

GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ VE UYUM ANALİZİ İLE BİR İŞLETMEDE KARŞILAŞILAN ÜRETİM HATALARININ İNCELENMESİ

ANALYSING PRODUCTION ERRORS IN AN ESTABLISHMENT BY GREY RELATIONAL ANALYSIS AND CORRESPONDENCE ANALYSIS

Doç.Dr.Zeki ÇAKMAK¹
Yrd.Doç.Dr.Metin BAŞ²
Arş.Gör.Esra YILDIRIM³

ÖZET

Vitrişyeye sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, kalite gelişimine katkı sağlamak için üretimde karşılaşılan hata türleri üzerine bir çalışma amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Gri İlişkisel Analiz (GİA) ve Uyum analizi (UA) hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra işletmede karşılaşılabilen olası hata türleri GİA'nin gri ilişkisel dereceleri kullanılarak en çok karşılaşılan hata türleri belirlenmiştir. Belirlenen bu hata türleri ile hataların oluşmasında etkili olası hata sebepleri ile ürün kalite kategorileri arasındaki ilişkiler uyum analizi yardımıyla incelenmiştir. Çalışma sonucunda uyum analizinin anlaşılır, kolay yorumlanabilir, görselliğe dayanan grafiksel sonuçlarının, başta üretim sürecinde çalışanlar olmak üzere yöneticiler ve tüm çalışanlara değerlendirme ve karar verme aşamasında yardımcı ve etkili olabileceği görülmüştür. Bu doğrultuda kalite ve kaliteyi sürekli iyileştirme gibi işbirliğine dayanan ve tüm işletme çalışanlarını yakından ilgilendiren konular için etkin bir yöntem olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

ABSTRACT

It was aimed to carry out a study in an establishment active in vitreous products sector over the error types in production so as to contribute to quality improvement. In line with this aim, information was given about Grey Relational Analysis (GRA) and Correspondence Analysis (CA). Afterwards, by applying grey relational levels of GRA to the possible error types in the establishment, the most frequent error types were determined. By

¹ Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı.

² Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstatistik Anabilim Dalı.

³ Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı.

using these error types, the relations between the reasons for these errors and product quality categories were analyzed via CA. as a result, it was seen that the comprehensible, interpretable and visually effective graphical results of CA could be effective on and helpful for employees at production process and for executives and the whole staff at assessment and decision making stages. Accordingly, it was concluded that it could be an effective method for such matters as quality and sustaining quality improvement that concern the whole staff closely and depend on cooperation.

Uyum Analizi, Gri İlişkisel Analiz, Üretim, Kalite.

Correspondence Analysis, Grey Relational Analysis, Production, Quality

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi kadar eski olan üretim, fayda yaratacak yeni bir fiziksel ürün veya hizmet elde edilmesi amacıyla girilen faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Hızlı gelişen teknoloji ve artan rekabet ortamında günümüz işletmeleri, varlıklarını devam ettirebilmek için uygun miktar, doğru zaman, en iyi maliyet kavramlarıyla birlikte üretim faaliyetlerinde kalite standartlarının oluşturulması ve bu doğrultuda atılacak adımlara gittikçe daha fazla önem vermektedirler (Harrison ve Petty, 2002:7).

Üretim faaliyeti sonunda elde edilen ürün veya hizmetin gereksinimi karşılama düzeyi ve amaca uygunluk derecesi olarak tanımlanabilen kalite, hem tüketiciyi hem de üreticiyi yakından ilgilendirmektedir (Efil,1999:5; Değirmenci vd.,2010:10). Tüketiciler, elde edecekleri faydayı maksimize etmeye çalışarak kaliteye ödeme yaparlar. İşletmeler ise tüketicinin istediği veya belirlediği kaliteyi gerçekleştirme amacına yönelik olarak üretim faaliyetlerini yönlendirirler ve yatırım yaparlar.

İlk seferde doğru üretimin giderek önem kazandığı günümüzde üretim hatalarını en aza indirmek temel amaçlarından biri haline gelmiştir. Bu amaca ulaşmayı engelleyebilecek istenmeyen bir durumla karşılaşmamak, karşılaşılması durumunda da bunu düzeltmek için kalite kontrol konusuna odaklanılmaktadır. Etkin kalite kontrol ile üretim sürecinde karşılaşılan hataların analiz edilmesi ve bu hataların giderilmesi veya azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması yoluyla üretim verimliliğinin artırılması, kalitenin iyileştirilmesi ve amaçlanan tüketici memnuniyeti sağlanabilmektedir.

Çalışmada vitriye sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinde, çok değişkenli istatistiksel bir teknik olan uyum analizinden yararlanılarak kalitenin gelişimine katkı yapılması amaçlanmıştır. Öncelikle işletmede karşılaşılabilen olası 26 hata türü, gri ilişkisel analiz kullanılarak üretimde en çok karşılaşılan 11 hata türüne indirgenmiştir. Daha sonra elde edilen 11 hata türü, bu hata türlerinin oluşmasında etkili olan hata sebepleri ve ürün kalite kategorileri arasındaki ilişkiler ürün bazında uyum analiziyle incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre işletmede karşılaşılan hataların oluşmasını önleyerek veya azaltarak kalitenin iyileştirilmesi düşünülmüştür.

2. YÖNTEM

2.1. Gri İlişkisel Analiz (GİA)

Gri ilişkisel analiz, gri sistem teorisinin alt başlıklarından birisi olarak bilimsel çalışmalarda yerini almış olup bir derecelendirme, sınıflandırma ve karar verme tekniğidir (Lin ve diğerleri, 2004: 198; Wen, 2004: 2–4; Liu ve Lin, 2006; Yamaguchi ve diğerleri, 2007: 401). Ju-long Deng tarafından geliştirilen Gri Sistem Teori'sinin en önemli konusu olan gri ilişkisel analizin karmaşık hesaplamalar ve formüllere ihtiyaç duymaması, belirli ve net hesaplama süreci ve adımlarından oluşması bu tekniğin kolay ve uygulanabilir olmasını sağlamaktadır (Baş, 2010:58-73; Deng, 1982;1989; Lu ve Wevers, 2007:48).

Gri sistem teorisinde renklerin koyuluğu genelde bilginin belirginliğinin derecesini ifade etmektedir (Liu ve Lin, 2006:4). Siyah bilinmeyen bilgi, beyaz bilinen bilgi, gri ise kısmen bilinen ve kısmen bilinmeyen bilgi olmaktadır. Böylece kesin olarak bilinmeyen bilgiyle sistemler siyah sistemler, kesin olarak bilinen bilgiyle sistemler beyaz sistemler, kısmen bilinmeyen ve kısmen bilinen bilgiyle sistemler ise gri sistemler olarak tanımlanırlar (Lin ve diğerleri, 2004:197; Wen, 2004:5; Liu ve Lin, 2006:4).

Gri ilişkisel derecenin belirlenmesi için gerekli olan matematiksel temelli hesaplama adımları aşağıdaki biçimde tanımlanabilir (Liu ve Lin, 2006: 95–99; Xuerui, 2004: 355–357; Wen, 2004: 50–52).

