

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

**SERAMİK ÜRETİM SÜRECİNDE
VERİ MADENCİLİĞİ VE DENEYSEL TASARIM**
Proje No: FBA-09-823

Proje Türü: Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Yrd. Doç. Dr. Erdal CANIYILMAZ
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Araştırmacılar
Yrd. Doç. Dr. Feyza GÜRBÜZ
Yrd. Doç. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Mayıs 2011

KAYSERİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	6
ABSTRACT	7
GİRİŞ /AMAÇ VE KAPSAM.....	8
1. GENEL BİLGİLER	13
2.1. Veri Madenciliği	13
2.1.1. Karar Verme ve Veri Madenciliği.....	13
2.1.2. Veri Ambarları ve Veri Madenciliği.....	13
2.1.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yöntemler.....	19
2.1.3.1. İstatistiksel Yöntemler.....	19
2.1.3.2. Bellek Tabanlı Teknikler	21
2.1.3.3. Genetik Algoritmalar	21
2.1.3.4.Yapay Sinir Ağları.....	21
2.1.3.5.Karar Ağaçları	21
2.1.4.Veri Madenciliği Süreci.....	21
2.1.4.1.Sorunun Tanımlanması.....	21
2.1.4.2. Verilerin Hazırlanması.....	22
2.1.4.3. Toplama ve Uyumlaştırma:	22
2.1.4.4. Birleştirme ve Temizleme:	23
2.1.4.5. Seçim:.....	23

2.1.4.6. Modelin Kurulması ve Değerlendirilmesi	23
2.1.4.7. Modelin Kullanılması	26
2.1.4.8. Modelin İzlenmesi.....	26
2.2. Deney Tasarımı	27
2.2.1. Karışım Tasarımları.....	27
2.2.1.1. Standart Tasarımlar.....	27
2.2.1.1.1. Simpleks-Lattice Tasarımı.....	27
2.2.1.1.2. Simpleks Centroid Tasarımı.....	30
2.2.1.2. Bileşen Kısıtlarının Olduğu Tasarımlar	30
2.2.1.2.1. Optimal Tasarım.....	32
2. UYGULAMA.....	33
3.1. Veri Madenciliği Uygulaması	33
3.1.1. Mamullerin Dökümhane Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları	33
3.1.2. Mamullerin Sırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları	35
3.1.3.Mamullerin Fırınlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları.....	37
3.1.4.Mamullerin Çamur ve Sır Hazırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları.....	39
3.1.5. Mamullerin Diğer Sebeplerden Oluşan Fire ve Fire Oranları.....	40
3.2. Verilerin Analizi	48
3.2.1. Fire Oluşum Nedenleri.....	56
3.2.2.Fire Oluşumunu Engelleyecek Çözüm Önerileri.....	56
3.3.Deney Tasarımı Uygulaması.....	58

3. SONUÇ.....66

KAYNAKLAR.....68

ÖZET

Bu proje çalışmasında, Kayseri Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren ve henüz veri tutma aşamasına gelmiş seramik (lavabolar, klozetler, tuvalet taşları...) üretimi yapan bir firmanın daha sağlıklı verileri nasıl tutabileceği ve bu verileri nasıl değerlendireceklerinin araştırılması yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda mevcut tutulan veriler incelenmiş ve veri ön işleme teknikleri yardımı ile analizler yapılmıştır. Veri madenciliği araçları ile yapılan analizlerle doğru veri tabanlarının oluşturulması için öneriler sunulmuştur.

Ayrıca çalışmada elde edilen verilerin gerekli istatistiksel analizleri yapılarak, en uygun hammadde karışımlarının tespiti için deneysel tasarım tekniklerinden karışım tasarımı uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarla istenilen nitelikteki ürünler için en uygun ürün reçeteleri elde edilmesi için öneriler sunulmuştur. Önerilen ürün reçetesi uygulanmış ve seramikler için en uygun özellikleri (parlaklık, beyazlık, yüzey düzgünlüğü vb.), sağlayan karışım reçetesi elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, Karışım Tasarımı, Seramik Üretimi

ABSTRACT

In this study, it is investigated that how to keep more useful data and how to evaluate this data in a firm manufacturing ceramics (sinks, water closets, Turkish style toilets etc.) in Kayseri industrial zone. In line with this purpose, the existing data is explored, and it is analyzed with the help of the data preprocessing techniques. In order to create right databases through the analysis by the data mining tools, some suggestions are made.

Also, the necessary statistical analysis is performed for the data getting in this study. To determine the most appropriate raw material mixes, the mixture design is applied from the experimental design techniques. In order to create the most suitable bill of materials for the products with determined features in the study, the suggestions are made. The suggested bill of materials is applied, and the bill of mixture that provides the most appropriate features (brightness, whiteness, surface smoothness etc.) is obtained.

Keywords: Data mining, Mix Design, Ceramic Production

GİRİŞ /AMAÇ VE KAPSAM

Günümüz dünyasında işletmeler başarılı olabilmek için yeni ekonominin ve yeni iş modellerinin kurallarına uygun hareket etmek durumundadırlar. Bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler çok daha fazla verinin hızlı toplanmasına, depolanmasına, işlenmesine ve bilgiye dönüştürülüp yeniden istenilen noktalara iletilmesine olanak sağlamıştır. Yeni teknolojilerden önemli ölçüde etkilenen ve dijital ekonomi olarak da adlandırılan bu yeni ekonominin kuralları gereği “bilgi” ve “zaman” boyutlarının önemi çok daha artmış ve dolayısıyla işletmelerin karar verme süreçlerinde doğru ve anlamlı bilgiye dayalı hızlı karar alma gereği her zamankinden daha fazla ön plana çıkmıştır.

Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve verilerin dijital ortamda saklanmaya başlanması ile birlikte, yeryüzündeki bilgi miktarının her 20 ayda bir kendini iki katına çıkardığı günümüzde veri tabanlarının sayısı da benzer, hatta daha yüksek bir oranda artmaktadır. Yüksek kapasiteli işlem yapabilme gücünün ucuzlamasının bir sonucu olarak, veri saklama hem daha kolay olmuş, hem de verinin kendisi de ucuzlamıştır [1].

Artık birçok organizasyon tarafından her gün terabaytlarca veri üretilmektedir. Bununla birlikte veri toplama ve üretme ile ilgili teknolojiler hızla gelişmektedir. Büyük miktarlarda veri içerisinde anlamlı bilgilerin çıkarılması için veri madenciliği teknikleri kullanılmaktadır [2,3,4,5].

Bilgisayar sistemleri ile üretilen bu veriler tek başlarına değersizdirler. Çünkü çıplak gözle bakıldığında verilerin bir anlam ifade etmediğini söylenebilir. Bu veriler belli bir amaç doğrultusunda işlendiği zaman anlamlı hale gelmektedir. İşte ham veriyi bilgiye veya anlamlı hale dönüştürme işi “veri madenciliği” ile yapılabilmektedir.

Büyük miktarlarda ve oldukça hızlı toplanan verilerin çeşitli analizler sonucunda anlamlı bilgilere dönüştürülmesi noktasında “veri madenciliği” süreci devreye girmektedir. Veri madenciliği tanımları incelendiğinde, bu tanımlardan ortak olan unsurlardan ilki “çok fazla” miktarlarda verinin veri ambarlarında tutulması ikincisi ise bu verilerden “anlamlı” bilgiler elde edilmesidir.

Veri madenciliği aslında, bilgi teknolojilerinin doğal gelişim sürecinin sonucu olarak da değerlendirilebilir[6]. Veri tabanı sistemlerinin gelişimi üç ayrı fonksiyon ile değerlendirilmektedir [7].

- Veri toplama ve veri tabanı,

- Veri yönetimi (veri depolama, veri düzeltme, bilgi keşfi),

-Veri analizi ve kavrama (veri ambarcılığı ve veri madenciliği gerektirir).

Günümüzün anahtar sözcükleri değişim (change) ve yenilik (innovation), kaynağını stratejik olarak kullanılabilir hale gelen bilgiden almaktadır. İşletmeler kendi ürettikleri (zaten sahip oldukları) ve dışarıdan edindikleri bilgiyi anlamlı biçimde kullanabilmelerinin, hayatta kalabilmeleri için zorunlu olduğunu anlamışlardır. Doğru bilgiyi ihtiyaç duyduğu anda ve yerde anlaşılır bir şekilde, doğru kişilere ulaştırabilmek, günümüz bilgi işlem birimlerinin temel görevi haline gelmiştir [8].

Veri madenciliğinin bilgi endüstrisinde son yıllarda çektiği büyük ilginin temel sebebi büyük miktardaki verinin bulunabilirliği ve bu veriyi kullanışlı bilgiye çevirme ihtiyacıdır. Kazanılan bilgi iş yönetimi, üretim kontrol ve pazar analizinden mühendislik tasarımı ve bilgi keşfine kadar uzanan bir uygulama alanında kullanılabilir [7].

Verinin kalitesi, veri madenciliğinde en temel konulardan birisidir. Veriler hiçbir zaman ayıklanmış ve veri madenciliği için uygun formda değildir. Veri madenciliğinde güvenilirliğin artırılması için, veri ön işleme yapılmalıdır. Aksi halde hatalı olan girdiler bizi hatalı çıktıya götürecektir. Veri ön işleme, çoğu durumlarda yarı otomatik olan ve zaman isteyen bir veri madenciliği aşamasıdır. Bütün veri madenciliği işleminin en çok zaman alan aşaması bu aşamadır [9].

Verilerin sayısındaki artış ve buna bağlı olarak çok büyük sayıda verilerin ön işlemeden geçirilmesinin gerekliliği, otomatik veri ön işleme için etkin teknikleri önemli hale getirmiştir.

Veri ön işleme aşağıdaki sebeplerden dolayı verilere uygulanmaktadır [10]:

- 1- Veriler üzerinde herhangi bir analiz türünün uygulanmasını engelleyecek veri problemlerinin çözümü,
- 2- Verilerin doğasının anlaşılması ve anlamlı veri analizinin başarılması,
- 3- Verilen bir veri kümesinden daha anlamlı bilginin çıkarılması.

Veri ön işleme, veri analizinde önemli aşamalardan bir tanesidir. Çok çeşitli veri kaynaklarında düşük kalitede birçok bilgi mevcuttur ve birçok şirket bu bilgilerin yüksek karlı amaçlar için kullanılması amacıyla temizlenmiş formata nasıl çevrileceği konusunda çalışmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda işlenmemiş ham verilerin temizlenmesi önemli bir ihtiyaç olmuştur. Zhang ve diğerleri çalışmalarında veri analizinde ön işleme sürecinin

öneminden bahsetmişler ve bu alanda bazı gelişmeleri tanıtmışlardır. Son olarak da gelecek için bazı araştırma ve gelişmeleri önermişlerdir [11].

Özellik seçimi, örüntü tanıma, istatistik ve veri madenciliği alanlarında yer alan aktif araştırma konusudur. Özellik seçiminin temel fikri girdi verilerinde yer alan bazı özellikleri elimine ederek yeni bir veri altkümesi bulmaktır. Özellik seçimi sınıflandırma sonuçlarını önemli bir şekilde arttırmaktadır. Ayrıca görünmeyen özelliklerin modellenmesinde de iyi sonuçlar elde edilir [12].

Veri ön işleme teknikleri genel olarak şu şekilde sıralanabilir:

1- Veri Temizleme,

2-Veri Birleştirme ve Dönüştürme,

3-Veri İndirgeme,

4-Ayrıklaştırma ve Kavram Hiyerarşisi Üretme

Yukarıda bahsedilen veri ön işleme teknikleri verilerin kalitesini arttıracaktır. Kaliteli kararların alınmasında kaliteli veriler gerekliliği bir gerçektir. Bu sebeple, veri ön işleme süreci veri madenciliğinin önemli bir adımıdır.

Yapılacak olan çalışma kapsamında bu teknikler kullanılmıştır.

Veri madenciliği metotları birçok alanda başarılı bir şekilde uygulanarak gösterilmiştir. Şirketler veri madenciliğini gerçek hayat problemlerini çözmek için kullanmalarına karşın hala araştırma konusu olarak çalışılmaktadır[13]. İstatistik, yapay sinir ağları, karar ağacı yaklaşımları ve genetik algoritmalar bu problemleri çözmek için kullanılan başlıca veri madenciliği teknikleridir.

Li ve Jacob, çalışmalarında orijinal veri kümesini temsil edecek alt kümelerin seçiminde yeni bir metottan bahsetmişlerdir. Genetik algoritmalar araştırma/optimizasyon tekniğini kullanmışlardır [14].

Urtubia ve arkadaşları, 24 farklı şarap imalatçısından elde ettiği şarap mayalanmasına yönelik problemlerle ilgili verileri, aykırı davranışların tespitinde veri madenciliği tekniklerinin nasıl kullanıldığını göstermek için analiz etmişlerdir. Çalışmada ilk olarak boyut indirgeme tekniklerinden olan PCA (Principal Component Analysis) uygulanmış daha sonra da K-ortalamları tekniği ile kümeleme analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ümit verici olmuştur [15].

Kusiak ve Smith, veri madenciliği uygulamaları için uygun olan ürün ve üretim sistem tasarımı alanlarını ana hatlarıyla araştırmışlardır. Bu alanlardan bir tanesinin yenilik olduğunu ortaya koymuşlardır [16].

Gürbüz ve Özbakır, yaptıkları çalışmada, birden fazla çıktısı olan sistemlerde karar verme sürecini kısaltmak ve daha etkili kararlar verebilmek için veri madenciliği teknikleri kullanılarak sistemin karar verme mekanizması modellenmiştir. Bunun için, bir seramik üretimi yapan işletmeden ürünün kabul veya reddine karar vermemizde etkili olan veriler alınmış, bu veriler veri madenciliği teknikleri ile analiz edilerek ürünün kabulü için en uygun şartların belirlenmesine yardımcı olunmuştur [17].

Kusiak tarafından yapılan “Veri Madenciliği: İmalat ve Hizmet Sektörü Uygulamaları” adlı çalışmada, makine öğrenimi ve veri madenciliğinin temel kavramları tanıtılmıştır. Makine öğrenimi algoritmaları, çok miktarda veriden karar verme sistemleri oluşturmak için bilgi çıkarır. Yapılan çalışmada imalat ve servis uygulamalarında karar verme için bilginin organize edilmesi ve uygulaması anlatılmıştır. Uygulamada karar verme yapıları olarak karar tabloları, karar haritaları ve atlaslar kullanılmıştır. Modern imalat ve servis organizasyonları için yeni bir paradigma önerilmiştir. Endüstride, tıpta... örnek veri madenciliği uygulamaları sunulmuştur. Alüminyum işleme, yarı iletken imalatında, elektronik imalatında, DNA üretiminde, biyoteknoloji ve kimya endüstrisinde, enerji üretiminde, tıbbi uygulamalarda ve ilaç sektöründeki uygulamalardan bahsedilmiştir [18].

Deney tasarımı, 1920’lerde istatistik biliminin babası sayılan İngiliz istatistikçi Sir Ronald Fisher tarafından, tarım alanında araştırmalar yaparken bulunmuş ve geliştirilmiştir. Fisher, ayrıca deney verilerinin analizi için bugün klasik sayılan “varyans analizi” (ANOVA) yöntemini de geliştirmiştir. Yöntem, kısa bir süre içinde, Amerika’da tarım sektöründe üretimin geliştirilmesi için yoğun olarak uygulanmış ve Amerika’nın bu alanda dünyada lider konuma gelmesine büyük katkıda bulunmuştur. Tarım alanında, çeşitli gübre ve dozları ile iklim koşullarının ve sulama yüzeylerinin çeşitli ürünlere olan etkilerini belirlemek üzere uygulanmıştır[19,20].

Deney tasarımı, daha sonra kimya ve ilaç sektörlerine de uygulanmış olmasına rağmen, imalat sektöründeki uygulamaları 1970’lere kadar son derece kısıtlı kalmıştır. Amerikada imalat sektörü, 1980’lerin başında, deney tasarımı Japon kalitesinin nedenlerini araştırırken yeniden keşfetmiştir. Deney tasarımı o tarihlerde Japonya’da Profesör Geniçi Taguchi’nin önderliğinde yoğun ve etkili olarak uygulanmaktaydı. Taguchi, deney tasarımına kuramsal yenilikler getirmemiştir. Ancak üretimdeki uygulamalarda yenilikler yapmış ve başarılı uygulamalarla yöntemin imalat sektöründe kabul görmesini sağlamıştır[21,22].

Çalışmamızda öncelikle veri madenciliği ve bir deneysel tasarım yöntemi olan karışım tasarımı hakkında bilgiler verilmiştir. Sonrasında ise bu teknikler kullanılarak yapılan uygulamalardan bahsedilmiştir. Son kısımda ise elde edilen sonuçlar ve uygulama yapılan fabrikaya yapılan öneriler sunulmuştur.

Uygulama yaptığımız fabrika bazı bilgilerin özellikle kendilerinde kalmasını istediği için, fabrika ismi ve seramik karışımında kullanılan maddelerin ismi proje çalışmasında verilmemiştir.

1. GENEL BİLGİLER

Bu kısımda proje çalışmasında kullanılan temel teknikler hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1. Veri Madenciliği

2.1.1. Karar Verme ve Veri Madenciliği

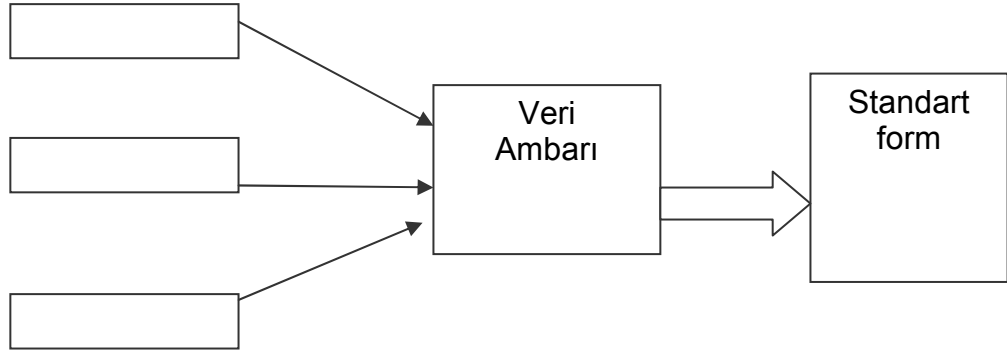
Bir karar verici için verilen kararın doğruluğu, onun yeteneklerine, deneyimine ve bilgi birikimine olduğu kadar sahip olduğu veri kümesinin yeterliliğine de bağlıdır. Diğer bir deyişle kararın başarısında, verilerin doğru depolanması, doğru sınıflanması, doğru ayıklanması, doğru işlenmesi ve doğru yorumlanması çok önemli bir rol oynar. Ancak karar süreçlerinin karmaşıklaşması, sayısal olarak daha fazla veriye gereksinimi ortaya çıkarmış, bu durum ise veri depolarının büyüklüğünü manuel olarak kontrol edilemeyecek boyutlara ulaştırmıştır.

