T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ KURULUŞUNDA VERİ MADENCİLİĞİ UYGULAMASI

Melek ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA–2009



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ KURULUŞUNDA VERİ MADENCİLİĞİ UYGULAMASI

Melek ÇELİK

Doç.Dr. Seda ÖZMUTLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA–2009

T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ KURULUŞUNDA VERİ MADENCİLİĞİ UYGULAMASI

Melek ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez ..../...../200... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Seda ÖZMUTLU ....

Danışman

....

ÖZET

Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın kesim bölümü için veri madenciliği yöntemleri ile bir iyileştirme uygulaması sunulmuştur. Çalışmanın amacı kesim bölümünden kaynaklanan hataların en aza indirilmesidir. Bunun için önce hatalar tanımlanmış ve ölçümler sonrasında sorunun kaynağı belirlenmiştir. Daha sonra firmadaki yığın veri analize hazır hale getirilmiş ve Ana Bileşenler Analizi ile girdilerin kendi içindeki etkinlikleri analiz edilmiştir. Kanonik Korelasyon Analizi ile girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişkiler yorumlanmış ve son olarak Çoklu Regresyon Analizi ile her bir çıktı için ayrı tahmin denklemleri oluşturulmuştur. Girdi değişkenleri için en uygun değerlerin atanması GAMS programı ile yapılmış ve sonuçlar mevcut durumla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, en ve boy için istenilen değerlere yüzde yüz oranında ulaşılırken, delik çapı için ise yüzde elli beş oranında bir iyileştirme sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kesim, Hata, Veri Madenciliği, Ana Bileşenler Analizi, Kanonik Korelasyon Analizi, Çoklu Regresyon Analizi

ABSTRACT

In this study, an improvement study in the cutting department of an automotive firm using data-mining methods is presented. The aim of this study is to minimize defects in resulting from the cutting procedure. In order to do this, the faults are defined and the root causes of defects are determined after the measurements. Then the mass data collected from the cutting department is prepared for the analysis and effectiveness of the input variables is analyzed by Principal Component Analysis. The relations between the input and output variables are interpreted using Canonical Correlation Analysis and Multiple Regression Analysis is used for estimation of the outputs. Optimum values of the input variables are assigned using GAMS and the results are compared with the current situation. As a result, desired values are achieved at a hundred percent for the width and length and fifty five percent of improvement is acquired for the hole diameter.

Key Words: Cutting, Defects, Data Mining, Principal Component Analysis, Canonical Correlation Analysis, Multiple Regression Analysis

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
İÇİNDEKİLER iii
KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
SİMGELER DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
2.1. Veri Madenciliğinin Tanımı 3
2.2. Veri Madenciliği ile İlgili Çalışmalar 5
2.3. Veri Madenciliğinin Temel Adımları 8
2.4. Veri Madenciliğinin Hedefleri ve Görevleri 11
2.5. Veri Madenciliği'nde Kullanılan Teknikler 12
2.5.1. Yapay Zeka Yöntemleri 13
2.5.2. Optimizasyon Yöntemleri 16
2.5.3. İstatistiksel Yöntemler 16
3. MATERYAL VE YÖNTEM 26
3.1. Materyal 26
3.2. Yöntem 33
3.2.1. Ana Bileşenler Analizi 34
3.2.2. Kanonik Korelasyon Analizi 36
3.2.3. Çoklu Regresyon Analizi 41
3.2.4. Cevap Yüzeyi Yöntemi ve Problemin Cevap Değişkenlerinin Tahmin Modeli 43
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI 47
4.1. Ana Bileşenler Analizi 47
4.2. Kanonik Korelasyon Analizi 50
4.3. Çoklu Regresyon Analizi 57
4.4. Çıktı Değişkenlerinin Tahminleri ile Hataların Minimizasyonu için Oluşturulan Matematiksel Modelinin Çözümü 65

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 70
KAYNAKLAR 72
EKLER 79
EK-1. 79
EK-2. 81
EK-3. 97
EK-4. 100
EK-5. 90
EK-6. 94
EK-7. 97
EK-8. 104
EK-9. 108
EK-10. 109
ÖZGEÇMİŞ 97
TEŞEKKÜR 112

KISALTMALAR DİZİNİ

DVM – Destek Vektör Makineleri
PCA – Ana Bileşenler Analizi
SSE – Hataların Kareleri Toplamı
MANOVA – Çok Değişkenli Varyans Analizi
ANOVA – Tek Değişkenli Varyans Analizi
RSM – Cevap Yüzeyi Yöntemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Veri Madenciliği Teknolojileri 4
Şekil 2.2: Çok Değişkenli Teknik Seçimi 18
Şekil 3.1: İlk Ana Bileşenin Maksimum Varyans Doğrultusunda Olduğunu Gösteren Eksen 34
Şekil 3.2: Reaksiyon Zamanı ve Sıcaklığın Bir Fonksiyonu Olarak Beklenen Çıktı Miktarını Gösteren Üç Boyutlu Bir Cevap Yüzeyi Grafiği 43
Şekil 4.1: Fonksiyonların Öz Değer Grafiği 52
Şekil 4.2: Delik Çapı için Hataların Normal Dağılım Grafiği 63
Şekil 4.3: Delik Pozisyonu için Hataların Normal Dağılım Grafiği 63
Şekil 4.4: Çıt Uzunluğu için Hataların Normal Dağılım Grafiği 64
Şekil 4.5: Desen Kayması için Hataların Normal Dağılım Grafiği 64
Şekil 4.6: Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık için Hataların Normal Dağılım Grafiği 64
Şekil 4.7: En için Hataların Normal Dağılım Grafiği 64
Şekil 4.8: Boy için Hataların Normal Dağılım Grafiği 65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1: Çok Değişkenli Bağlılık Metodları Arasındaki İlişkiler 19
Çizelge 3.1: Hata Kodlarına Karşılık Gelen Hata Türleri..... 27
Çizelge 3.2: Sebep – Sonuç Matrisi..... 28
Çizelge 4.1: Bileşenlerin Öz Değerleri 47
Çizelge 4.2: Öz Bileşen Değerleri 49
Çizelge 4.3: Kanonik Korelasyon Analizi Sonuçları..... 50
Çizelge 4.4: Fonksiyonların Varyans ve Gereksizlik Ölçümleri..... 51
Çizelge 4.5: Fonksiyonların Öz Değerleri 52
Çizelge 4.6: Fonksiyonlar için Ki-Kare Testi 52
Çizelge 4.7: Sağ Küme için Kanonik Ağırlıklar 53
Çizelge 4.8: Sol Küme için Kanonik Ağırlıklar..... 54
Çizelge 4.9: Sağ Küme için Kanonik Yükleme Değerleri 55
Çizelge 4.10: Sol Küme için Kanonik Yükleme Değerleri..... 56
Çizelge 4.11: Çoklu Regresyon Test Sonuçları..... 58
Çizelge 4.12: Delik Çapı için İleri Adımlı Regresyon Özeti 59
Çizelge 4.13: Delik Çapı, En ve Boy Denklemleri için Regresyon Katsayıları..... 60
Çizelge 4.14: Delik Çapı için ANOVA Tablosu..... 62
Çizelge 4.15: Delik Pozisyonu için ANOVA Tablosu 62
Çizelge 4.16: Çıt Uzunluğu için ANOVA Tablosu..... 62
Çizelge 4.17: Desen Kayması için ANOVA Tablosu..... 62
Çizelge 4.18: Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık için ANOVA Tablosu..... 62
Çizelge 4.19: En için ANOVA Tablosu 63
Çizelge 4.20: Boy için ANOVA Tablosu 63
Çizelge 4.21: Parça Tipi 10 için Bulunan Optimal Değerler 66
Çizelge 4.22: Parça Tipi 10 için Bulunan Yeni Optimal Değerler..... 67
Çizelge 4.23: Mevcut Sapmalar ile Sonuçlardaki Sapmaların Karşılaştırılması..... 69

SİMGELER DİZİNİ

λ - Öz değer
I - Birim matris
y - Bağımlı değişken
x - Bağımsız değişken
β - Regresyon katsayısı
ε - Rassal hata
S - Kovaryans matrisi
R - Korelasyon matrisi
R^2 - Belirlilik katsayısı
r - Kanonik korelasyon değeri
L - Kanonik yükleme değeri
p - Gözlenen anlamlılık seviyesi
df - Serbestlik derecesi

1. GİRİŞ

Günümüz rekabet koşullarında işletmeler için süreçlerdeki değişkenlikleri ve dolayısıyla maliyeti azaltarak daha fazla kâr elde etmek oldukça önemlidir. Bu nedenle çeşitli iyileştirme projeleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada amaç, veri madenciliği yöntemlerinden yararlanarak verilerin analiz edilmesi ve hataların azaltılmasıyla birlikte kalite ve verimliliği artırmaktır.

Gelişen teknoloji sayesinde artık çok fazla miktarda veri elde edilebilmekte ve saklanabilmektedir. Modern veritabanlarının boyutları şu örneklerle açıklanabilir: İngiltere'nin en büyük kredi kartı şirketi yılda üç yüz elli milyon kayıt tutmaktadır. Ancak bu, yılda yedi milyar civarında kayıt tutan Amerikan perakendecisi Wall-Mart'la karşılaştırıldığında hiçbir şeydir (Babcock 1994). İnsan genomu projesi için ise şimdiden gigabaytlarca veri toplanmıştır (Hand ve ark. 2000). Bu verilerden çeşitli örüntüler, eğilimler bulma, anormal durumları saptama ve niceliksel modeller yardımıyla veri özetleme içinde bulunduğumuz bilgi çağındaki en önemli sorunlardan biridir (Witten ve Frank 2005).

Veri madenciliği ise bu tür büyük veri tabanlarından üstü kapalı, çok net olmayan, önceden bilinmeyen ancak potansiyel olarak kullanışlı bilginin çıkarılmasıdır. Veri madenciliğinin doğrulama amaçlı veri madenciliği ve keşif amaçlı veri madenciliği olmak üzere iki şekli vardır. Doğrulama amaçlı veri madenciliği, kullanıcı tarafından öne sürülen bir hipotezin geçerlenmesi için bir bilgi çıkarma sürecidir. İstatistik ve çok boyutlu analiz gibi teknikleri içermektedir. Keşif amaçlı veri madenciliği ise kuralların otomatik olarak çıkarılması için kümeleme, ortaklık keşfi ve öğreticili tümevarım gibi araçları kullanmaktadır (Sumathi ve ark. 2006). Uygun veri madenciliği yönteminin seçimi düz bir yol değildir. Pratikte genellikle uygulama birkaç model üzerine kurulur ve en iyi olan seçilir (Kantardzic 2003).

Bu çalışmada, bir otomotiv yan sanayi firmasının kesim bölümünde, kesim makinesinde kullanılan parametrelerin optimal seviyelerini bularak kesim hatalarını en aza indirmek amaçlanmaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek için öncelikle kesim bölümündeki süreç incelenmiş, kumaş hatalarının nedenleri belirlenmiş ve bu nedeni

ortaya çıkaran unsurlar incelenmiştir. Hata çeşitlerine göre öncelikle Sebep-Sonuç diyagramı hazırlanmış ve Gerber kesim makinesinden kaynaklanan hataların kalite ve müşteriler açısından önem derecesinin yüksek olduğu görülmüştür. Kesim hataları sonucunda oluşan ıskarta ürünlerin metre cinsinden miktarına göre Pareto Analizi yapıldığında, Gerber kaynaklı kesim makinesinin hataların kaynağı olduğu görülmüştür. Bu nedenle istenilen kalite ve ölçülerde kesimin gerçekleşemediği anlaşılmıştır.

Hataların kaynağı belirlendikten sonra, veri analizi için Gerber kesim makinesinden toplanan yığın veri öncelikle veri madenciliği ön hazırlık adımlarından olan veri hazırlama sürecinden geçirilmiştir. Problemin yapısı gereği, doğrulama amaçlı veri madenciliği için kullanılan yöntemler uygulanmıştır. Girdi değişkenlerinin kendi arasındaki anlamlılığını ölçmek için öncelikle Ana Bileşenler Analizi uygulanmış, girdi değişkenleriyle çıktı değişkenleri arasındaki ilişkileri ortaya çıkarma ve yorumlama amacı ile Kanonik Korelasyon Analizi yapılmış ve son olarak kesim parametrelerin optimal değeri Çoklu Regresyon Analizi sonucunda oluşan regresyon denklemleri kullanılarak GAMS programı ile bulunmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Veri madenciliği, şirketlerin mevcut veri tabanlarındaki yararlı örüntü ve eğilimleri açığa çıkardığı için her geçen gün daha fazla yaygınlaşmaktadır. Şirketler ve kuruluşlar terabayt seviyesinde büyük hacimli veriler toplamak için milyonlarca dolar harcamakta ancak veri tabanlarında saklanmış değerli ve kullanışlı bilginin avantajına sahip olamamaktadırlar (Larose 2005). Bununla birlikte veri madenciliği tekniklerini uygulamak organizasyonlara genişletilmiş içsel performans ve daha iyi pazarlama ile önemli bir katkı sağlamaktadır.(Adriaans ve Zantinge 1996).

2.1. Veri Madenciliğinin Tanımı

Veri madenciliği, genellikle veritabanlarında saklanan büyük ölçekli verilerden yararlı bilgiler, modeller ve eğilimler çıkarma sürecidir (Borgelt 2002). Diğer bir tanımı ise büyük hacimli verilerden yeni, değerli ve kullanışlı bilgi aramaktır (Kantardzic 2003). Veri madenciliği, insan ve bilgisayarların işbirliğine dayalıdır. En iyi sonuçlar, problemi tanımla ve hedef belirlemede uzman kişilerin deneyimi ile bilgisayarların arama yeteneğinin dengelenmesi ile elde edilir (Kantardzic 2003).

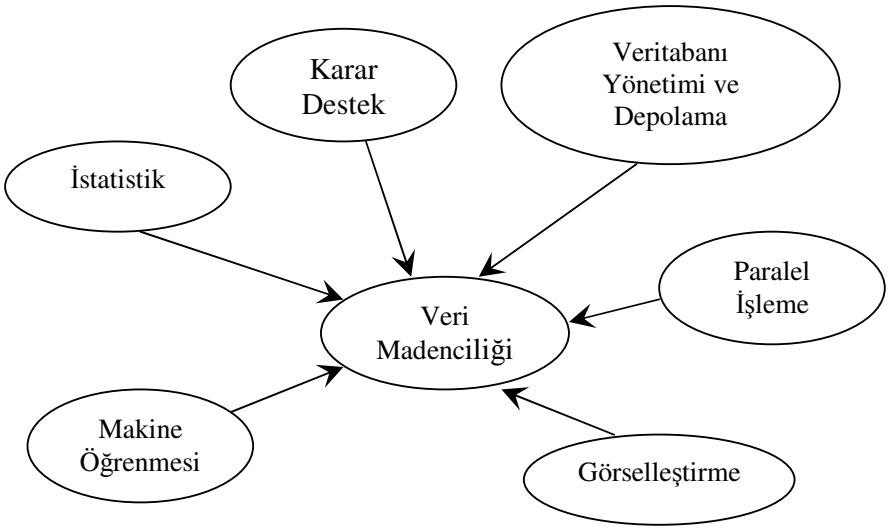
Veri madenciliğinin hangi alanlarda nasıl kullanılabileceğine ilişkin bazı örnekler şu şekilde belirtilmiştir (Thuraisingham 1999):

- Bir süpermarket, farklı insanlar tarafından satın alınan mamulleri analiz ederek ve ürünlerin raflara yerleştirilmesini buna göre düzenleyerek satışlarını artırabilir.
- Bir sağlık sigortası şirketi çeşitli hasta kayıtlarını inceleyerek kimlerin şirket için pahalıya mâl olacağını belirleyebilir.
- Bir otomobil satış firması farklı bölgelerde yaşayan insanların tercihlerini analiz ederek onlara satın almaları olası araba çeşitlerinin broşürlerini yollayabilir.

- Bir eğitim enstitüsü öğrenci kayıtlarını inceleyerek kimlerin kurslarına katılma olasılığının yüksek olduğunu belirleyip o öğrencilere broşür gönderebilir.
- Bir gelir vergi dairesi farklı grup insanların ödedikleri vergileri inceleyerek anormal durumları ve eğilimleri bulabilir.

Şekil 2.1'de görüldüğü gibi, veri madenciliği çoklu teknolojilerin birleşimidir. Bu teknolojiler veritabanı yönetimi, veri depolama, istatistik, makine öğrenmesi, karar destek, görüntüleme ve paralel hesaplama gibi veri yönetimi çeşitlerini içermektedir. Şunu belirtmek gerekir ki, istatistiksel paketler ve makine öğrenme algoritmaları gibi bu teknolojilerden birçoğu yıllardan beri var olduğu için, veriyi yönetebilmek ve organize edebilmek veri madenciliğini hayata geçirebilmek adına önemli bir rol oynamıştır.

İstatistiksel analiz ile ilgilenen araştırmacılar daha iyi veri madenciliği teknikleri geliştirmek için kendi teknikleriyle makine öğrenme tekniklerini bütünleştirmişlerdir. Bugün çeşitli istatistiksel analiz paketleri veri madenciliği araçları olarak pazarlanmaktadır. Bu konuda bazı tartışmalar vardır. Bununla birlikte istatistik, veri madenciliğine katkısı en büyük olan alanlardan birisidir (Borgelt 2002).



Şekil 2.1: Veri Madenciliği Teknolojileri

KAYNAK: Borgelt, C., R. Kruse. 2002. Graphical Models: Methods for Data Analysis and Mining. John Wiley & Sons. Ltd.p.3.

Veri madenciliğini tanımlamak için bilgi keşfi, model keşfi, bilgi madenciliği, veri madenciliği, veri arkeolojisi ve veri tarama gibi çok çeşitli isimler kullanılmıştır (Borgelt 2002). Bunlardan bilgi keşfi ve veri madenciliği genellikle birbirlerinin yerine kullanılmaktadır (Thuraisingham 1999). Bazıları veri madenciliğini, önceden bilinmeyen bilgiyi çıkarma süreci olarak tanımlarken bilgi keşfini de çıkarılan bilgiyi yorumlamak olarak tanımlanmışlardır (Borgelt 2002). Veri tabanlarından veri keşfi ile birkaç adımlık bir süreç kastedilmektedir. Bu adımlardan şüphesiz en önemli olanı ise *Veri Madenciliği'*dir. Bu adımda modelleme ve keşif teknikleri uygulanmaktadır (Thuraisingham 1999).

2.2. Veri Madenciliği ile İlgili Çalışmalar

Veri madenciliği ile ilgili çalışmaları verilerin sınıflandırılması, kümelenmesi ve birliktelik kuralları, web madenciliği ve metin kategorizasyonu alanlarında incelemek mümkündür.

Freitas, veri madenciliğinde genetik programlama (GP) ve genetik algoritma gibi evrimsel algoritmaların bir literatürünü sunmuş, sınıflandırma tipli problemlerde odaklanmıştır (Freitas, 2002). Ayrıca sınıflandırma için bir GP yapısı önermiş ve kural indirgemede genelleştirmiştir (Freitas 1997). Daha sonra Carvalho ve Freitas, sınıflandırma kurallarının keşfi için hibrit karar ağacı/genetik algoritma yaklaşımı önermişlerdir (Carvalho ve Freitas 2002).

Zhou ve ark. (2003), Ferreira tarafından bir lineer genetik programlama yaklaşımı olarak önerilen Gen İfade Programlama (GEP) ya göre sınıflandırma kurallarını içeren yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Ayrıca gen yapısında Ferreira'dan farklı olarak genin baş kısmının uzunluğunu sabit tutmamışlardır. Literatürden alınmış 12 veri kümesi üzerinde yaklaşımlarını test etmişler ve %20'lik bir iyileşme sağlamışlardır.

De Falco ve ark. (2002), sınıflandırma kurallarının otomatik keşfini yapabilen bir genetik programlama yapısı geliştirmişlerdir. Başlangıç olarak bir kural popülasyonu oluşturmuşlar ve genetik operasyonları (çaprazlama, kopyalama, mutasyon) her sınıfa bir kural düşene kadar uygulamışlardır. Algoritmalarını, önceden %75'ini eğitim ve %25'ini test seti olarak belirledikleri Proben1 veri setinde denemişlerdir. Çalışmalarını

yapay sinir ağları ve diğer genetik algoritmalarla karşılaştırmışlar ve düşük standart sapma göstermesi açısından çalışmalarının dayanıklılığını kanıtlamışlardır.

Sınıflandırmada uygulanan diğer tekniklerden medikal alanda da oldukça faydalanılmaktadır. Tan ve ark. (2002), medikal teşhiste kullanılabilmesi için sınıflandırma kuralları çıkaran iki aşamalı hibrit bir evrimsel sınıflandırma tekniği geliştirmişlerdir. İlk aşamada, GP ve GA evrimsel algoritmaları kullanılarak uygun aday kuralları belirlenmiş, ikinci aşamada doğru ve karşılaştırılabilir kural kümeleri yapısı elde etmek için bu aday kuralların sayısı ve farklı sıraları birleştirilmiştir. Delesie ve Croes (2000) bir sağlık sigortası veritabanından yararlanarak doktorların kalp ve damar hastalıkları alanındaki performansını ülke çapında değerlendiren bir veri madenciliği yaklaşımı sunmuşlardır.

Baykasoglu ve Özbakır (2007) veri madenciliği problemleri için yeni bir sınıflandırma tekniği olarak MEPAR-miner algoritmasını geliştirmişlerdir. MEPAR-miner algoritması, sınıflandırma kurallarının keşfi için orijinal Çoklu İfade Programlama (MEP) Algoritması'nın modifiye edilmesiyle oluşturulmuştur. Orijinal MEP kromozom gösteriminde, fonksiyon ve terminal kümeleri yeniden düzenlenerek tekrar tasarlanmış ve sınıflandırma kurallarını gösteren mantıksal ifadeler oluşturulmuştur. Algoritma C++ ortamında geliştirilmiş, 9 veri setinde denenmiş ve %90 doğruluk oranı elde edilmiştir.

Veri sınıflama alanında tümevarımcı mantıksal programlama (ILP) terimi ilk kez Muggleton (1992) tarafından ortaya atılmıştır. Burada çoklu sınıfların tahminini ikili problemler şeklinde ele almışlardır. Ancak, sınıflar ayrık ve büyük olduğu için, öğrenilmiş kurallarla birden fazla veya hiçbir sınıf tahmin edilme durumu gösterilmemiştir (Ali ve Pazzani 2003).

Metin sınıflandırması alanında, Andrade ve Bork (2000) metin kategorizasyonu için moleküler biyoloji alanda literatürden yararlı bilgiler çıkartmak amacıyla bir veri madenciliği algoritması kullanmıştır.

Lawrie, Croft ve Rosenberg (2001) farklı hiyerarşi modellerini, dökümanları sınıflandırmak için karşılaştırmışlar ve 'dominating set technique' dayalı yaklaşımın, diğer konu hiyerarşisi oluşturma yöntemlerine nazaran daha iyi sonuçlar sağladığını belirtmişlerdir.

Liu ve arkadaşları (2004) sorguları sınıflandırmak için Destek Vektör Makineleri (DVM) yöntemini kullanmıştır. Sorguların bazı sözdizimsel özellikleri: cümlenin uzunluğu, her kelimedeki ortalama karakter sayısı, her bir kelimedeki ortalama hece sayısı bu sorguların sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Sonuçlar DVM yönteminin sorguları tanımada %80 ve hatta %80'den de fazla oranda başarılı olduğunu göstermiştir.

Berry (2004) ve Miller (2005) metin madenciliği alanında da çalışmalar yapmışlar, Berry (2004) bu alan ile ilgili kümeleme, sınıflama, bilgi çıkarma, yeniden kullanma ve eğilim tespiti konularına kitabında yer vermiştir.

Kümeleme alanında yapılan çalışmalardan, Michalski ve Stepp (1983) kavramsal kümeleme modeli ile parçalara bölme ve konu tanımlamayı gerçekleştirmiştir. Nümerik ölçek kullanılarak yapılan kümelemelerde o sınıfın anlamı kullanıcıya bırakılmaktadır. Bu çalışmada ise kullanıcı açısından da anlamlı olabilecek sınıflar oluşturulması için tüm geometrik kavramlar algoritmada önceden tanımlanmaktadır. Daha sonra bulunan kümedeki o kavramı karşılayan toplam nokta sayısının, kavramın nokta sayısına oranının en büyük olduğu aday kümeye göre kümeleme yapılmaktadır. Bezdek ve Pal (1992) ve Bezdek ve ark. (1999) bulanık küme analizini geliştirmiştir.

Lin ve ark. (2000) coğrafi alanda kullanılan uzaysal veri madenciliği ile kümeler ve özellikler arasında yakınlık mesafesini ölçen etkili bir algoritma geliştirmiştir. Uzaklıkları öklid bağıntısına göre hesaplamışlar, yakınlık ölçeğinin hesaplanmasında zamandan kazanmak için alt ve üst limit tanımlamışlardır. Büyük boyuttaki problemler için algoritmalarının karmaşıklık seviyesinin düşük olduğunu ispatlamışlardır. Larsen ve Marx (1986) ve Everitt (1998) bir kümeleme aracı olan ayrıştırma çözümlemesi, zaman serisi analizleri için istatistiksel yöntemleri kullanmışlardır.

Pazar sepeti verisi üzerinde birliktelik kuralları çıkarımı problemi ilk olarak Agrawal ve ark. (1993) tarafından ele alınmıştır. Çalışmada birliktelik kuralları, X ve Y'nin nesne kümeler olduğu $X \Rightarrow Y$ (X birliktelik Y) şeklinde ifade edilmiş ve birliktelik kurallarının matematiksel şekli belirlenmiştir. Çalışmada kuralların kullanılabilirliğinin ve gücünün ifadeleri olan destek ve güven değerleri belirlenmiştir. Burada amaç, kullanıcı tarafından belirlenen minimum destek ve minimum güven değerlerini sağlayan tüm birliktelik kurallarının bulunmasıdır.

Chen ve ark. (2002) geleneksel birliktelik kuralları oluşturma algoritmalarının çok fazla sayıda kural oluşturmasından hareketle, tek bir özelliğe dayanan daha az sayıda ve basit kuralların oluşturulması için Basit Birliktelik Kuralları (SAR) algoritmasını geliştirmişlerdir. Elde edilen deneysel sonuçlara göre üretilen kural sayısı, tüm kural sayısından %10-15 daha az bulunmuştur.

Tsay ve Chiang (2004), kümeleme tabanlı bir birliktelik analizi algoritması olan Kümeleme Tabanlı Birliktelik Kuralları (CBAR)'nı geliştirmiştir. Algoritma ile önce büyük ölçekli veri tabanı bir kez taranmakta ve sonra da zıt gruplar kümelere ayrılmaktadır. Bu sayede birliktelik kuralları çıkarmak için daha az zaman ve tarama ile kurallar belirlenmiş olmaktadır. Bu algoritma büyük ve küçük boyutlu veri tabanlarında Agrawal'ın geliştirdiği Apriori algoritmasıyla karşılaştırılmış ve belirgin bir şekilde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Soukup ve ark. (2002) görselliğin anlamayı kolaylaştırdığı düşüncesinden yola çıkarak histogram ve kutu, çizgi, radar gibi grafiksel yöntemlerle veri madenciliğine farklı bir bakış açısı getirmiştir. Borgelt ve ark. (2002) veri analizi ve madenciliği için ilişkisel, muhtemel ve mümkün ağlar olmak üzere üç çeşit grafiksel model sunmaktadır.

Tamraparni (2003)'ye göre veri madenciliği ile ilgili çoğu yayın, verinin zaten gereksiz bilgilerden arındırılmış ve uzman kişinin ne yapacağını önceden bildiğini varsayarak analiz sürecinin son aşamasına yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle Tamraparni (2003) veri keşfi ve veri kalite yönetimi üzerine sistematik bir süreç geliştirmiştir.

