a_{ii} 'ler) 1 olmalıdır.

Üçüncü adımda elde ettiğimiz ikili karşılaştırma matrislerinin öncelik değerleri bulunur. Diğer bir deyişle bu adımda karşılaştırılan elemanların birbirlerine göre üstünlük dereceleri belirlenmektedir. Daha sonra ikili karşılaştırma matrisleri normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Bunun için ilk olarak matriste yer alan her bir değer bulunduğu sütunun toplamına bölünerek matriste yer alan değerler (0, 1) açık aralığındaki değerlere dönüştürülerek her bir sütunun toplamının da 1 olması sağlanmaktadır (Doğan, Gencan, 2013: 76).

$$\sum_j a_{ij} = 1$$

Dördüncü adımda ise karşılaştırmaların tutarlılıkları değerlendirilmektedir. Bunun için Tutarlılık Oranı (CR) değerleri hesaplanır (Doğan ve Sözbilen, 2014: 100).

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \text{CI} / \text{RI}$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio) – CR}$$

$$\text{Tutarlılık İndeksi (Consistency Index) – CI}$$

$$\text{Rastgele Tutarlılık İndeksi (Random Cons. Index) - RI}$$

$$\text{Tutarlılık İndeksi CI} = (\text{lmax} - n) / (n - 1) \text{ formülünden bulunur.}$$

Rastgele Tutarlılık İndeksi matrisin n değeri baz alınarak aşağıdaki tablodan belirlenebilir (Özyörük vd., 2014: 8):

Tablo 2. 3. Rastgele Tutarlılık İndeksi (Labib, 2012: 15)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Yöntemin son adımında ise nihai öncelik değerleri hesaplanmaktadır. Bu adımda birtakım sentezleme işlemleri yapılmakta ve bunun sonucunda alternatiflere ilişkin son ağırlıklar elde edilmektedir. Sonuç olarak, en yüksek ağırlığa sahip olan alternatifin seçilmesi önerilmektedir (Doğan ve Sözbilen, 2014: 100).

2.2.4. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi Avantaj ve Dezavantajları

AHP'nin de KFG'de olduğu gibi uygulamada bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Yıldırım ve Önder'in AHP ile ilgili avantajlı yönleri aşağıda belirtilmiştir (Yıldırım ve Önder, 2015: 60):

- Kantitatif ve kalitatif kriterleri birlikte güçlü bir şekilde değerlendirebilmesi,
- Büyük problemleri küçük parçalar halinde değerlendirerek karmaşık problemlerin çözümünü kolaylaştırır. Alınacak kararları farklı durumlar için formüle etme şansı verir,
- Esnek bir problem çözme aracı olması sebebi ile yönetim tarafından verilecek kararlarda etkili bir çözüm aracıdır,
- Kullanımı ve anlaşılması kolay bir karar verme yöntemidir,
- Birden fazla karar kriteri modele dahil edilerek tutarlı bir karar verme anlamında etkili bir yöntemdir,
- Microsoft Excell gibi kullanımı yaygın olan bilgisayar programında bile rahatlıkla kullanılabilir bir yöntemdir.

AHP için yapılan bazı olumsuz bakış açıları ise şu şekilde özetlenebilir (Yıldırım, Önder, 2015: 61):

- Karar vericilerin kişisel yargılarından dolayı ulaşılan sonuçların doğruluğunu net olarak onaylayan bir yöntemin olmaması, genel itibari ile karar vericilerin kendi tecrübelerine dayanarak verileri oluşturması,
- Ortaya konan verilerin göreceli olarak değişiklik gösterebilmesi,

- Başta belirlenen çoklu kriterlere bir yenisini eklendiği zaman AHP'nin yeniden yapılmasının gerekliliği,
- Doğru sonuçlara ulaşılması için çok fazla ikili karşılaştırma yapılmasının gerekliliği,
- Yeni bir alternatif karar verme çalışmaya eklendiğinde ya da mevcut bir alternatif çalışmadan çıkarıldığında diğer alternatiflerin sıralamadaki yerlerinin değişikliğe uğraması.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YALITIM SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ VE ANALİTİK HİYARARŞİ PROSESİ YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANILMASIYLA YENİ ÜRÜN TASARIMI UYGULAMASI

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Dünyadaki enerji kaynaklarının giderek tükendiği günümüzde enerjiyi tasarruflu bir şekilde kullanmak için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Ülkemizde de enerji tüketiminin artması enerji tasarrufunun gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, ısıtma uygulamalarından elde edilen enerji tasarrufu Türkiye ekonomisinde büyük bir rol oynamaktadır. Yapıların yalıtılması, ısıtma enerjisinden tasarruf etmek ve sürdürülebilir bir gelişme için önemli bir teknolojidir (Yıldız vd, 2008: 25). Türkiye’de yalıtım sektörü son 10 yıl içerisinde giderek artan bir öneme sahip olmaya başlamıştır. Enerji tasarrufunun yanı sıra binalarımızın içindeki enerjinin homojen bir şekilde dağılmasına, binanın konforu ve buna bağlı olarak yaşam kalitemizin yükselmesine neden olacaktır. Yönetmeliklerdeki yalıtım ile ilgili maddeler ve denetlemeler yalıtıma verilen değerin artmasını sağlamaktadır.

Yalıtımın küresel faydalarını düşündüğümüz zaman yalıtım yapılan binalar daha az yakıt tüketmesi nedeni ile atmosfere yayılan karbondioksit ve kükürt maddelerin azalmasına ve küresel ısınma ile mücadeleye de yardımcı olmaktadır. Bu çalışma ile müşteri isteklerini karşılayacak şekilde ısı yalıtımında kullanılan EPS ürününün yeni bir versiyonunun üretilmesi önerilecek, mevcut kullanım maliyetleri üretilmesi tasarlanan yeni ürün ile azaltılmaya çalışılacaktır. Çalışmada yalıtım sektöründe ürün

geliştirme konusu ele alınmakta ve yöntem olarak entegre bir modelin kullanılması önerilmektedir.

3.2. Araştırmanın Kapsamı

Bu tez çalışmasında, Türkiye ve Avrupa’da ısı yalıtım sektöründe lider pozisyonda olan bir firmada üretimi gerçekleştirilen EPS ürünün AR&GE, Pazarlama ve Kalite bakış açısıyla istek ve beklentiler belirlenerek Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) temelli Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada AR&GE, Pazarlama Kalite departmanları birer müşteri, Üretim departmanı ise bu istekleri karşılayan birim olarak ele alınmıştır. AR&GE, Pazarlama ve Kalite bölümlerinde görevli Pazarlama, AR&GE ve Kalite yöneticileri ve uzman çalışanlarla yapılan görüşmeler sonucunda istek ve beklentilerin NE’ler olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu istek ve beklentiler çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle önceliklendirilmiştir. Bu istek ve beklentiler Üretim birimi açısından teknik olarak değerlendirilmiş ve NASIL yapılacağı konusunda detaylandırılmıştır. Daha sonra ise Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yöntemi yardımıyla kalite evi ve bölümleri oluşturularak çalışma tamamlanmıştır.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yöntemleri birlikte kullanılarak AR&GE, Pazarlama ve Kalite departmanlarının istek ve beklentileri belirlenmeye çalışılmış, bu istek ve beklentilerin gerçekleştirilmesi için Üretim departmanının neler yaptığı değerlendirilmiştir.

Çalışmada AR&GE, Pazarlama ve Kalite departmanları müşteri olarak, Üretim departmanı ise bu istekleri yerine getiren bölüm olarak ele alınmıştır. AR&GE, Pazarlama ve Kalite departmanlarının istek ve beklentileri sıralanarak AHP yöntemi ile önceliklendirilmiş ve Üretim tarafında bu istekleri gerçekleştirilebilmesi için teknik olarak yapılması gerekenler belirlenmiştir. Müşteri istekleri ve bu isteklerin

yerine getirilmesi için yapılacak teknik karakteristikler KFG yöntemi yardımıyla ilişkilendirilerek kalite evi oluşturulmuştur.