Artık ekonomik sistemde veri ya da bilgi, mal ya da hizmet üretiminin faktörlerinden birisi olarak algılanmaktadır. Bu ise karar vericileri yanlış karar riskinden uzaklaşabilmek için, mümkün olduğunca fazla veriyi depolamaya zorlamaktadır. Ayrıca internetin küreselleşmeyi körüklemesi, rekabetin kırıcı seviyelere ulaşması, kar marjlarının düşmesi ve müşteri memnuniyetinin zorlaşması, bu endişeyi daha da körüklemektedir. Bu durum ise doğru veriyi toplama ya da doğru veriye ulaşma zorunluluğunu doğurmaktadır. Diğer bir deyişle artık, veriye erişmek en az verinin kendisi kadar önemli hale gelmiştir.

2.1.2. Veri Ambarları ve Veri Madenciliği

Veriyi genel olarak, enformasyonel veri ve operasyonel veri olarak ikiye ayırmak mümkündür. Enformasyonel veri, kişiye yönelik, bütünleşik, zaman içinde oluşan ve birleştirilmiş veriler olarak tanımlanabilir. Operasyonel veri ise, uygulamaya yönelik, dağınık, kısa zamanda oluşan ve tekrarlayabilen veriler olarak tanımlanmaktadır (Özmen, Ş. 2001).

Veri ambarları, tüm operasyonel işlemlerin, en alt düzeydeki verilerine kadar inebilen, etkili analiz yapılabilmesi için özel olarak modellenen vetarihsel derinliği olan veri depolama sistematiği olarak tanımlanabilir. Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi bir veri ambarı enformasyonel veri üzerine kurulur. Bir veri ambarının oluşturulabilmesi için kullanılabilecek bir yazılım yoktur. Diğer bir deyişle veri ambarları, ilgili karar sürecine özeldir ve o karar süreci için modellenir.



Şekil 1: Veri Tabanlarının Standart Forma Çevrilmesi

Günlük veri tabanlarından istenen özet bilgi seçilerek ve gerekli ön işlemeden sonra veri ambarında saklanır. Ardından amaç doğrultusunda gerekli veri ambardan alınarak veri madenciliği çalışması için standart bir forma çevrilir.

Veri ambarları aynı zamanda bir veri tabanı olarak da yorumlanabilir ve temel olarak müşteri bilgilerini içerir. Veri ambarında, bir karar süreci için gerekli olacak kullanılabilir veri oluşturulur. Bir veri ambarının yapısı organizasyon içindeki bütün karar vericilere verileri ve işlem sonuçlarını sunan, en gelişmiş iletişimi sağlayan bir dizi birbiriyle bütünleşik alt bileşenlerden oluşur. Bu katmanlar aşağıda sıralanmıştır

Operasyonel Veri Tabanı / Harici Veri Tabanı Katmanı,

Enformasyon Ulaşım Katmanı,

Data Ulaşım Katmanı,

Data Directory (Metadata) Katmanı,

İşlem (process) Yönetim Katmanı,

Uygulama Haberleşmesi Katmanı,

Veri Ambarı Katmanı,

Data Sunum Katmanı,

Bir veri ambarı kişisel bilgisayarlar, karar destek sistemi (DSS) yazılımı, iletişim ağları, sunucular, anaçatı bilgisayarlar, farklı veritabanı yönetim sistemi (DBMS) paketleri, farklı insan ve organizasyonel birimler gibi, çok geniş bir alana dağılmış bileşenler içeren karmaşık

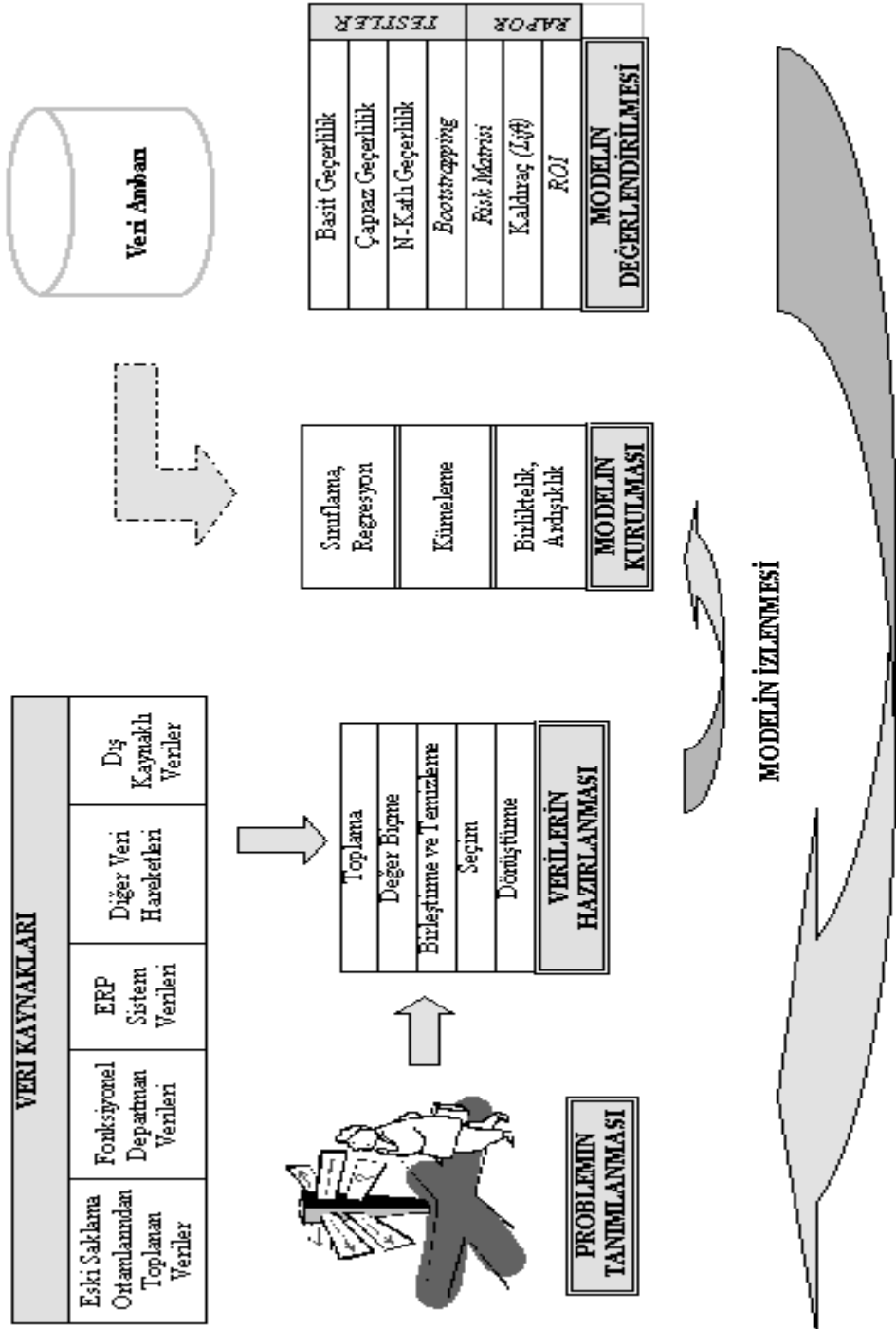
bir sistemdir. Bu yüzden de her karmaşık sistemde olduğu gibi bir mimari oluşturularak işe girilmelidir.

Bu sistemin tasarımı için birbirinden farklı disiplinlerden yararlanılması gerekmektedir. Veri ambarından beklenen, hem organizasyonu hem de çevresini anlatan tutarlı ve yararlı bir bilgi kaynağına ulaşabilmektir. Sistemin tasarımı oluşturulurken, aşağıdaki noktalara dikkat etmek yararlı olacaktır.

- Sistemin çözmesi istenen problem ayrıntılı bir biçimde tanımlanmalıdır.
- Sistemle ilgili hedefler, kısıtlamalar ve kritik başarı etkenleri sıralanmalıdır.
- Başlıca sistem bileşenleri ve arayüzler, bileşenler arasındaki bağlantı veya iletişim yolları iyice ortaya koyulmalıdır.
- Gelecekte yapılması olası iyileştirmeler, değişiklikler ve başka sistemlere geçişler hakkında öngörüler yapılmalıdır.
- Bütünsel bir geliştirme ve bakım programı ve sisteme destek verecek personel kaynağı planlanmalıdır.
- Sistemi programa uygun bir şekilde geliştirebilmek ve uzun vadede bakımını yapıp yönetebilmek için gerekli bilgi, beceri ve diğer destek araçları belirlenmelidir.

Veri madenciliği, veri ambarlarındaki tutulan çok çeşitli verilere dayanarak daha önce keşfedilmemiş verileri ortaya çıkarmak, bunları karar vermek ve gerçekleştirmek için kullanma sürecidir (Swift, 2001). Bu tanımdan yararlanarak veri madenciliğinin aynı zamanda bir istatistiksel süreç olduğunu da söylemek mümkündür.

Veri madenciliği süreci şekil de gösterilmiştir. Bu şekilden de görüleceği gibi veri madenciliği süreci, verileri veri ambarından alır, bunları derler, düzenler ve yorumlar.



Şekil 2 : Veri Madenciliği Süreci

Veri madenciliğinin karar verici için olası yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Mevcut müşterilerin karar verici tarafından daha iyi tanınmasını sağlayabilir.
- Özellikle finans sektöründe mevcut müşterileri bölümlere ayırıp, kredi risk davranış modelleri oluşturarak, yeni başvuruda bulunan müşterilere karşı riskin minimize edilmesini sağlayabilir
- Mevcut müşterilerin ödeme performansları incelenip kötü ödeme performansı gösteren müşterilerin ortak özellikleri belirlenerek, benzer özelliklere sahip tüm müşteriler için yeni risk yönetim politikaları oluşturulabilir.
- En iyi müşteriler veya müşteri bölümlerinin bulunmasında kullanılabilir. Bulunan bu iyi müşteri bölümlerine yönelik yeni pazarlama stratejileri oluşturulabilir.
- Kuruluşlar tarafından düzenlenecek çeşitli kampanyalarda mevcut müşteri kitlesinin seçimi ve bu müşterilerin davranış özelliklerine yönelik kampanya şartlarının oluşturulması sağlanabilir.
- Bankacılık faaliyetlerinde, küçük işletmelere yönelik olarak makine ve ekipman satışı yapan dağıtıcı firmalarla ortak hareket ederek oluşturulacak satış paketleri ile pazarlama stratejileri geliştirilebilir.
- Mevcut müşteriler üzerinde firma ürünlerinin çapraz satış kapasitesinin artırılması sağlanabilir.
- Veri madenciliği ile mevcut müşteriyi tanıyarak kuruluşların müşteri ilişkileri yönetimlerinde düzenleme ve geliştirmeler yapılabilir. Bu sayede kuruluşun müşterilerini daha iyi tanıyarak müşteri gibi düşünme kapasitelerinin artırılması sağlanabilir
- Günümüzde var olan yoğun rekabet ortamında kuruluşların hızlı ve kendisi için en doğru kararı almalarını sağlayabilir.
- Kuruluşlar veri analizi ile müşterilerini kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler hakkında bilgilendirebilirler.
- Veri madenciliği ile kuruluşların müşteriyle bütünleşmiş satış politikaları oluşturması sağlanabilir.

Veri madenciliği günümüzde karar verme sürecine ihtiyaç duyulan birçok alanda uygulaması mümkün olmakla birlikte özellikle pazarlama, bankacılık ve sigortacılık sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar kullanım yerlerine göre aşağıda gösterilmiştir:

Pazarlama

- Müşterilerin satın alma örüntülerinin belirlenmesi,
- Müşterilerin demografik özellikleri arasındaki bağlantıların bulunması,
- Posta kampanyalarında cevap verme oranının artırılması,
- Mevcut müşterilerin elde tutulması, yeni müşterilerin kazanılması,
- Pazar sepeti analizi,
- Müşteri ilişkileri yönetimi,
- Müşteri değerlendirmesi,
- Satış tahmini,

Bankacılık

- Farklı finansal göstergeler arasında gizli korelasyonların bulunması,
- Kredi kartı dolandırıcılıklarının tespiti,
- Kredi kartı harcamalarına göre müşteri gruplarının belirlenmesi,
- Kredi taleplerinin değerlendirilmesi.

Sigortacılık

- Yeni poliçe talep edecek müşterilerin tahmin edilmesi,
- Sigorta dolandırıcılıklarının tespiti,
- Riskli müşteri örüntülerinin belirlenmesi.

2.1.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yöntemler

Veri madenciliği sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılan teknikler, istatistiksel yöntemler, bellek tabanlı yöntemler, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları ve karar ağaçları olarak sıralanabilir.

2.1.3.1. İstatistiksel Yöntemler

Veri madenciliği çalışması esas olarak bir istatistik uygulamasıdır. Verilen bir örnek kümesine bir kestirici oturtmayı amaçlar. İstatistik literatüründe son yıllarda bu amaç için değişik teknikler önerilmiştir.

Bu teknikler istatistik literatüründe çok boyutlu analiz başlığı altında toplanır ve genelde verinin parametrik bir modelden (çoğunlukla çok boyutlu bir Gauss dağılımından) geldiğini varsayar. Bu varsayım altında;

- Sınıflandırma: Sınıflandırma, yeni bir nesnenin niteliklerini inceleme ve bu nesneyi önceden tanımlanmış bir sınıfa atamaktır. Burada önemli olan, her bir sınıfın özelliklerinin önceden net bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Sınıflandırmaya örnek olarak kredi kartı başvurularını düşük, orta ve yüksek risk grubu olarak ayırmak gösterilebilir.

- Ayırma Analizi: Ayırma analizi, iki veya daha fazla sayıdaki grubun ayırımı ile ilgilenen çok değişkenli ilgi analizidir. Amaçları arasında, analiz öncesi tanımlanmış iki veya daha fazla sayıda grubun ortalama nitelikleri arasında önemli farkların olup olmadığının test edilmesi, gruplar arasındaki farka her bir değişkenin katkısının saptanması ve grup içi değişime oranla gruplar arasındaki ayırımı maksimize eden tahmin değişkenleri kombinasyonunun belirlenmesi sayılabilir. Örneğin, bira içenleri, bira içmeyenlerden ayırt etmenin bir pazarlama sorunu olduğu kabul edilirse, büyük bir bira üreticisinin yaptığı araştırma ayırma analizine örnek olarak gösterilebilir. Bu nedenle, tesadüf olarak seçilen 500 kişilik bir tüketici bölümünü örnek olarak alınmış ve bu kişilerin bira içip içmedikleri, cinsiyetleri ve sporla ilgilenme dereceleri saptanmıştır. Cinsiyet ve sporla ilgilenmenin tahmin değişkenleri olarak kullanılmasının nedeni, daha önceki çalışmaların bu değişkenlerle bira içme arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu göstermiş olmasıdır. Ayırma analizi sonuçlarının test edilme olanağının bulunması sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini ve dolayısıyla analizin gücünü artıran önemli bir etmendir.

- Regresyon: Bir ya da daha çok değişkenin başka değişkenler cinsinden tahmin edilmesini olanaklı kılan ilişkiler bulmaktır. Örnek olarak, "ev sahibi olan, evli, aynı iş yerinde beş yıldan fazladır çalışan, geçmiş kredilerinde geç ödemesi bir ayı geçmemiş bir erkeğin kredi skoru 825'dir." Sonucu bir regresyon ilişkisidir.

- Öbekleme (Kümeleme): Kümeleme modellerinde amaç, küme üyelerinin birbirlerine çok benzediği, ancak özellikleri birbirlerinden çok farklı olan kümelerin bulunması ve veri tabanındaki kayıtların bu farklı kümelere bölünmesidir.

Başlangıç aşamasında veri tabanındaki kayıtların hangi kümelere ayrılacağı veya kümelemenin hangi değişken özelliklerine göre yapılacağı bilinmemekte, konunun uzmanı olan bir kişi tarafından kümelerin neler olacağı tahmin edilmektedir. Örnek olarak bir süpermarketin müşteri bilgileri ve satış kayıtları incelenecek olursa, müşterilerin büyük bir kısmının düzenli olarak Cuma akşamları kredi kartıyla alışveriş yaptıkları şeklinde bir sonuca ulaşılabilir.

- Hipotez Testi

- Varyans Analizi

- Lojistik regresyon: Doğrusal regresyonda (açıklanan) iki değer alan (yani;) gösterge değişkeni olarak tanımlandığında bunlara ilişkin hata terimlerinin () beklenen değeri sıfır ve varyanslarının sabit, olduğu şeklinde tanımlanan varsayım gerçekleşmemektedir. Bunun bir sonucu olarak varsayımlardan sapma durumunda elde edilen tahminler en iyi doğrusal ve sapmasız tahmin ediciler olmayacaktır. Bu yetersizlik sınıflandırma analizlerinde doğrusal regresyonun kullanılmasını engellemektedir. Bu nedenle lojistik regresyon, sınıflandırma analizlerinde sık kullanılan yöntemlerden biridir. Lojistik regresyon, çok değişkenli normal dağılım varsayımına ihtiyaç göstermediğinden bu tür uygulamalarda üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca sınıf üyeliğine ilişkin olasılıkları belirlemek özelliği de vardır. Lojistik regresyonun varsayımlarından biri doğrusal olasılık fonksiyonunun, hata terimlerinin dağılımının lojistik dağılıma uymasındır.

- Ki-kare analizi: Ki-kare ilgi analizi pazarlama araştırmalarında çok yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel analiz türüdür. Bu yaygın kullanımın en önemli nedenleri, çok basit bir analiz türü olması, varsayımlarının azlığı ve çok güçsüz ölçeklerde ölçülmüş verilere uygulanabilmesidir.

- İki veya daha fazla nitelik esas alınarak sınıflandırılan veriler değerlendirilerek bu nitelikler arasındaki ilişkinin derecesinin belirlenmesi (bağımsızlık testi) amacıyla kullanılır.