2.3. Veri Madenciliğinin Temel Adımları

Veritabanlarından veri keşfi süreci iki ön hazırlık ve yedi ana adımdan oluşmaktadır. Ancak sunulan bu yapı kesinlikle bağlayıcı değildir. Bilimsel toplum içinde kabul edilmiş tek çeşit bir şema yoktur. Ancak son zamanlarda geçerli olan ve NCR, Chrysler gibi büyük firmaların kullandığı şema burada anlatılan yapıya çok yakındır.

Ön Hazırlık Adımları

- Potansiyel faydanın hesaplanması
- Hedeflerin tanımlanması ve fizibilite çalışması (Thuraisingham 1999)

Ana Adımlar

- Problemin Tanımlanması ve Hipotezlerin Biçimlendirilmesi: Veri madenciliği uygulamalarındaki başarısızlıkların ana nedenlerinden birisi, kısa ve uzun süreli problemler için bir hedef tanımlamamaktır. Veri madenciliği uzmanı, iş hedeflerini açık ve anlaşılır bir dilde olduğu kadar şirketin neye ulaşmak istediği ve veri madenciliğinin ne şekilde yardımcı olabileceğini de belirterek açıklamalıdır (Fernandez 2003).

- Verilerin mevcut olup olmadığının kontrolü, veri seçimi, gerekliyse veri toplama: Bu aşama verilerin elde edilmesi ve toplanmasını kapsar. Genellikle iki tür olasılık vardır. Birincisinde veri üretim süreci uzmanın kontrolü altındadır. Bu yaklaşım deneysel tasarımdır. İkinci olasılık ise uzmanın veri üretim sürecine etki edememesidir; bu ise gözlemci yaklaşımdır. Çoğu veri madenciliği uygulamasında ikinci olasılık görülmektedir. Genellikle veri toplandıktan sonra örneklemin dağılımı ya tamamen bilinmemektedir ya da veri toplama prosedüründe kısmi olarak mevcuttur. Veri toplamanın teorik dağılıma nasıl etki ettiğini anlamak, önce modelleme, daha sonra da sonuçları anlama için bir ön bilgi olması açısından faydalı olacağından çok önemlidir. Ayrıca modeli oluşturmak ve modeli test etmek için kullanılan verinin aynı bilinmeyen örneklem dağılımdan geldiğinden emin olmak gerekir. Eğer durum böyle değilse, oluşturulan tahmin modeli sonuçları elde etmek için başarılı bir şekilde uygulanamaz (Kantardzic 2003).

- Önişleme (toplam maliyetin %60-80'i)

- Veri formatlarının dönüştürülmesi ve birleştirilmesi: Veri madenciliği problemine başlarken, öncelikle verileri bir araya getirmek gerekmektedir. Gerçek bir işletme uygulamasında, verileri farklı departmanlardan getirmek gereklidir. Örneğin, bir pazarlama araştırması için verilerin satış departmanı, muhasebe ve müşteri hizmetleri departmanından alınması gerekecektir. Verilerin farklı bölümlerden elde edilmesi, veri tiplerinin de birbirinden farklı

olmasına neden olmaktadır. Veriler nümerik olduğunda, normalizasyon yapılmalıdır. Kategorik verilerde ise, kategoriler sıralanabiliyorsa, nümerik bir uzaklık fonksiyonu tanımlanmalıdır. Sıralanamıyor ise, her kategori için çeşitli suni ikili değişkenler üretilebilir (Witten ve Frank 2005).

- Veri Temizleme (Hataları Düzeltme, Sınırların Dışındaki Verileri Saptama, Eksik Verilere Değer Atama): Eksik değerlerle baş etmede en yaygın yöntem, eksik değer içeren kaydı basitçe silmektir. Ancak, silinen verilerin örüntüsü gerçekte aslında sistematik olabileceğinden ve bu kayıtları silmek de tek taraflı bir veri altkümesi oluşturabileceğinden dolayı tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle kayıtları silmek yerine eksik veri bir sabit ile değiştirilebilir, o sütunun ortalaması ile değiştirilebilir veya o değişkenin dağılımına göre rassal bir sayı üretilerek onunla yer değiştirebilir (Larose 2005). Sapma gösteren veriler çoğu gözlem verisiyle uyumlu olmayan ve veri kalitesini etkileyen olağandışı değerlerdir. Çoğu durumda, veri madenciliği uygulamasının amacı bu anormallikleri tespit etmektir. Bu gibi durumlarda, örüntü tanımlama süreci uygulanır. Diğer taraftan, eğer amaç bir model oluşturmaksa, sapma verileri modelin yanlış kurulmasına neden olacaktır. Bu durumda model kurulmadan önce bu verilerin ayrıştırılması ve ortadan kaldırılması gerekmektedir (Hand ve ark. 2000).
- Veri azaltma (örneklem alma, özellik seçme, prototip üretme) (Thuraisingham 1999)

• Veri Madenciliği (çeşitli yöntemler kullanılarak): Bu aşamada esas görev uygun veri madenciliği tekniğinin seçilmesi ve uygulanmasıdır. Bu süreç düz bir yol değildir; pratikte genellikle uygulama birkaç model üzerine kurulur, en iyi olanının seçilmesi diğer bir görevdir (Kantardzic 2003).

• Görselleştirme: Görsel veri madenciliği teknikleri, büyük çaplı veri tabanlarının analizinde iyi bir potansiyele sahiptirler. Çok boyutlu veri setlerini görselleştirmede kullanılan bu tekniklerden en bilinenleri serpilme diyagramları ve histogramlardır (Lee ve Siau 2001).

• Yorumlama, Değerlendirme ve Sonuçları Test Etme: İstatistiksel analizde, tahmin ve yorumlama istatistiksel çıkarımın bir parçasıdır. İstatistiksel çıkarım,

örneklemlerdeki bilgiye dayanan popülasyon karakteristiklerinin tahmini ve hipotez testleri için kullanılan yöntemleri içermektedir. Eğer örneklem popülasyonu temsil etmiyorsa, istatistiksel çıkarım uygulanamaz (Larose 2005).

- Dokümantasyon ve Yayma: Madenciliği yapılmış olan elde edilen verinin kullanıcıya farklı görselleştirme ve raporlama araçları kullanılarak sunulmasıdır (Thuraisingham 1999).

Ön hazırlık adımlarının amacı, ana adımların uygulanıp uygulanmayacağının kararının verilmesini sağlamaktır. Eğer potansiyel fayda yeterince yüksek ve talepler veri madenciliği yöntemleriyle karşılanabilecekse uygulanması pahalı olan ana adımlar kâr getirebilmektedir.

Ana adımlarda, öncelikle gizli bilgilerin çıkarılacağı veriler (gerekirse) toplanmakta, uygun veri kümeleri seçilmekte ve seçilen veriler veri madenciliği tekniklerinin uygulanacağı uygun bir formata dönüştürülmektedir. Bu veriler daha sonra uygulanacak algoritmaların performansını arttırmak için gereksiz bilgilerden temizlenir ve verilerin boyutu küçültülür. Bu ön hazırlık adımları genellikle toplam maliyetin büyük kısmını oluşturmaktadır. Hedef tanımlama aşamasında belirlenen veri madenciliği görevine göre seçilen yöntem uygulanır ve sonuçlar değerlendirme amacıyla görselleştirilebilir. İlk etapta istenilen hedefe nadiren ulaşıldığı için, bazı ön hazırlık adımları ve veri madenciliği yöntemleri sonucu iyileştirmek için tekrarlanır. Şimdi açıkça görülmektedir ki veri madenciliği tam olarak otomatik değil interaktif bir süreçtir. Kullanıcı sonuçları değerlendirmeli, sonuçların makul olup olmadığını kontrol etmeli ve diğer veriler üzerinde sonuçları test etmelidir. Eğer gerekirse sürecin gidişini ihtiyaçları karşılayacak şekilde değiştirmelidir (Thuraisingham 1999).

2.4. Veri Madenciliğinin Hedefleri ve Görevleri

Veri madenciliği, bir olgudan yola çıkarak, tanımlayıcı ve tahmin edici bir model yaratma işi olarak düşünülebilir (Cheung ve ark. 2001). Tahmin etme, veri seti içindeki bazı değişkenler kullanılarak bilinmeyen veya gelecekteki değerleri tahmini içermektedir. Diğer taraftan tanımlama ise, veriyi tanımlayacak ve insanlar tarafından

anlaşılmasını sağlayacak şekilleri bulmaya odaklanır. Bu nedenle, veri madenciliği aktivitelerini iki kategoriden birine yerleştirmek mümkündür:

1) Veri seti ile tanımlanmış sistemin modelini üreten tahmine dayalı veri madenciliği,
2) Mevcut veri seti içinden yeni ve önemli bilgileri ortaya çıkaran tanımlayıcı veri madenciliği.

Aşağıdaki veri madenciliği görevleri için veri madenciliği teknikleriyle tahmin ve tanımlama hedefleri gerçekleştirilmektedir:

1. *Sınıflandırma* - veri öğelerini önceden tanımlanmış sınıflara ayıran tahmin amaçlı öğrenme fonksiyonunun bulunmasıdır.
2. *Regresyon* – bir veri öğesini gerçek zamanlı tahmin değişkenine eşleyen tahmin amaçlı öğrenme fonksiyonunun bulunmasıdır.
3. *Kümeleme* – veriyi tanımlamak için sonlu sayıda kategori veya kümeyi belirleyen genel bir tanımlayıcı görevdir.
4. *Özetleme* – bir veri kümesinin nasıl tanımlanması gerektiğinin bulunmasını içeren ek bir tanımlayıcı görevdir.
5. *Bağlılık Modeli* – bir veri seti veya veri setinin bir parçası içinde değişkenler arasında veya özellikler arasında önemli ilişkileri tanımlayan bir yerel model bulunmasıdır.
6. *Değişkenliğin Belirlenmesi* – veri seti içinde en önemli değişimlerin bulunmasıdır (Kantardzic 2003).

2.5. Veri Madenciliği'nde Kullanılan Teknikler

Veri madenciliği; kümeleme, veri özetleme, değişikliklerin analizi, sapmaların tespiti gibi çok sayıda teknik yaklaşımı içermektedir. Bu teknikler, yapay zeka yöntemleri, optimizasyon yöntemleri ve istatistiksel yöntemler grupları altında incelenmiştir.

2.5.1. Yapay Zeka Yöntemleri

Günümüzde matematiksel olarak formülasyonu kurulamayan ve çözülmesi mümkün olmayan problemler sezgisel yöntemler ile bilgisayarlar tarafından çözülebilmektedir. Bilgisayarların bu yeteneklerinin gelişmesini sağlayan "Yapay Zeka" çalışmaları 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır. Bu sistemler, eldeki bilgiler ile olayları öğrenmesi ve sonraki olaylar hakkında karar verebilmesi nedeni ile "Zeki Sistemler" olarak adlandırılmaktadır.

Günlük olaylar ve problemler sürekli değiştiğinden, yapay zeka çalışmaları değişik teknolojilerin doğmasına sebep olmuştur. Günümüzde 60'tan fazla yapay zeka teknolojisi mevcuttur. Bunlardan en yaygın olanları (Öztemel 2006):

- Uzman Sistemler
- Makine Öğrenmesi ve Yapay Sinir Ağları
- Genetik Algoritmalar
- Bulanık Önermeler Mantığı
- Zeki Etmenler

Uzman Sistemler

Uzman sistemler, uzman seviyesindeki bilgiyi uzman düzeyinde bir performans elde etmek için kullanan bilgi tabanlı sistemlerdir. Uzman sistem terimi, sistemdeki bilginin o alandaki uzmanlarla yapılan görüşmelerden elde edilmesinden gelmektedir. Bir uzman sistemin bilgi tabanı, kural tabanı ve sonuç çıkarma mekanizması olmak üzere üç ana bileşeni vardır. Bilgi tabanı, uzman sistemde belirtilen gerçekler ve sonuç çıkarmaya yönelik bilgi ve yargılar ile ilgili bilgileri içeren kısımdır. Kural tabanı, alan ve operasyonla ilgili belirli bilgileri kodlayan kurallar kümesidir. Sonuç çıkarma mekanizması ise uzman sistemin kontrol bilgilerini içeren kısımdır. Bilgi tabanı ve çalışma alanında bulunan bilgiler üzerine düşünmek için bir metodoloji sunan ve sonuçları biçimlendiren bir bilgisayar programıdır (Jain ve ark. 2002).

Makine Öğrenmesi ve Yapay Sinir Ağları

İstatistiksel yöntemlerdeki gibi, makine öğrenmesi yöntemleri de test verisiyle eşleşen en iyi modeli aramaktadır. Ancak istatistiksel yöntemlerden farklı olarak, arama uzayı *n* boyutlu vektör uzayı yerine, *n* adet özellikten oluşan kavramsal bir uzaydır. Bunun yanında, çoğu makine öğrenmesi yöntemi arama sürecinde sezgisel yöntemleri kullanmaktadır. Veri madenciliğinde kullanılan en yaygın makine öğrenmesi yöntemleri ise karar ağacı, tümevarımcı kavram öğrenme ve kavramsal kümelemedir (Sumathi ve ark. 2006).

Yapay bir sinir ağı, basit işlem elementlerinin birbiriyle bağlanmış halidir ve çalışma olarak havyan nöronunu temel alır. Ağın işlem kabiliyeti, bir takım eğitim örneği ile elde edilmiş olan birimler arası bağlantıların kuvvetinde veya ağırlığında saklıdır (Gurney 1997). Bir nöron; girdi değişkenlerinin doğrusal olmayan, parametreli fonksiyonudur. Bir nöron ağı da, iki veya daha çok nöronun doğrusal olmayan fonksiyonlarının kompozisyonudur. Günümüzde en çok kullanılanı çok katmanlı algılayıcı ağlarıdır. Bu ağlar girdi, ara ve çıktı katmanlarından oluşmakta ve sayıları deneme yanılma yolu ile belirlenmektedir. Çok katmanlı ağlar özellikle sınıflama, tahmin etme, tanıma, yorumlama ve teşhis etme alanlarında oldukça başarılıdır (Dreyfus 2005).

Genetik Algoritmalar

Genetik algoritma, doğal seçilim ve genetik birleşim prensiplerine dayalı matematiksel bir araştırma tekniğidir (Chambers 1999). Genetik algoritma olarak adlandırılan çoğu yöntem en az şu elementlere sahiptir: Kromozom popülasyonu, uygunluk fonksiyonuna göre seçim, yeni birey yaratmak için çaprazlama ve yeni bireyin tesadüfi mutasyonu. Genetik algoritmada kromozomlar bitlerle ifade edilmekte ve 0 veya 1 değerini almaktadırlar. Her bir kromozom, aday çözümlerin arama uzayındaki bir nokta olarak düşünülebilir. Genetik algoritma, kromozom popülasyonlarını sırasıyla birbiri ile değiştirerek çalışmaktadır. Genellikle mevcut popülasyondaki her kromozoma

uygunluk değeri atayan bir uygunluk fonksiyonuna sahiptir. Kromozomun uygunluğu, kromozomun o problemi ne kadar iyi çözebildiğine bağlıdır (Mitchell 1998).

Bulanık Önermeler Mantığı

Bulanık mantık sistemleri, işletmelerde yapay zeka uygulamalarının küçük fakat ciddi ve gelişen kısmını temsil etmektedirler. Bulanık mantık, insan muhakemesine benzeyen ve belirsiz şekildeki durumları birleştirmeye olanak tanıyan bir muhakeme şeklidir. Bu kavram ilk kez 1964 yılında Kaliforniya Berkeley Üniversitesindeki Profesör Lofti Zadeh tarafından kullanılmıştır. Bulanık mantığın temel fikri, niteliklerin evet veya hayır gibi tek bir nokta değer yerine değer aralığında açıklanması ve daha sonra bu değer aralığını kullanan kuralların birleştirilmesi için iyi bir yolun bulunmasıdır (Şahin 2005).

Zeki Etmenler

Sensörleri vasıtasıyla çevresini algılayan ve bu çevreye karşı erişim düzeneği ile tepki veren her şeye etmen denir. Örneğin bir insan etmeni sensör olarak göz, kulak ve bunun gibi diğer organlara, erişim düzeneği olarak da el, ayak, ses yolu vb. organlara sahiptir. Bir robot ajanı sensör olarak kamera ve kızılötesi telemetre ve erişim düzeneği olarak çok çeşitli motorlar kullanabilmektedir. Bir yazılım etmeni ise klavyede basılan tuşları, dosya içeriklerini ve ağ paketlerini sensör girdileri olarak almakta ve ekranda gösterme, dosya yazdırma ve ağ paketi yollama yollarıyla da çevreye cevap vermektedir. Bir etmenin algı dizisi, etmenin geçmişte algıladığı her şeydir. Matematiksel anlamda etmenin davranışı da etmen algısını eyleme eşleştiren etmen fonksiyonu ile tanımlanmaktadır. Zeki etmenler öğrenebilme ve hedeflerine ulaşmak için bilgi kullanabilme kapasitesine sahiptirler. Zekâ ve kapasitelerine göre basit refleks etmenleri, model tabanlı refleks etmenleri, hedef tabanlı etmenler, fayda tabanlı etmenler ve öğrenen etmenler olmak üzere beş sınıfta gruplandırılabilirler (Russell ve Norvig 2009).

2.5.2. Optimizasyon Yöntemleri

Matematiksel anlamda optimizasyon, bir fonksiyonun kısıtlarını da göz önüne alarak o fonksiyonun minimizasyon veya maksimizasyonunun yapılmasıdır. Modelin formülasyonu yapılınca, çöüzümünü bulmak için bir optimizasyon algoritması kullanılabilir. Genellikle algoritma ve model, bunu ancak bir bilgisayarın çözebileceği kadar karmaşık olmaktadır. Evrensel bir optimizasyon algoritması yoktur. Aksine, her biri belirli optimizasyon problemleri için uygun olan çok sayıda algoritma vardır (Nocedal ve Wright 1999).

Destek Vektör Makineleri

Destek vektör makineleri (DVM) bilinmeyen veya kısmen bilinen, yüksek derecede doğrusal olmayan, karmaşık sistemleri, süreçleri modellemektedir. Başlangıçta güçlü teorik altyapısına rağmen DVM yoğun ilgi görmemiştir. Daha sonra metin kategorizasyonu, rakam tanıma gibi alanlarda diğer yöntemlere göre çok iyi kıyaslama sonuçları elde edilince ciddiye alınmıştır.

Destek vektör makineleri "parametrik olmayan" model tipine girmektedir. Parametrik olmayan ifadesi, DVM'lerin hiç parametresi olmadığı anlamına gelmemektedir. Sadece klasik istatistiksel yöntemlerdeki gibi parametreleri önceden tanımlanmamıştır. Parametreler ve bunların sayısı kullanılan öğrenme verisine bağlıdır. Bu da destek vektör makinelerinin en temel paradigmasıdır (Wang 2005).

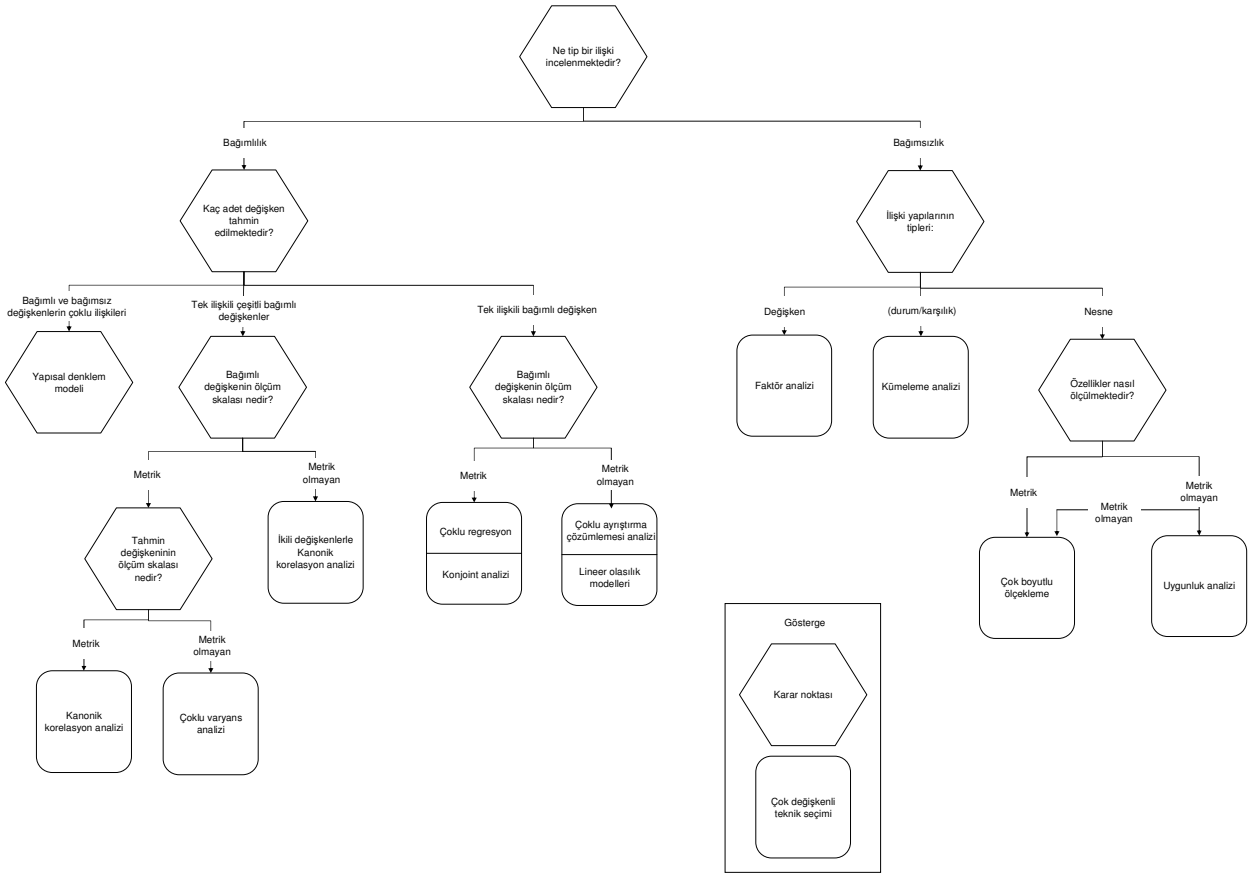
2.5.3. İstatistiksel Yöntemler

Gerçekleştirilen çalışmada problemlerin yapısı birden fazla değişkeni içerdiğinden, çok değişkenli analiz teknikleri incelenmiştir.

Çok değişkenli analiz teknikleri, çoklu ölçümleri analiz eden tüm istatistiksel yöntemleri aynı anda kapsamaktadır. Çoğu çok değişkenli teknik, tek değişkenli ve iki değişkeli analizinin uzantılarıdır. Örneğin tek değişkenli regresyon, çok değişkenli durumda birkaç tane tahmin değişkeni kullanılması şeklinde genişletilmiştir. Aynı

şekilde, varyans analizindeki tek bağımlı değişken çoklu varyans analizinde yerini çok bağımlı değişkene bırakmıştır (Hair ve ark. 1998).

Hair ve ark. (1998) çok değişkenli teknikleri sınıflandırmak için Şekil 2.2'de görüldüğü gibi bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu sınıflandırmada göz önüne alınan unsurlar: 1) Değişkenlerin bağımlı ve bağımsız olarak ayrılabilmesi 2) Ayrılabiliyorsa, bir analizde kaç değişkenin bağımlı olarak ifade edilebileceği ve bağımlı ve bağımsız değişkenlerin ölçüm şekilleridir.



Şekil 2.2: Çok Değişkenli Teknik Seçimi

KAYNAK: HAIR, J., R.E. ANDERSON, R.L. TAHTAM ve W.C. BLACK. 1998. Multivariate Data Analysis. Prentice-Hall International, Inc. p.20-21.

Çizelge 2.1'de bağımlı ve bağımsız değişken sayılarına ve özelliklerine göre çeşitli çok değişkenli teknikler gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, kanonik korelasyon bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tipi ve sayısına göre en az kısıtlamaya sahiptir. Bu yüzden diğer çok değişkenli teknikler için genel bir taban oluşturmaktadır. Değişkenlere kısıtlamalar geldikçe, verilerin ölçüm tiplerine göre daha kesin sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu nedenle çok değişkenli teknikler, daha genel bir yöntem olan kanonik korelasyondan daha özel bire yöntem olan yapısal denklem modeline kadar uzanmaktadır (Hair ve ark. 1998).

Çizelge 2.1: Çok Değişkenli Bağlılık Yöntemleri Arasındaki İlişkiler

Kanonik Korelasyon Analizi $Y_1 + Y_2 + Y_3 + \ldots + Y_n = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik, metrik olmayan) (metrik, metrik olmayan)*
Çok Değişkenli Varyans Analizi $Y_1 + Y_2 + Y_3 + \ldots + Y_n = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik) (metrik olmayan)*
Varyans Analizi $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik) (metrik olmayan)*
Çoklu Ayrıştırma Çözümlemesi Analizi $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik olmayan) (metrik)*
Çoklu Regresyon Analizi $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik) (metrik, metrik olmayan)*
Lineer Olasılık Modelleri $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik olmayan) (metrik)*
Faktör Analizi $Y = A.X$ *(metric)*
Kümeleme Analizi $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik olmayan) (metrik olmayan)*

Uygunluk Analizi $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik olmayan) (metrik olmayan)*
Ortaklık Analizi $Y = \text{if } (X_1) \text{ then } (X_2)$ *(metrik) (metrik olmayan)*
Konjoint Analizi $Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n$ *(metrik, metrik olmayan) (metrik olmayan)*
Yapısal Denklem Modellemesi $Y_1 = X_{11} + X_{12} + X_{13} + \ldots + X_{1n}$ $Y_2 = X_{21} + X_{22} + X_{23} + \ldots + X_{2n}$ $Y_m = X_{m1} + X_{m2} + X_{m3} + \ldots + X_{mn}$ *(metrik) (metrik, metrik olmayan)*

Ana Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis)

Ana bileşenler analizi, orijinal değişken kümesini birbiriyle ilişkisiz ve oldukça küçük değişken setine lineer şekilde dönüştüren bir istatistiksel tekniktir. Bu tekniğin kabul edilen en eski tanımı Pearson (1901) ve Hotelling (1933) tarafından yapılmıştır (Jolliffe 2002). Elde edilen daha küçük değişken kümesinde orijinal değişken setindeki bilginin çoğunun saklanması amaçlanır. Bir lineer bileşen kovaryans veya korelasyon matrisine (standardize edilmiş değişkenlerin kovaryans matrisi) dayanarak elde edilmektedir. Benzer şekilde ana bileşenler analizi de kovaryans veya korelasyon matrisine dayanmaktadır (Dunteman 2001).

Kümeleme Analizi (Cluster Analysis)

Kümeleme analizinin amacı, çok değişkeni olan büyük ölçekli veri setlerinde doğal alt grup veya kümeler oluşturmaktır. Bu ise, değişkenleri belirli kriterlere göre birbirine yakın sayıp gruplandırarak yapılmaktadır. Gruplar birbiri içinde olabildiğince homojen olmalı ve çeşitli gruplar arasındaki farklılıklar de mümkün olduğu kadar büyük

olmalıdır (Hardle ve ark. 2007). Ayrıştırma çözümlemesi (discriminant) analizinden farklı olarak, gruplar önceden tanımlanmış değildir. Aksine bu teknik, grupları ortaya çıkarmak için kullanılır (Hair ve ark. 1998). Kümeleme analizi iki ana gruba bölünebilir:

1. Yakınlık ölçeğinin seçimi: Bütün ikili değerler, birbirleriyle benzerliklerine göre kontrol edilirler. Benzerlik ölçüsü, objelerin birbirlerine yakınlıklarını tanımlamaktadır. Ne kadar yakın iseler, o kadar homojendirler.