3.4. Isı Yalıtım Sektöründe AHP ve KFG Yöntemleri Yardımıyla Yeni Ürün Tasarım Uygulaması

Bu bölümde ısı yalıtımında kullanılan EPS ürünü için AHP ve KFG yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanılması ile yeni bir EPS ürünün tasarlanması anlatılacaktır.

3.4.1. EPS Ürünü Hakkında Genel Bilgiler

Binalarda kullanılan enerjinin yaklaşık %80 i ısıtma ve soğutma ihtiyaçları için tüketilmektedir. Bu enerjinin verimli ve etkin bir şekilde kullanılması ancak ısı yalıtımı yapılarak ve enerji tasarruf elde edebilmek için ise en fazla ısı kaybının olduğu dış cepheyi yalıtım en etkili yollardan biridir. Enerji tüketiminin azalması, atmosfere verilen sera gazının da azalmasını sağlayarak küresel ısınma açısından da önemli bir faktördür (www.filliboya.com, 2021). Enerji tüketiminin azaltılması ve bu enerjinin daha verimli kullanılması amacı ile ısı yalıtımında kullanılan ürünlerden en yaygın olanı EPS ürünüdür. EPS belli yoğunluklarda üretimi gerçekleştirilerek nihai tüketicilerin istedikleri kalınlıklarda kesilerek ısı yalıtımı için kullanılabilir hale getirilmektedir.

Üretim aşamalarını genel olarak ifade etmek gerekirse; içinde %5-%8 arasında pentan gazı içeren polistiren polimerinin su buharı yardımıyla yumuşatılarak içindeki pentan gazının genişmesi sonucu hammaddenin yaklaşık olarak 40 kat daha genişmesi ile polistiren boncukları elde edilir. Elde edilen bu boncuklar minimum 8 saat yaşlandırma silolarında bekletilir.



Resim 3. 1. Hammadde ve Ön Şişirme Sonrası Polistiren Boncuklar

8 saat bekletilen boncuklar blok haline gelmesi için bloklama makinesine hava yolu ile transfer edilir. Bu aşamadan yine su buharı yardımıyla birbirine kaynaştırılarak blok haline getirilir. Blok haline getirilen yarı mamullerin içinde hala yaklaşık %1-%3 oranında pentan gazı içermektedir. Dolayısı ile kesim prosesinden önce minimum 48 saat bekletilerek blokların hem boyut kararlılığına gelmesi hem de içinde bulunan su buharı ve pentan gazının difüzyon ile bloğa eşit bir şekilde dağılması sağlanmaktadır.



Resim 3. 2. Yarı mamul Bloklar

48 saat dinlendirilen bloklar daha sonra son proses hattı olan kesim bölümüne alınır. Burada üretim planına göre istenilen kalınlıklarda belli hız ve tel sıcaklıkları ile kesimi gerçekleştirilir. Paketleme işlemi otomatik robot yardımıyla yapılarak ürünler sevke hazır şekilde paketlenerek stok alanına alınmaktadır.

Kalite birimi tarafından ısı iletkenlik değerleri belli aralıklarla kontrol edilir. Standart bir EPS ısı yalıtım malzemesi için ortalama ısı iletkenlik değeri 30 ile 40 mW/mk arasındadır (Jelle, 2011: 4).

3.4.2. Uygulamanın Gerçekleştirilme Aşamaları

Uygulamanın gerçekleştirilme aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Müşteri istek ve beklentilerinin belirlenmesi,
2. İstek ve beklentilerin gerçekleştirilmesi için teknik karakteristiklerin belirlenmesi,
3. Müşteri istek ve beklentilerinin AHP yöntemi ile önceliklendirilmesi,

4. Kalite evi ilişki matrisinin oluşturulması,
5. Teknik karakteristiklere ait önem derecelerinin belirlenmesi,
6. Teknik karakteristiklere ait önem derecelerinin normalize edilmesi,
7. Korelasyon matrisinin oluşturulması,
8. Kalite evinin oluşturulması.

Çalışmanın uygulama kısmında, spesifik olarak kalite evinin bazı adımlarındaki hesaplamalar ile yorumların yapılmasında literatürden ve özellikle Doğan (2021)'in çalışmasından yararlanılmıştır.

3.4.3. Müşteri İstek ve Beklentileri ile Teknik Karakteristiklerin Belirlenmesi

Bu uygulamada ilk olarak AR&GE, Pazarlama, Kalite ve Üretim departmanları çalışanları ile toplantılar düzenlenerek müşteri istek ve beklentileri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan bu toplantılar sonucunda müşteri istek ve beklentilerini kapsayan dokuz tane madde belirlenmiştir. Belirlenen bu istekler K1 (Yoğunluk), K2 (Isıl iletkenlik), K3 (Bükülme Mukavemeti), K4 (Basma Mukavemeti), K5 (Çekme Mukavemeti, K6 (Düşük Maliyet), K7 (Yüzey Düzgünlüğü, K8 (Boyutsal Kararlılık) ve K9 (Renk Standardı)'dur.

Müşteri istek ve beklentilerinin belirlenmesi sonrası bu istekleri karşılayabilmek adına gerekli olan teknik karakteristikler üzerinde çalışma yapılmıştır. Aslında yukarıda belirlenen her müşteri isteğine karşılık gelen teknik karakteristikler belirlenmiştir. Bu teknik karakteristikler her istek için birden fazla olabilmektedir. Her bir müşteri istek ve beklentilerine karşılık gelen teknik karakteristikler ise K1 için TK₁₁, TK₁₂, TK₁₃; K2 için TK₂₁, TK₂₂, TK₂₃; K3 için TK₃₁, TK₃₂; K4 için TK₄₁, TK₄₂; K5 için TK₅₁, TK₅₂; K6 için TK₆₁, TK₆₂; K7 için TK₇₁, TK₇₂; K8 için TK₈₁, TK₈₂; K9 için ise TK₉₁, TK₉₂ olarak kodlanmıştır. Tablo 3.1'de müşteri istek ve beklentileri ile teknik karakteristiklerin açıklamaları ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 3. 1. Müşteri İstek ve Beklentileri ile Üretim Çözüm Önerileri

Beklentiler (Üyelerin Sesi) (NE'ler)	Çözümler (Teknik Karakteristikler) (NASIL'lar)
K1 : Yoğunluk değerlerinin düşürülmesi	TK₁₁ : Mevcut yoğunluk değerlerinin istenilen değere düşürülebilmesi için gerektiğinde çift ön şişirme prosesinin devreye alınabilmesi, TK₁₂ : Yoğunluğun istediğimiz değere indirilebilmesi için alternatif hammadde kullanımı, TK₁₃ : Yoğunluk değerinin tutturulabilmesi için geri dönüşüm oranının standartlaştırılması (%5 - %15),
K2 : Isıl İletkenlik değerlerinde ki değişimler	TK₂₁ : Isıl iletkenlik değerini sağlayabilmek için alternatif hammadde kullanımı, TK₂₂ : Bloktaki yoğunluk sapmaları nedeniyle oluşacak ısı iletkenlik sapma değerlerini periyodik olarak ölçmek (Kalite), TK₂₃ : Ön şişirme makinasında meydana gelebilecek arızalara karşı periyodik bakım faaliyetlerinin oluşturulması,
K3 : Bükülme Mukavemeti testlerinin beyana uygun olması	TK₃₁ : Standartlara göre yeni beyan değerlerinin belirlenmesi, TK₃₂ : Buhar kalitesinin standart olması için periyodik kontroller (akümülatör ve kondenstop kontrolleri),
K4 : Basma Mukavemeti testlerinin beyana uygun olması	TK₄₁ : Standartlara göre yeni beyan değerlerinin belirlenmesi, TK₄₂ : Buhar kalitesinin standart olması için periyodik kontroller (akümülatör ve kondenstop kontrolleri),
K5 : Çekme Mukavemeti testlerinin beyana uygun olması	TK₅₁ : Standartlara göre yeni beyan değerlerinin belirlenmesi, TK₅₂ : Buhar kalitesinin standart olması için periyodik kontroller (akümülatör ve kondenstop kontrolleri),
K6 : Düşük Maliyetli ürün tasarımı	TK₆₁ : Beyan edilecek yeni yoğunluk değerinin belirlenmesi, TK₆₂ : Yoğunluğun istediğimiz değere indirilebilmesi için alternatif hammadde kullanımı,
K7 : Yüzey Düzgünlüğü değerlerinin toleranslar içinde olması	TK₇₁ : Kalite kontrol yüzey düzgünlüğü ölçüm sıklığının artırılması, TK₇₂ : Kesim teli yıpranma kontrollerinin artırılması,
K8 : Boyutsal Kararlılık değerlerinin toleranslar içinde olması	TK₈₁ : Kalite kontrol boyutsal kararlılık ölçüm sıklığının artırılması, TK₈₂ : Kesim teli yıpranma kontrollerinin artırılması (sünmeler),
K9 : Renk Standardının sağlanması	TK₉₁ : Kırım silosu hammadde kaynaklı renk farklılıklarının ortadan kaldırılması için ayrıştırılması, TK₉₂ : Geri dönüşüm miktarına ile renk farklılıklarının ortaya çıkma ihtimalini azaltmak için geri dönüşüm oranının standartlaştırılması (%5 - %15) ,