Adım 1. “m” tane birim ve “n” tane değişkenin oluşturduğu referans seri $x_0(k)$ ve birbirleriyle karşılaştırılacak olan “m” tane birim ve “n” tane değişkenin oluşturduğu faktör serileri $x_i(k)$ belirlenir. Bunlar,

$$x_0(k) = (x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n)) \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$x_i(k) = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n)) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$n, m \in N$ biçiminde ifade edilirler.

$x_0(k)$: Referans faktör serisi, kıyas yapılacak olan seridir.

$x_i(k)$: İncelenen faktör serisi, karşılaştırılacak olan seridir.

Adım 2. Belirlenen faktör serilerindeki veriler gerekiyor ise standardize edilerek standart tek tip veri biçimine çevrilir (Lin ve Tsai, 2005: 97).

Adım 3. Belirlenen $x_0(k)$ ve $x_i(k)$ serilerine ait i 'inci seri ve k 'inci sıradaki $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ gri ilişkisel katsayı hesaplanır. Gri ilişkisel katsayı,

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \zeta \Delta_{\max}} \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$n, m \in N$ formülü ile hesaplanır. Bu formülde,

$$\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)| \quad \Delta_{\min} = \min_{i,k} |x_0(k) - x_i(k)|$$

$\Delta_{\max} = \max_{i,k} |x_0(k) - x_i(k)|$ biçiminde tanımlanan eşitlikler yerine konulursa,

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_{i,k} |x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_{i,k} |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_{i,k} |x_0(k) - x_i(k)|}$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, n$$

$i = 1, 2, 3, \dots, m$ formülü elde edilir. “ ζ ” ayırıcı katsayıdır ve $\zeta \in [0, 1]$

$$n, m \in N$$

aralığında herhangi bir değer alınabilir.

Adım 4. Gri ilişkisel dereceler, gri ilişkisel katsayıların ortalaması olan,

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$n, m \in N$ formülü ile hesaplanır.

Bu hesaplama adımlarından sonra belirlenen gri ilişkisel dereceler ile derecelendirme ve sıralama yapılarak karar verme aşamasına başlanmış olur.

2.2. Uyum Analizi (UA)

Günümüzde bilimsel araştırmalarda elde edilen verilerin çözümlenmesi ve sonuçların yorumlanmasında istatistiksel teknikler yoğun olarak kullanılmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde yararlanılacak ölçek ve tekniklerin doğru seçilmesi; daha güvenilir sonuçlara ulaşip, ayrıntılı olarak sunulmasında büyük öneme sahiptir.

Çok değişkenli istatistiksel tekniklerden biri olan uyum analizi basit olarak, kategorik veriler arasındaki ilişkilerin ayrıntılı biçimde analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların iki boyutlu bir uzayda grafiksel olarak gösterilmesini sağlayan bir teknik olarak tanımlanabilir.

Uyum Analizi, kategorik olarak elde edilmiş yada kategorize edilerek tablolaştırılmış olan ve tablo gözelerindeki frekansların yetersizliği nedeniyle ki-kare analizinin yetersiz kaldığı, ki-kare analizi ile analiz edildiğinde değişken kategorileri arasındaki sıra, sütun gösterimlerinin önem sıralamalarının eşanlı yapılamadığı durumlarda, çapraz tablolarda göze frekanslarının yetersiz olması nedeniyle birleştirme yapılması gerektiği

kontenjans tablolarında ki-kare analizi yerine uygulanması tercih edilen bir yöntemdir (Özdamar, 2004:462).

Uyum analizinde, değişkenlerin alabileceği değerlere karşılık gelen olasılık dağılımlarına ait bir varsayım ve modelin sınanacağı bir hipotez testi yoktur. Elde edilen sonuçlar, iki boyutlu haritalar üzerinde gösterilip rakamsal sonuçlara göre daha kolay incelenip yorumlanabilmektedir (Blasius ve Greenacre, 1994: 23; Clausen,1198:5). Bunların yanında faktör analizi gibi boyut indirgeme özelliği sayesinde de daha az veri kullanılarak analiz yapılmasını sağlamaktadır (Hair,1998:548)

Uyum analizi, iki boyutlu kontenjans tablolarında gözlemlerdeki frekans değerlerini kullanarak iki değişkenin gözlemlenen birlikteliğini, bir değişkenin belirli seviyelerinin diğer bir değişkenin bazı seviyeleriyle birlikteliğinin olup olmadığını belirler. Bu doğrultuda uyum analizi, iki boyutlu bir kontenjans tablosunun satır ve sütunlarının tablodaki ilişkilerine uygun olacak şekilde iki boyutlu bir uzayda noktalar halinde geometrik gösterime sahip bir yöntemdir. Amaç verileri iki boyutlu uzayda ayrıntılı biçimde görebilmek ve daha kolay yorumlayabilmektir (Young, 1996:65).

Uyum analizinde karşılaşılan kavramlar; kontenjans tablosu, profil, kütle, ki-kare uzaklığı ve hareketsizlik olarak özetlenebilir(Uzgören, 2007:4).

Kontenjans (Çapraz) Tabloları, istatistiksel araştırmalarda, verilerin iki veya daha çok kategorik değişkene göre sınıflandırıldığı ve bu sınıflandırmada, gözlenen frekansların hesaplanarak özetlendiği tablolardır. Genel olarak rxc kontenjans tablosu olarak bilinen iki boyutlu kontenjans tablolarında; r satırları, c ise sütunları göstermektedir (Tablo 1).

X ve Y değişkenlerinin alt kategorilerinden elde edilen toplam N birimden oluşan rxc ($i=1,2,\dots,r ; j=1,2,\dots,c$) kontenjans tablosunda, i satır ve j sütun gözlem sayılarını, n_{r+} tablodaki sıra toplamlarını, n_{+c} tablodaki sütun toplamlarını gösterir.

Kontenjans tablolarının analizinde ve yorumlanmasında her gözlenin frekans değerlerinin karşılaştırılmasının çok fazla bir anlamı bulunmaz. Güvenilir ve sağlıklı bir karşılaştırma için, satır ve sütunların aynı temelde ele alınması yaklaşımının benimsenmesi gerekir. Bu nedenle, genellikle satır ve sütunlardaki değerlerin, satır ve sütun toplamlarına oranlanarak yüzdeleri hesaplanıp her bir satır ve sütun toplamının bir olmasını sağlayacak orantılı frekanslar hesaplanmaktadır. Satırlar ve sütunlar için hesaplanan bu orantılı değerlere **profil** denir (Greenacre ve Blasius,1994:9). Dolayısıyla satır (sütun) profilleri satır (sütun) değişkeninin kategorilerinin sütun (satır) değişkeninin her bir kategorisi için hesaplandığı orantılı frekans değerlerini gösterir (Clausen,1998:10).