2. Grup oluşturma algoritmasının seçimi: Yakınlık ölçeği temel alınarak objeler gruplara atanır. Böylece gruplar arasındaki farklar büyümeye başlar ve aynı grup içindeki değerler mümkün olduğunca birbirine yaklaşır.

Kümeleme analizi pazarlamada test pazarlarının seçimi için kullanılır. Diğer uygulamalar organizasyonların organizasyonel yapılarına, teknolojilerine ve tiplerine göre sınıflandırılmasını içermektedir. Psikolojide, anketlere göre kişilik çeşitlerinin bulunmasını sağlamaktadır. Arkeolojide, objelerin farklı zaman periyotlarına göre sınıflandırılmasına yaramaktadır. Kümeleme analizinin kullanıldığı diğer branşlar tıp, sosyoloji, dil bilimi ve biyolojidir. Her durum için heterojen örneklem objeleri homojen alt gruplar oluşturmak amacıyla analiz edilir (Hardle ve ark. 2007).

Çoklu Ayrıştırma Çözümlemesi (Discriminant) Analizi

Çoklu ayrıştırma çözümlemesi analizi, eğer bağımlı değişken iki seviyeli (örn., kadın-erkek) veya çok seviyeli (örn., yüksek- orta- düşük) ve dolayısıyla metrik olmayan yapıda ise uygun bir tekniktir. Bağımsız değişkenler ise çoklu regresyondaki gibi metriktir (Hair ve ark. 1998). Çoklu ayrıştırma çözümlemesi, kümelerin daha önceden bilindiği durumlarda kullanılır (Hardle ve ark. 2007). Küme kategorilerinin "gerçek" olduğunu, konuların ortalama %93'ünü doğru kümelerde sınıflandırarak tasdik etmek için kullanılır (Larose 2005).

Örneğin, bir banka için borçlarını düzenli olarak ödeyen iyi müşteriler olduğu gibi borcunu ödemekte zorluk gösteren kötü müşteriler de bulunmaktadır. Yeni bir müşteri kredi istediği zaman, banka verip vermeme konusunda karar vermek durumundadır. Bankanın geçmiş kayıtları iki veri setini sağlamaktadır: iki müşteri kategorisinin çoklu

gözlemleri (yaş, ücret, evlilik durumu, kredi miktarı, vs.). Yeni müşteri x ise aynı değişkenlerle farklı bir gözlemdir. Ayrıştırma kuralı müşteriyi var olan iki kategoriden birine sınıflandırmalı ve ayrıştırma analizi de olası bir "kötü karar" riskini değerlendirmelidir (Hardle ve ark. 2007).

Ortaklık Analizi (Association Analysis)

Pazar sepeti (market basket) analizi olarak da bilinen ortaklık analizi, bir veya birkaç birlikte değişen özelliğin ortaya çıkarılması çalışmasıdır. Kuralları ise "eğer geçmişten geliyorsa, sonra da devam eder" şeklinde destek ve güvenilirlik oranı ile belirlenmektedir. Örneğin, bir süpermarket Perşembe akşamı gelmiş olan 1000 müşteriden 200'ünün çocuk bezi ve çocuk bezi alanlardan 50'sinin de bira aldığını keşfetmiştir. Bu yüzden ortaklık kuralı, "50/1000 = %5 destek oranı ve 50/200 = %25 güvenilirlik oranı ile eğer çocuk bezi alınıyorsa bira da alınır" şeklindedir.

Hangi algoritma kullanılırsa kullanılsın, ortaklık kuralları belirlemede temel sorun, problemin boyutunun büyük olmasıdır. Özellikler arttıkça, olası ortaklık kurallarının sayısı da üssel olarak artmaktadır. Sadece ikili (binary) değişkenler göz önüne alındığında, eğer k adet özellik varsa, 2^{k-1} olası ortaklık kuralı vardır. Ortaklık kuralları uygulamasının tipik örneğinin pazar sepeti analizi olduğu düşünülürse, binlerce ikili değişken seçeneği karşımıza çıkabilmektedir. Küçük bir mağazanın sadece 100 farklı ürün çeşidi varsa ve müşteriler bu 100 adet ürün kombinasyonunu alıp almama seçeneğine göre değerlendirildiğinde, algoritmanın karşılaşacağı $100 \times 2^{99} \cong 6.4 \times 10^{31}$ olası kural vardır.

Büyük veritabanlarından ortaklık kuralları oluşturma işlemi 2 basamaklı bir süreçtir:

- Sık görülen veri setlerini bul; sıklığı $\geq \phi$ olan tüm veri setlerini ortaya çıkar.
- Çıkarılan veri setlerinden, minimum destek ve güvenilirlik şartlarını sağlayan ortaklık kurallarını oluştur (Larose 2005).

Çok Değişkenli Varyans ve Kovaryans Analizi

Çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) birkaç kategorik bağımsız değişken (genellikle tretman olarak adlandırılır) ile 2 veya daha fazla bağımlı metrik değişken arasındaki ilişkiyi ortaya çıkaran istatistiksel bir tekniktir. Tek değişkenli varyans analizinin (ANOVA) bir uzantısını temsil etmektedir. Çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) MANOVA ile birlikte kullanılarak metrik bağımsız değişkenlerin metrik bağımlı değişkenler üzerindeki kontrol edilemeyen etkisini (deneylerden sonra) azaltmada kullanılabilmektedir. Prosedür, üçüncü değişkenin etkisinin korelasyondan çıkarıldığı iki değişkenli kısmi korelasyondakine benzemektedir. MANOVA, araştırmacı iki veya daha çok bağımlı metrik değişkenin grup tepkilerinin varyansını test etmek için deneysel tasarım yaptığında (metrik olmayan tretman değişkenlerinin manipülasyonu) kullanışlıdır (Hair ve ark. 1998).

Konjoint Analizi

Konjoint ölçüm analizi pazarlamada önemli bir rol oynamaktadır. Yeni ürünlerin dizaynında farklı elementlerin ürüne katkılarını belirlemek önemlidir. Pazarlama ve reklam stratejileri ürünün toplam faydasının algılanmasına dayanmaktadır. Bunun örnekleri araba tasarımları, yiyecekler veya siyasi parti programları olabilir. Yeni bir margarin için tattaki veya sunumdaki bir değişikliğin ürünün bütünün algılanmasını artırıp artırmadığı merak edilebilir.

Konjoint ölçüm analizinde, toplam fayda farklı elementlerin faydalarının ayrıştırılması ile açıklanmaktadır. Bu elementlere “değerli parçalar” denir. Değerli parçaların yorumlanması, ürünün algılanması ve kabul edilmesine ışık tutmaktadır. Değerli parçalar, en küçük kareler yöntemi ile hesaplanır. Metrik çözümler lineer modeldeki varyans analizine karşılık gelmektedir. Metrik olmayan çözüm ise regresyonda eğri uydurma ve ANOVA yöntemi ile değerli parçaları bulma arasında iterasyon halindedir (Hardle ve ark. 2007).

Yapısal Denklem Modellemesi

LISREL (popüler yazılım paketlerinden birinin adı) olarak da bilinen yapısal denklem modellemesi, bağımlı değişken setlerinin her biri için ayrı ilişkiler kurmaya izin veren bir istatistiksel tekniktir. En basit haliyle, ardışık olarak geliştirilmiş ayrı regresyon denklem serileri için en uygun ve etkili hesaplama tekniğidir. İki ana bileşen tarafından karakterize edilmektedir: (1) yapısal model ve (2) ölçüm modeli. Yapısal model bağımlı ve bağımsız değişkenlerle ilgili yol gösterici bir modeldir. Araştırmacı teorik olarak veya önceki deneyimlerinden hangi bağımlı değişkeni hangi bağımsız değişkenin etkilediğini biliyorsa, model bunları ayırt etmesine izin vermektedir. Çoklu bağımlı değişken içeren önceki modeller (kanonik korelasyon veya MANOVA gibi) bu durumda uygulanamaz çünkü bu modeller bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında tek bir ilişkiye izin vermektedirler.

Ölçüm modeli, araştırmacının tek bir bağımlı veya bağımsız değişken için birkaç değişken kullanmasını sağlamaktadır. Örneğin, araştırmacı bir yerine birden fazla değişken kullanarak bir konsepti temsil etmeye yarayan "toplam sayılı ölçek" kullanabilir. Ölçüm modelinde, araştırmacı her bir ölçeklenen öğenin katkısını değerlendirebildiği gibi, ölçeklerin konsepti ne kadar iyi temsil ettiğini de görebilmektedir. Bu prosedür ölçek ve faktör skorlarının kullanılması bakımından faktör analizine benzemektedir (Hair ve ark. 1998).

Kanonik Korelasyon Analizi

Kanonik korelasyon analizi, çoklu bağımlı değişken ve çoklu bağımsız değişken kümeleri arasındaki doğrusal ilişkiyi bulma çalışmasını kolaylaştıran bir istatistiksel modeldir. Çoklu regresyon modelinin mantıksal bir uzantısı olarak da görülmektedir. Ancak çoklu regresyonda tek bağımlı değişken mevcut iken, kanonik korelasyonda birden fazla bağımlı değişken mevcuttur (Hair ve ark. 1998).

Kanonik korelasyon analizinde iki veri seti arasındaki lineer ilişki, x ve y değişkenlerinden eşit sayıda lineer kombinasyonlar üretilerek bulunur. Bu kombinasyonlar, iki veri seti arasındaki korelasyonu maksimize edecek şekilde

oluşturulur. Üretilen lineer kombinasyonlara kanonik değişkenler, kanonik değişkenler arasındaki korelasyona ise kanonik korelasyon adı verilmektedir (Dixon 1992).

Çoklu Regresyon Analizi

Çoklu regresyon, tek bağımlı değişken ve bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen istatistiksel bir yöntemdir. Çoklu regresyonun iki yaygın kuklanım amacı tahmin ve nedensellik analizidir. Tahmin analizinde hedef, bağımsız değişkenlerden elde edilen verilere dayanarak bağımlı değişken üzerinde tahmin yapabilmek için formül geliştirmektir. Örneğin bir ekonomist gelecek yılın gayrisafi milli hâsılasını; geçen senenin gayrisafi milli hâsılası, şimdiki faiz oranları, şimdiki işsizlik oranı ve bunun gibi diğer bağımsız değişkenleri kullanarak tahmin etmek isteyebilir.

Nedensellik analizinde ise bağımsız değişkenler bağımlı değişkenin nedeni olarak algılanmaktadır. Burada amaç, belirli bir bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni gerçekten etkileyip etkilemediğini araştırmak ve eğer varsa bu etkinin büyüklüğünü tahmin etmektir (Allison 1999).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Kesim hatalarının ve dolayısıyla ıskarta miktarlarının azaltılması için gerçekleştirilen bu çalışmada öncelikle kesim süreci incelenmiş, daha sonra problemin nereden kaynaklandığını bulmak adına hata türleri belirlenmiş ve bu hata türlerine göre en çok ıskarta miktarına neden olan kaynak üzerinde veriler toplanmıştır. Kesim bölümü için oluşturulan süreç akış şeması Ek-1'de verilmiştir.

Şemaya göre, öncelikle kumaşlar serim alanında belirlenen boyda kesilir. Daha sonra serilmiş kumaşlar kesim masasına makine yardımıyla alınır. Serilen kumaşların her bir katına pastal denmektedir. Pastallar masaya yerleştirilir ve üzerlerine vakum naylonu serilerek vakumlama yapılır. Daha sonra belirlenen bir referansa göre makinenin x ve y yönünde lazer uygunluğu kontrol edilir. Eğer sapma varsa pastal düzeltilir. Makinede uygun hazırlık ayarı yapılır, uygun konfigürasyon ve matkap seçilerek kesime başlanır. Pastalların üst ve orta katından numune alınarak kalitesi kontrol edilir. Kesim işlemi sona erdiğinde sistemden çıkılır, kesilmiş kumaşlar toplamacılar tarafından kesim arabalarına yüklenir. Kesimin kayıtları tutulur, kumaşlara etiket basılır ve kutulanacak, çizilecek ve rötuşlanacak kumaşlar ilgili yerlere sevk edilirler. Son olarak masa temizlenir, toplanan kumaşlar takımlama masasına götürülür ve takımlanır.

Kumaşlarda görülen hataların türlerine göre kodları Çizelge 3.1'de görüldüğü gibidir. Yıldızla işaretlenmiş hata kodları sadece kesim bölümünden kaynaklanan hatalardır. Yapılan çalışma kesim bölümü için gerçekleştirildiğinden, söz konusu hatalar ele alınarak incelenmiştir. Bu hatalar kumaşın pastala ters yönde serilmesi ve bunu fark edilmemesinden kaynaklanan hatalar, yanlış pastal bilgisi ile kesim, Gerber kesim makinesinden kaynaklanan hatalar, desende kayma ve kesimin yapılış şeklindeki metod hatalarıdır.

Çizelge 3.1: Hata Kodlarına Karşılık Gelen Hata Türleri

Hata Kodu	**Hata Türü**
F01	Dikiş Hatası
F02	Kesim Hatası Yarım Parça
F03	Kumaş Hatası İşaretsiz
F04	Kumaş Hatası İşaretli
F05	Hatasız Parça-Numune Çalışması
F06	Seri Sonu Parça
*F07	Kesim Hatası -Su Yönü Desen Kayması
F08	Teknik Kabul Tahribatlı Numune
*F09	Yanlış Pastal Bilgisi İle Kesim
*F10	Gerber Kaynaklı Kesim Hatası
*F11	Desende Kayma
F12	Kumaş Renk Farkı
*F13	Metod Hatası

Bu hata türlerinden ortaya çıkan ıskartaların metre cinsinden miktarı ise Ek-2'de verilmiştir.

Hata türlerine göre yapılan sebep-sonuç matrisi ise Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu matrise göre, müşteri için en önemli olan ve hatalar açısından da çıktı bazında kritik önemi olan hatalar Gerber kaynaklı kesim hatalarıdır. Gerber, kesim makinesinin adıdır. Süreç adımı olarak da önce kesim operatörünün bilgisi ve becerisi, daha sonra bilgisayardan girilen kesim şablonun doğruluğu en önemli kısımları oluşturmaktadır.

Çizelge 3.2: Sebep – Sonuç Matrisi

Müşteri için önem derecesi		9	6	4	1	1	
		1	2	3	4	5	
Süreç Adımı	**Girdiler**	Gerber kaynaklı kesim hatası	Metod hatası	Su&desen yönü hatası	Yanlış pastal bilgisi ile kesim	Desende kayma	**TOPLAM**
Pastal Bilgisinden İş Emri Doldur	Kesim Operatörü	8	1	9	9	6	132
Serim Hazırlık Ayarı	Pastal Boyu	1	1	1	1	3	26
	Serim Asansör Ayarı	1	1	1	1	1	24
	Kumaş Katsayısı	7	3	1	1	3	92
	Tansiyon Ayarı	3	1	1	1	1	42
	Serim Hızı	3	1	1	1	1	42
Kumaş Üzerinde İşaretli Hata Var Mı?	Kontrol Operatörü	1	1	1	1	1	48
	Kumaş Tedarikçisi	1	4	8	1	7	92
Pastalı Ters Çevir	Kumaşın Cinsi	7	1	1	1	5	88
	Serim Operatörü	2	1	9	1	4	86
Vakumun Devreye Alınması	Vakum Naylonu	8	1	1	1	1	87
	Vakum Derecesi	9	1	1	1	1	96
X Ve Y Yönünde Orijin Lazeri ile Düzgünlüğü Kontrol Et	Orijin Lazeri	1	1	1	1	1	24
	Pastal Pozisyonu	1	1	1	1	7	30
	Kesim Masası	1	1	1	1	1	24
Kesim Bilgisine Göre Hazırlık Ayarının Yapılması	Konfig. Ölçek Değeri	8	1	1	1	1	87
	Matkap	7	1	1	1	1	78
	Bıçak Uzaklığı	9	1	1	1	1	96
	X Yönünde Bıçak Doğrultusu	9	1	1	1	1	96
	Matkap Uzaklığı	9	1	1	1	1	96
Makineyi Çalıştırarak Kesimi Başlat	Bıçak Ünitesi	9	1	1	1	1	96
	Bileme Ünitesi	9	1	1	1	1	96
	KI Ünitesi Ayarı	9	1	1	1	1	96
	Kesim Hızı	7	3	1	1	1	90
	TaşıyıcıÜnitesi Pozisyonu	2	1	1	1	2	34
	Tüy	9	1	1	1	4	99
	Matkap Ünitesi	5	1	1	1	1	60
	CAD/CAM Programı	6	1	1	1	1	69
	Vakum Kağıdı	4	1	1	1	1	51
	Kesim Bıçağı	8	1	1	1	1	87
	Soğutma Havası	5	1	1	1	1	60
	CAD Data	7	9	1	1	1	126
	Resealer	7	1	1	1	1	78
İlk Parça Onayı	Kalite Teknisyeni	3	1	9	1	1	74
Çıktılar için Toplam		186	49	65	42	66	

Ek-2 ve Çizelge 3.2'de ortaya çıkan sonuçlara göre, Gerber kaynaklı kesim hatalarının baskın geldiği görülmektedir. Bu nedenle analiz aşaması için Gerber kesim makinesine odaklanılmış ve yapılan kesimlerden bir ay süreyle toplanmış olan 872 adet yığın veriden yararlanılmıştır. Veriler önceden belirlenen değerlere göre değil, o gün hangi kesim yapılıyorsa ona göre toplanmıştır. Bu yüzden seviyeler için replikasyonlar aynı sayıda değildir. Toplanmış ham verilerin bir kısmı Ek-3'te verilmiştir.

Veriler işlenmemiş halde iken 49 girdi değişkeni ile 15 adet çıktı değişkeni olmak üzere toplam 64 adet değişken bulunmaktadır. Bu girdiler; Parça Tipi, Kontrol Operatörü, Makine No, Model Adı, Kesim Dosyası, Parça Kesim No, Şablon No, Konfigürasyon Adı, Pastal Katsayısı, Kumaşın Cinsi, Kumaşın Adı, Kat Numarası, Kesim Hızı, Bıçak Aşınması, Akıllı Bıçak Kullanımı (KI), KI Kalibrasyon Değeri, Bıçak Hızı, Vakum Derecesi, Matkap, Dökülen Tüy ve Tiftik Durumu, Vakum Naylonu, Vakum Kâğıdı, Bıçak Uzaklığı, Bıçağın Köşeden Uzaklığı, Kesim Sonrası Uzaklık, Kesim Sonrası Köşeden Uzaklık, İşaretleyici, X ölçeği, Y ölçeği, Bıçak Bileme Hızı, Matkap1 Hızı, Matkap2 Hızı, Bileme Frekansı, Yeni Bıçak için Bileme Sayısı Ayarı, Maksimum Hızlandırma, X Yönünde Matkap1'e Uzaklık, Y Yönünde Matkap1'e Uzaklık, X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık, Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık, X Yönünde Bıçağa Uzaklık, Y Yönünde Bıçağa Uzaklık, KI Zorlama Miktarı, KI Eğilme Açısı, Bıçak Genişliği, Bıçak/Matkap Kullanımı, Kumaş Referansı, Lot No, Giriş No, Kesim Yönünün Saat Yönü/Saat Yönü Tersi Olma Durumu'dur.

Çıktılar ise; Delik Çapı, Delik Pozisyonu, Çıt Uzunluğu, Kesik Parçada Yanık Durumu, Kesik Parçada Tırtır Durumu, Desen Kayması, Çentiğin En Yakın Köşeye Uzaklığı, Desen Yönü (ters/düz), En %+-0,25 , Boy %+-0,25 , En %+-0,5 , Boy %+0,5 , En %+-0,75 , Boy %+-0,75 ve Doğru Referanslı Kumaş ve Ürün'dür.

Girdi değişkenlerinden Parça Tipi, Kontrol Operatörü, Makine No, Model Adı, Kesim Dosyası, Parça Kesim No, Şablon No, Konfigürasyon Adı, Kumaşın Cinsi, Kumaşın Adı, Akıllı Bıçak Kullanımı, Matkap, Dökülen Tüy ve Tiftik Durumu, Vakum Kâğıdı, İşaretleyici, Bıçak/Matkap Kullanımı, Kumaş Referansı, Lot No, Giriş No, Kesim Yönünün Saat Yönü/Saat Yönü Tersi Olma Durumu değişkenleri kategorik değişkenler olup, Pastal Katsayısı, Kesim Hızı, Bıçak Aşınması, KI Kalibrasyon Değeri, Bıçak Hızı, Vakum Derecesi, Vakum Naylonu, Bıçak Uzaklığı, Bıçağın Köşeden

Uzaklığı, Kesim Sonrası Uzaklık, Kesim Sonrası Köşeden Uzaklık, X ölçeği, Y ölçeği, Bıçak Bileme Hızı, Matkap1 Hızı, Matkap2 Hızı, Bileme Frekansı, Yeni Bıçak için Bileme Sayısı Ayarı, Maksimum Hızlandırma, X Yönünde Matkap1'e Uzaklık, Y Yönünde Matkap1'e Uzaklık, X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık, Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık, X Yönünde Bıçağa Uzaklık, Y Yönünde Bıçağa Uzaklık, KI Zorlama Miktarı, KI Eğilme Açısı, Bıçak Genişliği ise nümerik değişkenlerdir.

Çıktı değişkenlerinden ise Kesik Parçada Yanık Durumu, Kesik Parçada Tırtır Durumu ve Desen Yönü (ters/düz) değişkenleri kategorik olup, Delik Çapı, Delik Pozisyonu, Çıt Uzunluğu, Desen Kayması, Çentiğin En Yakın Köşeye Uzaklığı, En %+-0,25 , Boy %+-0,25 , En %+-0,5 Boy %+0,5 , En %+-0,75 , Boy %+-0,75 değişkenleri ise nümeriktir.

Girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki kategorik değişkenler ordinal değişkenler olmayıp, kendi içinde sıralanmaları mümkün değildir.

Girdi değişkenleri arasından Gerber kaynaklı hataları oluşturan süreç parametreleri ise şu şekilde açıklanmıştır:

Kesim Hızı (birim): Gerber takımına uygun kesme hızının seçilmesidir. Aksine bir şey belirtilmemişse kesim hızı değeri 10 olarak seçilir.

Bıçak Aşınması (birim): Kesim bıçağının dayanma ömrüdür. Diğer bir deyişle, bıçağın kaç kesim sonrasında aşınacağını gösterir. Bıçağın kaç kez kesim yaptığı hafızada tutulur ve "knife limit reached" mesajı alındığında bıçak değiştirilir.

KI Kalibrasyon Değeri (volt): Bu değer, eğer akıllı bıçak kullanılıyorsa akıllı bıçağın yön değiştirme voltaj sensörünün kalibrasyonu için kullanılır.

Bıçak Hızı (devir/dk): Sistem manüel moddayken bıçağın hızıdır.

Vakum Derecesi (cmHg): Kesim yapılırken vakum naylonuna uygulanan vakumun seviyesidir.

Bıçak Uzaklığı (cm): Kesim yapılırken bıçak kumaşın içine girmeden önceki uzaklık derecesidir.

Kesim Sonrası Uzaklık (cm): Bıçak bir parçayı kestikten sonra yapılan ekstra bir uzaklık ayarıdır. Parçanın kumaştan temizce ayrılmasını sağlar.

İşaretleyici: ON – İşaretleyiciyi operasyon sırasında 180° çevirmeye yarar. Bu özellik ters yönde serilmiş kumaşları kesmek için kullanılabilir. İşaretleyici, parçaların kesim yönünü ters çevirdiğinden konveyörlü bir sistemde de kullanılabilir.

OFF – Bu özelliği kapatır.

X Ölçeği (%): Masa üzerinde kesim verilerinin Y yönünde ölçeğini ayarlar.

Y Ölçeği (%): Masa üzerinde kesim verilerinin X yönünde ölçeğini ayarlar.

Bıçak Bileme Hızı (devir/dk): Bıçağın bilenmesi sırasındaki hızdır.

Bileme Frekansı (cm): Bıçağı belirlenmiş kesim mesafesine ulaştığı anda otomatik olarak bilemesi gerektiğini sisteme söyler. Bileme frekansı uygulamaya göre değişmektedir. Yüksek frekans ile düşük sayıdaki bileme çevrimi kaliteli kesime ve uzun bıçak ömrüne neden olur.

Maksimum Hızlanma (cm/sn): X ve Y eksenlerinde kesim boyunca izin verilen maksimum hızlandırmayı ayarlar. Bu parametre, bıçaktaki titreşimi önlemek için kullanılabilir.

X Yönünde Bıçağa Uzaklık (cm): Bıçağın başlangıç pozisyonundan X ekseni yönünde göreli uzaklığını belirler (orijinden takımın merkezine).

Y Yönünde Bıçağa Uzaklık (cm): Bıçağın başlangıç pozisyonundan Y ekseni yönünde göreli uzaklığını belirler (orijinden takımın merkezine).

X Yönünde Matkap1 ve Matkap2'ye Uzaklık (cm): Matkap1 veya Matkap2'nin başlangıç pozisyonundan X ekseni yönünde göreli uzaklığını belirler (orijinden takımın merkezine).

Y Yönünde Matkap1 ve Matkap2'ye Uzaklık (cm): Matkap1 veya Matkap2'nin başlangıç pozisyonundan Y ekseni yönünde göreli uzaklığını belirler (orijinden takımın merkezine).

KI Zorlama Miktarı (%): Bıçaktaki yanal zorlanmaları gidermek için bıçak başını ayarlamada kullanılan zorlama miktarını belirler.

İşlenmemiş haldeki veriler daha sonra doğru ve güvenilir bir analiz için gereksiz, sapma gösteren verilerden arındırılmış ve analize uygun şekilde kodlanmıştır.

Sapma Gösteren Veriler: Çalışmada öncelikle verilerin kendi sütunları içindeki dağılımını gösteren grafikler yardımıyla ve görsel olarak sapma gösteren veriler (outliers) tespit edilmiş ve düzeltilmiştir. Bu verilerin genellikle kayıt hatalarından kaynaklandığı görülmüştür ve alması gereken değerler ile değiştirilmiştir.

Gereksiz Veriler: Birbirleriyle aynı değerleri içeren iki kolondan biri (kesim sonrası bıçağın uzaklığı – kesim sonrası bıçağın köşeden uzaklığı gibi) atılmıştır. Yine analize katkısı olmayacak fakat yine de kayıt altına alınmış olan girdi faktörleri de analiz verilerinden çıkarılmıştır. Önceden en-boy için toleransı geçen veriler ayrı kolonlarda saklanmakta iken bunu ayırmanın faydası olmayacağı belirlenerek bu kolonlar birleştirilmiştir.

Eksik Veriler: Bazı gözlemler için o gözlemde çok fazla eksik veri bulunduğundan bu satırlar analizden çıkarılmıştır. Çok nadir olarak görülen tek veri değeri eksikliğinde ise o veri, kendi kategorisinin içindeki verilerin ortalaması alınarak yazılmıştır.

Verilerin Kodlanması: Kategorik veriler numaralandırılmıştır. Numaralandırma yapıldıktan sonra analiz için tekrar ayrı kolonlara ayrılmıştır. İşletmeden alınan verilerde eğer yapılan bir işlem olmadığı zaman o gözlem değeri kayıt eden tarafından boş bırakılmıştır. Bu şekildeki eksik değerler (matkap gibi) çalışmada "0" kabul edilmiştir.