3.4.4. Müşteri İstek ve Beklentilerinin AHP Yöntemi Yardımıyla Önceliklendirilmesi

AR&GE, Pazarlama ve Operasyon Yöneticileri, Kalite ve Üretim Uzmanları katılımı ile yapılan toplantılarda ortaya konulan dokuz istek ve beklenti AHP yöntemi ile ikili

karşılaştırmalar yapılarak önem dereceleri belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisi Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3. 2. Müşterilerin ‘Yeni Üründen’ Beklentilerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

<i>Müşterilerin 'Yeni Üründen' Beklentilerinin İkili Karşılaştırma Matrisi</i>									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	1	1/5	1/3	1/4	1/4	1/7	3	1	6
K2	5	1	5	4	3	1/3	7	6	8
K3	3	1/5	1	1/2	1/2	1/7	5	2	7
K4	4	1/4	2	1	1	1/6	6	3	8
K5	4	1/3	2	1	1	1/6	6	3	8
K6	7	3	7	6	6	1	8	7	9
K7	1/3	1/7	1/5	1/6	1/6	1/8	1	1/5	2
K8	1	1/6	1/2	1/3	1/3	1/7	5	1	6
K9	1/6	1/8	1/7	1/8	1/8	1/9	1/2	1/6	1

Yukarıda belirtilmiş olan ikili karşılaştırma tablosu AR&GE, Pazarlama, Kalite ve Üretim departmanlarında yönetici ve uzman olarak çalışan personeller bir toplantı ile bir araya gelerek değerlendirmeler yapmış ve ortak kararlar sonucu bu değerlere ulaşılmıştır. Daha önce AHP yöntemi açıklanırken verilen Tablo 2.2’de İkili karşılaştırmada kullanılan 9’lu ölçek tablosu anlatılarak değerlendirme yapmaları sağlanmıştır.

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra ise bu tablo baz alınarak AHP adımlarından ikili karşılaştırma matrisinin normalize matris tablosu oluşturulmuştur. Normalize matrisi Tablo 3.3’de görülebilir.

Tablo 3. 3. Yeni Üründen Beklentilerin Normalize Matris Tablosu

Yeni Üründen Beklentilerin Normalize Matrisi										
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Ö.D
K1	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,06	0,07	0,04	0,11	0,05
K2	0,20	0,18	0,28	0,24	0,24	0,14	0,17	0,22	0,15	0,20
K3	0,12	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06	0,12	0,09	0,13	0,08
K4	0,16	0,06	0,11	0,08	0,08	0,07	0,14	0,13	0,15	0,11
K5	0,16	0,06	0,11	0,08	0,08	0,07	0,14	0,13	0,15	0,11
K6	0,27	0,54	0,39	0,48	0,48	0,43	0,19	0,31	0,16	0,36
K7	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02	0,01	0,04	0,02
K8	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,06	0,12	0,04	0,11	0,05
K9	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1

Normalize edilmiş tabloda sütun toplamalarının hepsi 1'e eşittir. Tablonun en sağ sütununda ise belirlenen müşteri istekleri için öncelik değerleri belirlenmiştir. Öncelik değerleri her bir istek satırında yer alan değerlerin ortalamalarının alınması ile bulunmaktadır:

$$K1 \text{ ÖD} = (0,04+0,04+0,02+0,02+0,02+0,06+0,07+0,04+0,11) / 9 = 0,05$$

$$K2 \text{ ÖD} = (0,20+0,18+0,28+0,24+0,24+0,14+0,17+0,22+0,15) / 9 = 0,20$$

$$K3 \text{ ÖD} = (0,12+0,04+0,06+0,04+0,04+0,06+0,12+0,09+0,13) / 9 = 0,08$$

$$K4 \text{ ÖD} = (0,16+0,06+0,11+0,08+0,08+0,07+0,14+0,13+0,15) / 9 = 0,11$$

$$K5 \text{ ÖD} = (0,16+0,06+0,11+0,08+0,08+0,07+0,14+0,13+0,15) / 9 = 0,11$$

$$K6 \text{ ÖD} = (0,27+0,54+0,39+0,48+0,48+0,43+0,19+0,31+0,16) / 9 = 0,36$$

$$K7 \text{ ÖD} = (0,01+0,03+0,01+0,01+0,01+0,05+0,02+0,01+0,04) / 9 = 0,02$$

$$K8 \text{ ÖD} = (0,04+0,04+0,03+0,03+0,03+0,06+0,12+0,04+0,11) / 9 = 0,05$$

$$K9 \text{ ÖD} = (0,01+0,02+0,01+0,01+0,01+0,05+0,01+0,01+0,02) / 9 = 0,02$$

Öncelik değerlendirmesi sonucu müşteri istek/beklentileri aşağıda ki şekilde belirlenmiştir:

Tablo 3. 4. Öncelik Değerlendirme Tablosu

<i>Kısa Tanım</i>	<i>Müşteri Beklentisi</i>	<i>Öncelik Değeri</i>
K6	Düşük Maliyet	0,36
K2	Isıl İletkenlik	0,20
K4	Basma Mukavemeti	0,11
K5	Çekme Mukavemeti	0,11
K3	Bükülme Mukavemeti	0,08
K8	Boyutsal Kararlılık	0,05
K1	Yoğunluk	0,05
K7	Yüzey Düzgünlüğü	0,02
K9	Renk Standardı	0,02

Elde edilen öncelik değerlerine dikkate alındığında müşteri istek beklentilerine göre en öncelikli beklenti 0,36 ile K6 (Düşük Maliyet)'dir. Diğer beklentilere göre en az öncelikli olan beklentiler ise 0,02 ile K7 (Yüzey Düzgünlüğü) ve K9 (Renk Standardı) beklentileridir.

Öncelik değerlerinin hesaplanması sonrası bu beklentileri değerlendiren müşterilerin gerçekten tutarlı bir analiz yapıp yapmadığını anlamak üzere tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Müşteri beklentilerinin ikili karşılaştırma analizindeki veriler baz alınarak hesaplanan tutarlılık oranı $(TO) \leq 10$ değerini sağlıyor ise bu değerlendirmeleri yapanların tutarlı bir analiz yaptığını karar verilir. Tutarlılık oranının hesaplanma şeklini daha önce AHP yöntemi başlığı altında değinilmişti. Bu uygulama için anlatmak gerekirse tutarlılık oranı hesabı yapılırken 9 müşteri beklentisi için elde edilen öncelik değerleri ile 'Yeni Üründen' Beklentilerin İkili Karşılaştırma tablosu sütununda yer alan değerler ile çarpılır. Örnek olarak; K1 (Yoğunluk) öncelik değeri 0,05 ile ikili karşılaştırma matrisinde ki 1 değeri çarpılarak 0,05 elde edilir. Tutarlılık Oranı Matrisi tablosunu oluşturmak için tüm sütunlar için aynı işlem yapılarak aşağıda ki tablo elde edilmiş olacaktır.