2.1.3.2. Bellek Tabanlı Teknikler

Bellek tabanlı veya örnek tabanlı bu yöntemler istatistikte 1950'li yıllarda önerilmiş olmasına rağmen o yıllarda gerektirdiği hesaplama ve bellek yüzünden kullanılamamış ama günümüzde bilgisayarların ucuzlaması ve kapasitelerinin artmasıyla, özellikle de çok işlemcili sistemlerin yaygınlaşmasıyla, kullanılabilir olmuştur. Bu yöntem en iyi örnek en yakın k komşu algoritmasıdır (k-nearest neighbor)

2.1.3.3. Genetik Algoritmalar

Diğer veri madenciliği algoritmalarını geliştirmek için kullanılan optimizasyon teknikleridir. Sonuç model veriye uygulanarak gizli kalmış kalıpları ortaya çıkarılmakta ve bu sayede tahminler yapılabilmektedir. Doğrudan postalama, risk analizi ve perakende analizlerinde kullanılabilir.

2.1.3.4.Yapay Sinir Ağları

Bu yöntem, belirli bir profile uyuşması için kalıp düzenlerini kontrol etmektedir ve bu süreç içerisinde belli bir öğrenme faaliyeti gerçekleştirerek sistemi geliştirmektedir. Yapay sinir ağlarında kullanılan öğrenme algoritmaları, veriden üniteler arasındaki bağlantı ağırlıklarını hesaplar. Yapay Sinir Ağları istatistiksel yöntemler gibi veri hakkında parametrik bir model varsaymaz yani uygulama alanı daha genişler ve bellek tabanlı yöntemler kadar yüksek işlem ve bellek gerektirmez.

2.1.3.5.Karar Ağaçları

İstatistiksel yöntemlerde veya yapay sinir ağlarında veriden bir fonksiyon öğrenildikten sonra bu fonksiyonun insanlar tarafından anlaşılabilir bir kural olarak yorumlanması zordur. Karar ağaçları ise ağaç oluşturulduktan sonra, kökten yaprağa doğru inilerek kurallar yazılabilir. Bu şekilde kural çıkarma veri madenciliği çalışmasının sonucunun doğrulanmasını sağlar. Bu kurallar uygulama konusunda uzman bir karar vericiye gösterilerek sonucun anlamlı olup olmadığı denetlenebilir. Sonradan başka bir teknik kullanılacak bile olsa karar ağacı ile önce bir kısa çalışma yapmak, önemli değişkenler ve yaklaşık kurallar konusunda karar vericiye bilgi verir.

2.1.4. Veri Madenciliği Süreci

2.1.4.1.Sorunun Tanımlanması

Veri madenciliği çalışmalarında başarılı olmanın ilk şartı, uygulamanın hangi kuruluş amacı için yapılacağına açık bir şekilde tanımlanmasıdır. İlgili kuruluş amacı, sorun üzerine

odaklanmış ve açık bir dille ifade edilmiş olmalı, elde edilecek sonuçların başarı düzeylerinin nasıl ölçüleceği tanımlanmalıdır.

Sorun ile tam örtüşmeyen bir veri madenciliği çalışması, sorunu çözmeye yetmeyeceği gibi sonuçta başka problemlerin de ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Ayrıca yanlış kararlarda katlanılacak olan maliyetlere ve doğru kararlarda kazanılacak faydalara ilişkin öngörülere de bu aşamada yer verilmelidir.

2.1.4.2. Verilerin Hazırlanması

Modelin kurulması aşamasında ortaya çıkacak sorunlar, bu aşamaya sık sık geri dönülmesine ve verilerin yeniden düzenlenmesine neden olacaktır. Bu durum verilerin hazırlanması ve modelin kurulması aşamaları için, bir karar vericinin veri keşfi sürecinin toplamı içerisindeki enerji ve zamanının % 50 - % 85' ini harcamasına neden olmaktadır.

Verilerin hazırlanması aşaması kendi içerisinde toplama ve uyumlaştırma, birleştirme ve temizleme ve seçme adımlarından meydana gelmektedir.

2.1.4.3. Toplama ve Uyumlaştırma:

Tanımlanan sorun için gerekli olduğu düşünülen verilerin ve bu verilerin toplanacağı veri kaynaklarının belirlenmesi adımdır. Hangi veri kaynaklarından yararlanılacağı önemli bir karardır. Çünkü gereğinden az veri kaynağı veri madenciliği çalışmasını eksik bırakacağı gibi, gereğinden fazla veri kaynağı sürecin uzamasına neden olabilecek veri kirliliğine yol açabilecektir. Verilerin toplanmasında kuruluşun kendi veri kaynaklarının dışında, nüfus sayımı, hava durumu, merkez bankası kara listesi gibi çeşitli veri tabanlarından veya veri pazarlayan kuruluşların veri tabanlarından faydalanılabilir.

Veri madenciliğinde kullanılacak verilerin farklı kaynaklardan toplanması, doğal olarak veri uyumsuzluklarına neden olacaktır. Bu uyumsuzlukların başlıcaları farklı zamanlara ait olmaları, güncelleme hataları, veri formatlarının farklı olması, kodlama farklılıkları (örneğin bir veri tabanında cinsiyet özelliğinin e/k, diğer bir veri tabanında 0/1 olarak kodlanması), farklı ölçü birimleri ve varsayım farklılıklarıdır. Ayrıca verilerin nasıl, nerede ve hangi koşullar altında toplandığı da önem taşımaktadır. Güvenilir olmayan veri kaynaklarının kullanımı tüm veri madenciliği sürecinin de güvenilirliğini etkileyecektir.

Bu nedenlerle, iyi sonuç alınacak veri madenciliği çalışmaları ancak iyi verilerin üzerine kurulabileceği için, toplanan verilerin ne ölçüde uyumlu oldukları bu adımda incelenerek değerlendirilmelidir.

2.1.4.4. Birleştirme ve Temizleme:

Bu adımda farklı kaynaklardan toplanan verilerde bulunan ve bir önceki adımda belirlenen sorun ve uyumsuzluklar mümkün olduğu ölçüde giderilerek, veriler tek bir veri tabanında toplanır. Ancak basit yöntemlerle ve baştan savma olarak yapılacak sorun giderme işlemlerinin, ileriki aşamalarda daha büyük sorunların kaynağı olacağı unutulmamalıdır.

2.1.4.5. Seçim:

Bu adımda kurulacak modele bağılı olarak veri seçimi yapılır. Örneğin tahmin edici bir model için bu adım, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin ve modelde kullanılacak veri kümesinin seçilmesi anlamını taşımaktadır.

Sıra numarası, kimlik numarası gibi anlamlı olmayan değişkenlerin modele girmemesi gerekmektedir. Çünkü bu tip değişkenler, diğer değişkenlerin modeldeki ağırlığının azalmasına ve veriye ulaşma zamanlarının uzamasına neden olabilmektedir. Bazı veri madenciliği algoritmaları konu ile ilgisi olmayan bu tip değişkenleri otomatik olarak elese de, pratikte bu işlemin kullanılan yazılıma bırakılmaması daha akılcı olacaktır.

Verilerin görselleştirilmesine olanak sağlayan grafik araçlar ve bunların sunduğu ilişkiler, bağımsız değişkenlerin seçilmesinde önemli yararlar sağlayabilir. Genellikle yanlış veri girişinden veya bir kereye özgü bir olayın gerçekleşmesinden kaynaklanan verilerin, veri kümesinden atılması tercih edilir.

Veri madenciliği çalışmasında geliştirilen modelde kullanılan veri tabanının çok büyük olması durumunda, rastgeleliği bozmayacak şekilde örnekleme yapılması uygun olabilir. Ayrıca burada seçilen örneklem kümesinin tüm popülasyonu temsil edip etmediği de kontrol edilmelidir. Halen kullanılan işletim sistemleri ve paket programlar ne kadar gelişmiş olursa olsun, çok büyük veri tabanları üzerinde çok sayıda modelin denenmesi zaman kısıtı nedeni ile mümkün olamamaktadır. Bu nedenle tüm veri tabanını kullanarak bir kaç model denemek yerine, rastgele örneklenmiş bir veri tabanı parçası üzerinde birçok modelin denenmesi ve bunlar arasından en güvenilir ve güçlü modelin seçilmesi daha uygun olacaktır. Diğer bir deyişle modellerin performansları uygun bir karar yöntemi ile sınanmalıdır.

2.1.4.6. Modelin Kurulması ve Değerlendirilmesi

Tanımlanan problem için en uygun modelin bulunabilmesi, olabildiğince çok sayıda modelin kurularak denenmesi ile mümkündür. Bu nedenle veri hazırlama ve model kurma aşamaları, en iyi olduğu düşünölen modele varılıncaya kadar yinelenen bir süreçtir.

Model kuruluş süreci, denetimli ve denetimsiz öğrenmenin kullanıldığı modellere göre farklılık göstermektedir.

Örnekten öğrenme olarak da isimlendirilen denetimli öğrenmede, bir denetçi tarafından ilgili sınıflar önceden belirlenen bir kritere göre ayrılarak, her sınıf için çeşitli örnekler verilir. Sistemin amacı verilen örneklerden hareket ederek her bir sınıfa ilişkin özelliklerin bulunması ve bu özelliklerin kural cümleleri ile ifade edilmesidir.

Öğrenme süreci tamamlandığında, tanımlanan kural cümleleri verilen yeni örneklerle uygulanır ve yeni örneklerin hangi sınıfa ait olduğu kurulan model tarafından belirlenir.

Denetimsiz öğrenmede, kümeleme analizinde olduğu gibi ilgili örneklerin gözlenmesi ve bu örneklerin özellikleri arasındaki benzerliklerden hareket ederek sınıfların tanımlanması amaçlanmaktadır.

Denetimli öğrenmede seçilen algoritmaya uygun olarak ilgili veriler hazırlandıktan sonra, ilk aşamada verinin bir kısmı modelin öğrenilmesi, diğer kısmı ise modelin geçerliliğinin test edilmesi için ayrılır. Modelin öğrenilmesi, öğrenim kümesi kullanılarak gerçekleştirildikten sonra, test kümesi ile modelin doğruluk derecesi belirlenir.

Bir modelin doğruluğunun test edilmesinde kullanılan en basit yöntem basit geçerlilik testidir. Bu yöntemde tipik olarak verilerin % 5 ile % 33 arasındaki bir kısmı test verileri olarak ayrılır ve kalan kısım üzerinde modelin öğrenimi gerçekleştirildikten sonra, bu veriler üzerinde test işlemi yapılır. Bir sınıflama modelinde yanlış olarak sınıflanan olay sayısının, tüm olay sayısına bölünmesi ile hata oranı, doğru olarak sınıflanan olay sayısının tüm olay sayısına bölünmesi ile ise doğruluk oranı hesaplanır. (Doğruluk Oranı = 1 - Hata Oranı)

Sınırlı miktarda veriye sahip olunması durumunda, kullanılabilecek diğer bir yöntem, çapraz geçerlilik testidir. Bu yöntemde veri kümesi rastgele iki eşit parçaya ayrılır. İlk aşamada bir parça üzerinde model eğitimi ve diğer parça üzerinde test işlemi; ikinci aşamada ise ikinci parça üzerinde model eğitimi ve birinci parça üzerinde test işlemi yapılarak elde edilen hata oranlarının ortalaması kullanılır.

Bir kaç bin veya daha az satırdan meydana gelen küçük veri tabanlarında, verilerin n gruba ayrıldığı n katlı çapraz geçerlilik testi tercih edilebilir. Verilerin örneğin 10 gruba ayrıldığı bu yöntemde, ilk aşamada birinci grup test, diğer gruplar öğrenim için kullanılır.

Bu süreç her defasında bir grubun test, diğer grupların öğrenim amaçlı kullanılması ile sürdürülür. Sonuçta elde edilen hata oranının ortalaması, kurulan modelin tahmini hata oranı olacaktır.

Bootstrapping küçük veri kümeleri için modelin hata düzeyinin tahmininde kullanılan bir başka tekniktir. Çapraz geçerlilikte olduğu gibi model bütün veri kümesi üzerine kurulur. Daha sonra en az 200, bazen binin üzerinde olmak üzere çok fazla sayıda öğrenim kümesi tekrarlı örneklemelemlerle veri kümesinden oluşturularak hata oranı hesaplanır.

Model kuruluşu çalışmalarının sonucuna bağlı olarak, aynı teknikle farklı parametrelerin kullanıldığı veya başka algoritma ve araçların denendiği değişik modeller kurulabilir. Model kuruluş çalışmalarına başlamadan önce, hangi tekniğin en uygun olduğuna karar verebilmek güçtür. Bu nedenle farklı modeller kurarak, doğruluk derecelerine göre en uygun modeli bulmak üzere sayısız deneme yapılmasında yarar bulunmaktadır.

Özellikle sınıflama problemleri için kurulan modellerin doğruluk derecelerinin değerlendirilmesinde basit ancak faydalı bir araç olan risk matrisi kullanılmaktadır. Aşağıda bir örneği görülen bu matriste sütunlarda fiili, satırlarda ise tahmini sınıflama değerleri yer almaktadır. Örneğin fiilen B sınıfına ait olması gereken 46 elemanın, kurulan model tarafından 2'sinin A, 38'inin B, 6'sının ise C olarak sınıflandırıldığı matriste kolayca görülebilmektedir

	<i>Fiili</i>		
<i>Tahmini</i>	<i>A Sınıfı</i>	<i>B Sınıfı</i>	<i>C Sınıfı</i>
<i>A Sınıfı</i>	45	2	3
<i>B Sınıfı</i>	10	38	2
<i>C Sınıfı</i>	4	6	40

Önemli diğer bir değerlendirme kriteri, modelin anlaşılabilirliğidir. Bazı uygulamalarda doğruluk oranlarındaki küçük artışlar çok önemli olsa da, birçok kuruluş uygulamasında ilgili kararın niçin verildiğinin yorumlanabilmesi çok daha büyük önem taşıyabilir. Çok ender olarak yorumlanamayacak kadar karmaşıksalar da, genel olarak karar ağacı ve kural temelli sistemler model tahmininin altında yatan nedenleri çok iyi ortaya koyabilmektedir.

Kaldıraç oranı ve grafiği, bir modelin sağladığı faydanın değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir yardımcıdır. Örneğin kredi kartını muhtemelen iade edecek müşterilerin

belirlenmesi amacını taşıyan bir uygulamada, kullanılan modelin belirlediği 100 kişinin 35'i gerçekten bir süre sonra kredi kartını iade ediyorsa ve tesadüfi olarak seçilen 100 müşterinin aynı zaman diliminde sadece 5'i kredi kartını iade ediyorsa kaldıraç oranı 7 olarak bulunacaktır.

Kurulan modelin değerinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir ölçü, model tarafından önerilen uygulamadan elde edilecek kazancın bu uygulamanın gerçekleştirilmesi için katlanılacak maliyete bölünmesi ile edilecek olan yatırımın geri dönüş oranıdır.

Kurulan modelin doğruluk derecesi ne denli yüksek olursa olsun, gerçek dünyayı tam anlamı ile modellediğini garanti edebilmek mümkün değildir. Yapılan testler sonucunda geçerli bir modelin doğru olmamasındaki başlıca nedenler, model kuruluşunda kabul edilen varsayımlar ve modelde kullanılan verilerin doğru olmamasıdır. Örneğin modelin kurulması sırasında varsayılan enflasyon oranının zaman içerisinde değişmesi, bireyin satın alma davranışını belirgin olarak etkileyecektir.

2.1.4.7. Modelin Kullanılması

Kurulan ve geçerliliği kabul edilen model doğrudan bir uygulama olabileceği gibi, bir başka uygulamanın alt parçası olarak kullanılabilir. Kurulan modeller risk analizi, kredi değerlendirme, dolandırıcılık tespiti gibi işletme uygulamalarında doğrudan kullanılabilir gibi, promosyon planlaması simülasyonuna entegre edilebilir veya tahmin edilen envanter düzeyleri yeniden sipariş noktasının altına düştüğünde, otomatik olarak sipariş verilmesini sağlayacak bir uygulamanın içine gömülebilir.

2.1.4.8. Modelin İzlenmesi

Zaman içerisinde bütün sistemlerin özelliklerinde ve dolayısıyla ürettikleri verilerde ortaya çıkan değişiklikler, kurulan modellerin sürekli olarak izlenmesini ve gerekiyorsa yeniden düzenlenmesini gerektirecektir. Tahmin edilen ve gözlenen değişkenler arasındaki farklılığı gösteren grafikler model sonuçlarının izlenmesinde kullanılan yararlı bir yöntemdir.

2.2. Deney Tasarımı

Projemizde deneysel tasarım metotlarından karışım tasarımı uygulanmıştır.

2.2.1. Karışım Tasarımları

Literatürde her bir yaklaşıma uygun tasarımlar mevcut olmakla birlikte burada bileşen oranları yaklaşımına göre büyük çoğunlukla uygulanan ve özel durumlar haricinde birçok problemin çözümünde kullanılabilir olan tasarımlara yer verilmiştir. Bu tasarımlar gerek uygulama kolaylıkları nedeniyle gerekse yöntemlerin daha yaygın kabul görmeleri nedeniyle daha fazla kullanılmaktadır.

2.2.1.1. Standart Tasarımlar

Bu kısımda seçilen tasarıma göre tasarım noktalarının hesaplanma yöntemleri ve her bir tasarıma ait modellerden bahsedilecektir.

2.2.1.1.1. Simpleks-Lattice Tasarımı

Bu tasarımda kullanılacak modelin derecesine göre tasarım noktaları belirlenmektedir. q adet faktörün bulunduğu bir karışımda kullanılacak model'in derecesi "m" ise, bu durum {q,m} olarak gösterilir ve her bir faktör o'dan 1'e kadar m+1 kadar eşit değer alır ve tüm mümkün olan oransal değerler kullanılır. Bu ifade aşağıdaki gibi gösterilir.

$$X_i = 0, 1/m, 2/m, \dots, 1, \quad i = 1, 2, \dots, q$$

Karışım uzayının iç kısımlarının tahmini için tasarım noktaları iç noktaları da dikkate alan yeni tasarım noktaları ile artırılabilir. Bu tasarıma artırılmış Simpleks-Lattice tasarımı denmektedir.

Scheffe, regresyon denkleminde, $\sum_{i=1}^q X_i = 1$ kısıtlamasını uygulayarak Simpleks Lattice

tasarımlarına uygun ve tercih edilen modelin derecesine göre kanonik polinomlar geliştirmiştir. Karışım problemlerinde regresyon modeli olarak bu polinomlar kullanılmaktadır. Bu kanonik polinomlardan birinci derece model için geçerli olan denklem aşağıda verilmiştir.

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i$$

Bu eşitlikte η beklenen yanıtı ve β ise i'inci faktörün karışımdaki tek faktör olduğu durumdaki beklenen yanıtı ifade etmektedir.

İkinci derece denklem için geçerli polinom aşağıda verilmiştir.

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_i \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j$$

Özel kübik denklem için geçerli polinom aşağıda verilmiştir.