Verilerin Ölçeklendirilmesi: Bazı veri türleri arasında boyut farkı ve normalizasyon adına nümerik verilerde en-boy değerleri için *min-max* transformasyonu, "0" değeri almamış kalan çıktı değerleri için ise *ln* transformasyonu yapılmıştır.

Bu adımlardan sonra toplam veri türü (değişken sayısı) 29 adet girdi ve 7 adet çıktı olmak üzere 36 adede indirilmiştir. Toplam gözlem sayısı ise 853 olmuştur. Verilerin son halinin bir kısmı Ek-4'te verilmiştir.

3.2. Yöntem

Veri madenciliği uygulamalarında veri hacmi büyüktür ve bu büyük hacimli verileri matematiksel yollarla küçültme durumuna bakmak gerekmektedir. Bu amaçla, ön hazırlık aşamasından geçen veriler için ana bileşenler analizi uygulanması uygun görülmüştür. Ana bileşenler analizi ile boyut küçültmenin yanı sıra ele alınan veri kümesi için (girdi veya çıktı) değişkenlerin hangilerinin daha anlamlı etkiye sahip olduğu da bulunmaktadır. Bu çalışmada da kesim makinesinde hangi değişkenlerin çıktılar üzerinde etkili olduğu ile ilgilenildiği için, ana bileşenler analizinde girdi değişkenleri yer almıştır.

Çıktı değişkenlerinin de girdi değişkenleri ile birlikte yorumlanması kanonik korelasyon analizi ile yapılacaktır. Bu analizin seçilmesinin sebebi, toplanan veriler içerisinde hem nümerik hem de kategorik değişkenlerin bulunması ve birden fazla çıktı değişkenin olmasıdır. Kanonik korelasyon analizi de en genel çok değişkenli yöntem olması nedeni ile bu değişkenlerin aynı modelde yer almasına izin vermektedir.

Bu analiz yöntemlerine ek olarak, her bir çıktı değişkeni ile girdi değişkenlerinin arasındaki ilişki ise çoklu regresyon analizi ile incelenecektir. Ancak çoklu regresyon analizinde kategorik değişken kullanılmadığından, bu değişkenler her bir kategorik seviye için 0-1 değerlerini alan yeni değişken formatında modele sokulacaktır. Elde edilen regresyon denklemleri, en, boy ve delik çapı çıktı değişkenlerinin optimizasyonu için girdi değişkenlerinin hangi değeri alması gerektiğinin bulunmasında kullanılacaktır. Bu amaçla problemin matematiksel modeli oluşturulacak ve oluşturulan karışık tamsayılı model (MIP), matematiksel problemlerde kesin çözüm içeren bir program kullanılarak çözümlenecektir.

3.2.1. Ana Bileşenler Analizi

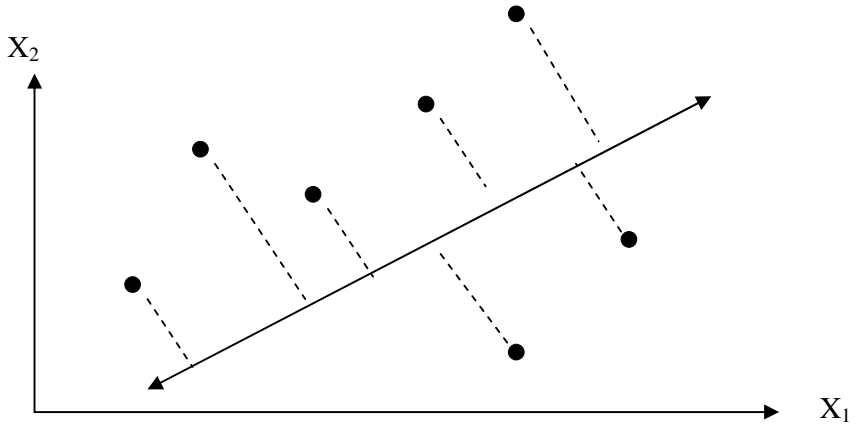
Boyut küçültmek için bilinen en popüler yöntem Karhunen – Loeve (K-L) yöntemi olarak da bilinen *Ana Bileşenler Analizi*'dir.

Ana bileşenler analizi, vektör örnekleri ile temsil edilen başlangıç veri kümesini, farklı boyuttaki yeni bir vektör setine dönüştürme yöntemidir. Buradaki ana düşünce şu şekildedir: *n* boyutlu X vektörü, $X = \{x_1, x_2, x_3, \ldots, x_m\}$ aynı boyutlu $Y = \{y_1, y_2, \ldots, y_m\}$ vektörüne dönüştürülsün, fakat bilgilerin büyük bir kısmı y-s'nin ilk birkaç boyutunda saklansın. Bu, az bilgi kaybı ile veri setini daha küçük bir boyuta küçültmeyi sağlamaktadır.

Bu dönüştürme, çok bilginin yüksek varyansa neden olması varsayıma dayanarak yapılmaktadır. Böylece, eğer girdi vektörü X, tek boyutlu Y vektörüne matris formatında dönüştürülmesi isteniyorsa,

$$Y = A \cdot X$$

Y'nin mümkün olan en büyük varyansa sahip olmasını sağlayacak A vektörü bulunmalıdır. Bu dönüşümden ortaya çıkan tek boyutlu Y vektörü *birinci ana bileşen* olarak adlandırılır. Birinci bileşen, maksimum varyansın olduğu doğrultuda bir eksendir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, veri noktalarından eksene olan uzaklıkların kareleri toplamı minimize edilmektedir.



Şekil 3.1: İlk Ana Bileşenin Maksimum Varyans Doğrultusunda Olduğunu Gösteren Eksen

KAYNAK: Kantardzic, M. 2003. Data Mining Concepts, Models, Methods, and Algorithms. IEEE Press. p.49.

Pratikte A matrisini hemen bulmak mümkün değildir. O yüzden ilk adım olarak kovaryans matrisi S aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_{n\times n} = 1/(n-1)\left[\sum_{j=1}^{n}(x_j - x')^T\left(x_j - x'\right)\right] \qquad x' = (1/n)\sum_{j=1}^{n} x_j \tag{3.1}$$

Bir sonraki aşamada S kovaryans matrisinin öz değerleri hesaplanır (Kantardzic 2003).

$S_{n\times n}$'nin öz değerleri $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n$ olmak üzere, $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq ... \geq \lambda_n \geq 0$ olacak şekilde dizilir. Tüm öz değerlerin toplamının ilk *m* öz değere bölünmesi ile ilk *m* ana bileşenin veriyi temsil kalitesi ortaya çıkarılmış olur. Sonuçlar yüzde cinsinden ifade edilir ve eğer toplam varyansın %90'ı civarında ise, iyi kabul edilir.

$$R = \left(\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\right) \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n}\lambda_i\right) \tag{3.2}$$

Eğer R değeri yeterli derecede büyük ise (eşik değerinden büyük) *m*'e bağlı bütün analizler *n* boyutlu uzayı iyi bir şekilde tahmin edebilmektedir (Kantardzic 2003).

Öz değerlerin bulunması

Bir kare matrisin öz değeri, skalar bir büyüklüktür ve genellikle bir Yunan harfi olan λ ile gösterilmektedir. Öz vektör ise sıfırdan farklı vektörel bir büyüklüktür ve *x* ile gösterilmiştir. Bir *A* kare matrisi için, tüm öz vektörler ve öz değerler, $Ax = \lambda x$ denklemini sağlamaktadır. Denklem düzenlenirse;

$$Ax = \lambda Ix$$

$$Ax - \lambda Ix = 0$$

$$(A - \lambda I)x = 0 \tag{3.3}$$

olur. Bu eşitliği sağlacak 0'dan farklı bir öz vektör *x*'in bulunması, $\det(A - \lambda I) = 0$ anlamına gelmektedir. Bu ifadeye, "karakteristik denklem" adı verilir. Matristeki satır (veya sütun) sayısı kadar öz değer bulunur (Carter 1995).

3.2.2. Kanonik Korelasyon Analizi

Kanonik korelasyon, çok değişkenli istatistiksel teknikler ailesinin en genelleştirilmiş üyesidir. Çeşitli bağlılık yöntemleriyle direkt ilişki içindedir. Regresyona benzer şekilde, kanonik korelasyonun hedefi iki değişken seti arasındaki (bağımlı ve bağımsız) doğrusal ilişkinin yönünü ve şiddetini sayısallaştırmaktır. Değişken karmasını yaratmada faktör analizine karşılık gelmektedir. Her değişken seti için bağımsız boyutları bulma kabiliyeti yüzünden de ayrıştırma çözümlemesi analizine benzemektedir. Burada amacı boyutlar arasında maksimum korelasyonu sağlamaktır. Bu nedenle kanonik korelasyon, her değişken setinin bağımlı ve bağımsız değişkenler seti arasındaki ilişkiyi maksimize edecek optimum yapısını tespit eder. Bunu yaparken çok sayıda bağımsız kanonik fonksiyonlar geliştirir. Her kanonik fonksiyon, biri bağımlı değişkenler ve diğeri bağımsız değişkenler için olmak üzere iki rastlantı değişkeni arasındaki korelasyona dayanmaktadır. Kanonik korelasyonun bir diğer benzersiz özelliği ise, bu rastlantı değişkenlerinin, aralarındaki korelasyonu maksimize edecek şekilde geliştirilmesidir. Ayrıca, kanonik korelasyon veri setleri arasında tek bir ilişkinin kurulmasıyla sona ermez, bunun yerine birden fazla kanonik fonksiyon üretilmektedir (Hair ve ark. 1998).

İki adet veri seti $y' = (y_1, y_2, ..., y_p)$ ve $x' = (x_1, x_2, ..., x_q)$ aynı örneklem biriminde ölçülmüş olsun. Bu veri setleri kısaca sırasıyla **y** ve **x** şeklinde ifade edilsin.

Öncelikle çoklu korelasyon incelendiğinde, $y, x_1, x_2, ..., x_q$ arasındaki kovaryans ve korelasyon matrisleri,

$$S = \begin{pmatrix} s_{yy} & s'_{yx} \\ s_{yx} & S_{xx} \end{pmatrix}, \tag{3.4}$$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r'_{yx} \\ r_{yx} & R_{xx} \end{pmatrix}, \tag{3.5}$$

şeklinde özetlenebilir. $s'_{yx} = (s_{y1}, s_{y2}, ..., s_{yq})$, y ile $x_1, x_2, ..., x_q$ örneklemleri arasındaki kovaryansları içermektedir ve S_{xx} de x'lerin kovaryans matrisidir. R için de benzer şekilde, $r'_{yx} = (r_{y1}, r_{y2}, ..., r_{yq})$, y ile $x_1, x_2, ..., x_q$ örneklemleri arasındaki korelasyonları

içermektedir ve R_{xx} de *x*'lerin korelasyon matrisidir. *y* ve *x*'ler arasındaki belirlilik katsayısı, kovaryans matrisi (3.4) veya korelasyon matrisi (3.5)'ten aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R^2 = \frac{s'_{yx} S_{xx}^{-1} s_{yx}}{s_{yy}} = r'_{yx} R_{xx}^{-1} r_{yx}. \tag{3.6}$$

Çoklu *y* ve *x*'lere dönecek olursak, $(y_1,...,y_p,x_1,...,x_q)$ için tüm örneklem kovaryans matrisi

$$S = \begin{pmatrix} S_{yy} & S_{yx} \\ S_{xy} & S_{xx} \end{pmatrix}$$

olarak bölünebilir. S_{yy}, y'lerin $p \times p$ boyutlu, S_{yx} *y* ve *x*'lerin $p \times q$ boyutlu ve S_{xx} de *x*'lerin $q \times q$ boyutlu kovaryans matrisleridir.

x ve *y*'ler arasındaki ilişkinin çok çeşitli ölçümlerinden ilki (3.4)'e benzer şekilde $R_M^2 = \left|S_{yx} S_{xx}^{-1} S_{xy}\right| / \left|S_{yy}\right|$ olarak tanımlanmıştır. Burada *M*, çok değişkenli durumu göstermektedir. R_M^2, $R_M^2 = \left|S_{yy}^{-1} S_{yx} S_{xx}^{-1} S_{xy}\right|$ şeklinde tekrar yazılabilir. Böylece,

$$R_M^2 = \left|S_{yy}^{-1} S_{yx} S_{xx}^{-1} S_{xy}\right| = \prod_{i=1}^{s} r_i^2$$

olur. Burada $s = \min(p,q)$ ve $r_1^2, r_2^2,..., r_s^2$'ler $S_{yy}^{-1} S_{yx} S_{xx}^{-1} S_{xy}$'in öz değerleridir. Bu formda yazılınca, R_M^2 zayıf bir ilişki ölçeği olarak görülmektedir çünkü her *i* için $0 \le r_i^2 \le 1$'dir ve çarpımları da anlamlı bir ilişkiyi yansıtmak için çok küçüktür. Diğer taraftan, öz değerler, *y*'ler ve *x*'ler arasında anlamlı bir ölçüm sağlarlar. Öz değerlerin karekökleri, $r_1, r_2,..., r_s$, *kanonik korelasyonlar* olarak adlandırılır (Rencher 2002).

İlişkiyi en iyi ifade eden ölçüm, $S_{yy}^{-1} S_{yx} S_{xx}^{-1} S_{xy}$ maksimum öz değer olan r_1^2'dir, fakat diğer öz değerler de *x* ve *y*'ler arasındaki ilişki için bütünleyici bir ölçüm sağlarlar. Alternatif bir yaklaşım olarak, r_1^2'nin *y*'lerin, $u = a'y$, ve *x*'lerin, $v = b'x$, arasındaki karesi alınmış maksimum lineer kombinasyon olduğu gösterilebilir;

$$r_1 = \max_{a,b} r_{a'y,b'x}. \tag{3.7}$$

Maksimum korelasyonu veren katsayı vektörleri a_1 ve b_1 olarak gösterilir. Bu nedenle r_1 (r_1^2'nin pozitif karekökü), $u_1 = a_1'y$ ve $v_1 = b_1'x$ arasındaki korelasyondur. Katsayı vektörleri a_1 ve b_1 öz vektörler olarak bulunabilir. Lineer fonksiyonlar olan u_1 ve v_1 birinci *kanonik rastlantı değişkeni*dir. Buna ek olarak $r_2, r_3, ..., r_s$'e denk gelen $u_i = a_i'y$ ve $v_i = b_i'y$ kanonik rastlantı değişkenleri de mevcuttur.

$p < q$ olduğu durumda $S_{xx}^{-1}S_{xy}S_{yy}^{-1}S_{yx}$'in rankı p'dir, çünkü S_{xx}^{-1}'in rankı q ve $S_{xy}S_{yy}^{-1}S_{yx}$'in rankı p'dir. Bu durumda, p adet öz değerler sıfırdan farklıdır ve $q - p$ adet öz değer sıfıra eşittir. $s = \min(p, q)$ adet karesi alınmış kanonik korelasyon r_i^2 vardır. Örneğin, eğer $p = 3$ ve $q = 7$ ise r_1, r_2 ve r_3 olmak üzere 3 adet kanonik korelasyon olacaktır (Rencher 2002).

Modelin Varsayımları

Kanonik korelasyonun genel bir yöntem olma özelliği, varsayımlarına da yansımaktadır. Doğrusallık varsayımı kanonik korelasyon sonuçlarını iki yönlü etkilemektedir. Birincisi, herhangi iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı lineer ilişkiye dayanmaktadır. Eğer ilişki lineer değilse, mümkünse değişkenlerin ikisi de dönüştürülmelidir. İkincisi, kanonik korelasyon rastlantı değişkenleri arasındaki lineer ilişkidir. Eğer rastlantı değişkenleri birbiri arasında lineer olmayan ilişkiye sahipse, bu ilişki kanonik korelasyon ile ortaya çıkamaz. Bu nedenle, kanonik korelasyon en genel çok değişkenli yöntem olsa da, sadece lineer ilişkileri tanımlamak üzere sınırlandırılmıştır.

Kanonik korelasyon analizi, katı bir normal dağılım kuralı olmadan herhangi bir metrik değişkene uyum sağlayabilir. Normal dağılım tercih edilebilir çünkü değişkenler arasında daha yüksek korelasyona izin vermesi bakımından dağılımı standartlaştırır. Fakat en kötü durumda, eğer dağılım biçimi diğer değişkenlerle korelasyonu düşürmüyorsa, kanonik korelasyon analizi normal dağılmayan değişkenlere bile uyum sağlayabilir. Bu ise, dönüştürülmüş metrik olmayan değişkenlerin kullanımına da (0-1 formatında) izin vermektedir. Ancak, her bir kanonik fonksiyonun öneminin istatistiksel çıkarım testleri için çok değişkenli normal dağılım gerekmektedir. Çok değişkenli normal dağılım testi hâlihazırda bulunmadığı için, mevcut kural her bir değişkenin

normal dağılmasıdır. Bu nedenle, normalite kesin olarak gerekli olmasa da, tüm değişkenlerin normalize edilmesi ve gerekiyorsa dönüştürülmesi büyük ölçüde tavsiye edilmektedir.

Sabit varyans (homoscedasticity) da değişkenler arasındaki korelasyonu düşürdüğü için düzeltilmelidir. Son olarak, her iki veri seti için çoklu ortak doğrusallığın (multicollinearity) olması, tekniğin her bir değişkenin etkisini izole etmesini zorlaştıracak ve sonuçları daha az güvenilir yapacaktır (Hair ve ark. 1998).

Hangi Kanonik Fonksiyonlar Yorumlanmalıdır?

En genel yöntem, kanonik korelasyon katsayıları istatistiksel olarak anlamlı olan (0.05 ve üzeri) fonksiyonları analiz etmektir. Eğer diğer fonksiyonlar anlamlı değilse, bu ilişkiler yorumlanmaz.

Sadece anlamlılık derecesi gibi tek bir kritere bağlı kalmak çok yüzeysel bir değerlendirme olmaktadır. Bunun yerine, üç kriterin kullanılması önerilmektedir: (1) fonksiyonun istatistiksel anlamlılık seviyesi, (2) kanonik korelasyonun büyüklüğü ve (3) iki veri setinden karşılanan varyans yüzdesinin gereksizlik (redundancy) ölçümü.

Anlamlılık Seviyesi: Öncelikle *pq* serbestlik derecesine sahip Ki-Kare testi uygulanır. Bu, iki veri seti arasında "herhangi" bir bağlılık olup olmadığını anlamaya yarar. Eğer bu test anlamlı ise, en büyük kanonik korelasyon silinir ve kalan hataların anlamlılık testi yapılır. Bu sefer serbestlik derecesi *(p-1)(q-1)* olur ve süreç bu şekilde devam eder. Kanonik korelasyon için genellikle kabul edilen minimum seviye, korelasyon katsayısının istatistiksel açıdan anlamlı kabul edildiği 0.05 seviyesidir. Her fonksiyonun ayrı ayrı test edilmesine ek olarak, tüm kanonik köklerin çok değişken testleri anlamlılık seviyesini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu fonksiyonları değerlendiren ölçümlerden Wilk's lambda, Hotelling's trace, Pillai's trace ve Roy's gcr de ayrıca sağlanmaktadır (Stevens 2002).

Kanonik korelasyonun büyüklüğü: İlişkinin genel ölçümü, hangi değişkenlerin kanonik rastlantı değişkenleri üzerinde etkili olduğunu göstermemektedir. Bu nedenle, öz vektörlerdeki değişkenlerin katsayılarının mutlak değerleri kullanılabilir. Ayrıca, her bir değişken ile kanonik rastlantı değişkenlerinin arasındaki korelasyon da incelenebilir. Kanonik korelasyonların orijinal değişkenlerin değil, kanonik rastlantı değişkenlerinin

varyansını açıkladığı düşünüldüğünde, anlamlı faktör yükleri için önerilen kılavuzların bu konuda kullanışlı olması mantıklıdır (Neill H. 2002).

Paylaşılan Varyansın Gereksizlik Ölçümü: Karesi alınmış kanonik korelasyonlar değişken setlerinden çıkarılan varyansı değil, bağımlı ve bağımsız değişken setlerinin lineer karmasının paylaşılan varyansını temsil ettiğinden, sadece bunlara bakmak yanıltıcı olabilmektedir. Her kanonik rastlantı değişkeni için toplam varyans; Y'deki ortalama varyans, paylaşılan varyans ve X'deki ortalama varyans şeklinde üç gruba ayrılmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için, Stewart ve Love (1968) varyans dağılımını tahmin eden *gereksizlik indeksi*'ni tanımlanmıştır. Buna göre Y'deki varyansı açıklamak için, Y'deki ortalama varyans ile paylaşılan varyans çarpılır (Neill H. 2002). Bu indeks, çoklu regresyondaki R^2'ye karşılık gelmektedir. Fakat kanonik korelasyonun çoklu regresyondan farklı olarak bir yerine birden fazla bağımlı değişkeni olması nedeni ile bağımlı değişken setindeki varyansın %100'ünün bağımsız değişkenlerce açıklanması varsayılamaz. Bağımsız değişkenlerin, bağımlı kanonik rastlantı değişkenlerinin paylaştığı varyansı açıklaması beklenmektedir. Bu nedenle gereksizlik indeksinin hesaplanması üç aşamalı bir süreçtir (Hair ve ark. 1998).

Öncelikle *paylaşılan varyans değeri* hesaplanmalıdır. Her bir bağımlı girdi değişkeni ve onun kanonik rastlantı değişkeni arasındaki korelasyon kanonik yüklemeler ile (canonical loadings) (L_i) ifade edilmektedir. Paylaşılan varyans ise, n toplam yükleme değeri sayısı olmak üzere, $\sum_{i=1}^{n}(L_i)^2 \Big/ n$ ile bulunur. İkinci adım *açıklanan varyans değeri*ni hesaplamaktır. Açıklanan varyans değeri, kanonik korelasyon olarak bilinen bağımsız kanonik rastlantı değişkeni ile bağımlı kanonik rastlantı değişkeni arasındaki karesi alınmış korelasyondur. Karesi alınmış kanonik korelasyon genellikle kanonik R^2 şeklinde ifade edilmektedir. Bu iki bileşenin (paylaşılan ve açıklanan varyans) birbiriyle çarpılması ile gereksizlik indeksi her bir kanonik fonksiyon tarafından açıklanan paylaşılan varyansı bulmak için elde edilir. Yüksek gereksizlik indeksi için yüksek kanonik korelasyon ve bağımlı rastlantı değişkeni tarafından açıklanan yüksek dereceli paylaşılan varyansa sahip olunmalıdır. Yüksek kanonik korelasyon tek başına iyi bir kanonik fonksiyonu garanti etmemektedir. Gereksizlik indeksi bağımlı ve bağımsız rastlantı değişkenlerinden her ikisi için de

hesaplanır ancak kullanıcı genelde bağımlı değişken setinden ortaya çıkan varyansla ilgilenmektedir (Hair ve ark. 1998). İki indeksten birisinin yüksek olması olası bir durumdur. Örneğin, öğrencinin derslerine göre aldığı notlar tahmin edilebilirken, notlara göre derslerin tahmin edilmesi daha zordur. Gereksizlik indeksinin yeterli olup olmadığına karar vermek için her bir kanonik fonksiyonun teorik ve pratik anlamlılığını incelenen probleme göre yargılamalıdır. (Jobson 1992).

3.2.3. Çoklu Regresyon Analizi

Çoğu problemde iki veya daha çok değişken birbirleriyle ilişkilidir ve bu ilişkiyi ortaya çıkarmak ve modellemek bilim adamlarının ilgisini çekmiştir. Örneğin kimyasal bir süreçte oluşan ürünün verimi işleme sıcaklığı ile bağlantılıdır. Bir kimya mühendisi de verim ile sıcaklığa bağlı bir model geliştirip daha sonra bu modeli tahmin, süreç optimizasyonu ve süreç kontrolü için kullanmak isteyebilir.

Genel olarak, bir bağımlı değişken veya cevap değişkeni y, k adet bağımsız değişkene, örneğin, $x_1, x_2, \ldots, x_q$, bağlıdır. Bu değişkenler arasındaki ilişki regresyon modeli olarak adlandırılan bir matematiksel modelle karakterize edilmektedir.

Regresyon analizi, çoğunlukla tarihsel kayıtlar gibi planlanmayan deneylerden elde edilmiş verileri analiz etmede kullanılır (Montgomery 2001).

Çoklu lineer regresyon modelinde, her bir gözlem içindeki y, x ve rassal hata ε'nin toplamının lineer fonksiyonu şeklinde yazılır (Rencher 2002).

$$
\begin{aligned}
y_1 &= \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \cdots + \beta_q x_{1q} + \varepsilon_1 \\
y_2 &= \beta_0 + \beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \cdots + \beta_q x_{2q} + \varepsilon_2 \\
&\ldots \\
y_n &= \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \cdots + \beta_q x_{nq} + \varepsilon_n.
\end{aligned}
\qquad (3.8)
$$

x'lerin sayısı q ile gösterilmiştir. (3.8)'deki β'lar ise regresyon katsayılarıdır.

Buna göre y'lerin tahminini gösteren $E(y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \cdots + \beta_q x_{iq}$ olur. β'lar ve dolayısıyla $E(y)$ bulunmaya çalışılmaktadır. β'ların tahminleri $\hat{\beta}$ ile ifade

edilirse, $\hat{E}(y_i) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \cdots + \hat{\beta}_q x_{iq}$ olur. Ancak, $\hat{E}(y_i)$ genellikle $\hat{y}_i$ olarak atanır. Bu yüzden $\hat{y}_i$, y_i'yi değil $\hat{E}(y_i)$ 'yi tahmin eder.

$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_q$'in ve dolayısıyla $\hat{y}_i$'lerin en küçük kareler tahminleri, y'lerin modelden sapmalarının kareleri toplamını minimize etmektedir. Böylece,

$$SSE = \sum_{i=1}^{n} \hat{e}_i^{\,2} = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_{i1} - \hat{\beta}_2 x_{i2} - \cdots - \hat{\beta}_q x_{iq})^2 \qquad (3.9)$$

denklemini minimize edecek $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, ..., \hat{\beta}_q$ bulunmaya çalışılır. (3.9)'daki SSE'yi minimize edecek $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, ..., \hat{\beta}_q)'$,

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X'X})^{-1}(\boldsymbol{X'y}) \qquad (3.10)$$

şeklinde elde edilmiştir (Rencher 2002).

$\hat{y}$ yerine $X\hat{\beta}$ konulursa,

$$\begin{aligned} SS_E &= (y - X\hat{\beta})'(y - X\hat{\beta}) \\ &= y'y - \hat{\beta}'X'y - y'X\hat{\beta} + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta} \\ &= y'y - 2\hat{\beta}'X'y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta} \end{aligned}$$

$X'X\hat{\beta} = X'y$ olduğundan son denklem,

$$SS_E = y'y - \hat{\beta}'X'y \qquad (3.11)$$

haline gelir. Denklem (3.11) aynı zamanda *hata* veya *hataların kareleri toplamı* olarak adlandırılır ve serbestlik derecesi de $n - q - 1$'dir.

$$E(SS_E) = \sigma^2 (n - q - 1)$$

şeklinde gösterilebilir ve σ^2'nin tahmini de

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SS_E}{n - q - 1} \qquad (3.12)$$

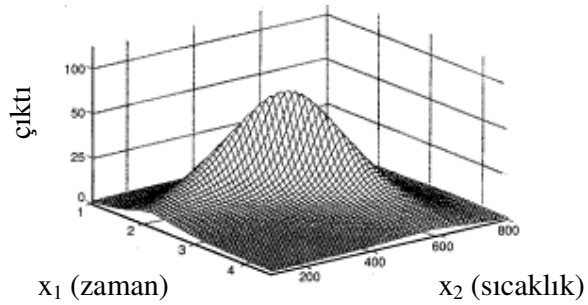
ifadesi ile bulunur (Montgomery 2001).