Tablo 3. 5. Müşteri İstek/Beklentilerine İlişkin Tutarlılık Oranı Tablosu

Müşteri İstek/Beklentilerine İlişkin Tutarlılık Oranı Tablosu									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07	0,05	0,10
K2	0,23	0,20	0,38	0,33	0,33	0,12	0,16	0,27	0,13
K3	0,14	0,04	0,08	0,05	0,05	0,05	0,11	0,11	0,11
K4	0,19	0,07	0,15	0,11	0,11	0,06	0,13	0,16	0,13
K5	0,19	0,07	0,15	0,11	0,11	0,06	0,13	0,16	0,13
K6	0,33	0,61	0,54	0,66	0,66	0,36	0,18	0,38	0,14
K7	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,01	0,03
K8	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,11	0,05	0,10
K9	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02

Daha sonra tutarlık oranı tablosunda ki her bir satırın toplamı alınarak öncelik değerlerine bölünerek bir vektör değerleri kümesi elde edilir.

$$\Sigma K1 \text{ Satırı} = (0,05+0,04+0,03+0,03+0,03+0,05+0,07+0,05+0,1) / 0,05 = 9,3$$

$$\Sigma K2 \text{ Satırı} = (0,23+0,20+0,38+0,33+0,33+0,12+0,16+0,27+0,13) / 0,20 = 10,7$$

$$\Sigma K3 \text{ Satırı} = (0,14+0,04+0,08+0,05+0,05+0,05+0,11+0,11+0,11) / 0,08 = 9,8$$

$$\Sigma K4 \text{ Satırı} = (0,19+0,07+0,15+0,11+0,11+0,06+0,13+0,16+0,13) / 0,11 = 10,2$$

$$\Sigma K5 \text{ Satırı} = (0,19+0,07+0,15+0,11+0,11+0,06+0,13+0,16+0,13) / 0,11 = 10,2$$

$$\Sigma K6 \text{ Satırı} = (0,33+0,61+0,54+0,66+0,66+0,36+0,18+0,38+0,14) / 0,36 = 10,6$$

$$\Sigma K7 \text{ Satırı} = (0,02+0,03+0,02+0,02+0,02+0,05+0,02+0,01+0,03) / 0,02 = 9,3$$

$$\Sigma K8 \text{ Satırı} = (0,05+0,04+0,04+0,04+0,04+0,05+0,11+0,05+0,10) / 0,05 = 9,3$$

$$\Sigma K9 \text{ Satırı} = (0,01+0,03+0,01+0,01+0,01+0,04+0,01+0,01+0,02) / 0,02 = 9,3$$

(9,3; 10,7; 9,8; 10,2; 10,2; 10,6; 9,3; 9,3; 9,3) vektörü için ortalama değer bulunarak lmax değerini elde ederiz.

$$l_{max} = (9,3+10,7+9,8+10,2+10,2+10,6+9,3+9,3+9,3) / 9 = 9,8$$




Tutarlılık İndeksi hesaplaması için Tutarlılık İndeksi CI = $(l_{max} - n) / (n - 1)$ formülü kullanılır.

Tutarlılık İndeksi CI = $(9,8 - 9) / (9-1) = 0,1$ değeri elde edilir.





















Rastgele Tutarlılık İndeksi RI ise, Tablo 2.3’de gösterildiği gibi n 9 olmak üzere 1,45 olarak almamız gerekmektedir.

Tutarlılık Oranı hesabı için Tutarlılık Oranı CR = CI / RI formülü ile hesaplanarak $CR = 0,1 / 1,45 = 0,07$ sonucunu elde etmiş oluruz. Sonuç olarak tutarlılık oranı $0,07 \leq 0,1$ olduğundan dolayı değerlendirme yapan kişilerin tutarlı bir değerlendirmede bulunmuş olduğunu; başka bir ifade ile değerlendirme sonucunda elde edilen Tablo 3.4’de verilen öncelik değerlerinin güvenilir olduğunu söyleyebiliriz.

3.4.5. Kalite Evi İlişki Matrisi

Kalite evi ilişki matrisi, üretim tarafından oluşturulan teknik karakteristiklerin müşteri beklentisi üzerindeki, yani AR&GE, Pazarlama ve Kalite beklentileri üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu etkiyi ölçmek için kullanılan scalada ise 9 Güçlü İlişki, 3 Orta İlişki, 1 Zayıf İlişki olarak değerlendirilmektedir. Bu etki dereceleri bir takım sembollerle gösterilebilir (Abdel Basset, Manogaran, Mohamed vd, 2018, 24). Bu tez çalışmasında  9 Güçlü,  3 Orta ve  1 Zayıf ilişki olarak kullanılmıştır. Tablo 3.6’da ilişki matrisi göz önüne alındığında TK₁₁ mevcut yoğunluk değerlerinin istenilen değere düşürülebilmesi için gerektiğinde çift ön şişirme prosesinin devreye alınabilmesi teknik karakteristiğinin K1 yoğunluk üzerinde çok güçlü bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir. Ya da TK₉₂ geri dönüşüm miktarı ile renk farklılıklarının ortaya çıkma ihtimalini azaltmak için geri dönüşüm oranının standartlaştırılması (%5 - %15) teknik karakteristiğinin K9 Renk standardı üzerinde zayıf bir etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 3. 6. Kalite Evi ve Teknik Karakteristikler İlişki Matrisi

NE'ler	NASIL'lar																						
	Önem Derecesi		TK11	TK12	TK13	TK21	TK22	TK23	TK31	TK32	TK41	TK42	TK51	TK52	TK61	TK62	TK71	TK72	TK81	TK82	TK91	TK92	
K1	0,05																						
K2	0,20																						
K3	0,08																						
K4	0,11																						
K5	0,11																						
K6	0,36																						
K7	0,02																						
K8	0,05																						
K9	0,02																						

3.4.6. Kalite Evi Teknik Karakteristikler Önem Dereceleri ve Normalize Tablosu

Kalite evi teknik karakteristikler ilişki matrisi tablosu oluşturulduktan sonra teknik karakteristiklerin önem derecelerinin ve normalize değerlerin hesaplanması için aynı tabloya Teknik Öncelik Değeri ve Yüzde Önem Dereceleri gösteren veriler eklenir.

Tablo 3. 7. Kalite Evi Teknik Karakteristikler Önem Derecesi Tablosu

NE'ler NASIL'lar	Önem Derecesi	TK11	TK12	TK13	TK21	TK22	TK23	TK31	TK32	TK41	TK42	TK51	TK52	TK61	TK62	TK71	TK72	TK81	TK82	TK91	TK92
		K1	0,05	●	●	⊗															
K2	0,20				●	○	⊗														
K3	0,08							●	⊗												
K4	0,11									●	⊗										
K5	0,11											●	⊗								
K6	0,36													●	●						
K7	0,02															⊗	○				
K8	0,05																	⊗	○		
K9	0,02																			⊗	○
Teknik ÖD		0,42	0,42	0,14	1,82	0,20	0,61	0,69	0,23	0,98	0,33	0,98	0,33	3,27	3,27	0,07	0,02	0,16	0,05	0,05	0,02
% ÖD		3,0%	3,0%	1,0%	12,9%	1,4%	4,3%	4,9%	1,6%	7,0%	2,3%	7,0%	2,3%	23,3%	23,3%	0,5%	0,2%	1,2%	0,4%	0,3%	0,1%

Teknik karakteristiklerinin önem derecesi şu şekilde hesaplanır:

Teknik karakteristik değeri ile müşteri beklentisi öncelik değerlerinin çarpılması ile elde edilir.