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_i \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < k} \beta_{ijk} x_i x_j x_k + \dots + \beta_{12\dots q} x_1 x_2 \dots x_q$$

Özel kübik model, tam kübik modelin basitleştirilmiş halidir. Bu modelde $\delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j)$ terimi tasarımı basitleştirmek için incelenmez. Benzer şekilde özel kuartik model için geçerli polinom denklem aşağıda verilmiştir.

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_i \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < k} \beta_{ijk} x_i^2 x_j x_k + \sum_{i < j < k} \beta_{ijk} x_i x_j^2 x_k + \sum_{i < j < k} \beta_{ijk} x_i x_j x_k^2$$

Kübik ve kuartik polinom fonksiyonlarında, faktör sayısı arttıkça tasarımın desteklemesi gereken terim sayısının çok daha fazla artması nedeniyle tasarımın çok daha karmaşık hale gelmesini engellemek için özel kübik veya özel kuartik modeller kullanılmaktadır. Smith [23] faktör sayısına göre modellerdeki terim sayılarını aşağıda Tablo 1’de gösterildiği şekilde vermiştir. Görüldüğü üzere özel modeller uygulayarak 4 faktörlü bir deneyde kübik için 6 kuartik için ise 13 terimle ilgilenilmemektedir.

Tablo 1. Faktör Sayısına Göre Scheffe Polinomlarındaki Terim Sayıları.

Faktör Sayısı	Lineer	Kuadratik	Kübik	Özel Kübik	Kuartik	Özel Kuartik
2	2	3	4	-	5	-
3	3	6	10	7	15	9
4	4	10	20	14	35	22
5	5	15	35	25	70	45
6	6	21	56	41	126	81
7	7	28	84	63	210	133
8	8	36	120	92	330	204

Smith, model eşitlikleri kullanarak ulaşılmaya çalışılan dört adet genel amaç olduğunu belirtmiştir.

1. Karışım formülasyonlarının neden böyle sonuç verdiğini anlamak (Bileşenlerin karışımdaki etkileri açısından birbirini destekleyici ya da birbirine zıt etkileri var mı?) için modelin kullanılması. Model anlamak için bir araç olarak kullanılmaktadır.

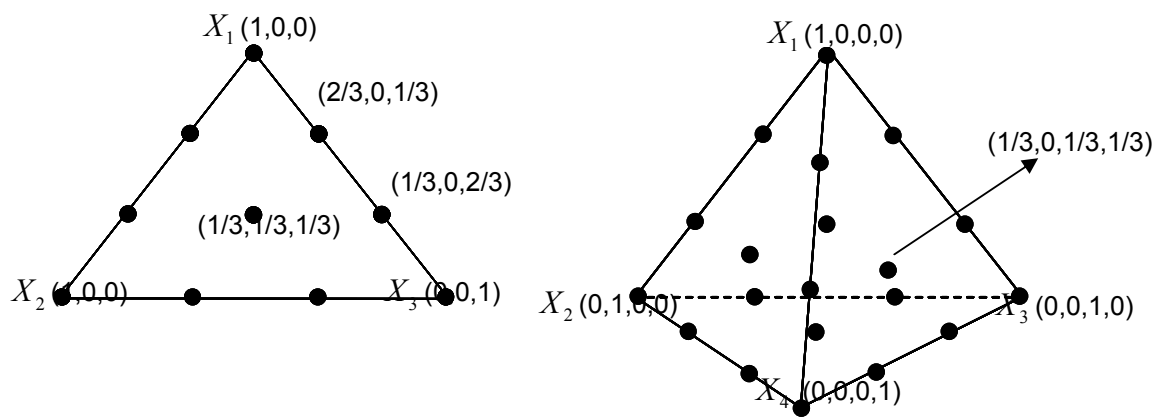
2. Modeli, yanıtın hedef değere yakın olduğu yerdeki karışım formülasyonunu belirlemek için kullanmak. Model tahmin edici araç olarak kullanılmaktadır.

3. Modeli, karışım ölçüm hatasının minimum olduğu yerdeki karışım formülasyonunu belirlemek için kullanmak. Bu tür hatalar gerçek karışım oranlarının hedef karışım oranlarından farklı olmasına neden olmaktadır. Elde edilen formülasyonun üretileceği durumlarda bu önemli bir husustur.

4. Modeli, kontrol edilemeyen faktörlerin minimum olduğu yerdeki karışım formülasyonunu belirlemek için kullanmak. Üçüncü maddede olduğu gibi formülasyonun üretileceği durumlarda önemli bir husustur.

Tasarımda bulunan faktör sayısına uygun olarak en yüksek derece modelin tercih edilmesi tasarım noktalarının ortak etkileşimleri tahmin etmek için yeterli olduğundan emin olunmasını sağlar. Böylece tercih edilen dereceye ait faktör etkileşimleri ortaya çıkarılabilir.

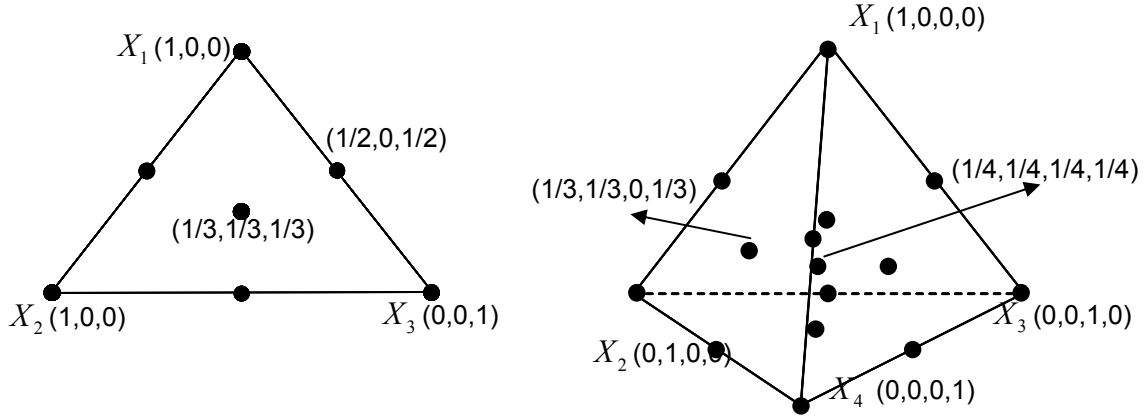
Şekil 3'de Simpleks Lattice tasarımı ile ilgili karışım uzayları için örnekler gösterilmektedir.



Şekil 3. {3,3} ve {4,3} Simpleks Lattice Tasarım Noktaları.

2.2.1.1.2. Simpleks Centroid Tasarımı

Scheffe [24] tarafından geliştirilen diğer bir standart karışım tasarımı ise Simpleks Centroid tasarımıdır. q adet faktörün olduğu Simpleks Centroid tasarımda $2^q - 1$ tasarım noktası mevcuttur. Bu tasarım noktaları, q adet tek faktörden oluşan karışımlar, tüm iki faktörlü karışımlar, tüm üç faktörlü karışımlar şeklinde devam etmektedir. Son olarak da tüm karışım uzayının merkezinde yer alan tasarım noktası mevcuttur. Karışım uzayı Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Üç ve Dört Faktörlü Simpleks Centroid Tasarım Noktaları.

Scheffe tarafından geliştirilen Simpleks-Centroid tasarıma uygun polinom, aşağıda verilmiştir.

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < k} \beta_{ijk} x_i x_j x_k + \dots + \beta_{12\dots q} x_1 x_2 \dots x_q$$

Standart tasarımların iç bölgelerden tasarım noktalarının dahil edildiği artırılmış Simpleks-Centroid tasarım gibi birtakım değişikliklerin mevcut olduğu tipleri de mevcuttur.

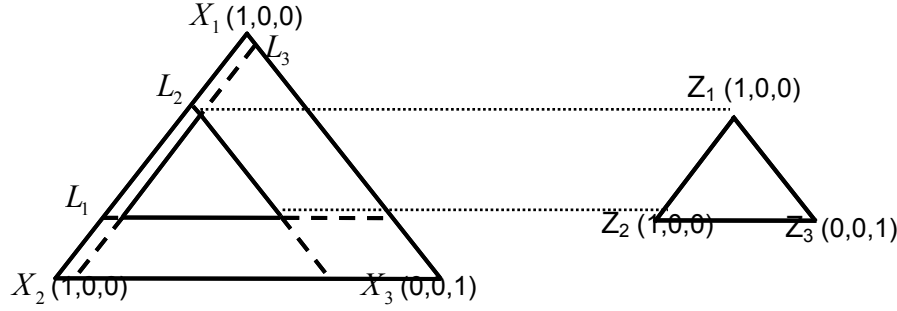
2.2.1.2. Bileşen Kısıtlarının Olduğu Tasarımlar

Bir faktörde alt ve üst sınırlardan sadece biri olabileceği gibi faktörlerin tamamı veya bir kısmında bu sınırların olabileceği durumlar mevcut olabilir. Faktörlerin bireysel olarak sınırlarının bulunduğu durumlara ilave olarak aşağıda belirtildiği üzere çok bileşenli kısıtların olduğu durumlarda mevcuttur.

$$c_j \leq A_{1j} x_1 + A_{2j} x_2 + \dots + A_{qj} x_q \leq d_j$$

Cornell [25] bileşenlerin sınırları nedeniyle karışım uzayı içerisinde yeni bir simpleks karışım uzayı oluşturduğunda, tasarımın daha kolay oluşturulabilmesi ve modelin daha kolay

uydurulabilmesine imkân veren pseudo bileşenlerinin kullanılabilceğini belirtmiştir. Şekil 5’de alt sınırları bulunan 3 bileşenden oluşan bir karışım uzayındaki bileşenlerin Z olarak gösterimi yapılan pseudo bileşenine dönüşümünün örnek gösterimi verilmiştir. Crosier [26] bileşenlerin pseudo bileşenlere dönüştürülmesi esnasında dikkat edilmesi gereken hususları ve dönüşümün etkilerini detaylı olarak açıklamıştır. Deneyin başarısının etkilenmemesi için pseudo bileşenlerin kullanılmasında bu hususlar göz önüne alınmalıdır.



Şekil 5 Normal ve Pseudo Bileşenden Oluşan Karışım Uzayının Örnek Gösterimi.

Şekil 5’de gösterildiği üzere, alt ve üst sınırların mevcut olduğu dört faktörlü bir karışım, karışım uzayı bir tetrahedron içinde çok yüzlü bir şekil alır. Görüldüğü üzere tüm simpleks karışım uzayı içerisinde ilgilenilen daha küçük bir alandır. İlgilenilen bu karışım uzayının küçülmesiyle parametre tahminlerinde doğruluk oranlarının artması beklenebilecektir. Ayrıca, bu alanın daralması ile deney maliyetlerinin azalması da mümkün olacaktır.

Kısıtların bulunduğu karışım tasarımlarında bileşenlerden hangisinin ürün özelliklerine etkisinin fazla olduğu konusunda az bir bilgi varsa ya da hiçbir bilgi yoksa deneysel tasarımın başarılı olabilmesi için yanıt üzerinde etkili olan bileşenlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda Snee ve Marquardt [27] iyi bir deneysel stratejinin aday değişkenler arasından en önemlilerinin seçilmesi ile başlayacağını belirtmiş ve bileşenlerin alt ve üst kısıtlarının bulunduğu durumlar için uygulanabilecek bir screening tasarım yöntemini ortaya koymuşlardır. Piepel [28] screening tasarımların alt ve üst bileşenlerin bulunduğu karışım tasarımlarında uygulanması konusunda yaptığı çalışma ile yeni bir yaklaşım ortaya koyarak 8 ve 11 bileşen bulunan karışım deneylerinden olumlu sonuç elde etmiş ve uygulanan etkili bileşeni belirleme yönteminin daha çok bileşeni bulunan karışımlarda da olumlu sonuç vereceği açıklanmıştır. Piepel [29] ortaya koyduğu bu yaklaşım yerine bileşenlerin az olduğu durumlarda optimal deneysel tasarımların kullanılması gerektiğini ve 10-12 bileşenden daha fazla olan karışımlarda iyi sonuç alınabilmesi için screening tasarımların gerçekleştirilmesi esnasında yapılması gereken aşamaları detaylı olarak açıklamıştır.

Bileşenlerin kısıtları olduğu durumlarda deneyin gerçekleştirilmesi için tespit edilecek tasarım noktaları için kullanılan yaklaşımlar aşağıda verilmiştir.

2.2.1.2.1. Optimal Tasarım

Optimal tasarım yönteminin temel amacı, mevcut problem yapısına ve istenen sonuçları elde edebilmek için mümkün olan en iyi istatistiksel sonuçları veren deneyin tasarlanmasıdır. Optimal tasarım bağımlı değişkenlerin bulunduğu karışım tasarımları için özel geliştirilmiş bir tasarım değildir. Bağımsız değişkenlerin bulunduğu problemlerde kullanılmaktadır. Optimal tasarım konusundaki ilk çalışmalar daha eskiye dayanmakta birlikte bu konuda temel ve en önemli çalışmalar Kiefer tarafından gerçekleştirilmiştir. Kiefer [30] tasarımlar için D, E, M ve L optimal olmak üzere optimallik kriterlerini belirleyerek bu alandaki en önemli çalışmayı gerçekleştirmiştir. Daha sonraki araştırmalarla bu optimallik kriterlerine A, G, V, I gibi harflerle adlandırılan farklı kriterler belirlenerek kullanılmaya başlanmıştır.

JMP, Minitab ve Design Expert gibi bilgisayar programları yukarıda verilen algoritmaları kullanmak suretiyle mevcut kısıtlar altında tasarım noktalarını belirlemektedir. Extreme vertices yöntemine göre belirlenmiş tasarım noktalarının; maliyet, zaman, iş gücü gibi kısıtlar nedeniyle azaltılması gerektiği durumlarda bu işlemin istenen optimallik kriterlerine göre gerçekleştirilerek talep edilen miktarda tasarım noktasının tercih edilmesi mümkündür.

2. UYGULAMA

3.1. Veri Madenciliği Uygulaması

Projede yapılan veri madenciliği uygulaması sonucu elde edilen veriler ilerleyen kısımlarda sunulmuştur.

3.1.1. Mamullerin Dökümhane Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Tablo2: Mamullerin Dökümhane Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul Kodu/Adı	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0001	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	15	22	0.68
0002	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.50
0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0004	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.00
0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0006	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0.33
0007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0010	34	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	41	63	0.65
0011	82	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	98	150	0.65
0012	228	74	2	0	0	2	148	0	0	0	0	0	0	25	479	602	0.80
0013	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	40	52	0.77
0020	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	23	46	0.50
0021	54	51	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	2	116	150	0.77
0030	158	132	1	0	0	25	107	0	0	0	0	0	0	6	429	572	0.75
0034	1	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	10	11	0.91
0035	665	379	1	0	0	734	129	0	0	1	0	0	0	50	1959	2962	0.66
0037	185	245	2	1	2	32	19	0	0	1	0	0	0	7	494	689	0.72
0038	75	87	0	0	0	2	31	0	0	1	0	0	0	1	197	244	0.81
0040	220	27	0	0	0	55	49	0	0	0	0	4	0	10	365	762	0.48
0041	63	10	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	8	88	195	0.45
0045	2189	191	1	3	5	78	34	0	0	1	11	154	3	38	2708	3838	0.71
0046	29	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	68	0.79
0050	1437	787	6	6	9	73	8	0	0	1	0	0	0	158	2485	3234	0.77
0051	1190	839	5	10	2	44	10	0	0	0	0	0	0	233	2333	3171	0.74
0052	66	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	95	120	0.79
0053	65	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	97	0.91
0054	87	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	153	0.89
0055	157	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	175	0.91
0056	67	9	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	87	110	0.79
0062	581	275	7	4	0	13	726	0	0	1	0	0	0	98	1705	2295	0.74
0063	577	211	5	2	0	3	496	0	1	0	0	0	1	108	1404	1840	0.76
0064	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0065	186	51	0	0	0	0	144	0	0	0	0	0	0	113	494	675	0.73
0066	65	26	0	1	0	0	90	0	0	0	0	0	0	29	211	280	0.75
0072	398	158	1	1	0	1	94	0	0	2	0	0	0	10	665	776	0.86
0073	404	212	0	0	0	2	49	0	0	0	0	0	0	1	668	763	0.88
0074	158	29	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	10	200	219	0.91
0076	22	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	69	80	0.86
0081	24	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	35	0.83
0082	767	713	0	0	2	0	4	0	0	1	0	0	1	7	1495	1808	0.83
0083	1066	456	1	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0	44	1578	1768	0.89
0084	100	52	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	154	175	0.88
0085	579	333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	922	1086	0.85
0086	649	187	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	10	859	1100	0.78
0091	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	12	0.92

Tablo3: Mamullerin Dökümhane Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul Kodu/Adı	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0092	849	283	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	77	1215	1347	0.90
0093	2872	396	8	10	1	0	0	0	0	2	0	0	0	188	3477	3656	0.95
0094	90	56	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	149	169	0.88
0095	268	54	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	335	371	0.90
0096	197	58	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	258	285	0.91
0161	21	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	29	32	0.91
0163	351	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	463	515	0.90
0184	256	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	364	0.86
0284	23	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	37	47	0.79
0600	248	247	0	0	0	0	91	0	0	1	0	0	0	20	607	726	0.84
0601	503	219	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	31	768	906	0.85
0602	26	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	40	0.85
0603	41	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	58	83	0.70
0604	105	34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19	159	198	0.80
0605	28	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	38	43	0.88
0610	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	10	0.60
0615	138	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	147	179	0.82
0620	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	23	0.61
0630	16	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22	29	0.76
0635	105	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	117	138	0.85
0641	75	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	122	158	0.77
0644	38	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	58	63	0.92
0645	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	9	0.78
0646	38	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	61	0.87
0654	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00
0656	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0.75
0658	41	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	76	99	0.77
0660	41	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18	76	106	0.72
0661	136	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	154	179	0.86
0664	49	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	85	104	0.82
0665	147	54	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	30	237	306	0.77
0666	72	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	192	223	0.86
0667	62	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	129	156	0.83
0674	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0.67
0700	209	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	213	223	0.96
0701	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00
0702	105	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	107	111	0.96
0721	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	27	33	0.82
0725	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	22	0.68
0726	26	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	60	62	0.97
0740	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24	59	82	0.72
0741	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18	38	0.47
0745	91	2	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	109	148	0.74
Toplam	20051	7577	52	44	24	1129	2306	0	1	16	11	158	6	1634			