3.2.4. Cevap Yüzeyi Yöntemi ve Problemin Cevap Değişkenlerinin Tahmin Modeli

Cevap yüzeyi yöntemi (RSM), cevap değişkeni ile girdi değişkenleri arasındaki ilişkiyi tahmin etmeye çalışan matematiksel ve istatistiksel teknikleri içermektedir (Khuri 2006). RSM en çok endüstriyel alanlarda, özellikle de çeşitli girdi değişkenlerinin bir ürün veya sürecin performans ölçeğini veya kalite karakteristiğini etkilediği durumlarda uygulanmaktadır. Bu performans ölçeği veya kalite karakteristiğine "cevap" adı verilmektedir. Girdi değişkenleri ise mühendis veya bilim adamları tarafından kontrol edilebilmekte ve kimi zaman "bağımsız değişkenler" olarak da adlandırılmaktadırlar (Myers ve ark. 2009). Örneğin, bir kimya mühendisi bir sürecin çıktısını maksimize etmek için gerekli reaksiyon zamanı (x_1) ve sıcaklık (x_2) seviyelerini bulmak isteyebilir. Böylece sürecin çıktısı (y),

$$y = f(x_1, x_2) + \varepsilon$$

şeklinde gösterilir. Beklenen cevap ise $E(y) = f(x_1, x_2) = \eta$ ile gösterilmekte ve $\eta = f(x_1, x_2)$ ile temsil edilen yüzeye "cevap yüzeyi" adı verilmektedir. Cevap yüzeyi genellikle grafiksel olarak gösterilmektedir. η, x_1 ile x_2'nin seviyelerine karşılık gelen noktalar olmak üzere Şekil 3.2 bir cevap yüzeyi grafiğini göstermektedir (Montgomery 2001).



Şekil 3.2: Reaksiyon zamanı ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak beklenen çıktı miktarını gösteren (η) üç boyutlu bir cevap yüzeyi grafiği

Genellikle, tahmin edilen cevap değişkenini minimize (veya maksimize) eden girdi değişkenlerinin optimal değeri bulunmaya çalışılmaktadır (Khuri 2006). Bu çalışma için de, çıktı değişkenlerinin alacağı değerleri tahmin eden regresyon denklemlerinden faydalanarak hedef değerlerden sapma miktarlarının (cevap) minimizasyonu adına aşağıdaki matematiksel model oluşturulmuştur.

İndisler

$k = 1, 2, ..., K$	Kombinasyonlarda yer almayan *k.* parametre
$i = 1, 2, .., I$	Kombinasyonlarda yer almayan *k.* parametrenin indisi
$j = 1, 2, .., J$	Kombinasyonlarda yer alan j. parametre
$l = 1, 2, .., L$	Sürekli değişken indisi
$r = 1, 2, .., R$	Regresyon denklemi adedi

Parametreler

a_r	$r = 1, ..., R$	Regresyon denklemlerindeki sabitler
d_r	$r = 1, ..., R$	Regresyon denklemleri için hedef değerler
p_k ,	$k = 1, ..., K$	Kombinasyonlarda yer almayan parametreler
s_j ,	$j = 1, ..., J$	Kombinasyonlarda yer alan parametreler
U_l ,	$l = 1, ..., L$	Sürekli değişkenler için üst limitler
A_l ,	$l = 1, ..., L$	Sürekli değişkenler için alt limitler

İkili değişkenler

$$b_{k,i} = \begin{cases} 1 & k.\ \text{parametreye denk düşen ikili değişken, o parametrenin } i.\ \text{değerini alıyorsa} \\ 0 & \text{Aksi durumda} \end{cases}$$

Sürekli değişkenler

x_l , $\quad l = 1, ..., L$

Yapay değişkenler

v_r , $\quad r = 1, ..., 2R$

MODEL

$$\min z = \sum_{r=1}^{2R} v_r$$

s.t.

$$a_r + \sum_{l=!}^{L} \beta_{l,r} * x_{l,r} + \sum_{j=1}^{J} \beta_{j,r} * s_j + \sum_{k=1}^{K} \beta_{k,r} * \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{I} \left(p_k * b_{k,i}\right) + v_r - v_{r+1} = d_r \qquad \forall r \quad (3.13)$$

$$\sum_{i=1}^{I} b_{k,i} = 1 \qquad \forall k \quad (3.14)$$

$$x_l \le U_l \qquad \forall l \quad (3.15)$$

$$x_l \ge A_l \qquad \forall l \quad (3.16)$$

$$v_r \ge 0 \qquad \forall r \quad (3.17)$$

Bu formülasyonda kısıt (3.13), her regresyon denklemi için hedef değerin sağlanması kısıtıdır. *r* regresyon denklemi indisini göstermektedir ve her regresyon denklemi için o denklemin sabiti, sürekli değişkenleri ve bu sürekli değişkenlerine karşılık gelen regresyon denklemi katsayıları, kombinasyonlarda yer alan parametreleri ve bu parametrelere denk düşen regresyon katsayıları, kombinasyonlarda yer almayan ve modelin çözümünde *b* ikili değişkenleriyle seçilecek olan parametreler ve onların regresyon katsayıları ile her regresyon denklemi başına düşen iki adet yapay değişken toplanarak yine o regresyon denklemi için belirlenen hedef değere ulaşılmaya çalışılmaktadır. Kombinasyonlarda yer alan parametreler, kullanıcının değerini kendisinin belirlediği parametrelerdir. Bu nedenle bu parametrelerin aldıkları değerler o kombinasyon için bellidir ve her kombinasyonda değiştirilir. Kombinasyonlarda yer almayan parametreler için ise, her parametre başına bir $b_{k,i}$ ikili değişkeni düşer. k indisi b'nin hangi parametreye atandığını gösterirken, i indisi ise bu parametrenin hangi seviyesinin seçildiğini göstermektedir. Örneğin, bıçak hızı parametresi kombinasyonlarda yer almayan birinci parametre olsun. Bu parametre 4 farklı değer alabiliyorsa ve bu değerlerden ikincisi kullanılacaksa, $b_{1,2} = 1$ olur. Kalan b ikili değişkenleri ($b_{1,1}, b_{1,3}, b_{1,4}$) kısıt (3.14) ile sıfır değerini alacağı için, $\sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{I} \left(p_k * b_{k,i}\right)$

ifadesi sadece o parametrenin seçilen değerini verir ve daha sonra bu değer de o regresyon denklemi için o parametreye denk düşen regresyon katsayısı ile çarpılır. Regresyon denkleminin değişkenler ile sağlayamadığı hedef değerler için, hedefin ne kadar altında kalındığı veya üzerine çıkıldığının değeri v yapay değişkenleri ile tutulmaktadır. Amaç fonksiyonunda bu yapay değişkenlerin toplamının minimizasyonu ile hedef değerlerin regresyon denklemi ile sağlanması amaçlanmaktadır.

Kısıt (3.15) ve (3.16), sürekli değişkenlerin alacağı üst ve alt limitleri belirtmektedir. Kısıt (3.17)'ye göre ise, tüm yapay değişkenler pozitif değer almalıdır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu bölümde, materyal kısmında hazırlanma süreci anlatılan işlenmiş veriler için yapılan ana bileşenler analizi, kanonik korelasyon analizi, çoklu regresyon analizi ve çoklu regresyon analizi sonucunda bulunan regresyon denklemleri ile problemin matematiksel modelinin GAMS ile çözümü anlatılmıştır.

4.1. Ana Bileşenler Analizi

Ana bileşenler analizi, girdi değişkenlerinin kendi arasındaki ilişkileri incelediğinden, öncelikle 29 adet girdi değişkeni için kovaryans matrisi Matlab ortamında oluşturulmuştur. Oluşturulan kovaryans matrisi Ek-5 Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Daha sonra elde edilen kovaryans matrisinden (S), Matlab'ta [V,D] = eig(S) komutu kullanılarak öz bileşenler ve öz değerler S*V = V*D olacak şekilde elde edilir. Burada V matrisi öz bileşenleri (öz vektörleri) gösterirken, D matrisinin çaprazındaki değerler de öz değerleri göstermektedir. Bulunan öz vektörler Ek-5 Çizelge 5.2'de verilmiştir. Analiz sonucunda bileşenlerin öz (birim) değerleri, yüzde ve kümülatif yüzdeleri Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Analize göre öz bileşenler büyükten küçüğe doğru dizilikten sonra bunların arasından kümülatif öz değer toplamı yüzde 90'ı bulan ilk üç bileşen seçilmiştir. Bu üç bileşen (faktör) veri uzayını yansıtmada yeterlidir. Seçilen bileşenlerin değişkenler üzerindeki etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Bileşenlerin Öz Değerleri

Bileşen	**Öz Değerler**	**Yüzde Varyans**	**Kümülatif Yüzde**
1	**1,8841**	**0,812**	**0,812**
2	**0,1928**	**0,083**	**0,895**
3	**0,0867**	**0,037**	**0,932**
4	0,0527	0,023	0,955
5	0,0507	0,022	0,977
6	0,0369	0,016	0,993
7	0,0144	0,006	0,999
8	0,0017	0,001	1,000
9	0,0007	0,000	1,000
10	0,0001	0,000	1,000
11	0	0,000	1,000
12	0	0,000	1,000
:	**:**	**:**	**:**
:	**:**	**:**	**:**
30	0	0,000	1,000
31	0	0,000	1,000

Çizelge 4.2'de değişkenlerin karşılarında gösterilen değerler ilk 3 bileşenin o değişken için katsayılarıdır. Bu katsayılardan literatürdeki referanslara göre 0.5 ve 0.7'den büyük olanlar koyu renkle işaretlenmiştir. İşaretlenen değişkenler öz bileşen uzayında anlamlı etkisi olan değişkenlerdir. Bunlar; bıçak aşınması, bıçak bileme hızı, maksimum hızlanma ve etkisi nispeten daha az olan X yönünde bıçağa uzaklıktır. Bıçak aşınması, bıçağın ömrünü belirler ve aşınmış bir bıçak ile yapılan kesim de hatalı olur. Bıçağın bileme hızı da keskinliğini etkilemektir ve bu da yine kesim kalitesini etkilemektedir. Maksimum hızlanma miktarı da, bıçağın hızlanırken karşılaştığı direnç açısından önemlidir. Eğer bıçağa karşı çok fazla direnç uygulanırsa, bıçakta eğilme olmakta ve elde edilen kesimde de hata payı yüksek olmaktadır.

Çizelge 4.2: Öz Bileşen Değerleri

Öz Bileşenler (Faktörler)					
Değişkenler	**1**	**2**	**3**	**>0.5**	**>0.7**
Parça Tipi	-0,0001	-0,0007	-0,0008	X	X
Makina No	-0,0001	0,0006	0,0002	X	X
Model Adı	0	0,0004	0,0004	X	X
Pastal Katsayısı	0,0008	-0,0015	0,0019	X	X
Kumaşın Cinsi	-0,0001	-0,0002	-0,0002	X	X
Kat Numarası	0,0003	-0,0008	0,0009	X	X
Kesim Hızı	-0,0052	-0,0167	-0,0077	X	X
Bıçak Aşınması	-0,9979	-0,0571	-0,0027		
Kı Kalibrasyon Değeri	0	0	0	X	X
Bıçak Hızı	0,0345	-0,2368	-0,0617	X	X
Vakum Derecesi	-0,0003	0,0027	0,0003	X	X
Matkap	-0,0001	0,0016	0,0011	X	X
Bıçak Uzaklığı	0	0,0001	0	X	X
Kesim Sonrası Uzaklık	0	-0,0001	0	X	X
İşaretleyici	0	0,0003	0,0001	X	X
X Ölçeği	0	0	0	X	X
Y Ölçeği	0	0	0	X	X
Bıçak Bileme Hızı	-0,046	0,7406	0,0598		
Matkap1 Hızı	-0,0171	0,4163	0,0665	X	X
Matkap2 Hızı	-0,0145	0,442	0,0725	X	X
Bileme Frekansı	-0,0057	0,0916	0,0158	X	X
Maksimum Hızlanma	-0,0068	-0,0917	0,803		
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık	0	-0,0007	0	X	X
Y Yönünde Matkap1'e Uzaklık	0,0001	-0,0015	-0,0002	X	X
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık	0	-0,0008	-0,0001	X	X
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık	0,0001	-0,0015	-0,0001	X	X
X Yönünde Bıçağa Uzaklık	0,0171	-0,0805	0,5812		X
Y Yönünde Bıçağa Uzaklık	0	-0,0015	-0,0002	X	X
KI Zorlama Miktarı	0,0001	-0,0012	-0,0002	X	X
Öz (Birim) Değerler	1,8841	0,1928	0,0867	**Küm. Toplam**	
Yüzde Değerleri	0,811832	0,083075	0,037358	0,932264736	

Sonuç olarak, ana bileşenler çözümlemesinde girdi uzayı üç bileşenle tanımlanmış, bu bileşenlerden yola çıkarak bıçak aşınması, bıçak bileme hızı ve maksimum hızlandırmanın bu bileşenler içinde etkili olduğu görülmüştür. Bu da söz konusu değişkenlerin girdi uzayını daha iyi açıkladığını göstermektedir.

4.2. Kanonik Korelasyon Analizi

Girdi ve çıktı veri setleri arasındaki ilişkileri bulmak için kanonik korelasyon analizi yapılmıştır. Analize öncelikle sadece ana bileşenler analizinde etkili olduğu ifade edilen değişkenler konmuş, fakat düşük bir kanonik korelasyon katsayısı bulunduğu için diğer değişkenlerin de sonuca katkısı olduğu kabul edilmiştir. Tüm değişkenler kullanılarak SPSS istatistiksel paket programı kullanılarak yapılan kanonik korelasyon analizinin genel sonuçları Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. İstatistiksel paket program yerine alternatif olarak Matlab kullanılarak yapılmak istendiğinde kullanılacak olan 3.4 formülündeki matrisler ise Ek-6'da Çizelge 6.1 – Çizelge 6.5 şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.3: Kanonik Korelasyon Analizi Sonuçları

N=853	Kanonik Analiz Özeti Kanonik R: 0,84099 Ki-Kare(203)=2677,0 p=0,0000	
	Sol Küme	**Sağ Küme**
Değişken Sayısı	29	7
Varyans	29,2628%	100,000%
Gereksizlik Ölçümü	11,8650%	36,0685%

Sonuçlara göre kanonik korelasyon analizinde elde edilen Kanonik R= 0,84099 değeri Ki-Kare testine göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < .05$). Bu değer, ilk ve en anlamlı kanonik fonksiyona aittir. Değişken sayılarında sol küme girdi değişkenlerini, sağ taraf ise çıktı değişkenlerini ifade etmektedir. Girdi değişkenleri; Parça Tipi, Makine No, Model Adı, Pastal Katsayısı, Kumaşın Cinsi, Kat Numarası, Kesim Hızı, Bıçak Aşınması, KI Kalibrasyon Değeri, Bıçak Hızı, Vakum Derecesi, Matkap, Bıçak Uzaklığı, Kesim Sonrası Uzaklık, İşaretleyici, X ölçeği, Y ölçeği, Bıçak Bileme Hızı, Matkap1 Hızı, Matkap2 Hızı, Bileme Frekansı, Maksimum Hızlandırma, X Yönünde Matkap1'e Uzaklık, Y Yönünde Matkap1'e Uzaklık, X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık, Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık, X Yönünde Bıçağa Uzaklık, Y Yönünde Bıçağa Uzaklık ve KI Zorlama Miktarı'dır.

Çıktı değişkenleri ise; Delik Çapı, Delik Pozisyonu, Çıt Uzunluğu, Desen Kayması, Çentiğin En Yakın Köşeye Uzaklığı, En ve Boy'dur.

Kanonik korelasyonda sadece bir tarafın varyansı %100 tahmin edilebilir, o da daha az veri çeşidine sahip olan taraftır. Buradaki varyans, elde edilen tüm kanonik fonksiyonlar tarafından ortaya çıkarılan değişkenlerin varyanslarıdır. Çıkartılabilecek toplam kanonik fonksiyon sayısı iki kümeden en az değişken türüne sahip olan kümedeki değişken sayısı kadar olduğundan, 7 adet kanonik fonksiyon (roots) çıkarılmıştır. Buna göre, 7 adet fonksiyon sağ taraf değişkenlerinden varyansın %100'ünü çıkarırken, sol taraf değişkenlerinden %29,2628'ini çıkartmıştır.

Gereksizlik ölçümü yine tüm fonksiyonlar için hesaplanmıştır. Varyans ile birlikte iki veri seti arasındaki korelasyonun büyüklüğünün göstergesidir. Kanonik fonksiyonlara göre sol taraf değişkenleri sağ tarafın varyansının %11,865'ini açıklarken, sağ taraf değişkenleri de sol tarafın varyansının %36,0685'ini açıklamaktadır. Burada sol taraf değişkenlerinin açıkladığı varyans ile ilgilenildiğinden, hem 7 adet kanonik fonksiyonun, hem de girdi değişkenlerinin açıkladığı varyans yüzdesi düşük bulunmuştur.

Tüm fonksiyonların ayrı ayrı varyansları ve gereksizlik ölçümleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgeye göre tüm fonksiyonlardaki varyans ve gereksizlik ölçümlerinin toplamı Çizelge 4.3'teki sonuçları vermektedir.

Çizelge 4.4: Fonksiyonların Varyans ve Gereksizlik Ölçümleri

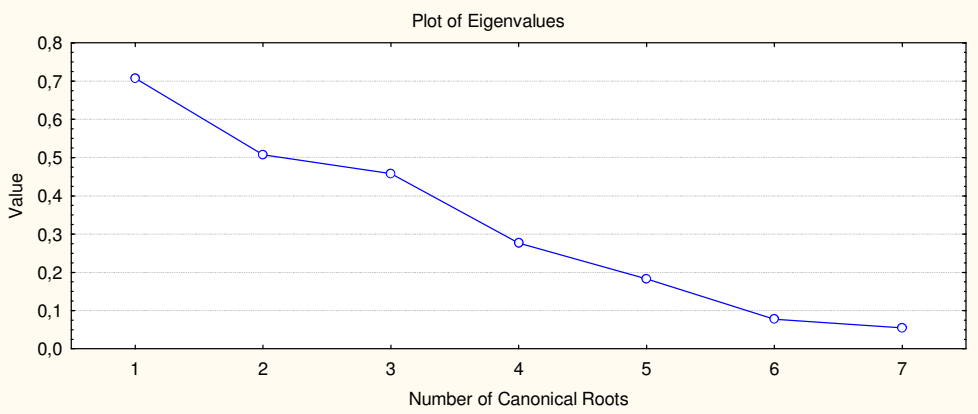
Faktör	**Sol Küme**		**Sağ Küme**	
	Varyans	**Gereksizlik Ölçümü**	**Varyans**	**Gereksizlik Ölçümü**
Fonk. 1	0,057112	0,040393	0,168304	0,119035
Fonk. 2	0,039833	0,020211	0,183831	0,093274
Fonk. 3	0,079247	0,036276	0,198896	0,091046
Fonk. 4	0,057770	0,016009	0,077979	0,021610
Fonk. 5	0,016265	0,002969	0,084502	0,015428
Fonk. 6	0,020602	0,001600	0,201557	0,015651
Fonk. 7	0,021799	0,001192	0,084932	0,004643
Toplam	**0,292628**	**0,118650**	**1,000000**	**0,360685**

Bu fonksiyonların öz değerleri (kanonik R'lerin karekökleri) Çizelge 4.5'te, öz değerlere ait grafik ise Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Gereksizlik ölçümü, ilgili fonksiyonun varyansı ile öz değerinin çarpımına eşittir. Önceden de belirtildiği gibi en yüksek öz değer ve dolayısıyla kanonik korelasyon ilk fonksiyona aittir. Birbirleriyle

korelasyon halinde bulunmayan diğer fonksiyonların öz değerleri de azalan sırada olmaktadır. Ancak grafikte tam bir kırılma noktası yerine azalan bir yapı görülmesi de değişkenliğin iyi açıklanamadığını göstermektedir.

Çizelge 4.5: Fonksiyonların Öz Değerleri

	Fonk. 1	**Fonk. 2**	**Fonk. 3**	**Fonk. 4**	**Fonk. 5**	**Fonk. 6**	**Fonk. 7**
Öz Değerler	0,707260	0,507389	0,457755	0,277122	0,182573	0,077653	0,054664



Şekil 4.1: Fonksiyonların Öz Değer Grafiği

Çizelge 4.3'teki kanonik R değerinin ilk fonksiyona ait olduğu belirtilmişti. Tüm fonksiyonların anlamlılığı için kanonik R ve Ki-Kare değerleri Çizelge 4.6 ile verilmiştir. Burada H_0 hipotezi, tüm kanonik korelasyonların (k adet) anlamsız olduğunu, H_1 ise $\rho_1, \rho_2, ..., \rho_s$ adet kanonik korelasyonun anlamlı olduğunu belirtmektedir.

$$H_0 = \rho_1 = \rho_2 = ... = \rho_k = 0$$

$$H_1 = \rho_1 \neq 0,\ \rho_2 \neq 0, ... \rho_s \neq 0, \rho_{s+1} = \rho_{s+2,} = ... = \rho_k = 0$$

Çizelge 4.6: Fonksiyonlar için Ki-Kare Testi

Faktör	**Kanonik R**	**Kanonik R-kare**	**Ki-Kare**	**df**	**p**	**Lambda Prime**
1	0,840988	0,707260	2676,951	203	0,000000	0,040288
2	0,712312	0,507389	1653,020	168	0,000000	0,137624
3	0,676576	0,457755	1062,873	135	0,000000	0,279377
4	0,526424	0,277122	552,741	104	0,000000	0,515223
5	0,427285	0,182573	282,257	75	0,000000	0,712738
6	0,278662	0,077653	114,229	48	0,000000	0,871929
7	0,233803	0,054664	46,855	23	0,002351	0,945336

Kanonik R değerleri her bir faktör için hesaplanmış olan faktör skorlarının girdi (v) ve çıktı (u) değerleri arasındaki korelasyondur. Görüldüğü gibi Kanonik R-kare değerleri aynı zamanda öz değerlerdir. *df* değeri Ki-kare dağılımının biçim parametresi, yani serbestlik derecesidir ($(p-s)(q-s)$). Her fonksiyon çıkarıldığında, girdi ve çıktı kümesinden bir azaltılıp çarpımları alınarak hesaplanır. p değeri 7 fonksiyon için 0.05 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. p için bulunan değerin 0.001'den küçük olması yüksek korelasyonu ifade etmektedir. Lambda Prime burada Wilks' lambda'dır. (1-Kanonik R-kare) değerlerinin çarpımları ile elde edilir. Wilks' lambda 0 ile 1 arasında bir değer olup, bu değer 1'e yaklaştıkça fonksiyonun anlamlılığı azalmaktadır. Bu kriter de göz önüne alındığında ilk üç fonksiyonun seçilmesi uygundur.

Tüm fonksiyonlar için bulunan ağırlık değerleri ise sağ taraf değişkenleri için Çizelge 4.7'de, sol taraf değişkenleri için ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7: Sağ Küme için Kanonik Ağırlıklar

	Fonk. 1	**Fonk. 2**	**Fonk. 3**	**Fonk. 4**	**Fonk. 5**	**Fonk. 6**	**Fonk. 7**
Delik Çapı	-0,056	-0,100	1,154	-1,541	-1,144	-0,156	0,168
Delik Pozisyonu	-0,185	-0,402	-0,645	2,107	-0,289	0,583	0,726
Çıt Uzunluğu	-0,317	0,600	-0,055	-0,341	-0,980	-0,099	-0,365
Desen Kayması	0,042	0,650	-0,702	-0,970	0,977	-0,081	0,702
Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık	0,583	0,127	-0,742	0,119	0,237	0,659	-0,661
En	0,883	-0,232	-0,426	-0,002	-0,038	-0,534	-0,010
Boy	-0,078	-1,072	-0,026	-0,289	0,152	-0,657	-0,989

Çizelge 4.8: Sol Küme için Kanonik Ağırlıklar

	Fonk. 1	Fonk. 2	Fonk. 3	Fonk. 4	Fonk. 5	Fonk. 6	Fonk. 7
Parça Tipi	-0,13056	0,022126	0,13029	0,11969	0,19074	-0,21915	0,13736
Makina No	-0,13508	-0,020065	-0,43858	-0,60780	0,29768	-0,55172	0,02921
Model Adı	0,08846	0,289534	0,04692	0,00938	0,46841	0,23693	0,25295
Pastal Katsayısı	0,05877	0,170456	0,29139	0,63423	-0,13073	0,01181	-0,27046
Kumaşın Cinsi	-0,27965	-0,967051	0,04677	0,03302	-0,59788	0,08519	-0,11627
Kat Numarası	-0,00102	-0,005916	0,01314	-0,01022	-0,01184	0,05629	-0,02315
Kesim Hızı	-0,00776	-0,060162	-0,16044	-0,10746	0,16000	0,21665	0,34904
Bıçak Aşınması	0,07135	-0,012033	0,00212	-0,09057	0,01871	-0,15208	0,03820
KI Kalibrasyon Değeri	-0,03365	0,017556	-0,07985	0,08007	-0,17930	-0,40934	0,08107
Bıçak Hızı	0,16833	-0,455754	-0,27383	0,66885	0,06683	-0,06139	0,35996
Vakum Derecesi	0,05082	-0,192023	-0,25619	0,33114	-0,28121	-0,01377	-0,08778
Matkap	0,80895	-0,250688	0,27432	-0,35873	-0,27110	-0,04329	0,10580
Bıçak Uzaklığı	-0,17991	0,204176	0,30230	0,07120	0,84859	-0,12238	0,20070
Kesim Sonrası Uzaklık	-0,58131	0,343812	0,47409	-0,41744	1,32328	-0,24052	-0,16058
İşaretleyici	-0,13495	-0,099112	-0,10525	-0,74475	0,25918	0,06579	-0,23972
X Ölçeği	-0,14140	-0,058055	-0,21827	-0,12135	-0,23653	-0,77184	0,50958
Y Ölçeği	0,11579	0,149079	0,63544	0,20499	0,11555	0,46611	-0,49367
Bıçak Bileme Hızı	-0,34625	1,084338	0,38111	-0,14090	-1,71341	0,90232	0,05476
Matkap1 Hızı	0,42462	-0,398758	0,24758	-0,66589	-0,37267	1,46769	-2,62167
Matkap2 Hızı	-0,23557	0,892993	0,35639	0,83885	-1,77557	0,71297	1,91483
Bileme Frekansı	0,20755	-0,024628	0,40040	-0,11829	-0,57344	-0,20747	-0,88965
Maksimum Hızlandırma	0,21067	-0,066347	0,07771	-0,03056	-0,07765	0,40412	0,15712
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık	0,12037	0,011388	-0,12115	0,15685	-0,11791	-0,53987	-0,05222
Y Yönünde Matkap1'e Uzaklık	-0,88745	0,751613	-0,06351	1,11309	0,16069	-1,17690	-0,47274
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık	-2,14104	0,293417	2,50839	1,66505	6,72875	-3,10098	2,98120
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık	2,86781	-0,530825	-3,87147	-3,23670	-8,73132	3,46407	0,12364
X Yönünde Bıçağa Uzaklık	-0,05829	-0,100904	0,07371	-0,15282	-0,33444	-0,12361	-0,08052
Y Yönünde Bıçağa Uzaklık	0,34583	0,439969	1,84750	0,16915	-1,49106	4,22536	-3,11191
KI Zorlama Miktarı	-0,06837	0,272751	0,36036	-0,96701	-0,47968	-0,52390	-0,67486