Tablo 1: İki Boyutlu Kontenjans Tablosunun Genel Gösterimi

	1	2	...	c	Satır Toplamı
1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1c}	n_{1+}
2			...	n_{2c}	n_{2+}
⋮	⋮	⋮	⋮ ...	⋮	⋮
R	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rc}	n_{r+}
Sütun Toplamı	n_{+1}	n_{+2}	...	n_{+c}	N

Herhangi bir satırdaki her bir gözlenen frekansın o satıra ait toplam frekans değerine bölünmesiyle elde edilen i. satır profili $r+$,

$$\left(\frac{n_{r1}}{n_{r+}}, \frac{n_{r2}}{n_{r+}}, \dots, \frac{n_{rc}}{n_{r+}} \right) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Satır profillerine benzer olarak, bir sütunda yer alan her bir gözlenen frekansın o sütuna ait toplam frekans değerine bölümüyle elde edilen j. sütun profili $+c$,

$$\left(\frac{n_{1c}}{n_{+c}}, \frac{n_{2c}}{n_{+c}}, \dots, \frac{n_{rc}}{n_{+c}} \right) \text{ biçiminde ifade edilir.}$$

Böylelikle kontenjans tablosunun satır ve sütunlarında yer alan değişkenlerin her bir düzeyi için, ayrı ayrı profiller hesaplanır.

Uyum analizinde ortalama satır ve ortalama sütun profili olmak üzere iki ayrı kavram daha vardır. Ortalama satır profili farklı sütunlardaki toplam gözlem sayısının genel toplama bölünmesi;

$$\left(\frac{n_{+1}}{N}, \frac{n_{+2}}{N}, \dots, \frac{n_{+c}}{N} \right) \text{ ile elde edilir.}$$

Ortalama sütun profili de farklı satırlardaki toplam gözlem sayısının genel toplama bölünmesi

$$\left(\frac{n_{1+}}{N}, \frac{n_{2+}}{N}, \dots, \frac{n_{r+}}{N} \right) \text{ ile elde edilen sonuçtur.}$$

Bu noktalar merkez olarak isimlendirilir ve noktaların ana eksenlerin orijine göre yerini belirler. Eğer bir profil ortalama profilden çok farklıysa nokta orijinden uzak, buna karşılık ortalama profile yakınsa profiller merkeze

yakın yer alacaklardır. Eğer kategoriler eşit profillere sahipse, tüm noktalar merkezde toplanacaktır (Uzgören,2008:5; Clausen,1998:10).

Uyum analizinde amaç grafikteki satır noktaları arasındaki uzaklıkları eşitleyen bir düzen bulmaktır. Uyum analizinin yakınlaştırdığı uzaklıklar ağırlıklandırılmıştır. Bu ağırlıklı uzaklıklar kütle kavramını temel alır. **Kütle**, bir frekans değerinin onun marjinal frekansına olan etkisini gösteren bir ölçümü olup satır ve sütun toplamlarının genel toplama bölünmesi ile elde edilen oranlara denir. Mass, kategori olasılığı, marjinal olasılık şeklinde de isimlendirilir (Seyfullahoğulları,2003:43; Özdamar,2004:465). Kütle (mass) tanımı daha önce tanımlanan ortalama satır ve ortalama sütun profilleri ile aynıdır. Yani satır massları ortalama sütun profiline; sütun massları ise ortalama satır profillerine karşılık gelmektedir.

Ki-kare uzaklıkları, uyum analizinin en önemli kavramlarından biridir. Uyum analizinde satır ve sütun profillerinin noktalarla gösterileceği bir uzay tanımlanır. Bu uzaydaki satır ve sütun profilleri arasındaki mesafe tartılı öklid uzaklığı olarak da isimlendirilen Ki-kare uzaklığı ile bulunur (Murtagh,2005:52). i'nci satır profili ile ortalama satır profili arasındaki öklid

$$\text{uzaklığı; } s(i, i') = \sqrt{\sum_{j=1}^c \left(\frac{n_{ij}}{n_{r+}} - \frac{n_{+c}}{N} \right)^2} \text{ olarak elde edilir (Clausen,1998:11).}$$

Uygulamalarda genellikle tartılı öklid uzaklığı olan Ki-kare uzaklığı kullanılır ve tartılar ortalama profil elemanlarının tersidir. i'nci satır profili ile ortalama satır profili arasındaki Ki-kare uzaklığı;

$$d(i, i') = \sqrt{\sum_{j=1}^c \frac{\left(\frac{n_{ij}}{n_{r+}} - \frac{n_{+c}}{N} \right)^2}{\frac{n_{+c}}{N}}} \text{ olarak elde edilir (Uzgören,2007:6;}$$

Clausen,1998:11).

Kontenjans tablolarında ki-kare uzaklığı; herhangi bir satır (veya sütun) profili elemanları ile ortalama satır (veya sütun) profili elemanları arasındaki farkların karesi alınıp daha sonra bu farkların her birinin, ortalama satır (veya sütun) profilinin karşılık gelen elemanı ile bölünüp, bu değerlerin toplamının karekökünün alınması ile hesaplanır.

Bu uzaklıklar farklı değişkenlerin kategorileri arasında değil, aynı değişkenin farklı kategorileri arasında hesaplanır. Uyum analizi bu ki-kare uzaklığı temeline dayalı olup ki-kare istatistiğinin ayrıştırılmasına ilişkin bir teknik olarak da tanımlanabilir (Clausen,1998:11; Uzgören,2007:7).

Ki-kare uzaklığı, kontenjans tablosunun hareketsizlik (inertia) değerinin hesaplanmasında kullanılır. **Hareketsizlik (inertia)**, satır profil noktaları ile ortalama satır profil noktası (veya sütun profil noktaları ile ortalama sütun profil noktası) arasındaki karesi alınmış ki-kare uzaklıklarının

ağırlıklı ortalamasıdır (Greenacre ve Blasius,1994:12; www.statsoft.com/textbook/correspondence-analysis).

Profillerin ortalama profillerden ne kadar saptığını grafiksel olarak özetleyen uyum analizinde, ki-kare uzaklığı ile yakın ilişkisi bulunan hareketsizlik (inertia); $\Lambda^2 = \frac{\chi^2}{N}$ formülü ile hesaplanmaktadır. Toplam

hareketsizlik (inertia) phi-kare cinsinden de; $\phi^2 = \frac{\chi^2}{N} = \Lambda^2$ biçiminde yazılabilir (Clausen,1998:15; Uzgören,2007:8)

Değişkenlerin aldığı değerlerdeki değişimin bir ölçüsü olan Toplam hareketsizlik değerinin düşük olması, veride değişkenliğin az olduğunu veya değişkenliğin olmadığını gösterir (Greenacre ve Blasius,1994:24). Büyük bir hareketsizlik değeri, satır ve sütunlar arasındaki birlikteliğin yüksek olduğunu, sıfıra yakın bir inertia değeri ise birlikteliğin olmadığı anlamına gelir ve profil noktalarının grafik gösterimde birbirine yakın bir serpilme gözlenir (Clausen,1998:14)

Uyum analizinin temel ve diğer tekniklerden farklı özelliklerinden biri, analiz sonuçlarını **harita** olarak isimlendirilen **grafikler** ile sunan bir teknik olmasıdır. Haritalar, ki-kare uzaklıkları kullanılarak satır (yada sütun) noktaları arasındaki uzaklıklar ve farklı noktaların merkeze uzaklığı ya da dik uzaklıklarının hesaplanması ile oluşturulur (Hair vd.,1998;551).