$$TK_{11} \text{ Teknik ÖD} = 0,05 \times 9 = 0,42$$

$$TK_{12} \text{ Teknik ÖD} = 0,05 \times 9 = 0,42$$

$$TK_{13} \text{ Teknik ÖD} = 0,05 \times 3 = 0,14$$

$$TK_{21} \text{ Teknik ÖD} = 0,20 \times 9 = 1,82$$

$$TK_{22} \text{ Teknik ÖD} = 0,20 \times 1 = 0,20$$

$$TK_{23} \text{ Teknik ÖD} = 0,20 \times 3 = 0,61$$

$$TK_{31} \text{ Teknik ÖD} = 0,08 \times 9 = 0,69$$

$$TK_{32} \text{ Teknik ÖD} = 0,08 \times 3 = 0,23$$

$$TK_{41} \text{ Teknik ÖD} = 0,11 \times 9 = 0,98$$

$$TK_{42} \text{ Teknik ÖD} = 0,11 \times 3 = 0,33$$

$$TK_{51} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,11 \times 9 = 0,98$$

$$TK_{52} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,11 \times 3 = 0,33$$

$$TK_{61} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,36 \times 9 = 3,27$$

$$TK_{62} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,36 \times 9 = 3,27$$

$$TK_{71} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,02 \times 3 = 0,07$$

$$TK_{72} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,02 \times 1 = 0,02$$

$$TK_{81} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,05 \times 3 = 0,16$$

$$TK_{82} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,05 \times 1 = 0,05$$

$$TK_{91} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,02 \times 3 = 0,07$$

$$TK_{92} \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,02 \times 1 = 0,02$$

Normalize değer ise elde edilen teknik öncelik derecelerinin toplam teknik öncelik değerine bölünmesi ile bulunur.

$$\sum \text{ Teknik } \ddot{O}D = 0,42+0,42+\dots\dots\dots+0,07+0,02 = \underline{\underline{14,06}}$$

$$TK_{11} \text{ ND} = 0,42 / 14,06 = 0,03$$

$$TK_{12} \text{ ND} = 0,42 / 14,06 = 0,03$$

$$TK_{13} \text{ ND} = 0,14 / 14,06 = 0,01$$

$$TK_{21} \text{ ND} = 1,82 / 14,06 = 0,129$$

$$TK_{22} \text{ ND} = 0,20 / 14,06 = 0,014$$

$$TK_{23} \text{ ND} = 0,61 / 14,06 = 0,043$$

$$TK_{31} \text{ ND} = 0,69 / 14,06 = 0,049$$

$$TK_{32} \text{ ND} = 0,23 / 14,06 = 0,016$$

$$TK_{41} \text{ ND} = 0,98 / 14,06 = 0,07$$

$$TK_{41} \text{ ND} = 0,33 / 14,06 = 0,023$$

$$TK_{51} \text{ ND} = 0,98 / 14,06 = 0,07$$

$$TK_{52} \text{ ND} = 0,33 / 14,06 = 0,023$$

$$TK_{61} \text{ ND} = 3,27 / 14,06 = 0,233$$

$$TK_{62} \text{ ND} = 3,27 / 14,06 = 0,233$$

$$TK_{71} \text{ ND} = 0,07 / 14,06 = 0,005$$

$$TK_{72} \text{ ND} = 0,02 / 14,06 = 0,002$$

$$TK_{81} \text{ ND} = 0,16 / 14,06 = 0,012$$

$$TK_{82} \text{ ND} = 0,05 / 14,06 = 0,004$$

$$TK_{91} \text{ ND} = 0,07 / 14,06 = 0,003$$

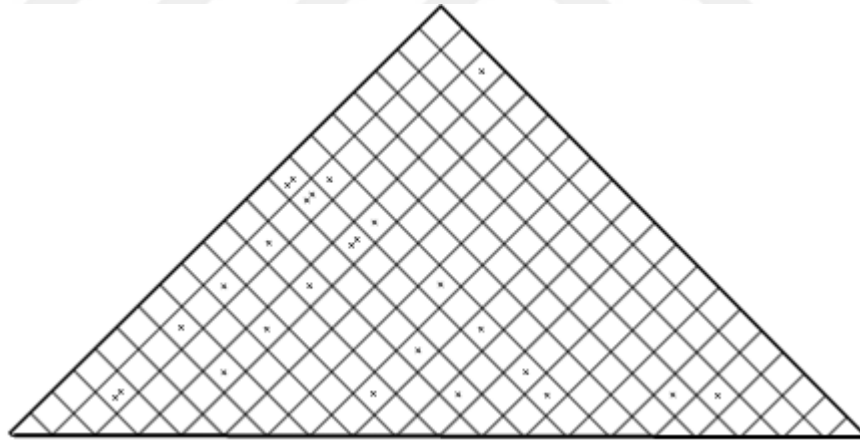
$$TK_{92} \text{ ND} = 0,02 / 14,06 = 0,001$$

Normalize edilen değerlerin 100 ile çarpılması sonucu ‘Yüzde Öncelik Değeri’ elde edilir. Örnek olarak TK₁₁ için % öncelik değeri 0,003 x 100 = %3 olarak bulunur.

Diğer tüm teknik karakteristikler için bu işlem gerçekleştirilerek % ÖD'leri hesaplanmış olacaktır. % öncelik değerlerini Tablo 3.7'nin son satırında görebiliriz. Bu değerler incelendiğinde %23,3 ile TK₆₁ ve TK₆₂ teknik karakteristiklerinin önem derecesi daha yukarıda yer almaktadır.

3.4.7. Kalite Evi Korelasyon Matrisi Tablosu

Teknik karakteristiklerin birbirleri ile ilişkilerini gösteren korelasyon matrisi aşağıda gösterilmiştir. Teknik korelasyon matrisinde ilişkilerin büyüklüğünü belirlemek amacıyla 'Güçlü Pozitif İlişki (++)', Pozitif İlişki (+), İlişki Yok (), Negatif İlişki (-), Güçlü Negatif İlişki (--)' gösterimi kullanılmıştır. Korelasyon matrisi değerlendirildiğinde TK₁₁ ile TK₆₁ teknik karakteristikler arasında güçlü pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Yani çift ön şişirme prosesi ile beyan edilecek yeni değer arasında güçlü pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Boş olan teknik karakteristik maddeleri arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını söyleyebiliriz. Korelasyon matrisi tablosunda birbiri ile negatif yönlü ilişkide olan madde de bulunmamaktadır.



Şekil 3. 1. Korelasyon Matrisi

3.4.8. Kalite Evi Müşteri İstek ve Beklentilerinin Mevcut ve Gelecek Durum Analizleri

Müşteri istek ve beklentilerinin mevcut ve gelecekteki durumlarının analizi için 1-10 arasında bir puanlama sistemi kullanılmıştır. Örnek olarak; K6 Düşük Maliyet beklentisi AR&GE, Pazarlama ve Kalite tarafından mevcut durumda puanı 5 iken yapılacak çalışma sonrası 9 olarak belirlenmiştir. Bu puanlamalar sonrası bu beklenti için İyileştirme Oranı ise $9/5 = 1,8$ olarak en yüksek değere sahiptir ve düşük