Bu ağırlık değerleri fonksiyonun anlamlılığının büyüklük ölçütüne göre incelenmesini sağlamaktadırlar. Yalnız sadece ağırlık değerlerine bakmak yanıltıcı olabilmektedir. Örneğin burada sol küme için Fonk. 5'in ağırlıklarının mutlak ortalaması hepsinden yüksek bulunmuştur fakat bu fonksiyonun yükleme değerlerinin kareleri toplanıp ortalaması alındığında bulunan paylaşılan varyans değeri (Çizelge 4.4) çok düşük çıkmıştır. Yüklemeler, girdilerin fonksiyonlarla olan korelasyonunu temsil etmektedir ve ağırlıklarla birlikte ele alınmalıdır. Sağ küme ve sol küme değişkenlerine ait yükleme değerleri sırasıyla Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9: Sağ Küme için Kanonik Yükleme Değerleri

	Fonk. 1	**Fonk. 2**	**Fonk. 3**	**Fonk. 4**	**Fonk. 5**	**Fonk. 6**	**Fonk. 7**
Delik Çapı	0,067497	-0,548704	-0,124044	-0,439226	-0,375894	0,471389	0,350082
Delik Pozisyonu	-0,251662	-0,530108	-0,538387	-0,073617	-0,362491	0,262788	0,399894
Çıt Uzunluğu	-0,385997	0,391996	-0,519309	-0,014131	-0,503985	-0,354474	-0,218659
Desen Kayması	-0,347397	-0,248021	-0,678479	-0,441796	-0,002216	0,069501	0,396798
Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık	0,272272	-0,215909	-0,306824	-0,260202	-0,099905	0,802517	-0,251777
En	0,740696	0,091030	-0,116679	0,121072	-0,221375	-0,582375	0,163230
Boy	-0,466688	-0,659278	-0,499254	-0,264130	-0,076314	-0,077180	-0,129441

Çizelge 4.10: Sol Küme için Kanonik Yükleme Değerleri

	Fonk. 1	Fonk. 2	Fonk. 3	Fonk. 4	Fonk. 5	Fonk. 6	Fonk. 7
Parça Tipi	-0,319758	-0,048248	0,230254	0,045676	0,225544	-0,130035	0,069953
Makina No	0,125943	0,057351	0,001781	0,132820	-0,144051	-0,002862	0,210459
Model Adı	-0,149671	-0,248781	0,525491	-0,038023	0,166415	0,109718	0,251819
Pastal Katsayısı	0,224194	0,277999	-0,003162	0,205651	-0,144669	-0,046298	-0,138118
Kumaşın Cinsi	-0,467406	-0,644198	0,476747	-0,081366	-0,080637	0,099867	0,116600
Kat Numarası	0,067687	0,090329	0,005759	0,063648	-0,052518	0,033066	-0,069200
Kesim Hızı	-0,013249	-0,015928	-0,252068	-0,073492	0,168592	0,155574	0,366032
Bıçak Aşınması	0,013972	0,017867	0,118710	-0,053216	-0,010807	-0,118240	0,062907
KI Kalibrasyon Değeri	-0,001757	0,026577	0,035691	-0,009101	0,066565	-0,308469	0,105735
Bıçak Hızı	0,083608	-0,466121	-0,183440	0,189052	0,067698	-0,003955	0,140873
Vakum Derecesi	0,051431	-0,087493	-0,090363	0,350841	-0,181506	0,003584	-0,206647
Matkap	0,775185	-0,083734	0,461241	-0,110715	-0,062709	-0,134927	0,102641
Bıçak Uzaklığı	0,243933	0,010621	0,160361	0,276472	0,127417	-0,055845	-0,178406
Kesim Sonrası Uzaklık	-0,248180	-0,112387	-0,159408	-0,347860	0,068957	0,064690	-0,026382
İşaretleyici	0,150243	0,004875	0,189156	-0,029235	0,101099	-0,101108	-0,259468
X Ölçeği	-0,233750	-0,266594	0,432455	-0,199140	-0,149876	-0,346063	0,202697
Y Ölçeği	-0,270698	-0,272531	0,645038	-0,088346	0,056801	-0,139318	0,112303
Bıçak Bileme Hızı	0,081108	0,253867	0,383984	0,330353	-0,120305	-0,043495	0,008869
Matkap1 Hızı	0,126081	0,038798	0,232382	0,346539	-0,148969	0,003548	0,013188
Matkap2 Hızı	0,081912	0,104035	0,261031	0,334876	-0,183534	-0,015407	0,094056
Bileme Frekansı	0,336249	0,038639	0,044730	0,277626	0,047393	-0,117627	-0,130423
Maksimum Hızlandırma	0,212621	0,013789	0,030736	-0,042611	-0,031154	0,408381	0,174812
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık	-0,072584	-0,055479	-0,285833	-0,277945	-0,024465	-0,035244	0,023972
Y Yönünde Matkap1'e Uzaklık	-0,148565	-0,123121	-0,309299	-0,361742	0,032342	0,106303	0,043744
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık	-0,122228	-0,139013	-0,279731	-0,355979	-0,000819	0,122061	0,170368
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık	-0,126468	-0,131505	-0,331233	-0,380388	0,016752	0,113510	0,100418
X Yönünde Bıçağa Uzaklık	-0,138130	-0,179464	-0,013410	-0,076604	-0,361522	-0,097911	-0,053611
Y Yönünde Bıçağa Uzaklık	-0,148729	-0,137519	-0,276152	-0,374532	0,044089	0,119296	0,051329
KI Zorlama Miktarı	-0,270159	-0,107059	-0,062568	-0,360716	-0,051972	0,011216	0,050763

İlk üç kanonik fonksiyona göre herhangi bir değişken için ağırlıklar ve yükleme değerlerinden her ikisi birden 0,5 ve üzerinde değer alanlar göz önüne alındığında girdi değişkenlerinden matkap, kumaşın cinsi ve y ölçeğinin, çıktı değişkenlerinden ise en, boy ve delik pozisyonunun varyans açıklamada daha etkin olduğu söylenebilir.

Kanonik korelasyonda gereksizlik ölçümlerinin açıkladığı varyansın düşük bulunma sebebi, kategorik değişkenlerin modele ikili değişken şeklinde sokulamamasından kaynaklanmış olabilmektedir. Nitekim çalışmadaki kategorik değişkenler ordinal değildir. İkili değişken haline dönüştürülerek yapılmak istenen kanonik korelasyon analizi için istatistiksel paket programları çok fazla değişken olması gerekçesiyle hata vermiştir.

Kanonik korelasyon analizinde kategorik değişkenlerin ayrı değişkenler halinde modele sokulamaması ve kanonik analiz sonucu ortaya çıkan kanonik foksiyonların hedefler için bir tahmin değeri üretme yerine sadece hangi girdi ve çıktı değişkenlerinin tüm veri içinde etkili olduğunu belirlemesi nedeni ile çoklu regresyon analizi yapılmıştır.

4.3. Çoklu Regresyon Analizi

Bilindiği gibi çoklu regresyon nümerik değerler için yapılmaktadır. Nitekim kategorik verileri 0-1 şeklinde ayırmadan çoklu regresyon analizi yapıldığında, belirlilik katsayısı çok düşük bulunmuştur. Bu nedenle kategorik verilerin her bir seviyesi ayrı değişken şeklinde regresyon denklemine sokulmuştur. Ancak bu şekilde toplam değişken sayısı 75'e çıktığı için genel regresyon yapılamamış, istatistiksel paket programları hata vermiştir. Bu yüzden ileri adımlı regresyon (forward stepwise regression) uygulanmıştır. β, regresyon denklemi katsayılarını ve q bağımsız değişken sayısını göstermek üzere,

$H_0 : \beta_i = 0 \qquad i = 1,...,q$
$H_1 : \beta_i \neq 0 \qquad$ en az bir i için,

hipotez testleri için yapılan çoklu regresyon analizinin test sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11: Çoklu Regresyon Test Sonuçları

	Delik Çapı	**Delik Pozisyonu**	**Çıt Uzunluğu**	**Desen Kayması**	**Çentik En Yakın Köşeye Olan Uz.**	**En**	**Boy**
Çoklu R	0,9695	0,9480	0,9661	0,9024	0,998	0,9852	0,9838
Çoklu R²	0,9399	0,8987	0,9334	0,8143	0,997	0,9707	0,9678
R² Uyarlanmış	0,9380	0,8934	0,9310	0,8073	0,997	0,9693	0,9660
F	496,577	171,0457	397,4843	116,147	5467,676	691,0341	538,516
p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000
Tahminin Std. Hatası	2,5231	8,8108	0,7492	1,1097	0,026	0,0562	0,0674

Çizelgede görüldüğü üzere tüm çıktı değişkenleri için ayrı ayrı çoklu regresyon yapıldığında bulunan belirlilik katsayıları oldukça yüksek çıkmıştır. Tüm çıktı değişkenleri hipotez testinden geçmiş ve H_0 reddedilmiştir.

Delik çapı değişkeni için bir ileri adımlı regresyon örneği de Çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelgede F değeri 1'in altına düşmeyen ve regresyon için en büyük kareler toplamına sahip olan değişkenler sırasıyla denkleme eklenmiştir. SSR_{yeni} yeni değişken eklendiğinde bulunan regresyondan gelen kareler toplamını, SSR_{eski} değişken eklenmeden önceki regresyondan gelen kareler toplamını ve MSE de hataların kareler ortalamasını göstermek üzere, F değeri $\left(SSR_{yeni} - SSR_{eski}\right) / MSE$ formülü ile bulunmaktadır. Yirmi altıncı değişkenden sonra F değeri 0,8823 ile 1'in altında olduğu için iterasyona devam edilmemiştir.

Çizelge 4.12: Delik Çapı için İleri Adımlı Regresyon Özeti

	Adım	R	R-kare	R-kare değişimi	F	p	Eklenen değişkenler
Matkap-4	1	0,4415	0,1950	0,1950	206,0981	0,0046	1
Matkap-10	2	0,5278	0,2786	0,0836	98,4828	0,0000	2
Parça Tipi-7	3	0,6022	0,3626	0,0841	111,9528	0,0000	3
Parça Tipi-14	4	0,6716	0,4511	0,0885	136,6664	0,0000	4
Parça Tipi-9	5	0,7486	0,5605	0,1094	210,7861	0,0000	5
Parça Tipi-12	6	0,8190	0,6708	0,1103	283,4205	0,0000	6
Parça Tipi-10	7	0,8830	0,7797	0,1089	417,7393	0,0000	7
Parça Tipi-15	8	0,9248	0,8553	0,0757	441,4442	0,0000	8
Parça Tipi-4	9	0,9399	0,8834	0,0281	203,1806	0,0000	9
Parça Tipi-13	10	0,9637	0,9287	0,0452	534,2260	0,0000	10
Matkap-6	11	0,9644	0,9301	0,0014	16,7943	0,0001	11
Kumaşın Cinsi-5	12	0,9663	0,9337	0,0036	46,1521	0,0000	12
Model Adı-4	13	0,9670	0,9351	0,0014	18,1296	0,0487	13
Kumaşın Cinsi-6	14	0,9674	0,9359	0,0007	9,5933	0,0000	14
Parça Tipi-11	15	0,9677	0,9365	0,0006	8,3147	0,0000	15
Parça Tipi-20	16	0,9682	0,9374	0,0009	12,5949	0,0001	16
Parça Tipi-8	17	0,9685	0,9379	0,0005	6,6621	0,0148	17
Model Adı-2	18	0,9687	0,9383	0,0004	5,4003	0,0112	18
Kumaşın Cinsi-4	19	0,9689	0,9388	0,0005	6,3882	0,0143	19
Pastal Katsayısı	20	0,9690	0,9390	0,0003	3,4062	0,0258	20
Parça Tipi-16	21	0,9691	0,9392	0,0002	2,4681	0,0229	21
Makina No-3	22	0,9692	0,9393	0,0001	1,5292	0,0630	22
Vakum Derecesi	23	0,9693	0,9395	0,0002	2,0772	0,1965	23
Parça Tipi-3	24	0,9693	0,9396	0,0001	1,6196	0,0602	24
Parça Tipi-5	25	0,9694	0,9397	0,0001	1,6879	0,1002	25
Parça Tipi-21	26	0,9695	0,9399	0,0001	1,9376	0,1643	26
Makina No-4	27	0,9695	0,9399	0,0001	0,8823	0,3479	–

Kısıt (3.13)'e göre, *r* regresyon denklemlerinin, *j* kombinasyonlarda kontrol edilen kesikli değişkenlerin, *k* kombinasyonlarda kontrol edilmeyen ve hangi seviye değerini alacağı optimizasyon sonucunda belli olan değişkenlerin ve *l* ise sürekli değişkenlerin indislerini göstermek üzere delik çapı, en ve boy çıktı değişkenleri için bulunan regresyon denklemlerindeki girdi değişkenlerinin katsayıları ($\beta_{j,r}$, $\beta_{k,r}$ ve $\beta_{l,r}$) Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13: Delik Çapı, En ve Boy Denklemleri için Regresyon Katsayıları

İndis	r / Değişken	Delik Çapı	En	Boy
j	**Drill-4**	-0,9439	-0,0017	-
	Drill-6	2,8765	-	0,0470
	Drill-10	2,6712	-0,0319	0,0568
	Parça Tipi-1	-	0,7256	-
	Parça Tipi-2	-	0,9787	-
	Parça Tipi-3	-0,9132	0,0173	0,3471
	Parça Tipi-4	18,0876	0,6213	-0,2990
	Parça Tipi-5	-0,8128	-	-0,1743
	Parça Tipi-6	-	-	-0,0700
	Parça Tipi-7	18,9783	0,1689	0,7443
	Parça Tipi-8	1,2501	0,0516	0,1718
	Parça Tipi-9	20,1095	0,1776	0,7475
	Parça Tipi-10	25,7981	-	0,1759
	Parça Tipi-11	6,8291	0,3143	0,4617
	Parça Tipi-12	19,8433	0,1786	0,7462
	Parça Tipi-13	16,4008	0,5203	-0,1430
	Parça Tipi-14	20,1001	0,1730	0,7388
	Parça Tipi-15	26,4918	-	0,1810
	Parça Tipi-16	-1,2855	0,0273	0,3327
	Parça Tipi-17	-	0,0285	-0,1498
	Parça Tipi-18	-	0,7238	-
	Parça Tipi-19	-	0,9533	-
	Parça Tipi-20	5,9128	0,2792	0,4847
	Parça Tipi-21	-0,7830	-	-0,1707
	Parça Tipi-22	-	-	-0,0685
	Parça Tipi-23	-	0,0562	0,1667
	Kumaşın Cinsi-3	-	0,0371	-0,0229
	Kumaşın Cinsi-4	-0,7184	0,0124	-0,0162
	Kumaşın Cinsi-5	-9,0178	-	-0,0073
	Kumaşın Cinsi-6	-6,4264	-0,0182	0,0070
	Model Adı-2	0,6368	-0,0316	0,0370
	Model Adı-3	-	-	-
	Model Adı-4	-0,6493	-	-
	Model Adı-5	-	-0,0202	0,0333
	Makina No-2	-	-	-0,0238
	Makina No-3	0,5537	-	-
	Makina No-4	-	-0,0109	-
k	**Marker Flip**	-	-0,0670	0,1095
	Bıçak Hızı	-	0,0000	0,0001
	Kı:Gain	-	-0,0338	0,0279
	Drill 1 Speed	-	0,0000	-
	Drill 2 Speed	-	-	-0,0001
	Overcut Distance	-	1,0133	-1,4876
	Max Cut Acceleration	-	0,0000	0,0000
	Kı Kalibration Değeri	-	-	-0,0661
	Advance Before Plunge Distance	-	-	-0,5737
	Sharpen Knife Speed	-	-	-0,0001
l	**Vakum Derecesi**	-0,0331	-0,0014	0,0024
	Pastal Katsayısı	0,0409	0,0008	-0,0015
	Kat Numarası	-	-0,0003	-
	X Scale	-	-5,2984	11,3208
	Y Scale	-	6,4284	-9,4540
	Knife Wear	-	-	0,0000
	Offset İn X-Drill 1	-	0,0126	-0,0145
	Offset İn Y-Drill2	-	-0,0956	0,1342
	Offset İn X-Drill 2	-	0,1142	-0,2190

Buna göre yöntem bölümündeki matematiksel modeldeki kısıt (3.13), (3.14), (3.15), (3.16) ve (3.17)'ye göre bulunan sonuçlara göre delik çapı, en ve boy çıktı değişkenleri için elde edilen model;

$$\min z = \sum_{r=1}^{6} v_r$$

s.t.

$$a_1 + \sum_{l=!}^{9} \beta_{l,1} * x_{l,1} + \sum_{j=1}^{33} \beta_{j,1} * s_j + \sum_{k=1}^{10} \beta_{k,1} * \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{6} \left(p_k * b_{k,i}\right) + v_1 - v_2 = d_1 \quad (4.1)$$

$$a_2 + \sum_{l=!}^{9} \beta_{l,2} * x_{l,2} + \sum_{j=1}^{33} \beta_{j,2} * s_j + \sum_{k=1}^{10} \beta_{k,2} * \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{6} \left(p_k * b_{k,i}\right) + v_3 - v_4 = d_2 \quad (4.2)$$

$$a_3 + \sum_{l=!}^{9} \beta_{l,3} * x_{l,r} + \sum_{j=1}^{33} \beta_{j,3} * s_j + \sum_{k=1}^{10} \beta_{k,3} * \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{6} \left(p_k * b_{k,i}\right) + v_5 - v_6 = d_3 \quad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^{6} b_{k,i} = 1 \qquad \forall k \quad (4.4)$$

$$x_l \le U_l \qquad \forall l \quad (4.5)$$

$$x_l \ge A_l \qquad \forall l \quad (4.6)$$

$$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, \ge 0 \quad (4.7)$$

şeklindedir. Tüm çıktılar için bulunan regresyon denkleminin katsayıları Ek-7 Çizelge 7.1 – Çizelge 7.7'de verilmiş, bunların etkili olup olmadıkları T testi ile incelenmiştir. T testi için serbestlik derecesi *N–k–1* ile bulunmuştur. p değeri 0,05'ten küçük bulunan değişkenler için ilgili katsayının (beta) etkin olduğu söylenebilir.

Bulunan regresyon denklemleri için elde edilen ANOVA tabloları Çizelge 4.13 – Çizelge 4.19'daki gibidir. Çizelgelerde görüldüğü üzere, tüm denklemler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.14: Delik Çapı için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	82189,62	26	3161,139	496,5771	0,00
Hata	5258,20	826	6,366		
Toplam	87447,82				

Çizelge 4.15: Delik Pozisyonu için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	557684,82	42	13278,210	171,0457	0,00
Hata	62879,99	810	77,630		
Toplam	620564,81				

Çizelge 4.16: Çıt Uzunluğu için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	6469,43	29	223,084	397,4843	0,00
Hata	461,90	823	0,561		
Toplam	6931,33				

Çizelge 4.17: Desen Kayması için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	4434,19	31	143,038	116,1473	0,00
Hata	1011,08	821	1,232		
Toplam	5445,27				

Çizelge 4.18: Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	172,03	45	3,823	5467,6760	0,00
Hata	0,56	807	0,001		
Toplam	172,60				

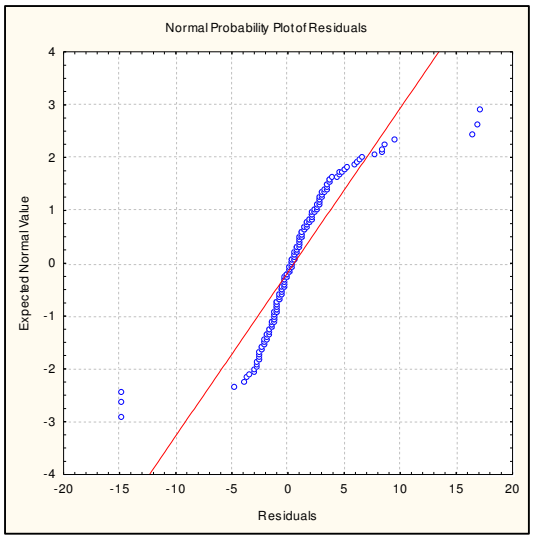
Çizelge 4.19: En için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	84,99	39	2,179	691,0341	0,00
Hata	2,56	813	0,003		
Toplam	87,56				

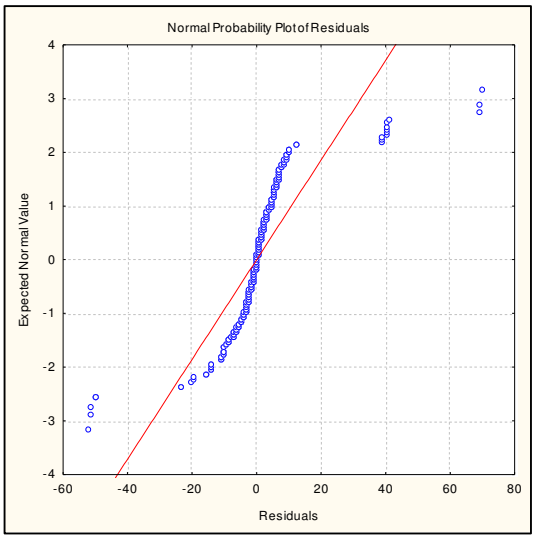
Çizelge 4.20: Boy için ANOVA Tablosu

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	110,19	45	2,449	538,5162	0,00
Hata	3,67	807	0,005		
Toplam	113,85				

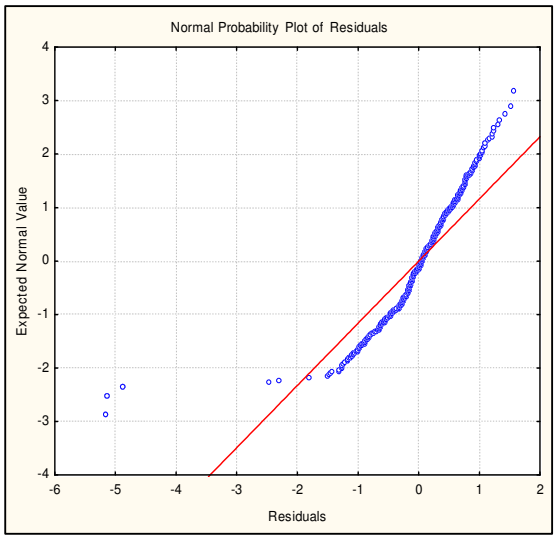
Hataların normal dağılım grafikleri ise Şekil 4.2 – Şekil 4.8'deki gibi bulunmuştur.



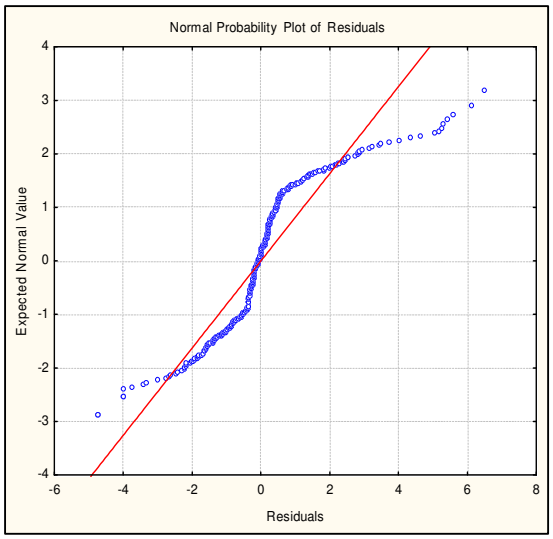
Şekil 4.2: Delik Çapı için Hataların Normal Dağılım Grafiği



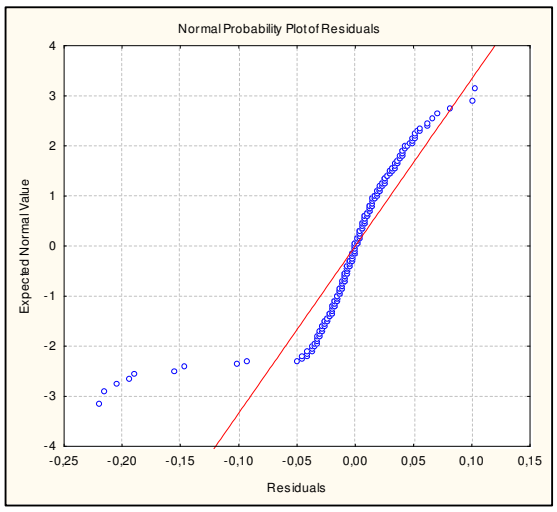
Şekil 4.3: Delik Pozisyonu için Hataların Normal Dağılım Grafiği



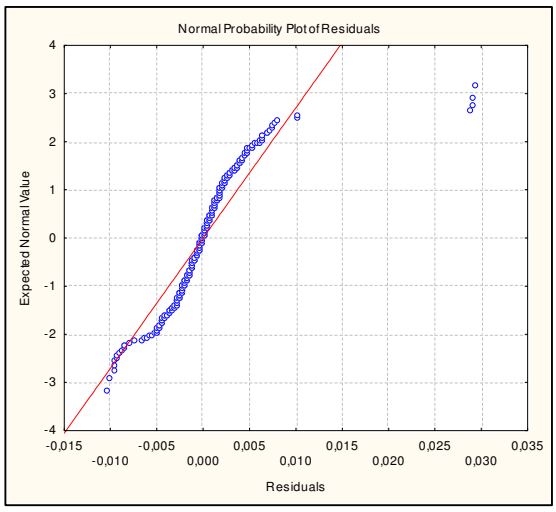
Şekil 4.4: Çıt Uzunluğu için Hataların Normal Dağılım Grafiği



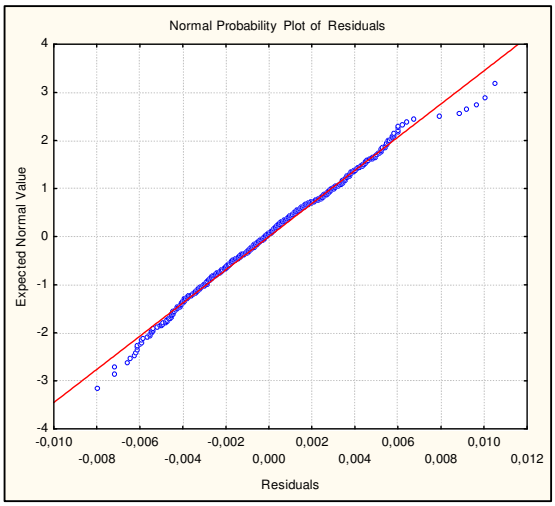
Şekil 4.5: Desen Kayması için Hataların Normal Dağılım Grafiği



Şekil 4.6: Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık için Hataların Normal Dağılım Grafiği



Şekil 4.7: En için Hataların Normal Dağılım Grafiği



Şekil 4.8: Boy için Hataların Normal Dağılım Grafiği

Desen kayması haricinde tüm çıktılar için hataların normal veya normale yakın bir dağılım sergilediği görülmektedir. Sonuçlar *en*, *boy* ve *delik çapı* için analiz edilmiştir.

4.4. Çıktı Değişkenlerinin Tahminleri ile Hataların Minimizasyonu için Oluşturulan Matematiksel Modelinin Çözümü

Çıktı değişkenlerinin tahminlerinden yola çıkarak hataların minimizasyonu için (4.1) – (4.7)'de oluşturulan matematiksel modelin çözümü, matematiksel problemlerin optimizasyonunda kullanılan modelleme sistemlerinden biri olan Genel Cebirsel Modelleme Sistemi (GAMS) matematiksel programlama dili kullanılarak yapılmıştır. Çıktı değişkenlerinden Parça Tipi 1'e göre yazılmış kod örneği Ek-8'de verilmiştir.

Oluşturulan modelde kesikli değişkenlerin seçimi ikili (binary) değişkenler ile olduğundan MIP algoritması kullanılmıştır. Model adı, makine numarası, kumaşın cinsi, matkap ve işaretleyici gibi parametreler farklı kombinasyonlarda kullanılmakta ve dolayısıyla regresyon denklemini değiştirmektedirler. Bu nedenle toplam 126 adet olmak üzere tüm kombinasyonlar ayrı ayrı incelenmiştir.