Haritalar ve grafiksel gösterimi analiz sürecine dahil eden uyum analizi üç asamadan oluşmaktadır (Seyfullahoğulları,2003:41);

1. Satır ve sütun profillerinin hesaplanması,
2. Satır ve sütun profillerinin ayrı haritalarda gösterilmesi
3. Satır ve sütun profillerinin iki boyutlu uzayda aynı harita üzerinde gösterilmesi.

3. UYGULAMA ve BULGULAR

Çalışmada verilerin elde edildiği işletme 1995 yılında kurulmuş olup vitrifiye sektöründe faaliyet göstermektedir. 3 vardiyalı çalışma sistemi uygulayan işletmenin 2009 yılı sonu toplam üretim kapasitesi 2.550.000 parça/yıl olup dünya pazarlarına yönelik, önemli boyutlardaki ihracat bağlantılarını gerçekleştirmektedir.

İşletme en ileri teknolojik olanakları kullanarak her türlü lavabo, banyo gibi sıhhi sağlık ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte vitrifiye ürünlerinin üretim ve satışını yapmaktadır. Çalışmada işletmede üretilen toplam ürünlerden satış yüzdesi en fazla olan klozet ve lavabo ürünlerine yönelik veriler kullanılarak analiz sonuçları incelenmiştir.

Firmada üretilen ürünler kalite düzeylerine göre beş kategoriye ayrılmaktadır. Taşıdığı hata türüne, hatanın büyüklüğüne, hatanın etkisine vb.

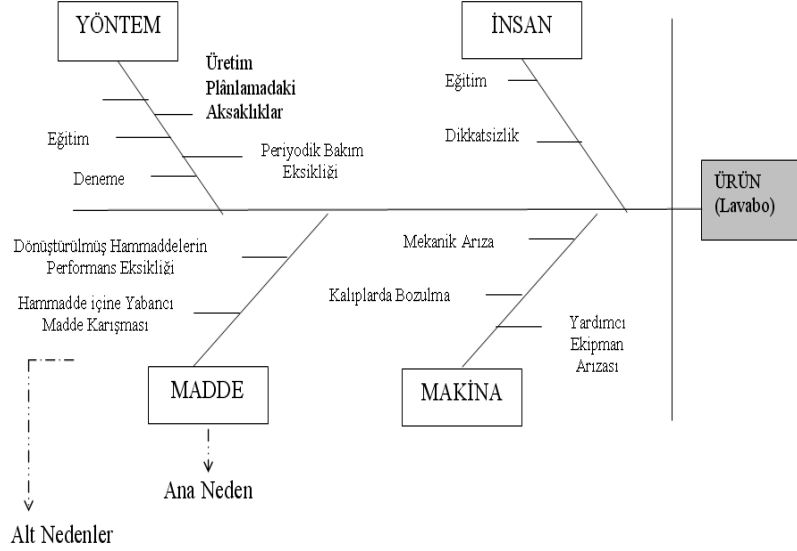
kriterlere göre kalite kategorileri; 1. Kalite, Extra, Defo, Tamir ve Iskartadır. 1. Kalite, büyük olasılıkla hatasız üretimi yapılmış ürünlerden oluşmaktadır. Extra ise 1. Kaliteye çok yakın, ürüne hiçbir etkisi olmayan çok küçük hata/hataları içeren ürünlerdir. Defolu ürünler, hata/hataları bulunan fakat satılabilir özelliğini koruyan ürünlerdir. Tamire gelen ürünler üzerinde fark edilir hata/hatalar vardır fakat tamir ile bu hatalar giderilmeye çalışılıp daha iyi kalite kategorisine dönüştürülmeye çalışılır. Iskartada ise üretim standartlarını sağlamayan ürünler bulunmaktadır.

İşletmede karşılaşılan ve ürünlerin kalite kategorilerine ayrılmasına sebep olan 26 hata türü Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: İşletme Karşılaşılan Olası Hata Türleri

HATA TÜRLERİ								
AR	MKTS	HK	OY	KMYU	RCT	HD	LG	KYUK
ST	DEF	IS	AY	KMYK	OTKB	YM	SB	TAC
TS	RH	YY	ET	YT	TR	TP	FYUK	

İlk olarak işletmedeki olası hata türlerini incelemek ve sebeplerini ortaya çıkarmak amacıyla işletmenin üretim sürecinde görevli çalışanlar ile görüşmeler yapılmış ayrıca hata türlerine ait genel sebepleri gösteren aşağıdaki balık kılçığı diyagramı kullanılmıştır. Doğru düşünme ve verilen bir sonuç ile muhtemel sebepleri arasındaki ilişkilerin görülmesi için kullanılan Balık kılçığı diyagramı Yöntem, İnsan, Madde ve Makine olmak üzere 4 ana sebep ile bu sebeplerin çeşitli alt sebeplerinden oluşmaktadır (Çetin vd.,2001:426). Şekil 1’de lavabo ürünü için hazırlanmış bir balık kılçığı diyagramı verilmiştir.



Şekil 1: Lavabo Ürünü için Balık Kılıcı (Neden-Sonuç) Diyagramı

Oluşturulan balık kılıcı diyagramı ve çalışanlar ile yapılan görüşmeler sonucunda lavabo ve klozet ürünleri için temel bazda oluşturulan 9 hata sebebi aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

- Periyodik bakım yetersizliği
- Temizlik
- Eleman dikkatsizliği
- Elektrik kesintisi aksaklıkları
- Reçete değişiklikleri
- Taşıma sırasında karşılaşılan aksaklıklar
- Stok alanı yerleşim düzensizliği
- Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar
- Diğer.

İşletmede karşılaşılan farklı hata türleri farklı sebeplerden kaynaklanmakta olup ürünün farklı kalite kategorilerinde yer almasına sebep olmaktadır. Bu süreç tam belirli ve kesin değildir. Bu durum sistemin gri sistem olarak düşünülebilmesinde etkili olmuştur. Çünkü üretim sistemini etkileyen hata türlerinin ve bu hata türlerinin yoğunluğu, etkileri ve sonuçlarının belirsizliği gri sistemin temel araştırma konuları arasında yer almaktadır.

3.1. Hata Türlerine İlişkin GİA Sonuçları

Çalışmada işletmede karşılaşılan 26 hata türünün hangi üründe, kalite kategorileri toplamında hangi sıklıkta karşılaşıldığına yönelik olan belirsizliğin gri ilişkisel analiz kullanılarak giderilmesi düşünülmüştür. Bu doğrultuda işletmede olası 26 hata türü yerine karşılaşılan olasılığı daha yüksek olan hataları belirlemek için gri ilişkisel analizden faydalanılmıştır. Analiz sonucu hata türlerinin ürün bazında ilişki derecelerine bakılarak hata türlerinin toplam ortaya çıkma dereceleri (gri ilişki dereceleri GİD) hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin aynı ölçekte ve karşılaştırılabilir bir yapıda olmasından dolayı standardize edilmesine gerek duyulmamıştır.

Analiz için MATLAB yüksek seviyede nümerik işlem ve gösterim amaçlı teknik yazılım programı ile kaynak kodları oluşturulmuş toolbox kullanılmıştır.