3.1.2. Mamullerin Sırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Tablo 4: Mamullerin Sırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul kodu/Adı	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0001	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	22	0.23
0002	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0.50
0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00
0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.00
0007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0010	0	1	0	2	0	0	0	0	2	5	63	0.08
0011	2	5	0	0	0	0	0	0	1	8	150	0.05
0012	1	15	0	8	0	0	2	0	16	42	602	0.07
0013	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4	52	0.08
0020	0	0	0	4	2	0	3	0	2	11	46	0.24
0021	0	4	0	0	2	1	0	0	1	8	150	0.05
0030	7	5	2	5	1	30	0	0	8	58	572	0.10
0034	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0.09
0035	66	53	40	15	3	173	1	0	106	457	2962	0.15
0037	7	33	2	2	2	10	3	0	9	68	689	0.10
0038	0	4	0	2	0	0	6	0	5	17	244	0.07
0040	26	35	13	6	3	67	0	0	32	182	762	0.24
0041	6	12	3	1	0	9	0	0	19	50	195	0.26
0045	60	93	42	10	1	375	1	1	92	675	3838	0.18
0046	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	68	0.09
0050	55	22	13	6	5	101	1	0	257	460	3234	0.14
0051	53	29	6	21	6	35	6	0	359	515	3171	0.16
0052	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4	120	0.03
0053	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	97	0.02
0054	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3	153	0.02
0055	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	175	0.01
0056	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	110	0.02
0062	13	155	1	28	13	6	46	0	75	337	2295	0.15
0063	19	115	3	21	19	3	26	0	45	251	1840	0.14
0064	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0065	2	28	1	4	5	1	27	0	22	90	675	0.13
0066	5	1	2	4	2	2	7	0	15	38	280	0.14
0072	0	34	0	4	0	1	5	0	10	54	776	0.07
0073	0	22	1	9	1	0	1	0	3	37	763	0.05
0074	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3	219	0.01
0076	0	4	0	0	0	0	2	0	0	6	80	0.08
0081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.00
0082	2	137	0	17	1	0	4	0	15	176	1808	0.10
0083	2	45	2	11	0	0	0	0	18	78	1768	0.04
0084	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	175	0.01
0085	0	62	0	2	3	0	1	0	5	73	1086	0.07
0086	2	25	0	7	2	0	2	0	6	44	1100	0.04
0091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.00
0092	1	64	0	3	3	0	5	0	12	88	1347	0.07

Tablo 5: Mamullerin Sırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul kodu/Adı	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0093	1	63	0	4	0	1	13	0	51	133	3656	0.04
0094	0	7	0	0	0	1	0	0	2	10	169	0.06
0095	3	22	0	0	0	0	2	0	0	27	371	0.07
0096	0	16	0	0	0	0	0	0	3	19	285	0.07
0161	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	32	0.03
0163	3	6	1	1	0	0	0	0	4	15	515	0.03
0184	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11	364	0.03
0284	0	3	0	0	1	0	0	0	1	5	47	0.11
0600	0	7	1	10	1	1	0	0	3	23	726	0.03
0601	2	10	1	0	1	0	1	0	10	25	906	0.03
0602	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	40	0.05
0603	1	0	0	2	0	0	0	0	5	8	83	0.10
0604	2	2	0	2	1	1	0	0	4	12	198	0.06
0605	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	43	0.05
0610	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4	10	0.40
0615	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	179	0.01
0620	0	0	0	2	0	0	0	0	3	5	23	0.22
0630	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	29	0.07
0635	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	138	0.01
0641	0	0	0	4	3	0	8	0	5	20	158	0.13
0644	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0.00
0645	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	0.11
0646	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	61	0.03
0654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
0656	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	0.25
0658	1	1	0	0	1	0	2	0	2	7	99	0.07
0660	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	106	0.03
0661	1	0	1	0	0	0	1	0	3	6	179	0.03
0664	0	0	0	2	0	0	0	0	2	4	104	0.04
0665	1	0	0	1	0	0	0	0	13	15	306	0.05
0666	0	0	0	2	0	0	1	0	6	9	223	0.04
0667	0	1	0	0	2	0	1	0	4	8	156	0.05
0674	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0.17
0700	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3	223	0.01
0701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
0702	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	111	0.03
0721	0	0	0	3	1	0	0	0	0	4	33	0.12
0725	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	0.05
0726	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	62	0.02
0740	0	0	0	1	0	1	4	0	11	17	82	0.21
0741	0	0	0	4	0	0	4	0	8	16	38	0.42
0745	2	0	0	1	1	3	0	0	7	14	148	0.09
Fire	348	1109	136	236	91	822	184	1	1291			
Toplam Fire		4306										

3.1.3.Mamullerin Fırınlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Tablo 6: Mamullerin Fırınlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul Kodu/Adı	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	Fire	Fire Toplam	Fire Oran
0001	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	0.05
0002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00
0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0006	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0.67
0007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0010	4	0	1	0	0	1	0	7	1	0	0	2	1	17	63	0.27
0011	18	0	1	0	0	4	0	2	2	4	0	4	3	38	150	0.25
0012	53	1	2	0	0	4	0	0	1	0	0	12	3	76	602	0.13
0013	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	6	52	0.12
0020	2	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	9	46	0.20
0021	6	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	9	3	24	150	0.16
0030	19	12	7	0	0	4	1	9	2	1	0	1	4	60	572	0.10
0034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.00
0035	191	2	76	1	0	20	0	6	52	27	0	16	27	418	2962	0.14
0037	64	4	11	0	0	9	0	2	4	1	0	9	11	115	689	0.17
0038	14	1	0	0	0	4	0	1	1	0	0	3	3	27	244	0.11
0040	79	0	33	0	0	13	0	0	11	1	0	2	11	150	762	0.20
0041	32	1	8	0	0	3	0	0	3	0	0	0	4	51	195	0.26
0045	159	3	65	0	0	70	0	0	39	1	0	3	23	363	3838	0.09
0046	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	8	68	0.12
0050	90	4	25	0	0	14	0	5	18	3	2	5	19	185	3234	0.06
0051	123	5	8	9	1	18	0	10	44	4	5	19	29	275	3171	0.09
0052	12	2	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	3	21	120	0.18
0053	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	97	0.06
0054	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	6	153	0.04
0055	2	6	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	13	175	0.07
0056	10	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	5	20	110	0.18
0062	144	25	16	0	0	24	0	0	3	2	0	3	26	243	2295	0.11
0063	77	14	12	0	0	23	0	0	1	0	0	3	41	171	1840	0.09
0064	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0065	62	2	0	0	0	18	0	0	3	0	0	1	3	89	675	0.13
0066	16	2	3	0	0	5	1	0	1	0	0	0	2	30	280	0.11
0072	24	2	1	0	0	9	0	1	6	1	1	0	6	51	776	0.07
0073	20	7	0	0	0	11	0	2	3	0	0	0	9	52	763	0.07
0074	8	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	15	219	0.07
0076	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	80	0.05
0081	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	0.03
0082	49	12	1	5	0	5	0	4	11	0	2	3	37	129	1808	0.07
0083	34	3	0	10	0	11	0	2	20	0	0	6	17	103	1768	0.06
0084	7	1	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0	6	19	175	0.11
0085	25	7	1	2	0	5	0	4	10	0	0	2	34	90	1086	0.08
0086	31	43	1	0	0	15	0	18	7	0	0	0	73	188	1100	0.17
0091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12	0.08
0092	7	1	2	17	0	3	0	0	0	0	1	1	7	39	1347	0.03

Tablo7: Mamullerin Fırınlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul Kodu/Adı	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	Fire	Fire Toplam	Fire Oran
0093	21	3	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	10	40	3656	0.01
0094	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	169	0.04
0095	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	371	0.02
0096	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4	8	285	0.03
0161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	32	0.03
0163	4	1	0	1	0	12	0	0	0	0	0	4	7	29	515	0.06
0184	13	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	38	364	0.10
0284	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5	47	0.11
0600	52	4	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	9	74	726	0.10
0601	49	5	0	0	0	2	0	5	1	0	0	0	31	93	906	0.10
0602	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	40	0.10
0603	6	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	2	14	83	0.17
0604	6	3	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	3	19	198	0.10
0605	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	43	0.05
0610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.00
0615	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24	179	0.13
0620	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	23	0.17
0630	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	4	29	0.14
0635	1	7	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	2	15	138	0.11
0641	1	1	0	0	0	1	0	0	5	1	0	0	1	10	158	0.06
0644	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	63	0.08
0645	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0.11
0646	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	61	0.05
0654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
0656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.00
0658	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	99	0.12
0660	3	4	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	8	21	106	0.20
0661	0	7	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	3	14	179	0.08
0664	1	5	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	1	12	104	0.12
0665	8	14	1	0	0	5	0	0	9	0	0	0	4	41	306	0.13
0666	6	7	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	17	223	0.08
0667	8	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	17	156	0.11
0674	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.00
0700	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3	223	0.01
0701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
0702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0.00
0721	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33	0.06
0725	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	4	22	0.18
0726	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	62	0.02
0740	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	82	0.05
0741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	38	0.05
0745	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	11	148	0.07
Fire	1598	267	280	36	1	377	3	80	285	51	10	116	539			

3.1.4.Mamullerin Çamur ve Sır Hazırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Tablo 8: Mamullerin Çamur ve Sır Hazırlama Bölümüne Ait Fire ve Fire Oranları

Mamul adı/Kodu	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0001	0	0	0	0	1	0	0	1	22	0.05
0002	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0004	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00
0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0006	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.00
0007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0010	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0.00
0011	0	0	0	0	2	0	0	2	150	0.01
0012	0	0	0	0	1	0	0	1	602	0.00
0013	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0.00
0020	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0.00
0021	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0.00
0030	0	0	0	0	5	0	0	5	572	0.01
0034	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.00
0035	3	6	2	2	59	3	7	82	2962	0.03
0037	0	0	0	0	4	0	1	5	689	0.01
0038	0	0	0	0	0	0	0	0	244	0.00
0040	0	1	1	0	44	0	0	46	762	0.06
0041	0	0	0	0	2	0	0	2	195	0.01
0045	1	3	2	0	33	0	2	41	3838	0.01
0046	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0.00
0050	0	2	2	1	70	1	3	79	3234	0.02
0051	0	2	0	0	16	1	0	19	3171	0.01
0052	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0.00
0053	0	0	0	0	0	0	0	0	97	0.00
0054	0	0	0	0	0	0	0	0	153	0.00
0055	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0.00
0056	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0.00
0062	0	0	0	1	2	0	0	3	2295	0.00
0063	0	1	1	0	5	0	2	9	1840	0.00
0064	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0065	0	0	0	0	0	0	0	0	675	0.00
0066	0	0	0	0	0	0	0	0	280	0.00
0072	0	0	0	0	0	0	0	0	776	0.00
0073	0	0	0	0	0	0	1	1	763	0.00
0074	0	0	0	0	0	0	0	0	219	0.00
0076	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0.00
0081	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.00
0082	0	0	0	0	0	0	0	0	1808	0.00
0083	0	0	0	0	0	0	0	0	1768	0.00
0084	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0.00
0085	0	0	0	0	0	0	0	0	1086	0.00
0086	0	0	0	0	0	0	0	0	1100	0.00
0091	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.00
0092	0	3	0	0	0	0	0	3	1347	0.00

3.1.5. Mamullerin Diğer Sebeplerden Oluşan Fire ve Fire Oranları

Tablo 9: Mamullerin Diğer Sebeplerden Oluşan Fire ve Fire Oranları

Mamul Kodu/Adı	k1	k2	k3	k4	k5	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0001	0	0	0	0	0	0	22	0
0002	0	0	0	0	0	0	2	0
0003	0	0	0	0	0	0	0	0
0004	0	0	0	0	0	0	1	0
0005	0	0	0	0	0	0	0	0
0006	0	0	0	0	0	0	3	0
0007	0	0	0	0	0	0	0	0
0010	0	0	0	0	0	0	63	0
0011	0	2	0	0	2	4	150	0.03
0012	0	2	0	0	2	4	602	0.01
0013	0	2	0	0	0	2	52	0.04
0020	1	2	0	0	0	3	46	0.07
0021	0	0	1	0	1	2	150	0.01
0030	11	9	0	0	0	20	572	0.03
0034	0	0	0	0	0	0	11	0.00
0035	2	36	4	1	3	46	2962	0.02
0037	0	5	0	1	1	7	689	0.01
0038	0	3	0	0	0	3	244	0.01
0040	1	17	1	0	0	19	762	0.02
0041	0	4	0	0	0	4	195	0.02
0045	0	51	0	0	0	51	3838	0.01
0046	0	0	0	0	0	0	68	0.00
0050	1	19	0	1	4	25	3234	0.01
0051	1	21	3	0	4	29	3171	0.01
0052	0	0	0	0	0	0	120	0.00
0053	0	1	0	0	0	1	97	0.01
0054	0	8	0	0	0	8	153	0.05
0055	0	0	0	0	0	0	175	0.00
0056	0	0	1	0	0	1	110	0.01
0062	0	7	0	0	0	7	2295	0.00
0063	0	5	0	0	0	5	1840	0.00
0064	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0065	0	0	0	0	2	2	675	0.00
0066	0	1	0	0	0	1	280	0.00
0072	0	6	0	0	0	6	776	0.01
0073	0	5	0	0	0	5	763	0.01
0074	0	1	0	0	0	1	219	0.00
0076	0	1	0	0	0	1	80	0.01
0081	3	2	0	0	0	5	35	0.14
0082	0	8	0	0	0	8	1808	0.00
0083	1	8	0	0	0	9	1768	0.01
0084	0	0	0	0	0	0	175	0.00
0085	0	1	0	0	0	1	1086	0.00
0086	1	8	0	0	0	9	1100	0.01
0091	0	0	0	0	0	0	12	0.00
0092	0	2	0	0	0	2	1347	0.00

Tablolarda ki kodlanmış olan üretim bölümlerine ait fire sebepleri;

<u>DÖKÜMHANE</u>	<u>SIRLAMA</u>	<u>FIRINLAMA</u>
d1 döküm çatlağı	s1 sır toplaması	f1 yükleme hatası
d2 taban çatlağı	s2 sır yapışması	f2 şok
d3 çökme	s3 sırlama leke	f3 fırın parça
d4 rutuş	s4 ince sırlama	f4 yüksek ısı
d5 döküm parçası	s5 kalın sırlama	f5 düşük ısı
d5 hava boşluğu	s6 sır altı parça	f6 darbe
d7 deformasyon	s7 dalgalı sır	f7 krater
d8 tıkalı yıkama deliği	s8 dekor hatası	f8 deformasyon
d9 slm.olm.montaj deliği	s9 sırlama diğer	f9 fırın leke
d10 tıkalı montaj deliği		f10 angop kalıntısı
d11 çekirdek izi		f11 fiber kalıntısı
d12 çekirdek çatlağı		f12 toz kalıntısı
d13 tamir izi		f13 fırın diğer
d14 döküm diğer		

<u>ÇAMUR ve SIR</u>	<u>DİĞER</u>
c1 kömür kalıntısı	k1 pinhol
c2 demir kalıntısı	k2 tanımlanamayan
c3 çamur diğer	k3 soğuk tamir
c4 sır haz. Diğer	k4 tamirci hatası
c5 cmc kalıntısı	k5 toz kalıntısı
c6 pembe boya lekesi	
c7 mavi boya lekesi	

Mamul	Toplam Üretim	Fire	Fire/Toplam Üretim
0093	21222	3656	0.172
0094	2413	169	0.070
0095	7601	371	0.049
0096	3760	285	0.076
0161	2617	32	0.012
0163	14107	515	0.037
0184	2697	364	0.135
0284	421	47	0.112
0600	7066	726	0.103
0601	10633	906	0.085
0602	912	40	0.044
0603	1600	83	0.052
0604	3600	198	0.055
0605	798	43	0.054
0610	620	10	0.016
0615	1570	179	0.114
0620	400	23	0.058
0630	483	29	0.060
0635	1044	138	0.132
0641	1539	158	0.103
0644	1147	63	0.055
0645	145	9	0.062
0646	809	61	0.075
0654	68	2	0.029
0656	160	4	0.025
0658	697	99	0.142
0660	4394	106	0.024
0661	2341	179	0.076
0664	1992	104	0.052
0665	5160	306	0.059
0666	2439	223	0.091
0667	2260	156	0.069
0674	39	6	0.154
0700	6461	223	0.035
0701	80	2	0.025
0702	3415	111	0.033
0721	292	33	0.113
0725	174	22	0.126
0726	293	62	0.212
0740	602	82	0.136
0741	362	38	0.105
0745	1045	148	0.142
Toplam	699276	40415	0.058

Tablo 10: Mamullere Ait Fire Oranı

Mamul	Toplam Üretim	Fire	Fire/Toplam Üretim
0001	10937	22	0.002
0002	11265	2	0.000
0003	20662	0	0.000
0004	4277	1	0.000
0005	12277	0	0.000
0006	1082	3	0.003
0007	9365	0	0.000
0010	4927	63	0.013
0011	12354	150	0.012
0012	17991	602	0.033
0013	736	52	0.071
0020	609	46	0.076
0021	8886	150	0.017
0030	7511	572	0.076
0034	791	11	0.014
0035	46990	2962	0.063
0037	27165	689	0.025
0038	9267	244	0.026
0040	17446	762	0.044
0041	4340	195	0.045
0045	42239	3838	0.091
0046	1604	68	0.042
0050	23668	3234	0.137
0051	35346	3171	0.090
0052	2574	120	0.047
0053	559	97	0.174
0054	1241	153	0.123
0055	3523	175	0.050
0056	2753	110	0.040
0062	66183	2295	0.035
0063	45714	1840	0.040
0064	11	0	0.000
0065	11670	675	0.058
0066	5388	280	0.052
0072	23277	776	0.033
0073	15454	763	0.049
0074	3129	219	0.070
0076	1656	80	0.048
0081	342	35	0.102
0082	25105	1808	0.072
0083	21165	1768	0.084
0084	1067	175	0.164
0085	8045	1086	0.135
0086	9066	1100	0.121
0091	141	12	0.085
0092	23431	1347	0.057