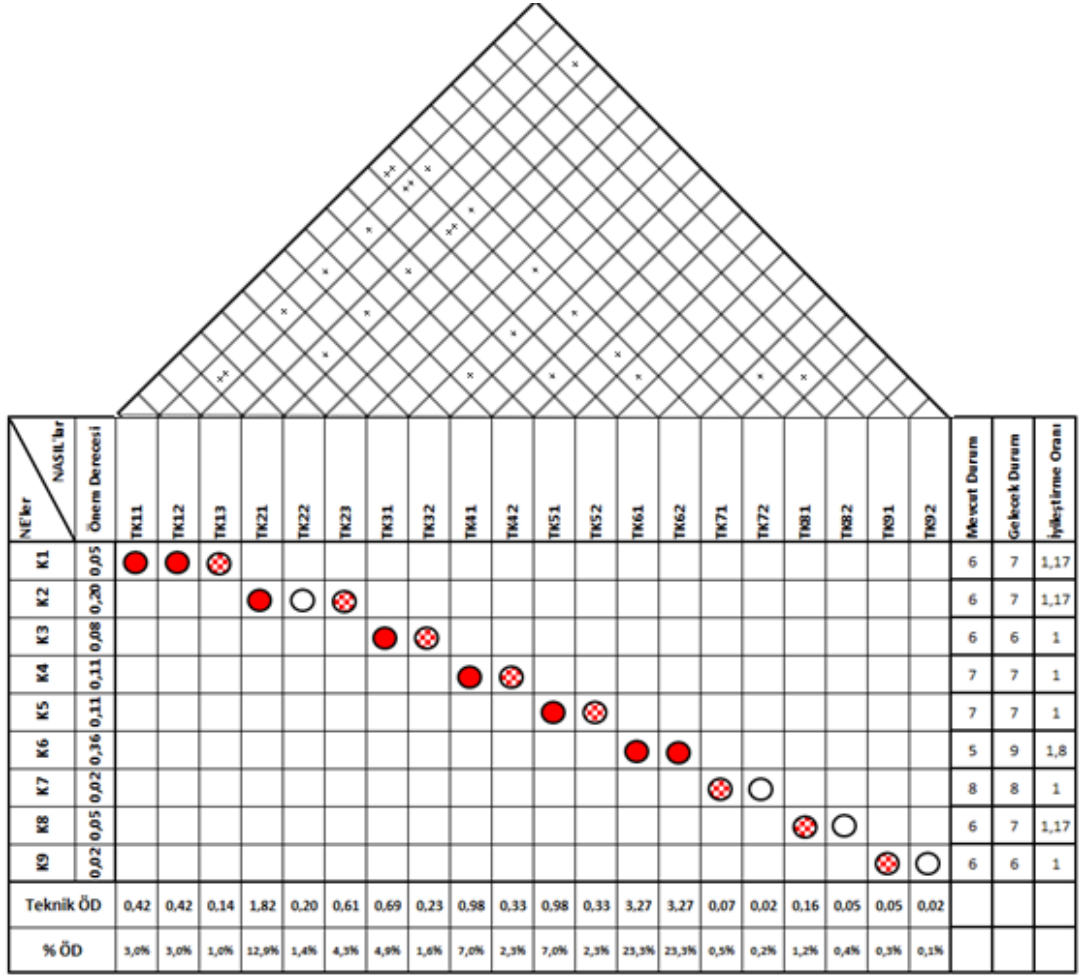
maliyetli bir ürün elde edilmesi ile firmaya ciddi derecede maliyet kazanımları sağlanacağı düşünülmektedir.

Tablo 3. 8. Müşteri İstek ve Beklentilerinin Mevcut ve Gelecek Durum Analizi Tablosu

NE'ler NASIL'lar	Önem Derecesi	TK11	TK12	TK13	TK21	TK22	TK23	TK31	TK32	TK41	TK42	TK51	TK52	TK61	TK62	TK71	TK72	TK81	TK82	TK91	TK92	Mevcut Durum	Gelecek Durum	İyileştirme Oranı	
		K1	0,05	●	●	⊗																			6
K2	0,20				●	○	⊗																6	7	1,17
K3	0,08							●	⊗														6	6	1
K4	0,11									●	⊗												7	7	1
K5	0,11											●	⊗										7	7	1
K6	0,36													●	●								5	9	1,8
K7	0,02															⊗	○						8	8	1
K8	0,05																	⊗	○				6	7	1,17
K9	0,02																			⊗	○		6	6	1

3.4.9. Kalite Evi

Yapılan tüm çalışmalardan sonra aşağıda Kalite Evi'nin son halini görebilirsiniz. Kalite Evi sol kısmında müşteri istekleri ve önem dereceleri, üst kısmında teknik karakteristiklerin birbirleri ile olan ilişkilerini gösteren korelasyon matrisini, korelasyon matrisini alt kısmında üretimin oluşturduğu çözüm önerileri, çözüm önerileri altında AR&GE, Pazarlama, Kalite ile Üretim arasında belirlenen çözüm önerileri arasında ki ilişki dereceleri, en alt kısmında çözüm önerilerinin öncelik değerleri ve en sağ kısmında ise müşteri beklentilerinin mevcut ve gelecek durum analizi yer almaktadır.



Şekil 3. 2. Kalite Evinin Son Hali

Oluşturulan kalite evinine göre 0,36 ile en öncelikli öneme sahip müşteri isteği düşük maliyet olmuştur. Maliyetleri düşürebilmenin en etkili ve kolay yolu yoğunluğun düşürülmesi ile mümkün olmaktadır. Teknik karakteristiklerden %23,3 ile en fazla öncelik değerine sahip olan alternatif hammadde kullanımı ve yeni beyan edilecek yoğunluk değerinin belirlenmesi de kalite evinde açıkça görülmektedir. Kalite evinin en sağında belirtilen mevcut ve gelecek durum analizinde istenen kalite değerlerinin sağlanması koşuluyla yoğunluk dürülerek elde edilen maliyet avantajının etkisi 10'luk scalada 5'den 9'a çıkmaktadır. Böylece işletme maliyet avantajının etkisi ile rekabet avantajı elde etmekte ve pazar payı artırma hedefi doğrultusunda hedefine bir adım daha yaklaşmaktadır.

SONUÇ

Isı yalıtım sektörü EPS üretimi gerçekleştiren bir firmada yapılan bu çalışmada, Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemleri entegre bir şekilde kullanılmış, müşteri beklentileri ile yasal zorunluluklar dikkate alınarak yeni bir EPS ürünü tasarlanarak pazara sunulmuştur.

Bu tez çalışmasında AR&GE, Pazarlama ve Kalite departmanları müşteri olarak, üretim ise müşteri beklentilerini teknik olarak karşılayacak bölüm olarak ele alınmıştır. Öncelikli olarak AR&GE, Pazarlama ve Kalite birimlerinin istek ve beklentileri belirlenmiştir. Bu müşteri isteklerini karşılayabilmek adına üretim birimi tarafından bu beklentileri karşılamak üzere teknik karakteristikler belirlenmiştir. Bu istek ve beklentiler AHP yöntemi yardımıyla önem derecelerine göre sıralanmıştır. Müşterinin firmaya pazarda rekabet avantajı sağlayacak beklentisini karşılayacak, önem derecesi en fazla olan isteği 'Düşük Maliyet'li yeni bir ürün olmuştur. Düşük maliyeti önem derecesi sırasına göre 'Isıl İletkenlik', 'Basma ve Çekme Mukavemeti', 'Bükülme Mukavemeti', 'Yoğunluk ve Boyutsal Kararlılık', 'Yüzey Düzgünlüğü ve Renk Standardı' istekleri takip etmiştir. Tutarlılık analizi ile müşterilerin beklentilerinin mantıklı bir şekilde oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edilmiştir. Tutarlılık analizi sonrası Kalite Evinin ilişki matrisi oluşturulmuştur. Kalite evi ilişki matrisi ile üretim tarafından oluşturulan teknik karakteristiklerin müşteri beklentisi üzerindeki, yani AR&GE, Pazarlama ve Kalite beklentileri üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Kalite evi teknik karakteristikler ilişki matrisi tablosu sonrası teknik karakteristiklerin önem derecelerinin ve normalize değerlerin hesaplanması yapılmıştır. Bu öncelik değerleri incelendiğinde %23,3 ile 'Beyan edilecek yeni yoğunluk değerinin belirlenmesi' ve 'Alternatif hammadde kullanımı' teknik karakteristiklerinin önem derecesi ilk iki sırada yer almıştır. Kalite Evinin en üstünde yer alan korelasyon matrisi ile teknik karakteristiklerin kendi aralarında ki pozitif ve

negatif etkileri belirlenmiştir. Son olarak Kalite Evi en sağ kısmında müşteri istek/beklentilerinin mevcut ve gelecek durumları analiz edilmiştir. Düşük Maliyet beklentisi AR&GE, Pazarlama ve Kalite tarafından mevcut durumda puanı 5 iken yapılacak çalışma sonrası 9, iyileştirme oranı ise 1,8 olarak en yüksek değere elde etmiş ve düşük maliyetli bir ürün tasarlanması ile firmaya ciddi derecede maliyet kazanımları sağladığı görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile farklı hammadde denemeleri sonucu 13 kg/m^3 yoğunlukta, müşteri beklentilerini karşılayabilecek, pazarda rekabet avantajı sağlayacak yeni bir ürün tasarlanmıştır. Bu ürünün üretilmesi için üretim süreçlerinde yapılan değişikliklerle gerektiğinde (istenilen yoğunlukta ürün elde edilmesi) çift ön şişirme süreci devreye alınmıştır. Daha önce kullanılan iki hammaddeye ilave olarak iki yeni hammadde daha eklenmiş ve satın alma bölümü için alternatif yaratılmıştır. Bu yeni hammaddelerden bir tanesi yurt içi bir firmadan tedarik edilmesi nedeniyle hammadde termin süresi kısalmış ve satın alma maliyeti ciddi derecede düşürülmüştür. Yeni ürün tasarımı 2020 yılı baz alındığında firma yılda yaklaşık 8 Milyon TL maliyet avantajı sağlamıştır.