Tablo 3: Hata Türlerine İlişkin Sıralanmış Gri İlişki Dereceleri

Değişken	Hata Türleri	Δ_{01}	Δ_{02}	Sıralı GİD	HT	Değişken
x_1	AR	34	239	0.9750	AR	x_1
x_2	ST	177	108	0.9738	ST	x_2
x_3	TS	836	2111	0.6324	MKTS	x_4
x_4	MKTS	848	1957	0.5559	RCT	x_{16}
x_5	DEF	847	2124	0.5538	TP	x_{21}
x_6	RH	847	2125	0.5443	YM	x_{20}
x_7	HK	824	2106	0.5420	HK	x_7
x_8	IS	846	2123	0.5409	HD	x_{19}
x_9	YY	848	2122	0.5334	TS	x_3
x_{10}	OY	841	2124	0.5247	OTKB	x_{17}
x_{11}	AY	847	2124	0.5208	TAC	x_{26}
x_{12}	ET	848	2120	0.4176	LG	x_{22}
x_{13}	KMYU	848	2120	0.4175	KMYK	x_{14}
x_{14}	KMYK	848	2119	0.4175	YT	x_{15}
x_{15}	YT	848	2119	0.4151	ET	x_{12}
x_{16}	RCT	813	2095	0.4151	KMYU	x_{13}
x_{17}	OTKB	844	2122	0.4102	SB	x_{23}
x_{18}	TR	845	2123	0.4096	YY	x_9

Değişken	Hata Türleri	Δ_{01}	Δ_{02}	Sıralı GİD	HT	Değişken
x_{19}	HD	831	2106	0.4066	TR	x_{18}
x_{20}	YM	833	2103	0.4065	IS	x_8
x_{21}	TP	785	2101	0.4063	KYUK	x_{25}
x_{22}	LG	847	2119	0.4027	OY	x_{10}
x_{23}	SB	840	2116	0.4018	DEF	x_5
x_{24}	FYUK	847	2118	0.4018	AY	x_{11}
x_{25}	KYUK	847	2123	0.3933	FYUK	x_{24}
x_{26}	TAC	831	2125	0.3908	RH	x_6

Gri ilişkisel analiz sonucunda değişkenlerin birbirleriyle yüksek düzeyde ilişkili olanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak bunun en az kayıpla olması ve bütün hata türlerini temsil edebilmesi için % 50 kayıpla değişkenlerin % 50 ve üzerinde ilişkili olanlarının alınmasının uygun olabileceği düşünülmüştür. Bu sebeple x_1 (AR), x_2 (ST), x_4 (MKTS), x_{16} (RCT), x_{21} (TP), x_{20} (YM), x_7 (HK), x_{19} (HD), x_3 (TS), x_{17} (OTKB) ve x_{26} (TAC) değişkenleri seçilmiş ve bu değişkenlerin hangi hata türleri olduğu Tablo 3'te hata türlerinin tanımları ve hata sebepleri de Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: İşletmede En Fazla Karşılan Hata Türleri Ve Hata Sebepleri

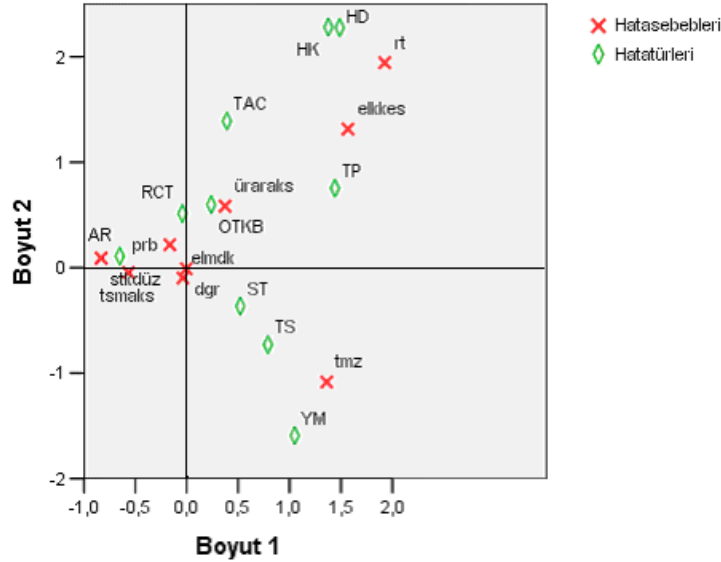
Hata Türü	Hata Türü Tanımı	Hata Sebepleri
AR	Üründe sırlanmamış bölgelerde oluşan küçük çatlak hatasıdır. Bu hatalar araldit malzeme ile tamir edilip giderilmeye çalışılır.	Periyodik bakım yetersizliği (prb)
ST	ürünün ikinci bölge denilen görülmeyen kısmında sırlanma aşamasından sonra görülen hatalar olup;bu hatalara soğuk tamir işlemi uygulanmaktadır.	Temizlik (tmz)
MKTS	ürünlerin ölçüm standartlarında tolerans sınırlarını aşması durumunda karşılaşılan hatalardır. Makine taşlama işlemi ile giderilmeye çalışılır.	Eleman dikkatsizliği (elmdik)
RCT	ürünün sırlanmasından sonra yüzeyinde oluşan çatlak hatası	Elektrik kesintisi aksaklıkları (elekkes)
TP	ürünün nem dengesi veya fırın rejimi vb sebeplerden kaynaklanan toplama hatasıdır	Reçete değişiklikleri (rt)
YM	ortam temizliğinin yeterince yapılmaması veya dikkatsizlik gibi çeşitli sebeplerle mamule yapılan masse yada yabancı madde hatasıdır	Taşıma sırasında karşılaşılan aksaklıklar
HK	pişmiş mamul yüzeyinde pürüzlü görünüm olup; ürünün sırlanmasından önce çeşitli sebeplerle	

Hata Türü	Hata Türü Tanımı	Hata Sebepleri
	oluşan hata türüdür	(tsmaks)
HD	pişmiş mamul yüzeyinde pürüzlü görünüm olup; ürün sırlanmadan önce çeşitli sebeplerle oluşan hata türüdür	Stok alanı yerleşim düzensizliği (stkdüz)
TS	üründe çeşitli nedenlerle oluşmuş çapaklar, yabancı madde veya birleşim bölgelerindeki hatalardır. Taşlama tamir ile bu hatalar giderilmeye çalışılır	Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar (üraraks)
OTKB	ön taban kalıp birleşimi olan bu hata türünde ürünün kalıba yapışması durumuyla karşılaştırılır	
TAC	ürünün taban sırsız bölgesinde karşılaşılan, nem dengesi problemi, insan faktörü veya transporttan kaynaklanan çatlak hatasıdır	Diğer (dgr)

Çalışmanın temelini oluşturan bu kısımda GİA sonucunda belirlenen 11 hata türü ile balık kılıcı diyagramı ve çalışanlarla yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen olası hata sebeplerinin kategorik olarak incelenmesi, yorumlanması ve tablollaştırılarak değişkenler arasındaki uyumluluğun grafiksel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda gri ilişkisel analiz sonucu belirlenen hata türleri, bu hata türlerinin sebepleri ve ürün kalite kategorileri arasındaki ilişki durumları uyum analizi ile iki boyutlu bir uzayda oluşturulan grafikler yardımıyla saptanmaya çalışılmıştır.