Tablo11:Mamullerin Toplam Üretimdeki Ürün Oranı

Mamul	Toplam	toplam ürün	Ürün Oranı
0001	10937	722707	0.0151
0002	11265	722707	0.0156
0003	20662	722707	0.0286
0004	4277	722707	0.0059
0005	12277	722707	0.0170
0006	1082	722707	0.0015
0007	9365	722707	0.0130
0010	4927	722707	0.0068
0011	12354	722707	0.0171
0012	17991	722707	0.0249
0013	736	722707	0.0010
0020	609	722707	0.0008
0021	8886	722707	0.0123
0030	7511	722707	0.0104
0034	791	722707	0.0011
0035	46990	722707	0.0650
0037	27165	722707	0.0376
0038	9267	722707	0.0128
0040	17446	722707	0.0241
0041	4340	722707	0.0060
0045	42239	722707	0.0584
0046	1604	722707	0.0022
0050	23668	722707	0.0327
0051	35346	722707	0.0489
0052	2574	722707	0.0036
0053	559	722707	0.0008
0054	1241	722707	0.0017
0055	3523	722707	0.0049
0056	2753	722707	0.0038
0062	66183	722707	0.0916
0063	45714	722707	0.0633
0064	11	722707	0.0000
0065	11670	722707	0.0161
0066	5388	722707	0.0075
0072	23277	722707	0.0322
0073	15454	722707	0.0214
0074	3129	722707	0.0043
0076	1656	722707	0.0023
0081	342	722707	0.0005
0082	25105	722707	0.0347
0083	21165	722707	0.0293
0084	1067	722707	0.0015
0085	8045	722707	0.0111
0086	9066	722707	0.0125
0091	141	722707	0.0002
0092	23431	722707	0.0324

Tablo11:Mamullerin Toplam Üretimdeki Ürün Oranı

Mamul	Toplam	Toplam Ürün	Ürün Oranı
0093	21222	722707	0.0294
0094	2413	722707	0.0033
0095	7601	722707	0.0105
0096	3760	722707	0.0052
0161	2617	722707	0.0036
0163	14107	722707	0.0195
0184	2697	722707	0.0037
0284	421	722707	0.0006
0600	7066	722707	0.0098
0601	10633	722707	0.0147
0602	912	722707	0.0013
0603	1600	722707	0.0022
0604	3600	722707	0.0050
0605	798	722707	0.0011
0610	620	722707	0.0009
0615	1570	722707	0.0022
0620	400	722707	0.0006
0630	483	722707	0.0007
0635	1044	722707	0.0014
0641	1539	722707	0.0021
0644	1147	722707	0.0016
0645	145	722707	0.0002
0646	809	722707	0.0011
0654	68	722707	0.0001
0656	160	722707	0.0002
0658	697	722707	0.0010
0660	4394	722707	0.0061
0661	2341	722707	0.0032
0664	1992	722707	0.0028
0665	5160	722707	0.0071
0666	2439	722707	0.0034
0667	2260	722707	0.0031
0674	39	722707	0.0001
0700	6461	722707	0.0089
0701	80	722707	0.0001
0702	3415	722707	0.0047
0721	292	722707	0.0004
0725	174	722707	0.0002
0726	293	722707	0.0004
0740	602	722707	0.0008
0741	362	722707	0.0005
0745	1045	722707	0.0014

Tablo 12:Mamullerin Toplam Fire İçindeki Fire Oranı

Mamul	Fire	Toplam fire	Fire Oran
0001	22	41762	0.0005
0002	2	41762	0.0000
0003	0	41762	0.0000
0004	1	41762	0.0000
0005	0	41762	0.0000
0006	3	41762	0.0001
0007	0	41762	0.0000
0010	63	41762	0.0015
0011	150	41762	0.0036
0012	602	41762	0.0144
0013	52	41762	0.0012
0020	46	41762	0.0011
0021	150	41762	0.0036
0030	572	41762	0.0137
0034	11	41762	0.0003
0035	2962	41762	0.0709
0037	689	41762	0.0165
0038	244	41762	0.0058
0040	762	41762	0.0182
0041	195	41762	0.0047
0045	3838	41762	0.0919
0046	68	41762	0.0016
0050	3234	41762	0.0774
0051	3171	41762	0.0759
0052	120	41762	0.0029
0053	97	41762	0.0023
0054	153	41762	0.0037
0055	175	41762	0.0042
0056	110	41762	0.0026
0062	2295	41762	0.0550
0063	1840	41762	0.0441
0064	0	41762	0.0000
0065	675	41762	0.0162
0066	280	41762	0.0067
0072	776	41762	0.0186
0073	763	41762	0.0183
0074	219	41762	0.0052
0076	80	41762	0.0019
0081	35	41762	0.0008
0082	1808	41762	0.0433
0083	1768	41762	0.0423
0084	175	41762	0.0042
0085	1086	41762	0.0260
0086	1100	41762	0.0263
0091	12	41762	0.0003
0092	1347	41762	0.0323

Tablo 12:Mamullerin Toplam Fire İçindeki Fire Oranı

Mamul	Fire	Toplam Fire	Fire Oran
0094	169	41762	0.0040
0095	371	41762	0.0089
0096	285	41762	0.0068
0161	32	41762	0.0008
0163	515	41762	0.0123
0184	364	41762	0.0087
0284	47	41762	0.0011
0600	726	41762	0.0174
0601	906	41762	0.0217
0602	40	41762	0.0010
0603	83	41762	0.0020
0604	198	41762	0.0047
0605	43	41762	0.0010
0610	10	41762	0.0002
0615	179	41762	0.0043
0620	23	41762	0.0006
0630	29	41762	0.0007
0635	138	41762	0.0033
0641	158	41762	0.0038
0644	63	41762	0.0015
0645	9	41762	0.0002
0646	61	41762	0.0015
0654	2	41762	0.0000
0656	4	41762	0.0001
0658	99	41762	0.0024
0660	106	41762	0.0025
0661	179	41762	0.0043
0664	104	41762	0.0025
0665	306	41762	0.0073
0666	223	41762	0.0053
0667	156	41762	0.0037
0674	6	41762	0.0001
0700	223	41762	0.0053
0701	2	41762	0.0000
0702	111	41762	0.0027
0721	33	41762	0.0008
0725	22	41762	0.0005
0726	62	41762	0.0015
0740	82	41762	0.0020
0741	38	41762	0.0009
0745	148	41762	0.0035

3.2. Verilerin Analizi

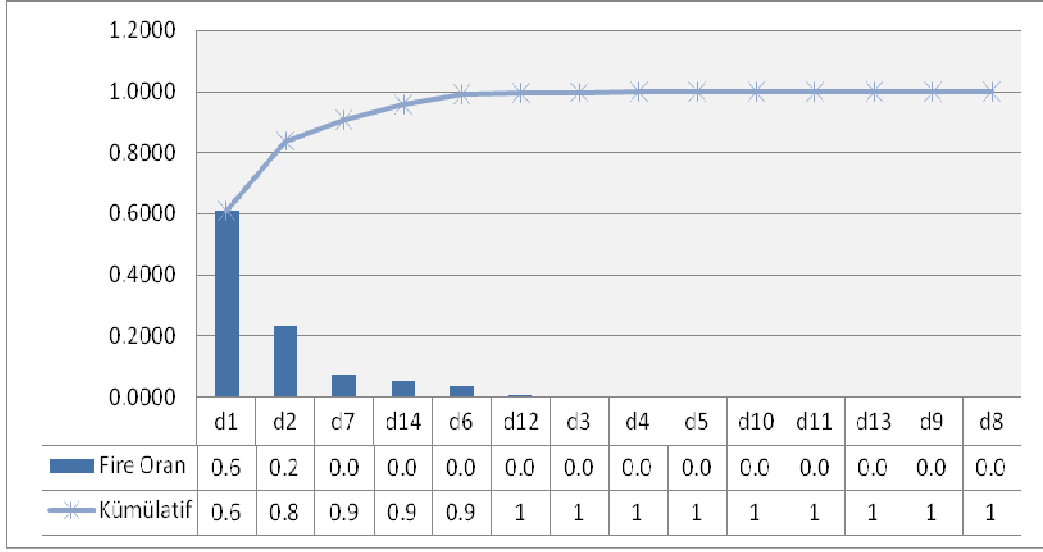
Bu aşamada üretim aşamalarında oluşan fire nedenleri her bölüm için pareto analizi yapılarak incelenmiştir. Böylece bölümler içinde hata sebepleri içinde oransal bir sıralama yapılmıştır.

Dökümhane

Fire Sebepleri	Fire	D.T.Fire	Oran
d1	20060	33020	0.6075
d2	7578	33020	0.2295
d3	52	33020	0.0016
d4	44	33020	0.0013
d5	24	33020	0.0007
d6	1129	33020	0.0342
d7	2306	33020	0.0698
d8	0	33020	0.0000
d9	1	33020	0.0000
d10	16	33020	0.0005
d11	11	33020	0.0003
d12	158	33020	0.0048
d13	6	33020	0.0002
d14	1635	33020	0.0495

Tablo 13:Dökümhane için Pareto Analizi

Fire Sebep	Fire Oran	Kümülatif
d1	0.6075	0.6075
d2	0.2295	0.837
d7	0.0698	0.9068
d14	0.0495	0.9563
d6	0.0342	0.9905
d12	0.0048	0.9953
d3	0.0016	0.9969
d4	0.0013	0.9982
d5	0.0007	0.9989
d10	0.0005	0.9994
d11	0.0003	0.9997
d13	0.0002	0.9999
d9	0.0000	0.9999
d8	0.0000	0.9999



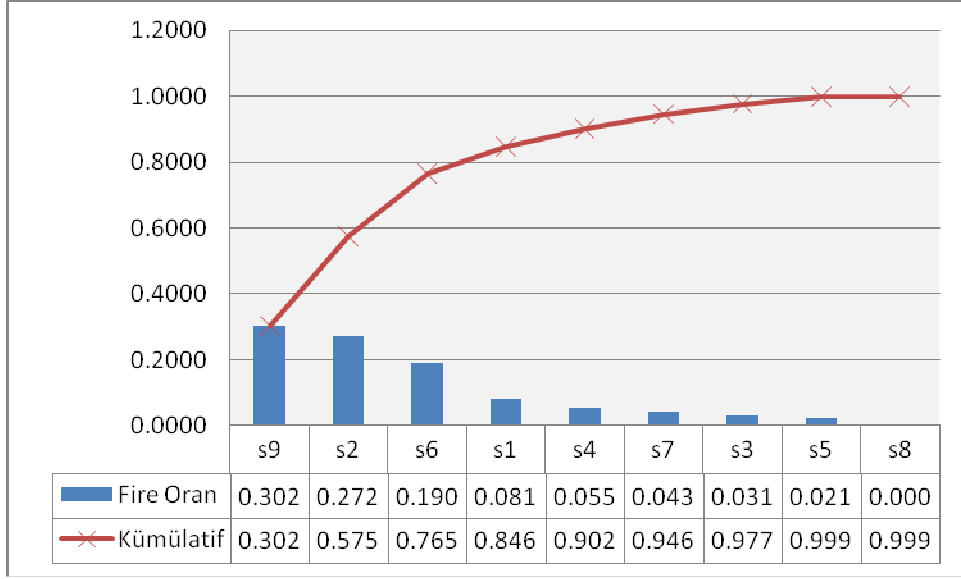
Dökümhaneye ait Pareto Analizinde en fazla Fire oranının d1 yani döküm çatlağına ait olduğu görülmektedir. Daha sonra d2 yani Taban çatlağından kaynaklanan fire sayısının 0.22 oranıyla 2. Sırada geldiği görülmektedir.

SIRLAMA

s1	349	4306	0.0810
s2	1173	4306	0.2724
s3	136	4306	0.0316
s4	239	4306	0.0555
s5	94	4306	0.0218
s6	822	4306	0.1909
s7	189	4306	0.0439
s8	1	4306	0.0002
s9	1303	4306	0.3026

Tablo 14: Sırlama için Pareto Analizi

Fire Sebepleri	Fire Oran	Kümülatif
s9	0.3026	0.3026
s2	0.2724	0.575
s6	0.1909	0.7659
s1	0.0810	0.8469
s4	0.0555	0.9024
s7	0.0439	0.9463
s3	0.0316	0.9779
s5	0.0218	0.9997
s8	0.0002	0.9999



Sırlamaya ait Pareto Analizinde en fazla Fire oranının s9 yani sırlamaya ait diğer sebeplerden olduğu görülmektedir. Daha sonra s2 yani Sır yapışmasından kaynaklanan fire sayısının 0.272 oranıyla 2. Sırada geldiği görülmektedir.

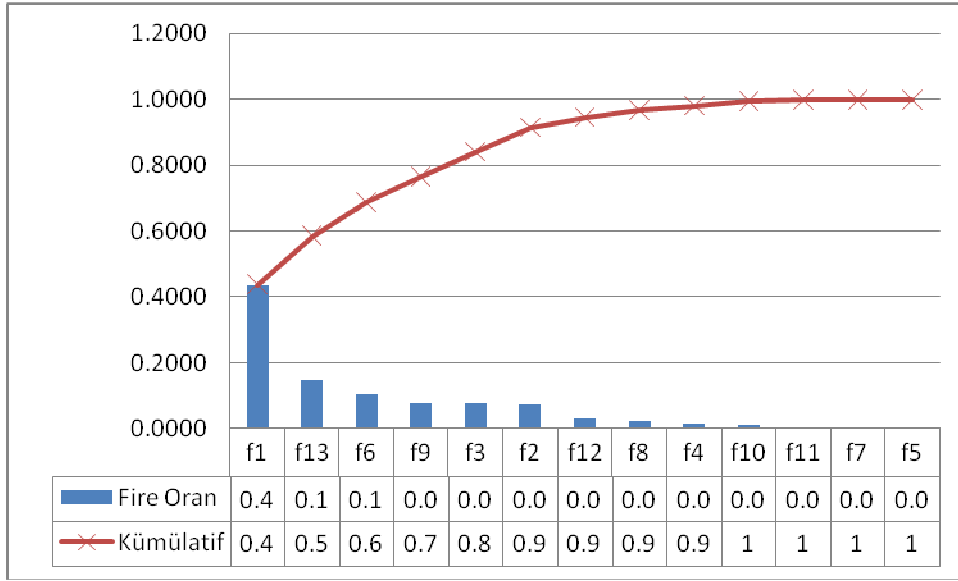
FIRINLAMA

Fire Sebebi	Fire	Fırınlama T.F.	Oran
f1	1605	3682	0.4359
f2	268	3682	0.0728
f3	282	3682	0.0766
f4	53	3682	0.0144
f5	1	3682	0.0003
f6	380	3682	0.1032
f7	3	3682	0.0008
f8	80	3682	0.0217
f9	285	3682	0.0774
f10	51	3682	0.0139
f11	11	3682	0.0030
f12	117	3682	0.0318
f13	546	3682	0.1483

Tablo15: Fırınlama için Pareto Analizi

Fire Sebepleri	Fire Oran	Kümülatif
f1	0.4359	0.4359
f13	0.1483	0.5842
f6	0.1032	0.6874
f9	0.0774	0.7648

f3	0.0766	0.8414
f2	0.0728	0.9142
f12	0.0318	0.946
f8	0.0217	0.9677
f4	0.0144	0.9821
f10	0.0139	0.996
f11	0.0030	0.999
f7	0.0008	0.9998
f5	0.0003	1



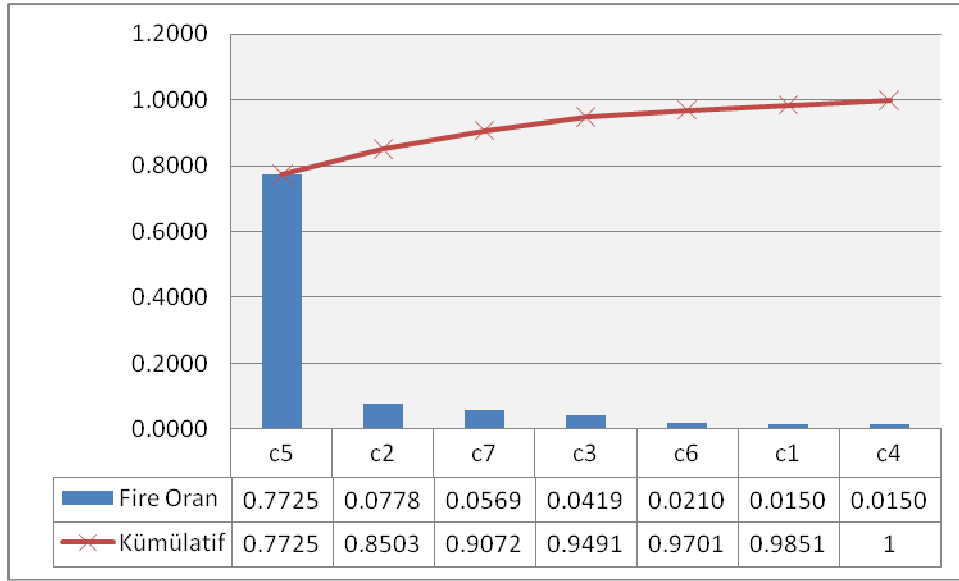
Fırınlamaya ait Pareto Analizinde en fazla Fire oranının f1 yani yükleme hatasından olduğu görülmektedir. Daha sonra f13 yani fırınlamaya ait diğer sebeplerden kaynaklanan fire sayısının 0.1 oranıyla 2. Sırada geldiği görülmektedir.

CAMUR ve SIR

Fire Sebebi	Fire	Camur ve Sır T.F	Oran
c1	5	334	0.0150
c2	26	334	0.0778
c3	14	334	0.0419
c4	5	334	0.0150
c5	258	334	0.7725
c6	7	334	0.0210
c7	19	334	0.0569

Tablo 16:Çamur ve Sır için Pareto Analizi

Fire Sebebi	Fire Oran	Kümülatif
c5	0.7725	0.7725
c2	0.0778	0.8503
c7	0.0569	0.9072
c3	0.0419	0.9491
c6	0.0210	0.9701
c1	0.0150	0.9851
c4	0.0150	1



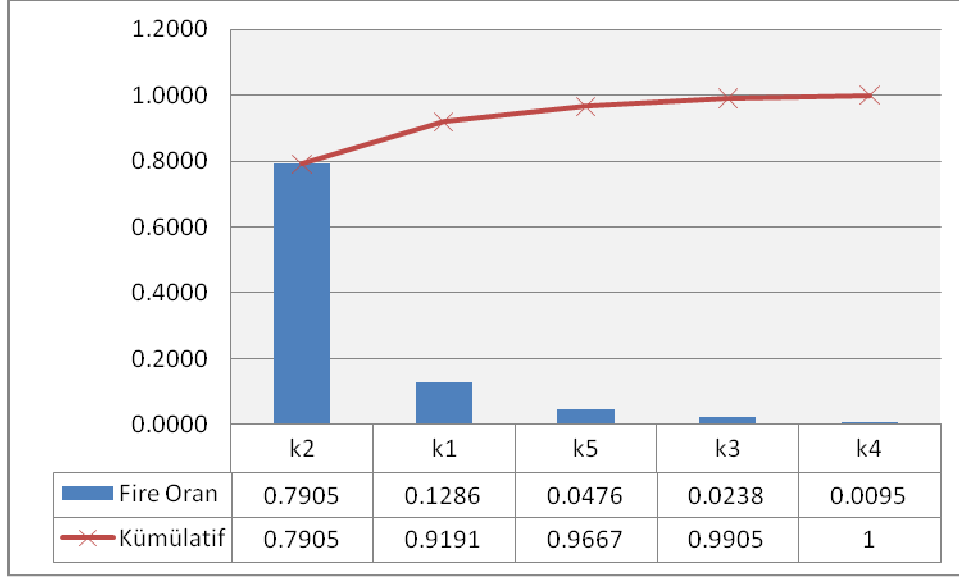
Çamur ve Sırlamaya ait Pareto Analizinde en fazla Fire oranının c5 yani cmc kalıntısından olduğu görülmektedir. Daha sonra c2 yani demir kalıntısından kaynaklanan fire sayısının 0.0778 oranıyla 2. Sırada geldiği görülmektedir.