Yeni ürün geliştirilmesinin yapıldığı bu 8-12 aylık süre zarfında sekiz hammadde denemesi yapılmıştır. Bu hammadde denemeleri esnasında üretim süreçleri açısından uygun olmayan ve süreçte değişiklik gerektiren durumlarla karşılaşmıştır. Alternatif hammaddelerin bazılarında yoğunluk değerlerini istediğimiz değere düşürülemediği, bazılarında ise beyan edilen kalite değerleri elde edilememiştir. Üretim açısından bu zorlukları aşmak adına gerektiğinde çift ön şişirme yaparak istenilen yoğunlukları elde edebilmek için mevcutta kullanılan ön şişirme makinasına ilave küçük bir yatırım ile kullanıma hazır hale getirilmiştir. Aslında çift ön şişirme prosesi boncuk üretim kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Fakat kış ayları gibi soğuk ve aynı zamanda sipariş miktarlarının da düştüğü bu dönemlerde kullanılacağı için çok problem yaratmayacaktır. Çift ön şişirme dezavantajı hammaddeleri iki sefer ön şişirme prosesine soktuğumuz için ekstra enerji tüketimine neden olmaktadır. Yeni hammadde kullanımına geçilmesi hammadde sayısında artışa neden olmuştur. Hammadde sayısının artması ile birbirinden farklı blokların farklı alanlarda

stoklanması gerekmektedir. Bu nedenle hem hammadde hem de yarı mamul stok alanlarında yeni düzenlemeler yapılma ihtiyacı doğmuştur.

Denemeleri yapılan bu hammaddelerin içinde ürün portföyüne eklenebilecek farklı özelliklerde yeni ürün geliştirilmesine uygun olanlarla da karşılaşılmıştır. Bu çalışma ile elde edilen veriler ışığında müşteri istek ve beklentilerinin değiştiği herhangi bir durumda yeni ürün tasarımı yapılabilecek tüm verilere sahip bir duruma gelinmiştir. Yapılan hammadde denemeleri içerisinde kalite değerler açısından çok daha iyi değerlere sahip hammaddeler ile karşılaşılmıştır. Bu kalite değerlerine sahip olan yeni hammaddeler ile daha üst segment yeni ürün yelpazesi oluşturulması düşünülebilir.

KAYNAKÇA

- Acar N (1995) *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları* (Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara).
- Akao Y (1997) QFD: Past, Present, and Future. *International Symposium on QFD*, Linköping, Sweden, 1997.
- Akbaba A (2005) Müşteri Odaklı Hizmet Üretiminde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) Yaklaşımı: Konaklama İşletmeleri İçin Bir Uygulama Çalışması. *Anatolia Turizm Araştırmaları Dergisi* 16(1): 59-81.
- Akkurt S, Sütçü M, Başoğlu K (2011) Isı Yalıtım Özellikleri İyileştirilmiş Yapı Tuğlalarının Geliştirilmesinde Kağıt Üretim Atıklarının Kullanılması Etkileri. *10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*. İzmir, TÜRKİYE, Nisan 13-16.
- Akyurt İ, Z (2019) *Modern Üretim Sistemleri* (İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi İşletme Lisans Programı, İstanbul).
- Alford BD (2004) Two Applications Involving The Analytic Hierarchy Process. Master Thesis, University of Maryland, Brian David Alford, Master of Science, USA.
- Alpaykut S (2014) Kalite Fonksiyon Göçerimi'nde Müşteri Sesinin Belirlenmesinde Yapısal Eşitlik Modelinin Kullanılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 16(1): 11-22.
- Altuğ N (2017) İşletmelerde Yeni Ürün Geliştirme Çalışmaları ve Başarı Faktörleri. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi* 3(2): 20-28.
- Aracıoğlu B (2010) Üretim / İşlemler Yönetimi Alanında Yaşanan Paradigmal Değişimler Kapsamında Sürdürülebilir Üretim. *Ege Akademik Bakış* 10(1): 141-156.
- Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun, *Resmi Gazete*, Sayı 26814, s1, 12 Mart 2008.
- Arslandere M (2018) *Yalın Üretim ve Yalın Üretime Geçiş Çalışmaları: Büyük Ölçekli Gıda Firmalarında Uygulamalar* (Eğitim Yayınevi, Konya).
- Baetens R, Jelle BP, Gustavsén A (2011) Aerogel Insulation for Building Applications: A state-of-the-art Review. *Department of Materials and Structures, Department of Civil Engineering, Department of Civil and Transport Engineering*, 1-14.

- Baray ŞA (2006) Belirsizlik Ölçümüne Dayalı Bir Proses Kontrol Diyagramı. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 2: 63-75.
- Belu N, Ionescu LM, Misztal A, Mazare A (2015) Poke Yoke System Based On Image Analysis and Object Recognition. *Modern Technologies in Industrial Engineering* 95: 1-6.
- Bouchereau V, Rowlands H (2000) Methods and Techniques to Help Quality Function Deployment (QFD). *An International Journal* 7(1): 8-19.
- Cengiz E, Ayyıldız H, Kırkbir F (2005) Yeni Ürün Geliştirme Sürecinin Başarısında Etkili Olan Faktörler. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 24: 133-147.
- Chan LK, Wu ML (2002) Quality Function Deployment: A Comprehensive Review of Its Concepts and Methods. *Quality Engineering* 15(1): 23-35.
- Chaudha A, Jain R, Singh A R, Mishra PK (2011) Integration of Kano's Model into Quality Function Deployment (QFD). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technolog* 9(1): 689-698.
- Demir MH, Gümüsoğlu Ş (2009) *Üretim Yönetimi (işlemler yönetimi)* (Beta Basım A.Ş., İstanbul).
- Dinçel K, Yenen VZ (2011) Ürün Pazarlamasında Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ve Uygulanabilirliği. *11. Üretim Araştırmaları Sempozyumu*. İstanbul, TÜRKİYE, Haziran 23-24.
- Doğan H (2021) Kamu Niteliğindeki Kamu Meslek Kuruluşlarında Üye İstek ve Beklentilerinin Yönetim Tarafından Değerlendirilmesi: Nevşehir Ticaret Borsası'nda Bir Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Nevşehir.
- Doğan İ, Ger AM (2014) Üniversite Yerleşkelerinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi* 15: 29-50.
- Doğan NÖ, Gencan S (2013) Seyahat Acentası Yöneticilerinin Bakış Açısıyla En Uygun Otel Seçimi: Bir Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulaması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 41: 69-88.
- Doğan NÖ, Karakuş Y (2014) KFG-AHP Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Turizm Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: Göreme Açık Hava Müzesi

- Üzerinde Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 19(3), 169-194.
- Doğan NÖ, Sözbilen G (2014) Kaya Otel İşletmeleri İçin En Uygun Stratejinin Belirlenmesi: Bir SWOT/AHP Uygulaması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 14(4): 95-112.
- Doğan Öİ, Marangoz M, Topoyan M (2003) İşletmelerin İç ve Dış Pazarda Rekabet Gücünü Etkileyen Faktörler ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 5(2): 114-139.
- Doğmuş R (2016) Hafif Agregalar Kullanılarak Yalıtım Özelliği Yüksek Duvar Yapı Malzemelerinin Geliştirilmesi, Isıl ve Ses Performanslarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Batman.
- Doşar G, Görener A (2020) Ürün Geliştirme Süreçlerinde Kalite Fonksiyon Göçeriminin Uygulanması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 37(1): 269- 292.
- Ereke İM (2006) Taşıt Modeli Geliştirmede Kullanılan İleri Tasarım Teknikleri. *Tasarım İmalat Analiz Kongresi*. Balıkesir, TÜRKİYE, Nisan 26-28.
- Ersöz T, Öztürk E, Gürel E (2018). Demir Çelik Sektöründe Toplam Verimli Bakım Uygulaması. *International Journal of Economic and Administrative Studies* 18: 447-458.
- Filli Boya (2021). *Yalıtım*. <http://www.filliboya.com> (27 Ağustos 2021).
- Gemba&Partner (2021). *Çekme Sistemi*. <https://www.gembapartner.com> (01.08.2021).
- Govers PM (2001) QFD Not Just A Tool But A Way of Quality Management. *International Journal Production Economics* 69: 151-159.
- Göçer İ, Kutbay H, Gerede C, Aslan R (2014) Vergi Teşviklerinin Ar-Ge ve İnovasyona Etkisi: Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *15th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics*. Isparta, TÜRKİYE, Mayıs 22-25.
- Gökşen Y (2003) Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 5 (4): 32-48.