3.2. Lavabo Ürünü için Uyuma Analizi Sonuçları

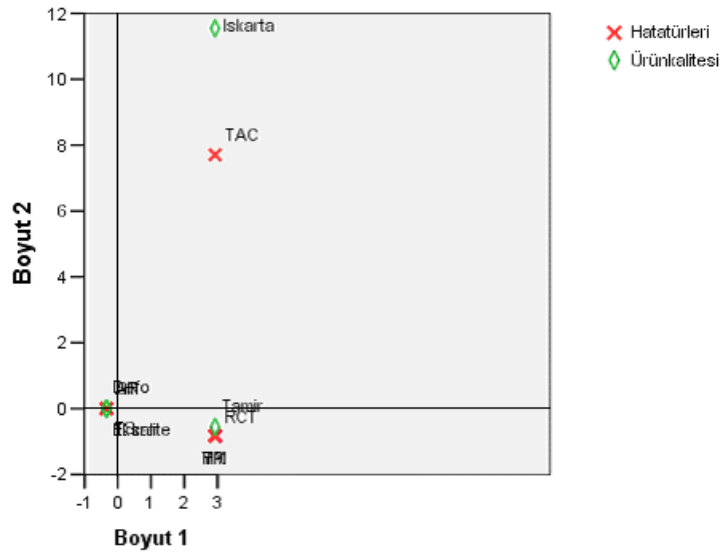
3.2.1. Hata Türleri – Hata Sebeplerine İlişkin Sonuçlar



Şekil 2: Hata Türleri – Hata Sebepleri Değişkenlerine İlişkin UA Grafiği (Lavabo Ürünü)

ST, TS ve YM hataları aynı bölgede yer alıp büyük olasılıkla temizlik (tmz) hata sebebinden kaynaklanmaktadır. Hata türleri arasında meydana gelme olasılığı yüksek olan bu hata türlerine yönelik işletmedeki ortam temizliğine biraz daha fazla dikkat edilmesi ve bu yönde önlemlerin alınması gerekmektedir. OTKB, TAC,TP,HD ve HK hata türleri üraraks (Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar), elkkes (Elektrik kesintisi aksaklıkları), ve rt (Reçete değişiklikleri) sebeplerinden kaynaklanabilmektedir. Fakat OTKB hata türünün üraraks (üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar) sebebine; HK ve HD hata türlerinin rt (Reçete değişiklikleri) sebebine; TP'nin ise elekkes (Elektrik kesintisi aksaklıkları) sebebine daha yakın olduğu görülmektedir. AR hata türü stkdüz (Stok alanı yerleşim düzensizliği) ve tsmaks (Taşıma sırasında karşılaşılan aksaklıklar) sebeplerinden; RCT ise prb (Periyodik bakım yetersizliği) sebebinden kaynaklanmaktadır. Dgr (Diğer) ve elmdik (Eleman dikkatsizliği) sebepleri orjinde yer aldığı için tüm hata türlerinin oluşmasında eşit olasılıkta etkili olabilen hata sebepleridir.

3.2.2. Hata türleri- Ürün Kalite Düzeylerine İlişkin Sonuçlar



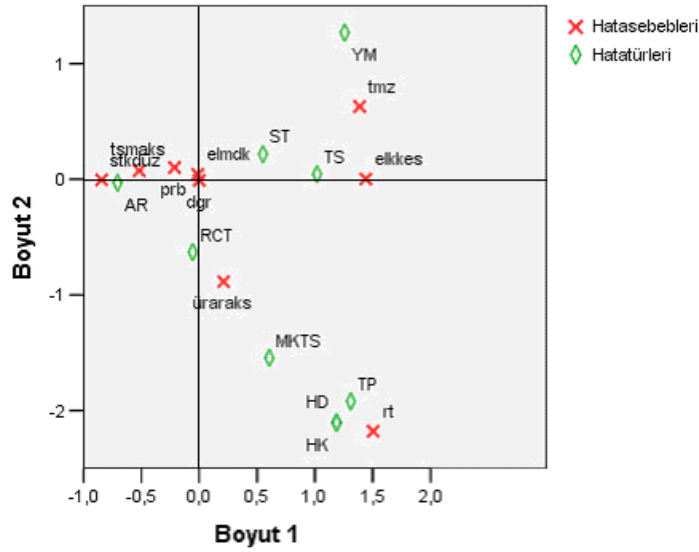
Şekil 3: Hata türleri- Ürün Kalite Düzeyleri Değişkenlerine İlişkin UA Grafiği (Lavabo Ürünü)

Lavabo ürünü için ürünün ıskartaya alınmasına sebep olacak hata türü TAC hata türü olup karşılaşılma olasılığı çok düşüktür. Tamire giden hata türleri YM, HK,RCT ve TP olup bu hata türlerinin tamir ünitesinde daha iyi kalite kategorilerine yükseltileme imkanları olabilmektedir; dolayısıyla ürünün kurtarılma ihtimali olabilmektedir. Tamir birimindeki makine donanım ve kalifiye eleman istihdamı, birimin amacını gerçekleştirmesinde önemli faktörler olacağı göz önüne alınmalıdır. AR,ST,TS,HD,OTKB hata türleri üretimin büyük bir yüzdesini oluşturan 3 ürün kalitesinde (1. Kalite,

defo, extra) görülen hata türleridir. Bu sonuca göre bu hata türlerinin genelde ürünün satılabilir özelliğini engellemediği sonucuna ulaşılabilir fakat burada hata türünün ürün üzerindeki şiddeti veya etkisi de göz önüne alınmalıdır. Ürün üzerinde oluşan hata türünün şiddeti arttıkça, kalite kategori düzeyinde düşüş olacaktır.

3.3. Klozet Ürünü için Uyuma Analizi Sonuçları

3.3.1. Hata Türleri – Hata Sebeplerine İlişkin Sonuçlar



Şekil 4: Hata Türleri – Hata Sebepleri Değişkenlerine İlişkin UA Grafiği (Klozet Ürünü)

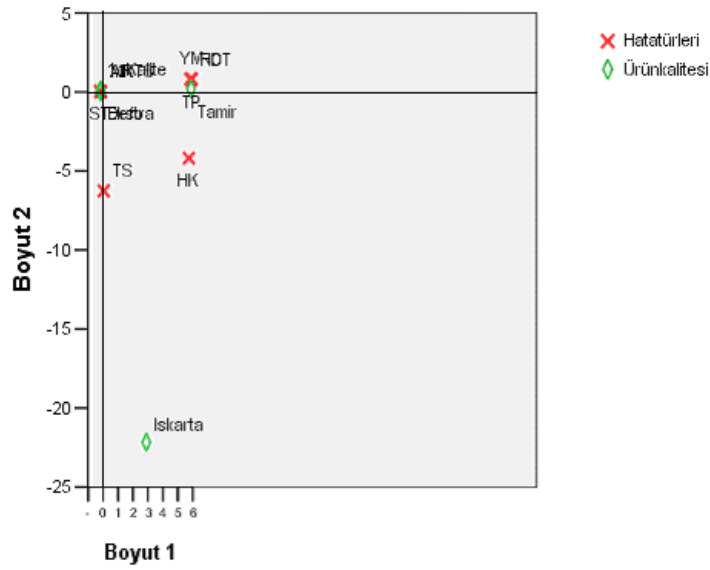
HD, HK, TP ve MKTS hata türleri grafiğin aynı bölgesinde yer alıp üraraks (Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar) ve rt (Reçete değişiklikleri) sebeplerinden kaynaklanabildiği belirlendi. Bu hata türleri içinde HD, HK ve TP hataları rt (Reçete değişiklikleri) sebebinden meydana gelebilmektedir. RCT hatası ise üraraks (Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar) sebebine daha yakındır. MKTS hata türü ise grafikte eşit uzaklıkta olması nedeniyle hem üraraks (Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar) hem de rt (Reçete değişiklikleri) hata sebebinden kaynaklanabilmektedir.