DİĞER NEDENLER

Fire Sebebi	Fire	Diğer T. F	Oran
k1	54	420	0.1286
k2	332	420	0.7905
k3	10	420	0.0238
k4	4	420	0.0095
k5	20	420	0.0476

Tablo 17:Diğer Nedenler için Pareto Analizi

Fire Sebebi	Fire Oran	Kümülatif
k2	0.7905	0.7905
k1	0.1286	0.9191
k5	0.0476	0.9667
k3	0.0238	0.9905
k4	0.0095	1

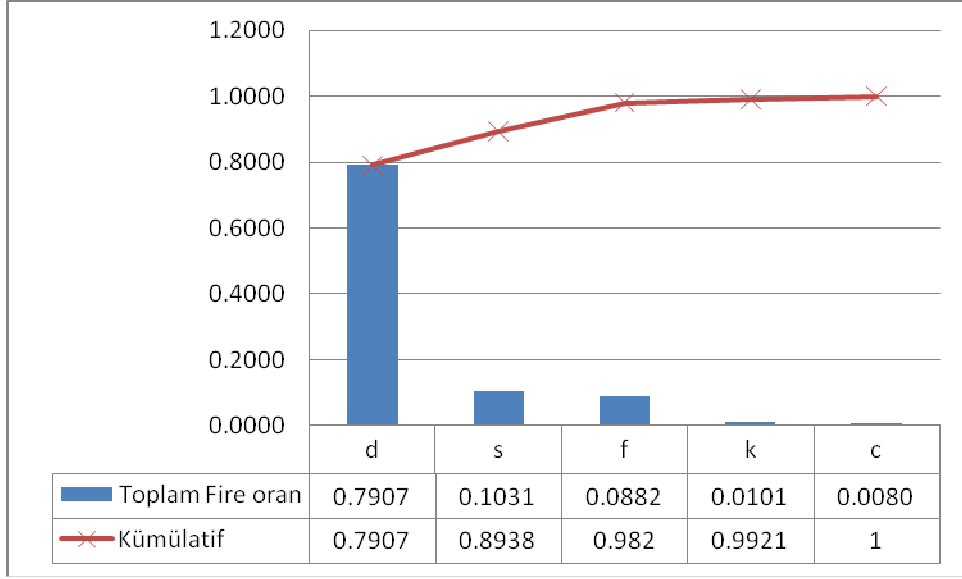


Diğer nedenlere ait Pareto Analizinde en fazla Fire oranının k2 yani tanımlanamayan sebeplerden olduğu görülmektedir. Daha sonra k1 yani pinholden kaynaklanan fire sayısının 0.1286 oranıyla 2. Sırada geldiği görülmektedir.

Tablo 18:Bölümler için fire oranları

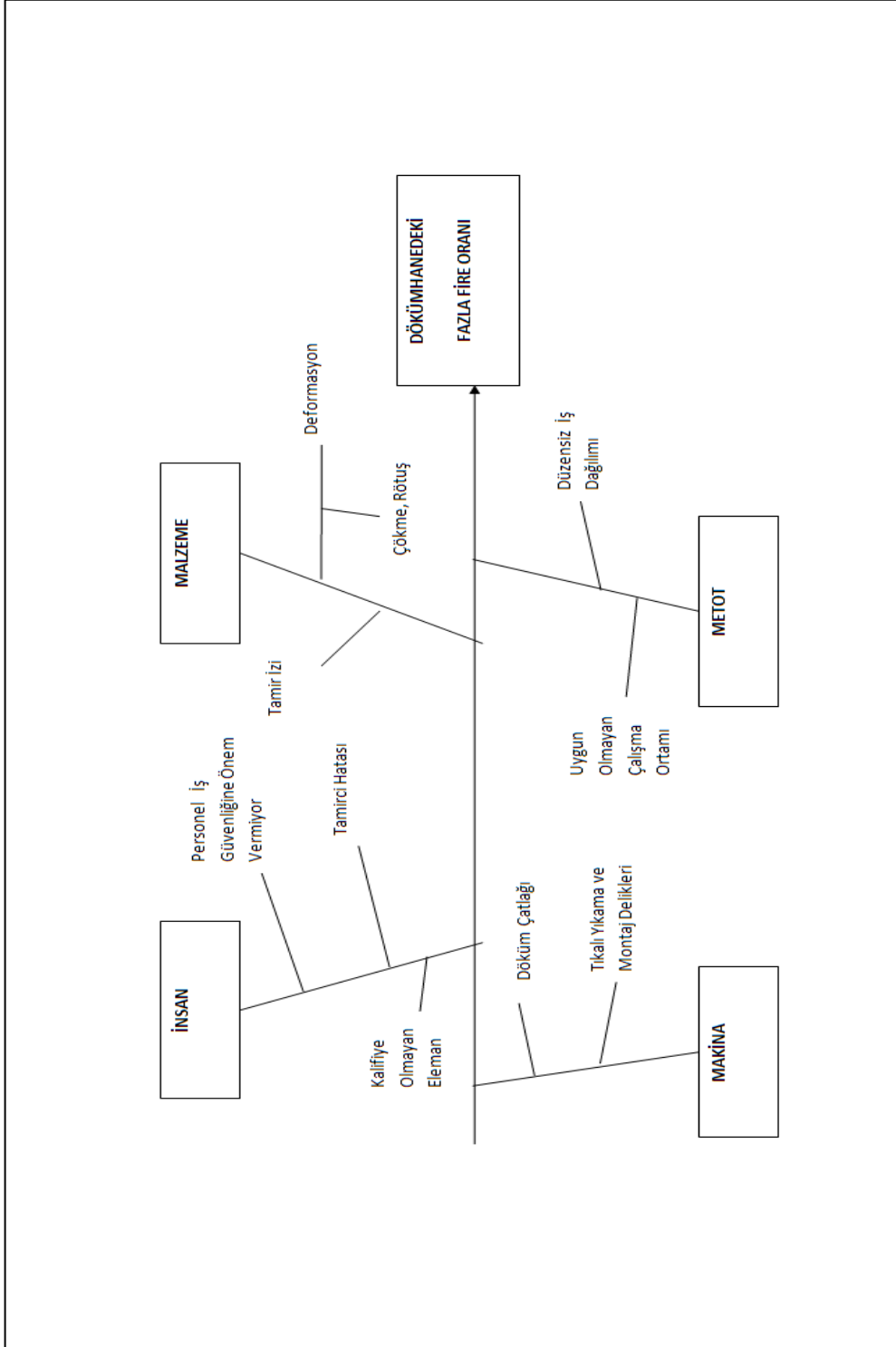
Bölümler	Fire	Toplam Fire	Oran
Dökümhane	33020	41762	0.7907
Sırlama	4306	41762	0.1031
Fırınlama	3682	41762	0.0882
Çamur ve Sır	334	41762	0.0080
Diğer	420	41762	0.0101

Bölümler	Toplam oran	Fire Kümülatif
d	0.7907	0.7907
s	0.1031	0.8938
f	0.0882	0.982
k	0.0101	0.9921
c	0.0080	1



Sonuç olarak 0.7907 oranla en fazla fire dökümhanede oluşmaktadır.

Şekil 6 :Dökümhane bölümüne ait balık kılıçığı diyagramı



3.2.1. Fire Oluşum Nedenleri

Dökümhanede oluşan en önemli fire sebebi olan d1 döküm çatlağının oluşma sebebi döküm çamurunda istenilen akışkanlıktan daha fazla su kullanılmasıdır. Fazla sulu bir döküm çamuru kalıpları ıslatır, dökümün kalıptan çıkma süresini uzatır ve kalıp içinde çatlar. Döküm çamurunda istenilen akışkanlığın fazla su kullanmaksızın elde edilmesi istenir.

Dökümhanede oluşan taban çatlağının oluşma nedeni ise döküm çamurundaki katı maddelerin tane boyutu ve dağılımları doğrudan bağlantılıdır.

Sırlamada oluşan en önemli fire nedenlerinden olan sır yapışmasının sebebi kurumakta olan sır tabakasının çatlamasından, pişerken de bu sır çatlağının geri çekilip ayrılmasından sırlanmamış yüzeyler meydana gelir. Sır ayrılmasına sebep, kururken sırnın fazla çekmesi, sırnın bünyeye uymamasıdır. Bazı seramik mamullerinin tozlu, kirli, yağlı olması nedeni ile de sırsız bölgeler kalabilir. Kirli yüzeyler ara tabaka oluşumunu engelleyip, sırnın kusursuz olarak yüzeye yapışmasını engeller.

Fırınlamada oluşan en önemli fire nedeni olan yükleme hatası fırın yüklemesi yapılırken fırın kapasitesini aşacak yüklemeden kaynaklanmaktadır. Yükleme sırasında fırın izolasyonuna zarar verilmemesine dikkat edilmelidir.

Çamur ve sırda oluşan en önemli fire nedeni olan cmc kalıntısının nedeni kurutma sırasında suyun yeterli buharlaşmamasından kaynaklanır. Demir kalıntısı ise çamurda sertleşmesinde kullanılır demir tozlarının uygun nitelikte ve uygun miktarda olması gerekmektedir.

Diğer nedenlerden oluşan en önemli fire sebebi tanımlanamayan hatalardır. Tanımlanamayan hatalar için üretim prosesinin ayrıntılı analizinin yapılması gerekmektedir. Üretim proseslerin ayrıntılı incelemesi tanımlanamayan hata sebeplerini en aza indirecek ve bu da daha verimli, kontrol altında bir üretim süreci sağlayacaktır.

Pinhol yüksek sıcaklık kaynaklı sırnın köpürmesidir, iğne başı kadar olan küçük kabarcıklardır. Sırnın içine gaz çıkışı yapabilecek örneğin kalsit, dolomit gibi hammaddelerin çok az miktarlarda da olsa girmesi kabarcık ve pinhol oluşumuna neden olur. En küçük kirlilikler bile diğer bütün özellikleri çok iyi olan bir sırnın kalitesini tamamen düşürebilir.

3.2.2. Fire Oluşumunu Engelleyecek Çözüm Önerileri

İşletme içerisinde özellikle 3 ayrı bölüm için (Dökümhane ,Çamur Sır) çözüm önerileri sunulmuştur.

Seramik çamuru için aşağıdaki özelliklere dikkat edilmelidir.

1. Çamuru oluşturacak hammaddelerin fiziksel, kimyasal, minorolojik ve reolojik özelliklerini bilmek. Fiziksel olarak tane yapısı ve tane büyüklüğü, kimyasal olarak bileşimi ve minorolojik olarakta içerdiği mineraller ve kristal yapısının bilinmesi.
2. Döküm çamurunda olması istenen yapının, çamuru oluşturacak olan tüm hammaddelerin kimyasal bileşimlerinin hesaplanması.
3. Çamura katılacak olan suyun oranı.
4. En uygun elektrolitin seçimi, kullanılacak elektrolitin oranı.
5. Döküm çamurunu oluşturan sert ve suda dağılmayan maddelerin öğütme süresi ve tüm çamurun tane büyüklüğü.
6. Döküm çamurunun litre ağırlığı ve viskozitesi.
7. Alçı kalp içerisinde kolaylıkla yayılabilmesi için düşük viskoziteli olmalı.
8. Katı maddeler çökmemeli.
9. Dökümden sonra kalıptan kolayca çıkarılabilmeli.
10. Çok hızlı ve çok yavaş olmayan bir et kalınlığı temin edilmeli. Döküm sonrası mukavemeti yüksek olmalı.

Sırlama, ve fırınlanama için ise;

1. Sır ile bünye arasındaki kaynaşma tam olmalıdır.
2. Sır ile bünye arasındaki genleşme katsayısının eşit olmalıdır.
3. Kimyasal, mekanik, optik özellikleri gerektiği kadar iyi olmalıdır.

Sayılan bu özellikler her zaman sır bünyesinde bir arada bulunmazlar ve böylece sır bünyesinde istenmeyen hatalar meydana gelir. Sır hataları genellikle pişirilmeden veya pişirilme esnasında oluşur.

Sır toplanması-sır yırtılması ve kopmasını engellemek için:

1. Fırının ilk giriş ısısının düşürülmesi,
2. Tane iriliğinin kontrol edilmesi, (çok ince öğütülmemeli)

3.Sırın yüzey geriliminin kontrol edilmesi, (sıra K₂O, PbO bileşikleri ilave ederek yüzey gerilimi düşürmek) alınacak tedbirlerdendir.

Fırınlama yüklemesi yapılmadan önce fırının içi kontrol edilmelidir.

Fırın izolasyon malzemelerinde kopma yada kırılma olup olmadığının kontrolünü yaptıktan sonra fırın yüklemesi yapılmalıdır.

3.3.Deney Tasarımı Uygulaması

Seramik fabrikasında yaptığımız çalışmada firma yetkililerin isteği üzerinde seramik karışımında kullanılan malzemelerin (kil çeşitleri ve diğer bileşikler) isimleri raporda sunulmamıştır. Malzeme isimleri yerine harf ile kodlama yapılmıştır.

Yapılan ön çalışmalarda en fazla hurdanın seramiği oluşturan çamur karışımından olduğu tespit edilmiştir. Çamur karışımı için istenilen kalite düzeyinde seramiğin elde edilmesi için en uygun karışım oranı deneysel tasarım tekniklerinden karışım dizaynı ile tespit edilmeye çalışılmıştır.

Seramik çamuru karışımında kullanılan hammadde oranları, işletmedeki seramik mühendisinden kodlanmış şekilde alınmıştır. Ayrıca bileşiği oluşturan her bir hammaddenin karışımdaki kullanım limiti ve önem sırası da Tablo 19 da verilmiştir.

Tablo 19: Seramik Çamuru Karışımında Kullanılan Hammadde Oranları

Hammadde Kodu	Kullanım Limiti	Hassasiyet Sırası
A1	15-40	7
A2	0-15	8
A3	0-15	3
A4	0-10	5
A5	0-20	1
A6	20-30	2
A7	0-3	4
A8	6-10	6
A9	8-15	9

Karışım sonrasında arzulanan çıktı değerleri ise Tablo 20 de verilmiştir. R1 den R6 ya kadar verilen sonuç değerleri karışım sonucunda üründe olması gereken özelliklerdir. Bu şartlar gerektiği kadar sağlanmadığı takdirde ürün ya hurdaya çıkmak ta ya da 2.sınıf veya 3.sınıf ürün olarak tüketiciye sunulmaktadır.

Tablo 20: Seramik Çamuru Karışımı İçin İstenilen Sonuç Değerleri

R1 (Reoloji)	En iyisi 1 en kötüsü 3 olacak şekilde 1'den 3'e kadar değerler verilecek.
R2 (akma boyu)	Ölçülen değerler verilecek
R3 (yüzey düzgünlüğü)	En iyisi 20 en kötüsü 1 olacak şekilde 1'den 20'ye kadar değer verilecek.
R4 (beyazlık)	En iyisi 1 en kötüsü 5 olacak şekilde 1'den 7'ye kadar değerler verilecek. Kullanıma uygun olmayacak derecede kötü olan 7 olacak.
R5 (parlaklık)	En iyisi 9 en kötüsü 2 olacak şekilde 1'den 9'a kadar değer verilecek Kullanıma uygun olmayacak derecede kötü olan 1 olacak.
R6 (çatlama)	Hedef 0 olacak şekilde 0'dan 3'e kadar değerler verilecek.

Karışım dizaynı için gerekli bilgiler sağlandıktan sonra Expert Design programı kullanılarak deneyi yapılacak dizayn noktaları oluşturulmuştur. Bu dizayn noktaları hakkında önceki bölümde ayrıntılı açıklama yapıldığı için bu kısımda tekrar ayrıntıya girilmemiştir. İlk aşamada genel bir fikir vermesi açısından tarama tasarımı yapılmıştır. Tablo 21 de tarama tasarımı için gerekli dizayn noktaları verilmiştir.