Her parçada delik olmadığından dolayı, delik çapı için elde edilmiş olan regresyon denklemi, sadece delik olan parçalarda kullanılmıştır. En, boy ve delik çapı regresyon denklemlerinin hepsinin birden kullanılmış olduğu bir parça için bulunan optimal sonuçlar Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21: Parça Tipi 10 için Bulunan Optimal Değerler

Kombinasyon: Makine No 2, Model Adı 4 ve Kumaşın Cinsi 6 varken			
Değişkenler	**Optimal Sonuç Değerleri**	**Parametreler**	**Optimal Sonuç Değerleri**
Bıçak Aşınması (adet)	12	İşaretleyici (on/off)	0
X Ölçeği (%)	1,003	Bıçak Hızı (devir/dk)	3001
Y Ölçeği (%)	0,961	KI Kalibrasyon Değeri (volt)	0,2
Vakum Derecesi (cmHg)	8	Bıçak Uzaklığı (cm)	0,35
Pastal Katsayısı (adet)	27	Bıçak Bileme Hızı (devir/dk)	3000
Kat Numarası (adet)	8	Matkap1 Hızı (devir/dk)	2300
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık (cm)	57	Matkap2 Hızı (devir/dk)	2400
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	66,95	KI Zorlama Miktarı (%)	13
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	12	Kesim Sonrası Uzaklık (cm)	0,125
v1	0	Maksimum Hızlanma (cm/sn)	100
v2	0		
v3	0		
v4	0		
v5	0,210		
v6	0		

Çizelge 4.21'de görüldüğü gibi, $v5$ değeri pozitif çıkmıştır. $v5$ ile $v6$ değişkenleri delik çapına ait regresyon denkleminin yapay değişkenleri olduğu için, $v5$ değerinin pozitif çıkması, istenilen delik çapından 0,21 mm. kadar daha küçük bir delik çapına ulaşılabildiğini göstermektedir.

Ek-7, Çizelge 7.1, Çizelge 7.6 ve Çizelge 7.7'de delik çapı, en ve boy girdi değişkenlerinin katsayılarının anlamlılık testi verilmiştir. Sonuçları daha iyiye götürmek adına, bu regresyon denklemi katsayılarının anlamlılık testine göre p değeri 0,05'ten büyük olan değişkenler ilgili regresyon denkleminden çıkarılmıştır. Çıkarılan değişkenler, delik çapı için vakum derecesi, en için matkap1 hızı, pastal katsayısı ve kat numarası ve boy için ise matkap2 hızıdır. Oluşturulan yeni regresyon denkleminde yine Parça Tipi 10 ve aynı kombinasyon için bulunan sonuçlar Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22: Parça Tipi 10 için Bulunan Yeni Optimal Değerler

Kombinasyon: Makine No 2, Model Adı 4 ve Kumaşın Cinsi 6 varken			
Değişkenler	**Optimal Sonuç Değerleri**	**Parametreler**	**Optimal Sonuç Değerleri**
Bıçak Aşınması (adet)	100	İşaretleyici (on/off)	0
X Ölçeği (%)	0,9	Bıçak Hızı (devir/dk)	3001
Y Ölçeği (%)	0,994	KI Kalibrasyon Değeri (volt)	0,2
Vakum Derecesi (cmHg)	8	Bıçak Uzaklığı (cm)	0,35
Pastal Katsayısı (adet)	26	Bıçak Bileme Hızı (devir/dk)	2150
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık (cm)	57	KI Zorlama Miktarı (%)	13
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	61,709	Kesim Sonrası Uzaklık (cm)	0,05
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	12	Maksimum Hızlanma (cm/sn)	100
v1	0		
v2	0		
v3	0		
v4	0		
v5	0		
v6	0,014		

Elde edilen yeni sonuçlarda, bir öncekinden 0,196 mm. daha az hata elde edilmekle birlikte, $v6$ değişkeni pozitif çıkmıştır. Bu da istenilen durumdan 0,014 mm. daha büyük delik çapı kesilmesi anlamına gelmektedir.

Girdi değişkenlerinden bıçak hızı, kesim sonrası uzaklık ve maksimum hızlanma değerleri bu parça ve kombinasyon için genellikle gerçek uygulamada da sabit değerler almıştır ve bulunan değerler ile birebir uygunluk göstermektedir. Bununla birlikte, x ölçeği, y ölçeği, x yönünde matkap2'ye uzaklık, vakum derecesi, kat numarası, x yönünde matkap1'e uzaklık, y yönünde matkap2'ye uzaklık, bıçak bileme hızı ve kesim sonrası uzaklık değerleri de yine bu kombinasyon için gerçek uygulamada kullanılan değer aralığındaki değerleri kullanmıştır. Pastal katsayısının gerçek uygulamada 15 değerini alırken burada 26 ile üst limite yakın bir değer aldığı görülmektedir. Bıçak aşınması değeri için ise kullanılan değerden daha düşük bir değer bulunmuştur. Bu da bıçağın daha az kesim adedinden sonra bilenmesi veya değiştirilmesi gerektiğini

göstermektedir. KI zorlama miktarı ise bu parça tipi ve kombinasyonu için gerçek uygulamada 15 değerini alırken, bulunan değer ile birlikte bıçağı zorlama miktarının düşürülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Aynı şekilde Parça Tipi 2'nin bir kombinasyonu için de anlamlılık derecesi düşük regresyon değişkenlerinin modelden çıkarılma öncesi ve sonrasında bulunan değerler Ek-9 Çizelge 9.1 ve Çizelge 9.2'de verilmiştir. Elde edilen yeni sonuçlar ile 0,265 mm. daha fazla iyileştirme sağlanmıştır.

Verilen iki örnek için de, hata payı az da olsa tüm *v* değişkenleri sıfır bulunamamıştır. Yapılan analizlerin sonucunda, sıfır bulunamayan değerlerin hepsi delik çapı için üretilmiş olan regresyon denklemi içindir. Yani, en ve boy için istenilen hedeflere her zaman ulaşılırken, delik çapı için bazı durumlarda ulaşılamamıştır. Ek-10'da delik çapı için istenilen değere ulaşılmış bir parçanın örneği verilmiştir. Delik çapı için artı ve eksi yönde hata miktarlarını gösteren *v5* ve *v6* değişkenlerinden ikisi de sıfır bulunmuştur.

Çizelge 4.23'te parça tiplerine göre en, boy ve delik çapı için mevcut ölçümlerde istenilen değerlerden ortalama sapma miktarları ve bulunan sonuçlardaki ortalama sapma miktarları gösterilmiştir. Delik çapı sütununda çizgi ile belirtilen satırlar, o parçada delik olmadığını göstermektedir. Görüldüğü gibi en ve boy değerlerinde istenilen değerlere eldeki kısıtlarla rahatlıkla ulaşılırken delik çapı için bir miktar hata payı ortaya çıkmıştır. Sadece Parça Tipi 2 için bu hata mevcut verilerden yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi ise bu parçanın delikli modelleri için eldeki veri sayısının çok az olmasıdır. Bu nedenle regresyon denklemi, o parçanın hedeflenen delik çapı yerine sıfıra yakın bir değer üretmektedir. En ve boy değerleri için ise istenilen değerler tüm kombinasyonlarda girdi değişkenlerinin ayarlanmasıyla elde edilebilmektedir.

Çizelge 4.23: Mevcut Sapmalar ile Sonuçlardaki Sapmaların Karşılaştırılması

	Mevcut Veriler için			***Elde Edilen Sonuçlar için***		
Parça Tipleri	**En (mm)**	**Boy (mm)**	**Delik Çapı (mm)**	**En (mm)**	**Boy (mm)**	**Delik Çapı (mm)**
Parça Tipi 1	3,392	3,434	-	0	0	-
Parça Tipi 2	6,727	3,348	0,0325	0	0	0,348
Parça Tipi 3	0,932	2,499	-	0	0	-
Parça Tipi 4	3,830	0,986	1,5242	0	0	0,497
Parça Tipi 5	2,716	7,167	-	0	0	-
Parça Tipi 6	1,343	2,800	-	0	0	-
Parça Tipi 7	4,503	8,442	0,9554	0	0	0,236
Parça Tipi 8	1,570	8,075	-	0	0	-
Parça Tipi 9	3,044	9,651	1,2635	0	0	0,670
Parça Tipi 10	31,671	6,852	1,8712	0	0	1,243
Parça Tipi 11	46,489	6,541	-	0	0	-
Parça Tipi 12	3,209	9,975	1,1650	0	0	0,091
Parça Tipi 13	3,923	1,022	1,3178	0	0	0,353
Parça Tipi 14	4,217	8,938	1,0455	0	0	0,000
Parça Tipi 15	33,471	7,498	1,5633	0	0	1,328
Parça Tipi 16	0,984	2,343	-	0	0	-
Parça Tipi 17	1,367	0,667	-	0	0	-
Parça Tipi 18	4,091	3,341	-	0	0	-
Parça Tipi 19	6,867	3,240	-	0	0	-
Parça Tipi 20	46,894	6,410	-	0	0	-
Parça Tipi 21	3,030	7,523	-	0	0	-
Parça Tipi 22	1,213	2,927	-	0	0	-
Parça Tipi 23	1,972	11,553	-	0	0	-

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gerçekleştirilen çalışmada, bir otomotiv yan sanayi firmasında kesim bölümü için süreçlerdeki hataları gidermek için yapılan analizde veri madenciliği yöntemlerinden yararlanılmıştır. İlk olarak problem ortaya konmuş, müşterilerin gözündeki önem derecesi de göz önüne alınarak hataların kaynağı tespit edilmiştir. Analiz öncesinde veri madenciliği süreci gereği verilerin ön hazırlığı yapılmış, eksik ve gereksiz verilerin atılması ile veri hacmi azaltılmıştır. Daha sonra veriler kodlanmış ve gerekli görülenler ölçeklendirilmiştir. Analize hazır hale gelen veriler için, öncelikle girdi değişkenlerinden anlamlı olanların ortaya çıkarılabilmesi amacıyla Ana Bileşenler Analizi yapılmıştır. Bu analiz sadece girdi değişkenlerini göz önüne alıp, hangilerinin girdi uzayında anlamlı etkisi olduğunu göstermektedir. Çıktı değişkenlerinin de girdi değişkenleriyle birlikte etkilerini değerlendirmek içinse kanonik korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Kanonik korelasyon analizi ile tüm girdi değişkenleri ile tüm çıktı değişkenleri birden analiz edilerek aralarındaki ilişkiler yorumlanmaya çalışılmıştır. Veri setleri arasındaki kanonik korelasyon katsayısı yüksek bulunmuştur. Ancak kanonik korelasyonda çoklu regresyondaki gibi tek çıktı değişkeni olmadığından kanonik korelasyon katsayısının anlamlı olması tek başına yeterli değildir. Açıklanan varyans, paylaşılan varyans ve gereksizlik indeksine bakıldığında, modelin değişkenliği açıklamada yetersiz kaldığı görülmüştür. Kategorik verilerin her bir seviyesinin ikili değişken şeklinde ayrıldığı durumda ise istatistiksel paket programları çok fazla değişken olduğu gerekçesiyle hata vermiştir.

Kanonik korelasyon analizinde bağımlı değişkenlere göre tahmin yapılamadığından ve bu çalışmanın sonucunda da hedeflenen çıktı değerlerine ulaşılmak için girdi değişkenlerinin hangi değerleri alacağının bulunmak istenmesinden dolayı çoklu regresyon analizi yapılması da uygun görülmüştür. Çoklu regresyon analizi için öncelikle kategorik veriler ikili değişkene çevrilmeden deneme yapılmış, ancak bulunan korelasyon katsayısı düşük çıkmıştır. Daha sonra kategorik değişkenlerin ikili değişken şeklinde modele konulmasıyla her çıktı değişkeni için yüksek korelasyon

katsayıları elde edilmiştir. İkili değişkenlerin oluşturduğu üç boyutlu veri grafiklerinden etkileşim olup olmadığı incelenmiş, ancak bulunan etkileşimlerin sonuçlarda fark yaratmadığı görülmüştür. Bu nedenle etkileşimler regresyon denklemine konulmamışlardır. Tüm regresyonlar için verilerin yapısı nedeniyle genel regresyon yapılamamış, ileri adımlı regresyon tercih edilmiştir. Geri adımlı regresyon da ilk iterasyonda tüm değişkenlerin modele alınması ile genel regresyona benzediği için program aynı nedenden dolayı hata vermiştir.

İstenilen çıktı değerini verecek girdi seviyelerini bulmak için GAMS programı kullanılmıştır. Kesikli değişkenler için (parametreler) ikili değişkenler kullanılmış, kategorik değişkenler için ise kategorik değişkenin her seviyesi ayrı değişken şeklinde modele sokulmuştur. Sürekli değişkenler için alt ve üst limitler belirlenmiş ve amaç fonksiyonu ile en, boy ve delik çapı çıktı değişkenlerinin optimizasyonuna çalışılmıştır. Ortalama hatalardaki azalmaya göre elde edilen performans artışları

- En için % 100
- Boy için % 100
- Delik çapı için % 55,61

olarak bulunmuştur. Delik çapında daha az iyileşme olmasının nedeni, veri tutma eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, bir kombinasyon için kaydedilen delik çapı, aynı parça tipi ve aynı kombinasyon için başka bir denemede yazılmamıştır. Ayrıca yine delik çapı için bazı hedef değerler mevcut olmadığından, bunlar için ölçüm değerlerinin ortalaması istenilen değer kabul edilmiştir. En ve boy çıktı değişkenleri için ise, tüm hedef değerlerine girdi değişkenlerinin optimal seviyeleri ile ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

ADRIAANS, P. ve D. ZANTINGE. 1996. Data Mining. Addison-Wesley. UK. 158 p.

AGRAWAL, R., T. IMIELIENSKI ve A. SWAMI. 1993. Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases. Proc. Conf on Management of Data. ACM Press. New York, USA. 207-216.

ALI, K. ve M. PAZZANI. (1993). HYDRA: A Noise-Tolerant Relational Concept Learning Algorithm. Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence Chambery, France. p.1064-1070.

ALLISON, P.D. 1999. Multiple regression: A Primer. Pine Forge Pres, Inc. 202 p.

ANDRADE, M. ve P. BORK. 2000. Automated Extraction of Information in Molecular Biology. FEBS Letters, 476:12-17.

ANTONY, J. ve BANUELAS, R. 2001. A Strategy for Survival. Manufacturing Engineer, 80(3):119–121.

ANTONY, J. ve R. BANUELAS. 2002. Key Ingredients for the Effective Implementation of Six Sigma Program. Measuring Business Excellence, 6(4):20–27.

ANTONY, J., F.J. ANTONY, M. KUMAR ve B.R. CHO. 2007. Six Sigma in Service Organisations: Benefits, Challenges and Difficulties, Common Myths, Empirical Observations and Success Factors. International Journal of Quality & Reliability Management, 24(3):294–311.

BABCOCK, C. 1994. Parallel Processing Mines Retail Data. *Computer World*. Sept. 6.

BANUELAS, R., C. TENNANT, I. TUERSLEY ve S. TANG. 2006. Selection of Six Sigma Projects in the UK. The TQM Magazine, 18(5):514–527.

BAYKASOGLU, A. ve L. ÖZBAKIR. 2007. MEPAR- Miner: Multi- Expression Programming for Classification Rule Mining. European Journal of Operational Research, 183(2): 767-784.

BERRY, M.W. 2004. Survey of Text Mining: Clustering, Classification, and Retrieval. Springer. New York. 244 p.

BEZDEK, J.C. ve S.K. PAL. 1992. Fuzzy Models for Pattern Recognition. IEE Press. New York, USA. 539 p.

BEZDEK, J.C., J. KELLER, R. KRISHNAPURAM ve N. PAL. 1999. Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing. Kluwer, Dordrecht, Netherlands. 776 p.

BORGELT, C., R. KRUSE. 2002. Graphical Models: Methods for Data Analysis and Mining. John Wiley & Sons. Ltd. 347 p.

BREYFOGLE, F.W. 1999. Smarter Solutions Using Statistical Methods. John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto. p.78-82.

BRUE, G. 2002. Six Sigma for Managers. McGraw-Hill. New York, London. 189 p.

CARTER, T.A., R.A. TAPIA, A.PAPAKONSTANTINOU. 1995. Linear Algebra. Rice University. p.114-124.

CARVALHO, D.R. ve A.A. FREITAS. 2002. New Results for a Hybrid Decision Tree/ Genetic Algorithm for Data Mining. 4th Int. Conf. on Recent Advances in Soft Computing, Nottingham Trent University, 260-265.

CHAKRAVORTY, S.S. 2009. Six Sigma Programs: An Implementation Model. Elsevier B.V. Int. J. Production Economics 119:1-16.

CHAMBERS, L.D. 1999. Practical Handbook of Genetic Algorithms: Complex Coding Systems. CRC Press. p.1-6.

CHEN, G., Q. WEI, D. LIU, G. WETS. 2002. Simple association rules (SAR) and the SAR-based rule discovery. Computers & Industrial Engineering, 43:721-733.

CHEUNG, D., G.J. WILLIAMS ve Q. Li. 2001. Advances in knowledge discovery and data mining. Springer, New York. 596 p.

COLEMAN, D.E. ve D.C. MONTGOMERY. 1993. Systematic Approach to Planning for a Designed Industrial Experiment. Technometrics, 35:1-12.

DE FALCO, I., A.D. CIOPA ve E. TARANTINO. 2002. Discovering Interesting Classification Rules With Genetic Programming. Applied Soft Computing, 1:257-269.

DELESIE, L. ve L. CROES. 2000. Operations Research and Knowledge Discovery: A Data Mining Method Applied to Health Care Management. International Transactions in Operational Research, 7:159-170.

DIXON, W.C. 1992. BMDP Statistical Software Manual: to Accompany BMDP Release 7. John Wiley & Sons, Ltd. 840 p.

DORIAN, P. 1999. Data Preparation for Data Mining. Morgan Kauffman Pub. 540 p.

DREYFUS, G. 2005. Neural Networks: Methodology and Applications. Springer. p. 3-12.

DUNTEMAN, G.H. 2001. Principal Components Analysis.Sage Publications, Inc. 96 p.

EVERITT, B.S. 1998. The Cambridge Dictionary of Statistics. Cambridge University Pres. Cambridge, UK. 360 p.

FERNANDEZ, G. 2003. Data Mining Using SAS Applications. Chapman & Hall/CRC. 367 p.

FREITAS, A.A. 2002. A Survey of Evolutionary Algorithms for Data Mining and Knowledge Discovery. Advances in Evolutionary Computation, 3: 819-845.

FREITAS, A. A. 1997. A Genetic Programming Framework for Two Data Mining Tasks: Classification and Generalized Rule Induction. 2nd Annual Conf. Genetic Programming, California, 96-101.

GURNEY, K. 1997. An Introduction to Neural Networks. CRC Press. p.1-5.

GÜRSAKAL, N. ve A. OĞUZLAR. 2003. Altı Sigma. Vipaş A.Ş. Bursa. s.23-40.

GÜRSES, D. 2005. İşletmelerde Kalitenin Sürekliliğinin Sağlanmasında Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Uygulama Örneği, (Tezsiz Yüksek Lisans Projesi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir. s.15.

HAHN, G.J., W.J. HILL, R.W. HEARL ve S.A. ZINKGRAF. 1999. The Impact of Six Sigma Improvement: A Glimpse into the Future of Statistics. The American Statistician, 53(3):208-215.

HAND, D.J., G. BLUNT, M.G. KELLY ve N.M. ADAMS. 2001. Data Mining for Fun and Profit. Statistical Science, 15(2): 111-126.

HARDLE W.K. ve L. SIMAR. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. Springer. p.289-356.

HAIR, J., R.E. ANDERSON, R.L. TAHTAM ve W.C. BLACK. 1998. Multivariate Data Analysis. Prentice-Hall International, Inc. p. 1-30, 444-455.

HOERL, R.W. ve R.D. SNEE. 2002. Statistical Thinking: Improving Business Performance. Duxbury Press/Thompson Learning, San Jose.

IŞIĞIÇOK, E. 2004. Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol. Ezgi Kitabevi. 426 s.

JAIN, L.C., N.S. ICHALKARANJE, G. TONFONI. 2002. Advances in Intelligent Systems for Defence. World Scientific. p. 71-72.

JOLLIFFE, I.T. 2002. Principal Component Analysis. Springer – Verlag New York, Inc. 487 p.

JUSTICE, T. ve D. JAMIESON. 2006. The Facilitator's Fieldbook. HRD Pres, Inc, Second Edition. 450 p.

KANTARDZIC, M. 2003. Data Mining Concepts, Models, Methods, and Algorithms. IEEE Press. p.1-83.

KHURI, A.I. 2006. Response Surface Methodology and Related Topics. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 457 p.

KUMAR, U.D., J. CROCKER, T. CHITRA ve H. SARANGA. 2006. Reliability and Six Sigma. Springer. p.3-4.

KUMAR, U.D., D. NOWICKI, J.E. RAMIREZ-MARQUEZ ve D. VERMA. 2008. On the Optimal Selection of Process Alternatives in a Six Sigma Implementation. Int. J. Production Economics 111:456–467.

KWAK, Y.H. ve F.T. ANBARI. 2006. Benefits, Obstacles and Future of Six Sigma Approach. Technovation, 26:708-715.

JOBSON, J.D. 1992. Applied Multivariete Data Analysis Volume 1: Regression and Experimental Design. Springer – Verlag New York, Inc. 731 p.

LAROSE, D.T. 2005. Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining. John Wiley & Sons. Inc. p.23-24.

LARSEN, R.J. ve M.L. MARX. 1986. An Introduction to Mathematical Statistics and Its Applications. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. 630 p.

LAWRIE, D., W.B. CROFT ve A. ROSENBERG. 2001. Finding Topic Words for Hierarchical Summarization. Proceedings of 24th ACM International Conference On Research And Development in Information Retrieval (SIGIR '01). p.349–357.

LEE, S.J. ve K. SIAU. 2001. A Review of Data Mining Techniques. Industrial Management & Data Systems, 101:41-46.

LIN, X., X. ZHOU ve C. LIU. 2000. Efficient Computation of Proximity Matching in Spatial Databases. Data & Knowledge Engineering, 33:85-102.

LINDERMAN, K., R.G. SCHROEDER, S. ZAHEER ve A.S. CHOO. 2003. Six Sigma: A Goal –Theoric Perspective. Journal of Operations Management, 21:193-203.

LIU, X., W. B. CROFT, P. OH ve D. HART. 2004. Automatic Recognition of Reading Levels from User Queries. In: Proceedings Of The 27th ACM ACM International Conference On Research And Development In Information Retrieval (SIGIR ‘04). p.548–549.

MCCLUSKY, R. 2000. The Rise, Fall, and Revival of Six Sigma. Measuring Business Excellence. 4(2):6–17.

MICHALSKI, R.S. ve R.E. STEPP. 1983. Learning from Observation: Conceptual Clustering. Tioga Publishing Co. Alto. p.331-363

MILLER, T.W. 2005. Data and Text Mining: Business Aplications Approach. Pearson Prentice Hall. 178 p.

MITCHELL, M. 1998. An Introduction to Genetic Algorithms. The MIT Press. p.1-9.

MONTGOMERY, D.C. 2001. Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons. Hoboken, NJ. 684 p.

MONTGOMERY, D.C. 2003. Applied Statistics and Probability for Engineers. John Wiley & Sons, Inc. , Singapore.

MUGGLETON, S. 1992. Inductive Logic Programming. Academic Press. San Diego, CA, USA. 565 p.

MYERS, R.H., D.C. MONTGOMERY, C.M. ANDERSON-COOK. 2009. John Wiley & Sons, Inc. 704 p.

NEIL H., T. 2002. Applied Multivariate Analysis. Springer-Verlag, New York, Incorporated. 717 p.

NOCEDAL, J. ve S.J. WRIGHT. 1999. Numerical Optimization. Springer. 636 p.

ÖZDAMAR, K. 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.

ÖZTEMEL, E. 2006. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık. İstanbul. p.13-27.

PANDE, P.S., R.P. NEUMAN, R.R. CAVANAGH. 2000. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance. McGraw-Hill. 415 p.

PANDE, P. ve L. HOLPP. 2002. What is Six Sigma?. McGraw-Hill, New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London. p.51-67.

PARK, S.H. 2003. Six Sigma for Quality and Productivity Promotion. Asian Productivity Organization, Hirakawacho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan. p.5, 22-23.

PYZDEK, T. 2003. The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels. McGraw-Hill, New York, NY. 830 p.

RENCHER, A.C. 2002. Methods of Multivariate Analysis. John Wiley & Sons. Inc. p.322-327

RIDGE, J. W. 1969. Value Analysis for Better Management, Amerler Ment Association Inc. New York.

RUSSELL, S. ve P. NORVIG. 2009. Arficial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall. 1152 p.

SCHROEDER, R.G., K. LİNDERMAN, C. LİEDTKE ve A.S. CHOO. 2008. Six Sigma: Definition and Underlying Theory. Journal of Operations Management, 26(4):536–554.

SERPER, Ö. 2004. Uygulamalı İstatistik 2. Ezgi Kitabevi, Bursa. 483 s.

SHEWHART, W. A. ve W.E. DEMING. 1986. Statistical Methods from the Viewpoint of Quality Control. Dover Pres, 16(2): 20-35.

SOUKUP, T. ve I. DAVIDSON. 2002. Visual Data Mining: techniques and tools for data visualization and mining. Wiley Publishing, Inc. 382 p.

STAMATIS, D.H. 2002. Six Sigma and Beyond: Desgin for Six Sigma. CRC Press LLC. 824 p.

STAMATIS, D.H. 2004. Six Sigma Fundamentals: A Complete Guide to the System, Methods and Tools. Productivity Pres. 350 p.

STEVENS, J.P. 2002. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences. Lawrence Erlbaurn Associates, Inc. 699 p.

STEWART, D.K. ve W.A. LOVE. 1968. A General Canonical Correlation Index. Psychological Bulletin 70:160-163.

SU, C.T., C.J. CHOU. 2008. A Systematic Methodology for the Creation of Six Sigma Projects: A Case Study of Semiconductor Foundry. Expert Systems with Applications 34:2693–2703.

SUMATHI, S. ve S.N. SIVANANDAM. 2006. Data Mining Tasks, Techniques, and Applications, Studies in Computational Intelligence (SCI). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p.195-216.

ŞAHİN, M. 2005. Yönetim Bilgi Sistemi. Anadolu Üniversitesi. 280 s.

TAMRAPARNI, D. ve T. JOHNSON. 2003. Exploratory Data Mining and Data Cleaning. Wiley-Interscience. New York. 203 p.

TAN, K.C., A. TAY, T.H. LEE ve C.M. HENG. 2002. Mining Multiple Comprehensible Classification Rules Using Genetic Programming. IEEE Congress on Evolutionary Computation, Honolulu, 1302–1307.

THURAISINGHAM, B. 1999. Data Mining Technologies, Techniques, Tools and Trends. CRC Press. Boca, Raton, London, New York, Washington, D.C. p.94-95.

TSAY, Y.J. ve J.Y. CHIANG. 2002. CBAR: an efficient method for mining association rules. Knowledge Based Systems, 18:99-105.

YANG, K. ve B. EL-HAIK. 2003. Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development. McGraw-Hill. 609 p.

YANG, K. 2008. Voice of the Customer: Capture and Analysis. McGraw-Hill, New York. 416 p.

WANG, L. 2005. Support Vector Machines: Theory and Applications. Springer. p.2-4.