ST, TS ve YM hata türleri 2 boyutlu koordinat sisteminde aynı bölgede (I.bölge) yer alıp tmz (Temizlik) ve elkkes (Elektrik kesintisi aksaklıkları) sebepleriyle ilişkili görülmektedir. Bu sebepler içinde tmz (Temizlik) her üç hata türüne eşit olasılıkla sadece TS hatası elkkes (Elektrik kesintisi aksaklıkları) sebebine daha yakın olasılıkla meydana gelebilmektedir.

AR ve RCT hata türleri aynı bölgede yer almalarına rağmen AR hata türü stkdüz (Stok alanı yerleşim düzensizliği) ve tsmaks (Taşıma sırasında

karşılaşılan aksaklıklar) sebeplerinden kaynaklanabilmekte; prb (Periyodik bakım yetersizliği), elmdik (Eleman dikkatsizliği) ve dgr (Diğer) hata sebepleri de hem AR hem de RCT ve ST hata türlerini eşit olasılıkla etkileyebilmektedir. Dgr (Diğer) hata sebebi ve elmdik (Eleman dikkatsizliği) orjinde yer aldığı için bütün hata türlerinde görülebilen hata sebepleri olabilmektedir. Çünkü dgr (diğer) hata sebebi, işletmede belirtilen hata sebepleri dışında kalan veya gözden kaçabilen sebepleri ifade etmektedir. Elmdik (Eleman dikkatsizliği) ise tamamen yok edilemeyen ancak azaltılabilen insan faktörünü göz önüne alan hata sebebidir.

3.3.2. Hata türleri- Ürün Kalite Düzeylerine İlişkin Sonuçlar



Şekil 5: Hata türleri- Ürün Kalite Düzeyleri Değişkenlerine İlişkin UA Grafiği (Klozet Ürünü)

Klozet ürününde karşılaşılan hata türlerinden ıskartaya giden ürün çok azdır. Yani genelde yapılan hatalar defolu ürün kategorisinde direkt satılabilmekte veya tamir işlemi ile satılabilir ürün kategorisine kazandırılabilir. Bu durum işletmede kalite ve kalite geliştirme konusuna önem verildiği göstermektedir. Fakat düşük bir olasılıkla TS ve HK hata türlerini barındıran ürünler hatanın şiddetine göre ıskartaya alınabilmektedir.

Tüm ürün kalitelerinde görülen hata türleri eşit olasılıkla görünmektedir. MKTS, AR, ST hata türleri 1. Kalite, extra ve defo kalite kategorilerinde en fazla görülen hata türleri olup ek olarak işletmeden karşılaşılan en fazla olasılığa sahip hata türleridir. YM, TP, RCT ve HD hata türleri de genelde tamir kalite kategorisinde işlem görebilmektedir. Lavabo üründe olduğu gibi oluşan hatanın şiddeti önemli bir faktördür.

4. SONUÇ

Yoğun rekabet ortamında kalitenin ön plana çıkması, üretim sürecinde ilk seferde doğru üretim amacına ulaşma çalışmalarını artırmıştır. Bu durum gerek yönetsel gerekse üretim faaliyetlerinde yüksek kalite anlayışının benimsenmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada vitrifiye üretimi yapan bir işletmenin üretim sürecinde hatasız üretim ve bu doğrultuda kalitenin yükseltilmesi için Gri ilişkisel analiz (GİA) ve Uyum analizi kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

İşletmede olası hataları önleme veya azaltma amacına yönelik olarak Lavabo ve Klozet ürünlerinde karşılaşılan 26 hata türü ele alınmıştır. GİA yardımıyla bu hata türleri işletmede en fazla karşılaşılan derecelerine göre sıralanmış ilişki dereceleri 0,50 ve üzeri olan 11 hata türü incelemeye dahil edilmiştir. Üretim sürecinde, GİA'nın mevcut en az olan bilgiyi en iyi ve en mükemmel düzeyde kullanıp sistemi çözerek faktörler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarma özelliğinden faydalanılmıştır.

Üretim sürecinde çalışanlar ile yapılan görüşmeler ve balık kılıçığı diyagramı yardımıyla işletmede karşılaşılan hata türlerinin oluşmasında etkili olan 9 temel hata sebebi belirlenmiştir.

Lavabo ve klozet ürünleri işletmede üretim kalitelerine göre 1. Kalite, Extra, Defo, Tamir ve İskarta olmak üzere beş kategoriye ayrılmaktadır. Kalite kategorileri ile belirlenen hata türleri ve hata sebeplerine yönelik veriler, ürün bazında ayrı ayrı kontenjans tabloları haline getirilerek, kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla uyum analizinde kullanılmıştır.

Uyum analizi sonucunda ayrı ayrı klozet ve lavabo ürünleri için hata türleri ve kalite düzeyleri arasındaki ilişkiler ve hata türleri ile bu hata türlerinin oluşmasında etkili hata sebepleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İlişkiler grafiksel çıktı olan haritalar üzerinde incelenerek yorumlanmış, alınabilecek önlemler sunulmuştur.

Analiz sonucunda üretilen ürünlerde çok fazla ıskartaya ayrılacak kadar yüksek şiddet veya etkilere sahip hata türleriyle karşılaşılmadığı görülmüştür. Grafikler üzerinde işletmede ürünün ıskartaya ayrılmasına sebep olabilecek hata türünün lavabo ürününde TAC hata türü olabileceği klozet ürünü için yine düşük olasılıkla TS ve HK hata türleri olabileceği fakat bu durumda sıklıkla meydana gelmediği görülmüştür. Bu anlamda işletmenin kalite kavramına önem verdiği düşünülebilir.

Temizlik hata sebebinin her iki ürün için önemli bir hata sebebi olduğu grafiklerde görülmüş; bu hata sebebinin ST ve YM hata türlerinin oluşmasında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu anlamda işletmenin üretim sürecinde temizlik faktörüne önem verilmesi ve bu doğrultuda uygun önlemler alınması önerilebilir. Ayrıca her iki ürüne yönelik grafikte insan faktörünün orijinde yer alması, önemli bir hata sebebi olabileceği ve göz ardı edilmemesi gerektiği sonucuna ulaştırmaktadır. Kalifiye eleman istihdamı

bunun yanında çalışan eğitimine önem verilmesi bu hata türlerinin oluşumunu azaltabilecek öneriler olabilir.