Tablo 21: Tarama Tasarımı Dizayn Noktaları

Design Points	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
1	0,200	0,150	0,150	0,050	0,000	0,200	0,000	0,100	0,150
2	0,335	0,000	0,085	0,100	0,000	0,200	0,030	0,100	0,150
3	0,150	0,050	0,050	0,100	0,200	0,200	0,000	0,100	0,150
4	0,295	0,075	0,150	0,000	0,000	0,300	0,000	0,100	0,080
5	0,205	0,150	0,150	0,100	0,000	0,200	0,015	0,100	0,080
6	0,400	0,000	0,000	0,100	0,015	0,300	0,030	0,075	0,080
7	0,400	0,000	0,000	0,035	0,000	0,300	0,015	0,100	0,150
8	0,150	0,000	0,150	0,000	0,200	0,220	0,030	0,100	0,150
9	0,400	0,000	0,150	0,000	0,020	0,200	0,000	0,080	0,150
10	0,395	0,000	0,000	0,000	0,195	0,200	0,000	0,060	0,150
11	0,150	0,045	0,150	0,045	0,200	0,200	0,030	0,100	0,080
12	0,150	0,150	0,150	0,100	0,010	0,200	0,030	0,060	0,150
13	0,340	0,150	0,000	0,000	0,000	0,300	0,030	0,100	0,080
14	0,400	0,135	0,000	0,100	0,000	0,200	0,000	0,085	0,080
15	0,150	0,000	0,150	0,000	0,200	0,300	0,000	0,080	0,120

16	0,185	0,035	0,000	0,000	0,200	0,300	0,030	0,100	0,150
17	0,150	0,150	0,150	0,000	0,110	0,300	0,000	0,060	0,080
18	0,150	0,150	0,150	0,100	0,000	0,300	0,010	0,060	0,080
19	0,170	0,000	0,020	0,100	0,200	0,300	0,000	0,060	0,150
20	0,150	0,000	0,150	0,045	0,200	0,245	0,000	0,060	0,150
21	0,400	0,150	0,000	0,000	0,000	0,200	0,030	0,070	0,150
22	0,400	0,000	0,000	0,100	0,085	0,200	0,000	0,100	0,115
23	0,210	0,150	0,000	0,100	0,000	0,300	0,030	0,060	0,150
24	0,270	0,150	0,000	0,100	0,100	0,200	0,000	0,100	0,080
25	0,150	0,150	0,000	0,020	0,200	0,200	0,030	0,100	0,150
26	0,400	0,000	0,000	0,000	0,200	0,215	0,030	0,075	0,080
27	0,180	0,000	0,150	0,000	0,200	0,300	0,030	0,060	0,080
28	0,206	0,110	0,063	0,074	0,047	0,274	0,023	0,090	0,114
29	0,355	0,000	0,150	0,000	0,155	0,200	0,000	0,060	0,080
30	0,235	0,000	0,000	0,100	0,085	0,300	0,030	0,100	0,150
31	0,150	0,000	0,150	0,100	0,050	0,300	0,000	0,100	0,150
32	0,255	0,075	0,000	0,100	0,200	0,200	0,030	0,060	0,080
33	0,265	0,150	0,075	0,000	0,000	0,300	0,000	0,060	0,150
34	0,150	0,070	0,000	0,100	0,200	0,300	0,000	0,100	0,080
35	0,330	0,150	0,150	0,000	0,000	0,200	0,030	0,060	0,080
36	0,150	0,150	0,070	0,000	0,200	0,250	0,000	0,100	0,080
37	0,385	0,000	0,150	0,085	0,000	0,200	0,000	0,100	0,080
38	0,150	0,150	0,000	0,015	0,200	0,300	0,030	0,060	0,095
39	0,260	0,000	0,000	0,100	0,200	0,200	0,030	0,060	0,150
40	0,150	0,075	0,150	0,000	0,200	0,200	0,015	0,060	0,150
41	0,150	0,000	0,040	0,100	0,200	0,300	0,030	0,100	0,080
42	0,400	0,100	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,100	0,150
43	0,150	0,135	0,150	0,000	0,000	0,300	0,030	0,085	0,150
44	0,400	0,045	0,000	0,100	0,000	0,245	0,000	0,060	0,150
45	0,400	0,075	0,000	0,000	0,085	0,300	0,000	0,060	0,080
46	0,290	0,150	0,000	0,000	0,200	0,200	0,000	0,080	0,080
47	0,390	0,000	0,150	0,100	0,000	0,200	0,020	0,060	0,080
48	0,400	0,000	0,095	0,000	0,000	0,300	0,030	0,060	0,115

Design Expert programı üzerinde işletmedeki uzman personeline görüşleri alınarak etkileşimi olabilecek veya etkileşim olması beklenmeyen dizayn noktaları göz önüne alınarak tarama tasarımı üzerinde tekrar çalışılmıştır. Sonuçta Tablo 22 de verilen deneyi yapılacak dizayn noktaları tespit edilmiştir. Verilen deney seti işletmede küçük seramik parçalar şeklinde üretilmiştir. Bu üretim sırasında deney tasarımının temel şartlarının sağlanması için (rassallık, homojenlik vb) ilgili personele gerekli uyarılar yapılmıştır. Sonuçta verilen deney seti istenilen sırada uygulanmıştır.

Örneğin ilk üretimi yapılacak ürün formülasyonu; 0,15 A1 + 0,15 A2 + 0,00 A3 + 0,10 A4 + 0,19 A5 + 0,20 A6 + 0,00 A7 + 0,06 A8 + 0,15 A9 oranında hammaddelerin karışımından oluşacaktır

Tablo 22: Deneyi Yapılacak Dizayn Noktaları

Tasarım Noktaları	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
1	0,15	0,15	0,00	0,10	0,19	0,20	0,00	0,06	0,15
2	0,15	0,15	0,15	0,01	0,20	0,20	0,00	0,06	0,08
3	0,26	0,07	0,07	0,05	0,09	0,25	0,02	0,08	0,11
4	0,15	0,07	0,00	0,10	0,20	0,20	0,03	0,10	0,15
5	0,15	0,00	0,15	0,00	0,16	0,30	0,03	0,06	0,15
6	0,15	0,12	0,15	0,10	0,00	0,30	0,00	0,10	0,08
7	0,34	0,00	0,15	0,10	0,00	0,20	0,03	0,10	0,08
8	0,26	0,07	0,07	0,05	0,09	0,25	0,02	0,08	0,11
9	0,40	0,00	0,15	0,00	0,00	0,20	0,00	0,10	0,15
10	0,15	0,00	0,00	0,10	0,20	0,30	0,00	0,10	0,15
11	0,36	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	0,00	0,06	0,08
12	0,40	0,01	0,15	0,00	0,00	0,20	0,03	0,06	0,15
13	0,17	0,15	0,00	0,00	0,20	0,30	0,00	0,10	0,08
14	0,39	0,00	0,00	0,10	0,00	0,30	0,00	0,06	0,15
15	0,26	0,07	0,07	0,05	0,09	0,25	0,02	0,08	0,11
16	0,26	0,07	0,07	0,05	0,09	0,25	0,02	0,08	0,11
17	0,40	0,15	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,10	0,15
18	0,39	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,03	0,10	0,08
19	0,15	0,15	0,12	0,00	0,00	0,30	0,03	0,10	0,15
20	0,38	0,15	0,00	0,10	0,00	0,20	0,03	0,06	0,08
21	0,26	0,07	0,07	0,05	0,09	0,25	0,02	0,08	0,11
22	0,21	0,00	0,15	0,10	0,20	0,20	0,00	0,06	0,08
23	0,38	0,15	0,00	0,00	0,00	0,30	0,03	0,06	0,08

Tablo 22 de verilen değerler oransal değerlerdir. Bu oransal değerlerin gram olarak hammadde miktarları hesaplanarak Tablo 23'de verilmiştir. Deneyler yapılırken kontrol edilemeyen dış faktörlerin etkisini elemine edebilmek için tüm deneyler aynı ortam şartlarında yapılmaya çalışılmıştır. Örneğin aynı derecede ısıtılmış, aynı miktarda karıştırılmış ve ürünler aynı sırada eklenmiştir. Böylece mümkün olduğu kadar deney şartları sabit tutulmuştur.

Tablo 23: Deneyler İçin Hesaplanan Hammadde Miktarları

Deneyler	Hammadde Oranları									
	A1	A2	A6	A9	A5	A3	A4	A8	A7	
TT-1	15	15	20	15	19	0	10	6	0	
TT-2	15	15	20	8	20	15	1	6	0	
TT-3	26	7	25	11	9	7	5	8	2	
TT-4	15	7	20	15	20	0	10	10	3	
TT-5	15	0	30	15	16	15	0	6	3	
TT-6	15	12	30	8	0	15	10	10	0	
TT-7	34	0	20	8	0	15	10	10	3	
TT-8	26	7	25	11	9	7	5	8	2	

TT-9	40	0	20	15	0	15	0	10	0
TT-10	15	0	30	15	20	0	10	10	0
TT-11	36	0	30	8	20	0	0	6	0
TT-12	40	1	20	15	0	15	0	6	3
TT-13	17	15	30	8	20	0	0	10	0
TT-14	39	0	30	15	0	0	10	6	0
TT-15	26	7	25	11	9	7	5	8	2
TT-17	40	15	20	15	0	0	0	10	0
TT-18	39	0	20	8	20	0	0	10	3
TT-19	15	15	30	15	0	12	0	10	3
TT-20	38	15	20	8	0	0	10	6	3
TT-22	21	0	20	8	20	15	10	6	0
TT-23	38	15	30	8	0	0	0	6	3

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen numuneler işletme için önemli olan 6 aşamada değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerin sonuçları Tablo 24 – 29 'da verilmiştir.

Tablo 24: Deneyler Sonucu Bulunan Reoloji Değerleri

Deneyler	Reoloji (en iyi 1, en kötü 3 olarak değerlendirilmiştir.)
TT-1	1
TT-2	2
TT-3	1
TT-4	1
TT-5	2
TT-6	2,5
TT-7	2
TT-8	1
TT-9	1
TT-10	1
TT-11	3
TT-12	1
TT-13	3
TT-14	1
TT-15	1
TT-17	1
TT-18	1,5
TT-19	1
TT-20	1
TT-22	1
TT-23	1
Referans	1

Tablo 25: Deneyler Sonucu Bulunan Akma Boyu

Deneyleler	Akma Boyu (mm)
TT-1	87
TT-2	yok
TT-3	108
TT-4	134
TT-5	yok
TT-6	116
TT-7	tamamen akmiş
TT-8	107
TT-9	55
TT-10	akma yok
TT-11	akma yok
TT-12	86
TT-13	akma yok
TT-14	akma yok
TT-15	103
TT-17	akma yok
TT-18	98,4
TT-19	38,6
TT-20	62,7
TT-22	63,5
TT-23	Akma yok
Referans	50-110

Tablo 26: Deneyler Sonucu Bulunan Yüzey Düzgünlüğü

Deneyleler	Yüzey Düzgünlüğü
TT-1	en iyiden en kötüye sıralama; 9-15-12-8-3-18-4-6-7-19-13-11-1-20-22-5-2-14-10-17
TT-2	
TT-3	
TT-4	
TT-5	
TT-6	
TT-7	
TT-8	
TT-9	
TT-10	
TT-11	
TT-12	
TT-13	
TT-14	
TT-15	
TT-17	
TT-18	
TT-19	
TT-20	
TT-22	
TT-23	

Tablo 27: Deneyler Sonucu Bulunan Beyazlık Düzeyi

Deneyler	Beyazlık
TT-1	en iyide en köye sıralama; 1-8=3-4-6-7 (diğerleri beyazlık açısından kullanıma uygun değildir.)
TT-2	
TT-3	
TT-4	
TT-5	
TT-6	
TT-7	
TT-8	
TT-9	
TT-10	
TT-11	
TT-12	
TT-13	
TT-14	
TT-15	
TT-17	
TT-18	
TT-19	
TT-20	
TT-22	
TT-23	

Tablo 28: Deneyler Sonucu Bulunan Parlaklık Düzeyi

Deneyler	Parlaklık
TT-1	en iyide en köye sıralama ; 7-6-4-8-3-1-5-2 (diğerleri parlaklık açısından kullanıma uygun değildir.)
TT-2	
TT-3	
TT-4	
TT-5	
TT-6	
TT-7	
TT-8	
TT-9	
TT-10	
TT-11	
TT-12	
TT-13	
TT-14	
TT-15	
TT-17	
TT-18	
TT-19	
TT-20	
TT-22	
TT-23	

Tablo 29: Deneyleer Sonucu Bulunan Harkort Testi (Çatlak Şiddeti)

Deneyleer	Harkort Testi (Çatlak şiddeti)
TT-1	2
TT-2	2
TT-3	0
TT-4	2
TT-5	2
TT-6	2
TT-7	3
TT-8	2
TT-9	1
TT-10	3
TT-11	2
TT-12	3
TT-13	2
TT-14	2
TT-15	1
TT-17	3
TT-18	0
TT-19	
TT-20	
TT-22	
TT-23	3
Referans	0 (Çatlama olmamalı)

3. SONUÇ

Proje çalışmasında Kayseri Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren ve henüz veri tutma aşamasına gelmiş seramik (lavabolar, klozetler, tuvalet taşları...) üretimi yapan bir firmanın daha sağlıklı verileri nasıl tutabileceği ve bu verileri nasıl değerlendireceklerinin araştırılması yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda mevcut tutulan veriler incelenmiş ve veri ön işleme teknikleri yardımı ile analizler yapılmıştır. Veri madenciliği araçları ile yapılan analizlerle doğru veri tabanlarının oluşturulması için firmaya öneriler sunulmuştur.

Çalışmada seramik üretim aşamalarında oluşan fireler, fire oranları kıyaslanarak fazla fire oluşturan bölümlere ait fire analizi yapılmıştır. Fire analizi yapılmasında nicel veri grafiklerinde kullanılan en etkili yöntemlerden biri olan Pareto analizi kullanılmıştır. Balık kılıçığı diyagramından yararlanılarak problemler ve problemlerin nedenleri incelenmiştir. 87 farklı ürün için yapılan analizde ürünlerin ve bölümlerin incelenmesi ayrı ayrı yapılmıştır. Son olarak oluşan hatalara çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu çalışma işletmeninde talebi doğrultusunda veri madenciliğinin veri hazırlama, veri derleme, veri düzenleme ve veri yorumlama aşamalarını içermektedir. Amaca uygun veriler toplanmış ve uygun hale getirilmiştir. İşletmeye daha sonraki veriler için benzer veri kullanımı yapılması tavsiye edilmiştir.

Türk Seramik Sanayinin bugün dengeli ve hızlı gelişebilmesi için çözmesi gereken bazı problemler vardır. Bunlar hammadde problemleri, işletmeler arası iş birliği ve iş bölümünün noksanlığı, sevk ve idare ile organizasyondaki noksanlar, teknik problemler, personelin ihtisaslaşma problemi, araştırma noksanlığı problemi ve finansman problemi olarak sıralanabilir.

Ayrıca çalışmada elde edilen verilerin gerekli istatistiksel analizleri yapılarak, en uygun hammadde karışımlarının tespiti için deneysel tasarım tekniklerinden karışım tasarımı uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarla istenilen nitelikteki ürünler için en uygun ürün reçeteleri elde edilmesi için öneriler sunulmuştur. Önerilen ürün reçetesi uygulanmış ve seramikler için en uygun özellikleri (parlaklık, beyazlık, yüzey düzgünlüğü vb.), sağlayan karışım reçetesi elde edilmiştir. Ancak firma ürünü oluşturan hammaddelerin isimlerinin yayınlanmasına izin vermediği için bu raporda sadece kodlamalar yapılmıştır.

İşletmede sadece seramik karışımı için yapılan karışım dizaynı oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Çalışmanın devamının, üretimin diğer aşamalarında da (örneğin sır kaplama) yapılması firma tarafından talep edilmesine rağmen firmadan kaynaklanan sebeplerden dolayı bu çalışma bu

noktada kesilmiştir. Firmanın 2. bir fabrikayı açması ve personelinin çoğunu 2. fabrikaya kaydırması AR-Ge çalışmalarını zayıflatmıştır.

Proje çalışması sonucunda yapılan yayın çalışmaları PRODİS'e eklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Vahaplar, A., İnceoğlu, M. M., Veri Madenciliği ve Elektronik Ticaret, 2002, <http://inet-tr.org.tr/inetconf7/eposter/inceoglu.doc>.
2. Olafsson, S., Li, X., Wu, S., Operations Research and Data Mining, European Journal of Operational Research, 187, 1429-1448, 2008.
3. Lee, S. J., Siau, K., A Review of Data Mining Techniques, Industrial Management&Data Systems, 101/1, 41-46, MCB University Press, 2001.
4. Read, B. J., Data Mining and Science? Knowledge Discovery in Science as Opposed to Business, Ercim Workshop Proceedings - No. 00/W002, 12th Ercim Workshop On Database Research,Amsterdam, 2-3 November 1999.
5. Forcht, K. A., Cochran, K., Using Data Mining and Datawarehousing Techniques, Industrial Management&Data Systems, 99/5, 189-196, MCB University Press, 1999.
6. Hand, D., Heikki M., Padhraic S. Principles of Data Mining, The Mit Press, England 2001.
7. Jiawei, H., Kamber, M., Data Mining:Concepts and Techniques, University of Simon Fraser,2001.
8. Gezder, Ü., Veri Ambarcılığı ve Türkiye Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2002.
9. Baykal, A., Veri Madenciliği Öğrenci Verileri Üzerinde Uygulamaları, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Diyarbakır, Haziran, 2003.
10. Oğuzlar, A., Veri Ön İşleme, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 21, Temmuz-Aralık, ss. 67-76, 2003.
11. Zhang, S., Zhang, C., Yang, Q., Data Preparation For Data Mining, Applied Artificial Intelligence, 17:375–381, 2003.
12. Kim, Y., Street, W. N., Menczer, F., Feature Selection In Data Mining, University Of Iowa, Usa.

13. Edutorial of Engineering Applications of Artificial Intelligence 19, 361-362, Recent Advances in Data Mining, 2006.
14. Li, X.B., Jacob, V. S., Adaptive Data Reduction for Large-Scale Transaction Data, European Journal of Operational Research 188, 910-924, 2008.
15. Urtubia, A., Perez-Correa, R.J., Soto, A., Pszczolkowski, P., Using Data Mining Techniques to Predict Industrial Wine Problem Fermentations, Food Control 18, 1512-1517, 2007.
16. Kusiak, A., Smith, M., Data Mining in Design of Products and Production Systems, Annual Reviews in Control 31, 147-156, 2007.
17. Gürbüz, F., Özbakır, L., Seramik Üretiminde Veri Madenciliği, ÜAS'07, Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 15-17 Kasım, Ankara, 2007.
18. Kusiak, A., Data Mining: Manufacturing and Service Applications, International Journal of Production Research, Vol. 44, Nos. 18-19, 15 September-1 October 2006.
19. Montgomery, D.C., "Design and Analysis of Experiments", Arizona State University, John Wiley & Sons, N.Y., Chichester, Brisbane, Toronto Singapore, 1991.
20. Park, S.H., (1996). Robust Design and Analysis for Quality Engineering. Chapman & Hall, 1996.
21. Şirvancı, M., "Kalite İçin Deney Tasarımı Yaklaşımı, Taguchi Yaklaşımı" Wisconsin Üniversitesi İşletme Fakültesi, ABD.
22. P.J.Ross, "Taguchi Techniques for Quality Engineering" McGraw-Hill, Singapore, 1989.
23. Smith, W.F., Experimental design for formulation, ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability, SIAM, Philadelphia. 2005.
24. Scheffe, H., The simplex-centroid design for experiments with mixtures, Journal of Royal Statistical Society, B, 25: 235–263, 1963.
25. Cornell, J.A., Experiments with mixtures: designs, models, and the analysis of mixture data, Wiley Series in Probability and Statistics, Third Edition, 2002.
26. Crosier, R.B., Mixture Experiments: Geometry and Pseudocomponents, Technometrics, 26, 3, 209-216, 1984.

- 27.** Snee, R.D., Marquardt, D.W., Screening Concepts and Designs for Experiments with Mixtures, *Technometrics*, 18, 19-29, 1976.
- 28.** Piepel, G.F., Screening Designs for Constrained Mixture Experiments Derived from Classical Screening Designs, *Journal of Quality Technology*, 23, 96-101, 1991.
- 29.** Piepel, G.F., Screening Designs for Constrained Mixture Experiments Derived from Classical Screening Designs-An Addendum, *Journal of Quality Technology*, 22, 23-33, 1990.
- 30.** Kiefer, J., On the nonrandomized optimality and randomized non-optimality of symmetrical designs, *Annals of Mathematical Statistics*, 29, 675-679, 1958.