- Gümüşoğlu Ő, Erboy N, Özdağoğlu G (2013) Siparişe Dayalı Üretim İçin Ürün Gruplarının Oluőturulmasında Genetik Algoritma Tabanlı Bir Yaklaőım. *Celal Bayer Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi* 20(2): 259-284.
- İbicioğlu H, Ünal ÖF (2014) Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 28(4): 55-78.
- İşler M, Güner M (2014) Heijunka Technique From Lean Production Tools And Its Apparel Applicaitons. *XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium*. İzmir, TÜRKİYE, April 2-5.
- Jelle PB (2011) Traditional, State-of-the-Art and Future Thermal Building Insulation Materials and Solutions - Properties, Requirements and Possibilities. *Department of Materials and Structures*, 1-26.
- Juran JM, Godfrey AB (1998) *Juran's Quality Handbook* (R. R. Donnelley & Sons Company, USA).
- Kanan NÖ (2013) Binalarda Enerji Verimliliği Konusunda Kamu Projeleri – Binalarda Enerji Performansı Belirlenmesi; 100 Kamu Projesi Örneği. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*. İzmir, TÜRKİYE, Nisan 17-20.
- Karakan G, Koç T (2008) Teknoloji Tahmin Yöntemleri ve Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. *Endüstri Mühendisliği Dergisi* 20(1): 29-38.
- Karakoç M (2008) Montaj Süreçlerinde Yalın Üretim Veriler Analizi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir.
- Kılıç A, Ayvaz B (2016) Türkiye Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 29: 29-60.
- Kobayashi K, Fisher R, Gapp R (2008) Business Improvement Strategy or Useful Tool? Analysis of the Application of the 5S Concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management* 19(3): 245-262.
- Kobu B (2010) *Üretim Yönetimi* (Beta Basım A.Ő., İstanbul).
- Labib AW (2010) A Supplier Selection Model: A Comparison of Fuzzy Logic and the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Research*, 1-26.

- Lakatos A, Kalmar F (2012) Analysis of Water Sorption and Thermal Conductivity of Expanded Polystyrene Insulation Materials. *Building Services Engineering Research and Technology* 34(4): 407-416.
- Lakatos A, Kalmar F (2013) Investigation of Thickness and Density Dependence of Thermal Conductivity of Expanded Polystyrene Insulation Materials. *Materials and Structures* 46: 1101-1105.
- Mas VF, Bond T, Alcocel EG, Cheesman CR (2014) Lightweight Mortars Containing Expanded Polystyrene and Paper Sludge Ash. *Elsevier in Construction and Building Materials* 61: 285-292.
- OrbakAY, Bilgin S (2005) Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*. İstanbul, TÜRKİYE, Kasım 25-27.
- Özyörük B, Şirin Y, Yoksulabakan T, Şanver M, Saraç MA (2014) Performans Ölçümünde Dengelenmiş Skor Kart ve Analitik Hiyerarşi Prosesi Entegrasyonu. *TÜBAV Bilim* 7(1): 7-28.
- Parıldar O, Akyürek ÇE (2019) Hastanelerde Emniyet Stoku Seviyesinin ve Yeniden Sipariş Noktasının Olasılıklı Stok Modeli İle Belirlenmesi: Bir Kamu Hastane Örneği. *Altıncı Uluslararası Sosyoekonomi Derneği Yıllık Buluşması*. Varşova, POLONYA, Ekim 24-25.
- Pavlik Z, Jerman M, Trnik A, Koci V, Cerny R (2014) Effective Thermal Conductivity of Hollow Bricks With Cavities Filled by Air and Expanded Polystyrene. *Journal of Building Physics* 37(4): 436-448.
- Rother M, Shook J (1999) *Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*, çev. Jim Womack, Dan Jones (Lean Enterprise Institute, USA).
- Sarı EB (2017) Modern Üretim Sistemlerinde SMED İle Hazırlık Sürelerinin İyileştirilmesine Yönelik Sanayi Uygulaması. *International Journal of Academic Value Studies* 3(9): 433-441.
- Saaty TL (2001) Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process. *Kluwer Academic Publishers* 15-35.
- Seyhan H (2005) Kalite Fonksiyon Yayılımının İncelenmesi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.

- Sofyalıoğlu , Tunail İ (2012) Kano Modelinin Kalite Fonksiyon Goerimi Planlama Matrisinde Kullanımı. *Ege Akademik Bakış* 12(1): 125-135.
- Soman CA, Donk DP, Gaalman G (2004) Combined Make-to-Order and Make-to-Stock in a Food Production System. *Int. J. Production Economics* 90: 223-235.
- şahin A (2009) Mersin’de Faaliyet Gosteren Kuuk ve Orta Buyuklukteki İşletmelerin Yenilik Faaliyetlerinin lulmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi* 10(2): 259-271.
- Taiichi O (1998) *Toyota retim Sistemi’nin Doğuşu ve Evrimi*. ev. Canan Feyyat. (Scala Yayıncılık, İstanbul).
- Top A (1994) *retim Sistemleri Analiz ve Planlaması* (Melissa Matbaacılık, İstanbul).
- Topoyan, M. (2005) Yeniden retim Sistemleri İçin Surdrlebilir rn Tasarımlarının Oluşturulması. V.Ulusal retim Araştırmaları Sempozyomu. İstanbul, İstanbul Ticaret Üniversitesi, TÜRKİYE, Kasım 25-27.
- Turner W, Mize J, Case K, Nazemtz J (2006) *Endüstri ve Sistem Mühendisliğine Giriş*, ev. Ufuk Kula, Orhan Torkul, Harun Taşkın. (Değişim Yayınları, İstanbul).
- nal T, Seçilmiş N (2013) Ar-Ge Göstergeleri Açısından Türkiye ve Gelişmiş lkelerle Kıyaslanması. *İşletme ve İktisat alışmaları Dergisi* 1(1): 12-25.
- Yalın Enstitü (2021). *Yalın Kavramlar – Jidoka*. <https://lean.org.tr> (01.08.2021)
- Yalın Yönetim Eğitim ve Danışmanlık (2021). *Makaleler*. <https://www.yalinyonetim.com.tr> (01.08.2021)
- Yenginol F (2008) Neden Kalite Fonksiyon "Goerimi". *İşletme Fakültesi Dergisi* 9(1): 7-15.
- Yıldırım BF, nder E (2015) *Operasyonel, Yönetsel ve Stratejik Problemlerin ozmnde çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. (Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd.şti., Bursa).
- Yıldız A, Grlek G, Erkek M, zbalta N (2008) Economical And Environmental Analyses of Thermal Insulation Thickness In Buildnigs. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi* 28(2): 25-34.
- Yingling C, Detty RB, Sottile J (2000) Lean Manufacturing Principles and Their Applicability to the Mining Industry. *Mineral Resources Engineering* 9(02): 215-238.

Wee HM, Wu S (2009) Lean Supply Chain and Its Effect On Product Cost and Quality: A Case Study On Ford Motor Company. *An International Journal* 15(4): 335-341.