Klozet ürünüde MKTS, HK, HD ve TP hata türleri ile rt (Reçete değişiklikleri) ve üraraks (Üretim araçlarında ortaya çıkan aksaklıklar) hata sebepleri aynı bölgede (IV. Bölge) yer alırken; lavabo ürünü için ST, TS ve YM hata türleri ile sadece tmz (temizlik) hata sebebi aynı bölgede (IV. Bölge) görülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gri ilişkisel analiz tekniğinin, kısıtlı ve az sayıda veri setinde bulunan birden çok faktörle birden çok değişken arasındaki karşılıklı ilişkilerin çözümlenmesinde kullanılmasının uygun olduğu zamanlarda, yüksek performans elde edilebilecek bir analiz tekniği olabileceği belirlenmiştir.

Çalışmada temelini oluşturan uyum analizi ve bu analizin sonuçlarının anlaşılır ve kolay yorumlanabilir şekilde grafik yardımıyla görselliğe dökmesi gerek üretim sürecinde çalışanlar gerekse yöneticilere değerlendirme ve karar verme aşamasında yeni bir bakış ile yorum yapma olanağı sağlayabilecektir.

İşletmede üretim sürecinde karşılaşılan hata türlerinin ve bu hata türlerini oluşturabilecek sebepler ile ürün kalite kategorileri ve hata türleri arasındaki ilişkilerin önceden belirlenerek gerekli önlemlerin alınması, mevcut kaynakların etkin kullanımını sağlayabilecek ve işletmenin yüksek verimliliğe ulaşmasına yardımcı olabilecektir. Burada, işletmelerde hatalı ürün üretimini önlemek veya azaltmak bu doğrultuda da kalite iyileştirmeye yönelik uygulamalı bir çalışma sunulmuştur. Bu çalışmanın sağlıklı bir şekilde uygulanıp gerçekleştirilebilmesi için tanımlamaların ve analizlerin uzmanlar tarafından yapılması gerekliliği göz ardı edilmemesi gereken bir faktördür.

KAYNAKÇA

1. BAŞ, Metin (2010), İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Gri İlişkisel Analiz Tekniği, Tekstil ve Deri Sektöründe Bir Uygulama, Basılmamış Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
2. CHU, Hung-Chi, Yi-Ting Hsu ve Yong-Hsun Lai, (2008), “A Weighted Routing Protocol Using Grey Relational Analysis For Wireless Ad Hoc Networks”, Autonomic and Trusted Computing, Chunming, RONG, Martin, G. JAATUN, Frode, E. SANDNES, Laurence T. YANG ve Jianhua, MA, Fifth International Conference ATC, Oslo, Norway, pp. 655-664.
3. CLAUSEN S.E. (1998), Applied Correspondence Analysis-An Introduction, Sage Publication, USA.
4. CLAUSEN Sten-Erik (1998), Applied Correspondence Analysis, Sage Publication, USA.

5. ÇETİN C., Besim Akın, Vedat Erol (2001), Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi, Beta Yayın, İstanbul.
6. DENG, Ju-Long, (1982), “Control Problem of Grey System”, System and Control Letters, Vol. 5, pp. 288-294.
7. DENG, Ju-Long, (1989), “Introduction to Grey System Theory”, The Journal of Grey System, Vol. 1, pp. 1-24.
8. EFİL İ. (1999), Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi, Alfa Yayınları, İstanbul.
9. GREENACRE Michael (2002), “Correspondence Analysis of the Spanish National Health Survey”, Gac Sanit, Vol:16, No:2, Mar.-Apr., Barcelona.
10. GREENACRE Michael (2007), Correspondence analysis in practice, second edition, Chapman And Hall/Crc, Taylor And Francis Group, USA.
11. GREENACRE Michael ve J. Blasius,(1994), Correspondence Analysis in the Social Sciences, Academic Press Limited, USA.
12. HAIR, Joseph F., Rolph E. Anderson, Ronald L. Tatham, William C. Black, (1998), Multivariate Data Analysis, Upper Saddle River, N.J.:Prentice Hall, Fifth Edition, USA.
13. HARRİSON K. David ve David J. Petty (2002), Systems for Planning and Control in Manufacturing, Newnes, Academic Press Limited, USA .
14. HUANG, Chi-Chun, Hohn-Ming Lee, (2003), “A Novel Partial-Memory Learning Algorithm Based On Grey Relational Structure”, Advances Intelligent Data Analysis V, Michael, R., BERTHOLD, Hans-Jaachim, LENZ, Elizabeth, BRADLEY, Rudolf, KRUSE ve Christian, BORGELT, Fifth International Symposium On Intelligent Data Analysis IDA Proceedings, Berlin, Germany, pp.68-75.
15. LEE, B.L. (2006). “Correspondence Analysis”, <http://www.uv.es/prodat/vista>, (02.04.2010).
16. LIN, Chin-Tsai ve Hui-Yin Tsai, (2005), “Hierarchical Clustering Analysis Based on Grey Relation Grade”, Information and Management Sciences, Vol. 16, No.1, pp. 95–105.
17. LIN, Yi, Mian-Yun Chen ve Sifeng Liu, (2004), “Theory of Grey Systems: Capturing uncertainties of Grey Information”, Grey Systems Theory and Applications, Mian-Yun, CHEN, Sifeng, LIU ve Yi, LIN, (Ed.), Kybernetes, The International Journal of Systems and Cybernetics, Vol. 33, No. 2, pp. 196-218.
18. LIU, Sifeng ve Yi Lin, (2006), Grey Information: Theory and Pratical Applications With 60 Figures, Springer-Verlag London Limited, Springer Science+Business Media, Printed in the United States of America (MVY).

19. LU, Meng ve Kees Wevers, (2007), “Grey System Theory and Applications: A Way Forward”, Journal of Grey System, Vol. 10, No.1, pp.47–54.
20. MURTAGH Fionn (2005), Correspondence Analysis and Adata Coding With Java And R, Chapman And Hall/Crc, Taylor And Francis Group,USA.
21. ÖZDAMAR, Kazım (2004), Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-2, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
22. SEYFULLAHOĞULLARI, Ayhan (2003), “Çapraz Tabloların Analizi ve Ticari Malların Değerlendirilmesiyle İlgili Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Sayı:4, Aralık.
23. UZGÖREN, Nevin (2007), “Uyum Analizinin Teorik Esasları ve Regresyon Analizi İle Benzerliğinin Grafiksel Boyutta Karşılaştırılması”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, sayı:18, Kütahya.
24. WEN, Kun-Li, (2004), Grey Systems: Modeling and Prediction, Yang’s Scientific Research Institute, Yang’s Scientific Press, Vol. 4, October.
25. XUERUI, Tan ve Li Yuguang, (2004), “Using Grey Relational Analysis to Analyze the Medical Data”, Grey Systems Theory and Applications, Mian-Yun, CHEN, Sifeng, LIU ve Yi, LIN, (Ed.), Kybernetes, The International Journal of Systems and Cybernetics, Vol.33, No.2, pp.355–362.