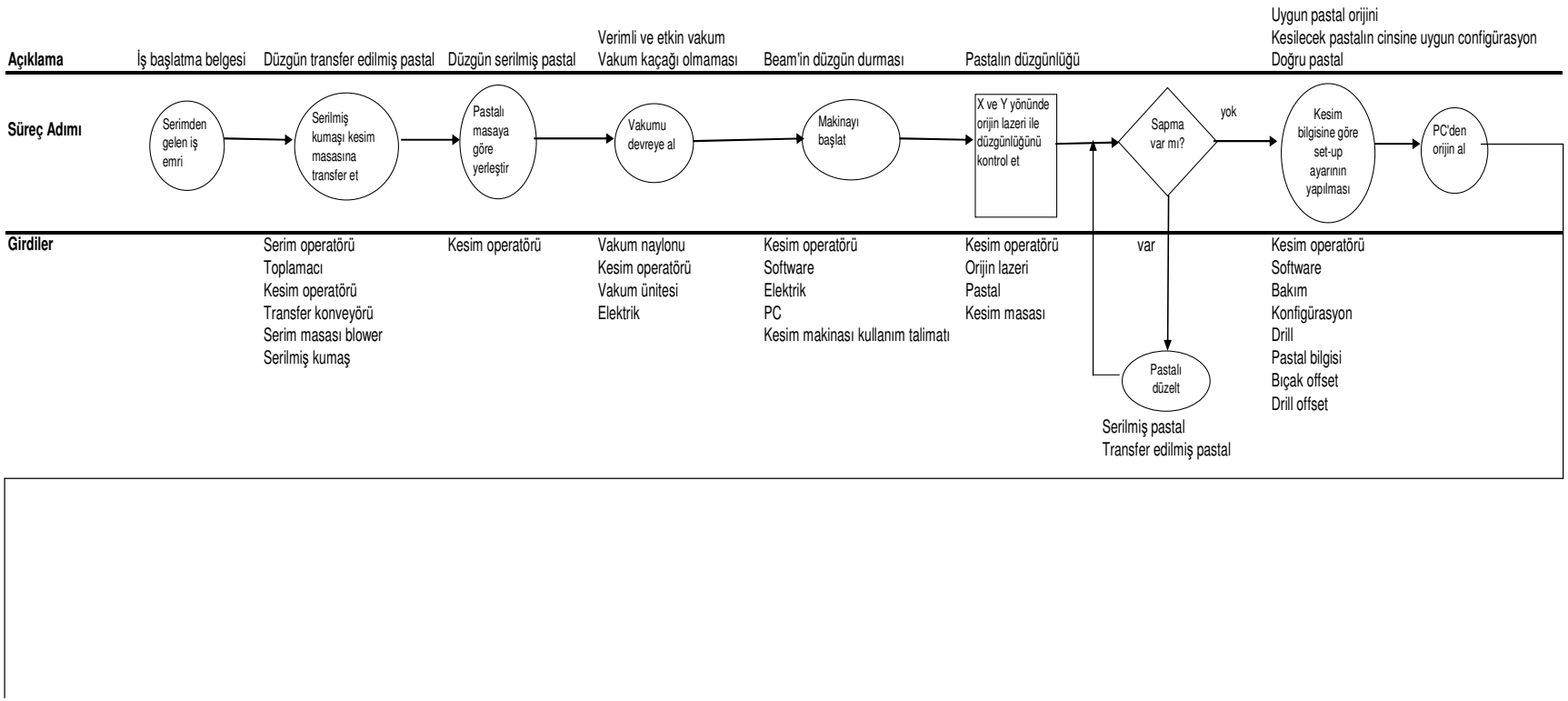
WITTEN, I.H. ve E. FRANK. 2005. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann Publishers. 525 p.

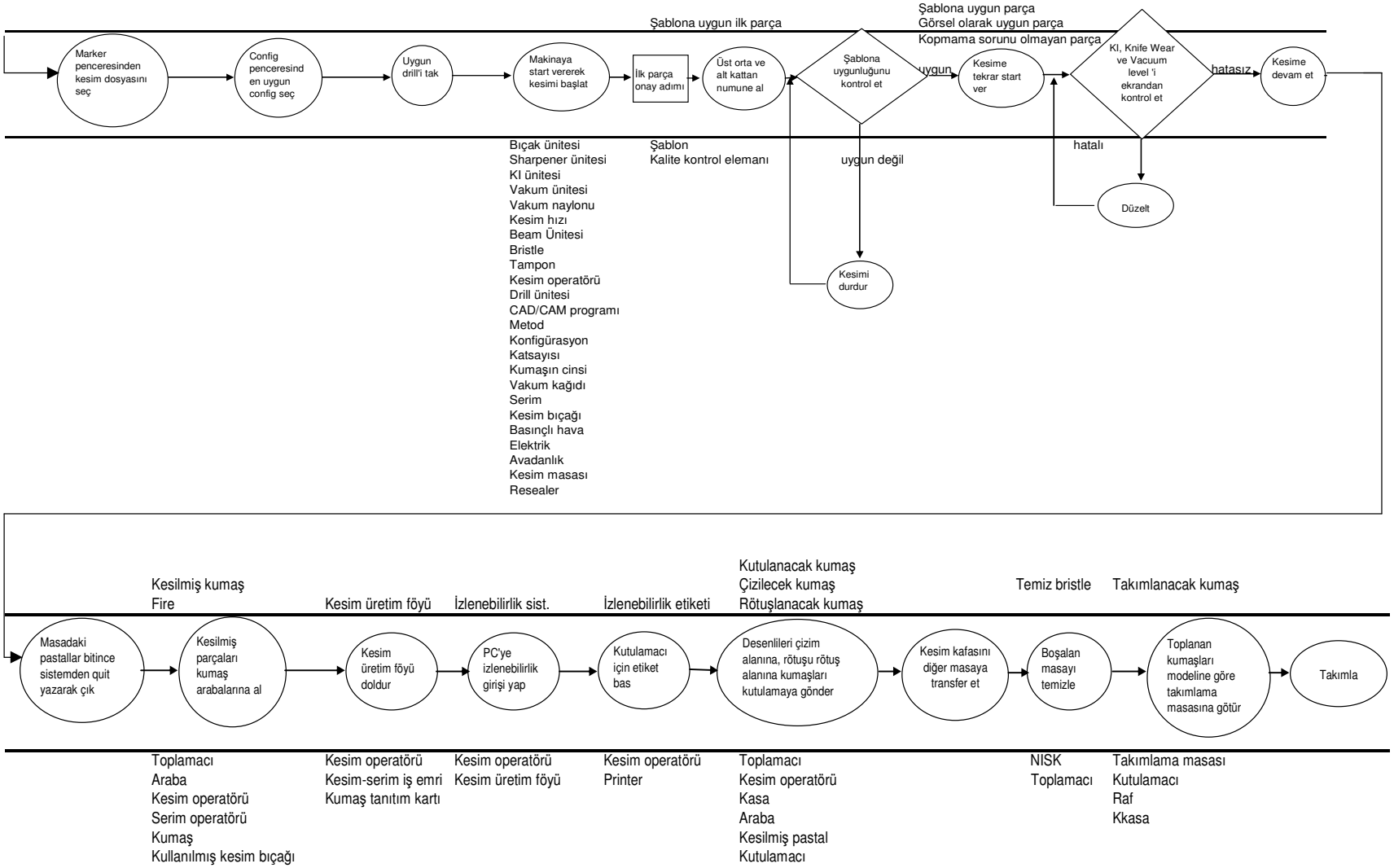
ZHOU, C., W. XIAO, T.M. TIRPAK ve P.C. NELSON. 2003. Evolving Accurate and Compact Classification Rules with Gene Expression Programming. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 7: 519-531.

ZU, X., L.D. FREDENDALL ve T.J. DOUGLAS. 2008. The Evolving Theory of Quality Management: The Role of Six Sigma. 26:630-650.

EKLER

EK-1. Süreç akış şeması




Şablona uygun ilk parça
Şablona uygun parça
Görsel olarak uygun parça
Kopmama sorunu olmayan parça
Marker penceresinden kesim dosyasını seç
Config penceresinden uygun config seç
Uygun drill'i tak
Makinaya start vererek kesimi başlat
İlk parça onay adımı
Üst orta ve alt kattan numune al
Şablona uygunluğunu kontrol et
uygun
Kesime tekrar start ver
KI, Knife Wear ve Vacuum level 'i ekrandan kontrol et
hatasız
Kesime devam et
hatalı
Düzelt
uygun değil
Kesimi durdur
Bıçak ünitesi
Sharpener ünitesi
KI ünitesi
Vakum ünitesi
Vakum naylonu
Kesim hızı
Beam Ünitesi
Bristle
Tampon
Kesim operatörü
Drill ünitesi
CAD/CAM programı
Metod
Konfigürasyon
Katsayısı
Kumaşın cinsi
Vakum kağıdı
Serim
Kesim bıçağı
Basınçlı hava
Elektrik
Avadanlık
Kesim masası
Resealer
Şablon
Kalite kontrol elemanı
Kesilmiş kumaş
Fire
Kesim üretim föyü
İzlenebilirlik sist.
İzlenebilirlik etiketi
Kutulanacak kumaş
Çizilecek kumaş
Rötuşlanacak kumaş
Temiz bristle
Takımlanacak kumaş
Masadaki pastallar bitince sistemden quit yazarak çık
Kesilmiş parçaları kumaş arabalarına al
Kesim üretim föyü doldur
PC'ye izlenebilirlik girişi yap
Kutulamacı için etiket bas
Desenlileri çizim alanına, rötuşu rötuş alanına kumaşları kutulamaya gönder
Kesim kafasını diğer masaya transfer et
Boşalan masayı temizle
Toplanan kumaşları modeline göre takımlama masasına götür
Takımla
Toplamacı
Araba
Kesim operatörü
Serim operatörü
Kumaş
Kullanılmış kesim bıçağı
Kesim operatörü
Kesim-serim iş emri
Kumaş tanıtım kartı
Kesim operatörü
Kesim üretim föyü
Kesim operatörü
Printer
Toplamacı
Kesim operatörü
Kasa
Araba
Kesilmiş pastal
Kutulamacı
NISK
Toplamacı
Takımlama masası
Kutulamacı
Raf
Kkasa

EK-2. Kesim Hataları Sonucunda Oluşan Iskarta Ürün Miktarları (m)

Parça No	F07	F09	F10	F11	F13	Toplam
02008506			2			2
02066035	0,27					0,27
02066246					10,54	10,54
02066263			2,59		37,41	40
02066266			74,72		47,19	121,91
02066268			42,14		7,56	49,7
02066272			46,1		18,62	64,72
02066273					12,98	12,98
02066274			7			7
02066320	1,48				17,05	18,53
02066321			1,7		3,45	5,15
02066325	2,33		13			15,33
02066326	1,71		57,32		19,53	78,56
02066329					15,3	15,3
02066331	7,1		44,8		18,9	70,8
02066333	14,89				66,69	81,58
02066334	3,7		2,2	5,8	15,6	27,3
02066335					40,05	40,05
02066336		32				32
02066342			1,95			1,95
02066343			2,2			2,2
02066344					8,86	8,86
02066345	70,75		2,76		17	90,51
02066346					2,7	2,7
02066348			8,78		221,3	230,08
02066349					5,54	5,54
02066352					24,09	24,09
02066417			9,2			9,2
02066420		20,4	8,33			28,73
02066427		21,23	3,45			24,68
02066529					6,16	6,16
02066533	1,67					1,67
02066535			6,15		2,8	8,95
02066634			1,18			1,18
02066643	279,4				5,81	285,21
02066648	3,95					3,95
02066649	41,15	3,5	159,11		110,02	313,78
02066669			1,87		10,97	12,84
02066670	49,94		70,19		295,73	415,86
02066671			2,81	3,16	49,51	55,48
02066673			21,47	0,9		22,37
02066674	11,97		89,82		57,41	159,2
02066675			48,56		4,06	52,62
02066677			226			226
02066678			1179			1179
02066679			489		6,37	495,37
02066681					2,61	2,61

02066684	32,69			24,52	1,26	58,47
02066685			888,25		29,38	917,63
02066686			231	1,52	1,48	234
02066687	44,9		1286,53		50,74	1382,17
02066688			36,32		7,61	43,93
02066689					3,62	3,62
02066813			0,55			0,55
02066850					2,35	2,35
02066886					12,36	12,36
02066887	24,02				2,95	26,97
02066888					7,6	7,6
02066889					1,65	1,65
02066890					1,66	1,66
02066899	15,51					15,51
02066906			0,4			0,4
02066920					2,64	2,64
02066921	66,01				184,994	251,004
02066922	16,24				106,17	122,41
02066960					1,17	1,17
02066970			2086			2086
02066971	979				12,04	991,04
02066972	5,57		5,35			10,92
02066975			22,3		22,26	44,56
02066976	7,98				2,98	10,96
02066979					2,45	2,45
02066983					8,47	8,47
02066988			5,56		2,53	8,09
02066989			12,41		6,3	18,71
02066990	3,33				9,8	13,13
Toplam	**1685,56**	**77,13**	**7200,07**	**35,9**	**1646,274**	**10644,934**

EK-3. Ham veriler

Parça Tipi	Kontrol Operatörü	Makine No	Model Adı	Cut File	Parça Kesim No	Şablon No	Config Adı	Pastal Katsayısı	Kumaşın Cinsi	Kumaşın Adı	Kat Numarası	Kesim Hızı	Knife Wear	KI (on/off)	KI Kalibration Değeri	Bıçak Hızı	Vakum Derecesi	Drill	Bristle (iyi/kötü)	Vacum Naylonu	Vakum Kağıdı	Advance Before Plunge Distance
35135-O	RUŞEN SAFFETOĞLU	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	MOSSA	1	10	2250	ON	0,078	3001	13,4	0	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	RUŞEN SAFFETOĞLU	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	MOSSA	12	10	2250	ON	0,078	3001	13,4	0	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	RUŞEN SAFFETOĞLU	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	MOSSA	25	10	2250	ON	0,078	3001	13,4	0	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	596	ON	0,078	3001	12,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	12	10	596	ON	0,078	3001	12,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	596	ON	0,078	3001	12,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	3062	ON	0,156	3001	12,4	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	13	10	3062	ON	0,156	3001	12,4	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	3062	ON	0,156	3001	12,4	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	3	B84 EXPRESSION	EXP13KLV-MOS	29	35135-O	B84 2MM	20	ÖRME	M.CARBON	1	10	1747	ON	0,156	3001	12,4	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	3	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-MOS	29	35135-O	B84 2MM	20	ÖRME	M.CARBON	11	10	1747	ON	0,156	3001	12,4	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	3	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-MOS	29	35135-O	B84 2MM	20	ÖRME	M.CARBON	20	10	1747	ON	0,156	3001	12,4	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	1	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	12	35135-O	B84 2MM	12	ÖRME	MOSSA	1	10	2664	ON	0,156	3000	12,4	4	iyi	0,2	VAR	0,475
35135-O	SERHAN İKİZLER	1	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	12	35135-O	B84 2MM	12	ÖRME	MOSSA	15	10	2664	ON	0,156	3000	12,4	4	iyi	0,2	VAR	0,475
35135-O	SERHAN İKİZLER	1	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	12	35135-O	B84 2MM	12	ÖRME	MOSSA	25	10	2664	ON	0,156	3000	12,4	4	iyi	2	VAR	0,475
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYN1CAV2-MOS	28	35135-O	B84 2MM	18	ÖRME	MOSSA	1	10	4402	ON	0,078	3001	15,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYN1CAV2-MOS	28	35135-O	B84 2MM	18	ÖRME	MOSSA	9	10	4402	ON	0,078	3001	15,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYN1CAV2-MOS	28	35135-O	B84 2MM	18	ÖRME	MOSSA	18	10	4402	ON	0,078	3001	15,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	28	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	MOSSA	1	10	198	ON	0,156	3001	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	28	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	MOSSA	12	10	198	ON	0,156	3001	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	28	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	MOSSA	25	10	198	ON	0,156	3001	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13KLS-CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	558	ON	0,156	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13KLS-CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	14	10	558	ON	0,156	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13KLS-CAN	25	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	558	ON	0,156	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	25	35161-N	B84 2MM	6	ÖRME	CANDİDE	1	10	2928	ON	0,078	2400	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	25	35161-N	B84 2MM	6	ÖRME	CANDİDE	3	10	2928	ON	0,078	2400	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	25	35161-N	B84 2MM	6	ÖRME	M.CARBON	6	10	2928	ON	0,078	2400	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 EXPRESSİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	1	10	126	ON	0,078	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 EXPRESSİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	13	10	126	ON	0,078	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 EXPRESSİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	25	10	126	ON	0,078	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 EXPRESSION	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	1	10	2805	ON	0,078	2400	18	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	13	10	2805	ON	0,078	2400	18	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	25	10	2805	ON	0,078	2400	18	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	1	11	3104	ON	0,078	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	15	11	3104	ON	0,078	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	25	11	3104	ON	0,078	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	1	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	1	10	1038	ON	0,078	3000	16	4	İYİ	0,2	VAR	0,525
35135-O	SELİM ÖZKAN	1	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	13	10	1038	ON	0,078	3000	16	4	İYİ	0,2	VAR	0,525
35135-O	SELİM ÖZKAN	1	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	25	10	1038	ON	0,078	3000	16	4	İYİ	0,2	VAR	0,525
35135-O	SELİM ÖZKAN	1	B84 PRIVIGELE	PRV13NRU-TEP	29	35135-O	TEP	20	TEP	TEP	1	5	114	ON	0,078	3000	14	4	iyi	0,2	VAR	0,475
35135-O	SELİM ÖZKAN	1	B84 PRIVIGELE	PRV13NRU-TEP	29	35135-O	TEP	20	TEP	TEP	10	5	114	ON	0,078	3000	14	4	iyi	0,2	VAR	0,475
35135-O	SELİM ÖZKAN	1	B84 PRIVIGELE	PRV13NRU-TEP	29	35135-O	TEP	20	TEP	TEP	20	5	114	ON	0,078	3000	14	4	iyi	2	VAR	0,475
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	88	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	596	ON	0,078	3001	12,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	88	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	12	10	596	ON	0,078	3001	12,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	88	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	596	ON	0,078	3001	12,6	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	12	ÖRME	CANDİDE	1	10	3573	ON	0,078	2800	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	12	ÖRME	CANDİDE	6	10	3573	ON	0,078	2800	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	25	35135-O	B84 2MM	12	ÖRME	CANDİDE	12	10	3573	ON	0,078	2800	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	1	10	1532	ON	0,156	3001	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	14	10	1532	ON	0,156	3001	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 DYNAMIQUE	DYN13KLS-1TK	10	35135-O	B84 2MM	25	ÖRME	M.CARBON	25	10	1532	ON	0,156	3001	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	88	35135-O	B84 2MM	13	ÖRME	CANDİDE	1	10	2646	ON	0,078	2500	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	88	35135-O	B84 2MM	13	ÖRME	CANDİDE	6	10	2646	ON	0,078	2500	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	88	35135-O	B84 2MM	13	ÖRME	CANDİDE	12	10	2646	ON	0,078	2500	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	10	ÖRME	M.CARBON	1	10	1337	ON	0,156	3001	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	10	ÖRME	M.CARBON	5	10	1337	ON	0,156	3001	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35135-O	SELİM ÖZKAN	2	B84 EXPREESİON	EXP13KLV-1TK	11	35135-O	B84 2MM	10	ÖRME	M.CARBON	10	10	1337	ON	0,156	3001	15	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	RUŞEN SAFFETOĞLU	3	B84 PRIVILEGE	PRV13NRU-TEP	80	35161-N	TEP	22	TEP	TEP	1	5	621	ON	0	3500	16	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	RUŞEN SAFFETOĞLU	3	B84 PRIVILEGE	PRV13NRU-TEP	80	35161-N	TEP	22	TEP	TEP	4	5	621	ON	0	3500	16	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	RUŞEN SAFFETOĞLU	3	B84 PRIVILEGE	PRV13NRU-TEP	80	35161-N	TEP	22	TEP	TEP	22	5	621	ON	0	3500	16	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	SERHAN İKİZLER	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	96	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	1440	ON	0,078	3500	15	*	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	SERHAN İKİZLER	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	96	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	14	10	1440	ON	0,078	3500	15	*	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	SERHAN İKİZLER	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	96	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	1440	ON	0,078	3500	15	*	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	93	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	1297	ON	0,078	3001	0	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	93	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	12	10	1297	ON	0,078	3001	0	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT.CAN	93	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	1297	ON	0,078	3001	0	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 EXPRESSION	EXP13KLV-1TK	17	35161-N	B84 2MM	19	ÖRME	MOSSA	1	10	3387	ON	0,156	3001	14	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 EXPRESSION	EXP13KLV-1TK	17	35161-N	B84 2MM	19	ÖRME	MOSSA	9	10	3387	ON	0,156	3001	14	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 EXPRESSION	EXP13KLV-1TK	17	35161-N	B84 2MM	19	ÖRME	MOSSA	19	10	3387	ON	0,156	3001	14	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYNTCAV2.MOS	34	35161-N	B84 2MM	19	ÖRME	MOSSA	1	10	3704	ON	0,156	3001	8	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYNTCAV2.MOS	34	35161-N	B84 2MM	19	ÖRME	MOSSA	10	10	3704	ON	0,156	3001	8	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SERHAN İKİZLER	2	B84 DYNAMIQUE	DYNTCAV2.MOS	34	35161-N	B84 2MM	19	ÖRME	MOSSA	19	10	3704	ON	0,156	3001	8	*	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SELİM ÖZKAN	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	96	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	1	10	558	ON	0,156	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SELİM ÖZKAN	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	96	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	12	10	558	ON	0,156	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SELİM ÖZKAN	2	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	96	35161-N	B84 2MM	25	ÖRME	CANDİDE	25	10	558	ON	0,156	3001	8	4	İYİ	0,2	VAR	0,45
35161	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	96	35161-N	B84 2MM	6	ÖRME	CANDİDE	1	10	2928	ON	0,078	2400	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	96	35161-N	B84 2MM	6	ÖRME	CANDİDE	3	10	2928	ON	0,078	2400	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55
35161	SELİM ÖZKAN	3	B84 AUTHENTIQUE	AUT13NRT-CAN	96	35161-N	B84 2MM	6	ÖRME	M.CARBON	6	10	2928	ON	0,078	2400	14	4	İYİ	0,2	VAR	0,55

Corner Advance Distance	Overcut Distance	Corner Overcut Distance	Marker Flip	X Scale	Y Scale	Sharpen Knife Speed	Drill 1 Speed	Drill 2 Speed	Sharpen Frequency	Sharpen New Knife Times	Max Cut Acceleration	Offset in X-Drill 1	Offset in Y-Drill1	Offset in X-Drill 2	Offset in Y-Drill2	Offset in X-Knife	Offset in Y-Knife	KI:Gain	KI:Deflection Angle	Knife Width	Bıçak/Drill
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,475	0,125	0,125	none	0,999	0,995	2750	2600	2600	152	15	100	53,7	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,475	0,125	0,125	none	0,999	0,995	2750	2600	2600	152	15	100	53,7	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,475	0,125	0,125	none	0,999	0,995	2750	2600	2600	152	15	100	53,7	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	ON	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	56,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	ON	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	56,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	ON	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	56,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,041	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,041	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,041	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,525	0,125	0,125	NONE	1	0,998	2750	2600	2600	152	15	100	53,7	13	66,1	13	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,525	0,125	0,125	NONE	1	0,998	2750	2600	2600	152	15	100	53,7	13	66,1	13	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,525	0,125	0,125	NONE	1	0,998	2750	2600	2600	152	15	100	53,7	13	66,1	13	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,475	0,075	0,075	none	1	1	3000	2300	2400	152	15	100	53,6	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,475	0,075	0,075	none	1	1	3000	2300	2400	152	15	100	53,6	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,475	0,075	0,075	none	1	1	3000	2300	2400	152	15	100	53,6	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,998	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,998	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,998	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	BIÇAK
0,45	0,125	0,125	NONE	1	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	BIÇAK
0,45	0,125	0,125	NONE	1	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	BIÇAK
0,55	0,025	0,025	ON	1,003	1	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	ON	1,003	1	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	ON	1,003	1	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	OFF	1	0,996	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	BIÇAK+DRILL
0,55	0,025	0,025	OFF	1	0,996	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	BIÇAK+DRILL
0,55	0,025	0,025	OFF	1	0,996	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	BIÇAK+DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1,002	1	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,45	0,125	0,125	NONE	1	0,997	2150	2500	2500	152	15	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL
0,55	0,025	0,025	NONE	1	0,997	3000	3000	3000	300	15	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13	8	0,889	DRILL

Kumaş Referansı	Lot No	Giriş No	Saat Yönü/ Saat Yönü Tersi	Delik Çapı	Delik Pozisyonu	Çıt Uzunluğu	Kesik Parçada Yanık	Kesik Parçada Tırtır	Desen Kayması	Çentik En Yakın Köşeye Olan Uzaklık	Desen Yönü (ters/düz)	En %+- 0,5	Boy %+- 0,5	En %+- 0,75	Boy %+- 0,75	Doğru Referanslı Kumaş ve Ürün
2066352	378	154272	SAAT YÖNÜ	*	73,4	4,71	YOK	YOK	YOK	52,62	DÜZ			847,81	251,23	*	*	DOĞRU
2066352	378	154272	SAAT YÖNÜ	*	74,14	4,93	YOK	YOK	YOK	54,18	DÜZ			859,88	247,96	*	*	DOĞRU
2066352	378	154272	SAAT YÖNÜ	*	74,8	5,65	YOK	YOK	YOK	53,97	DÜZ			860,47	246,55	*	*	DOĞRU
674	278564	154695	SAAT YÖNÜ	*	73,64	6,11				53,57				854,49	248,18	*	*	DOĞRU
674	278564	154695	SAAT YÖNÜ	*	74,17	4,78				55,63				856,17	247,51	*	*	DOĞRU
674	278564	154695	SAAT YÖNÜ	*	73,77	4,97				54,17				855,63	247,83	*	*	DOĞRU
674	281058	156449	SAAT YÖNÜ	*	74,88	7,14				56,18				857,41	249,15	*	*	DOĞRU
674	281058	156449	SAAT YÖNÜ	*	75,6	6,68				57,44				858,17	248,87	*	*	DOĞRU
674	281058	156449	SAAT YÖNÜ	*	75,16	6,47				57,11				857,63	248,8	*	*	DOĞRU
352	93358	156214	SAAT YÖNÜ	*	74,74	4,31				56,63				857,17	246,61	*	*	DOĞRU
352	93358	156214	SAAT YÖNÜ	*	75,13	4,4				57,4				857,52	247,8	*	*	DOĞRU
352	93358	156214	SAAT YÖNÜ	*	75,17	4,12				57,22				858,09	247,73	*	*	DOĞRU
352	938155	156904	SAAT YÖNÜ	*	74,74	6,11	YOK	YOK		56,64	DÜZ			860,18	246,79	*	*	DOĞRU
352	938155	156904	SAAT YÖNÜ	*	75,16	6,07	YOK	YOK		56,41	DÜZ			859,86	246,04	*	*	DOĞRU
352	938155	156904	SAAT YÖNÜ	*	75,08	5,91	YOK	YOK		55,86	DÜZ			859,43	245,14	*	*	DOĞRU
352	92303	134977	SAAT YÖNÜ	*	74,98	5,47				55,73				858,23	247,11	*	*	DOĞRU
352	92303	134977	SAAT YÖNÜ	*	75,03	5,14				55,66				858,04	246,42	*	*	DOĞRU
352	92303	134977	SAAT YÖNÜ	*	75,16	4,71				55,71				858,46	246,33	*	*	DOĞRU
352	378	155776	SAAT YÖNÜ	*	73,12	4,61				52,52				861,08	243,14	*	*	DOĞRU
352	378	155776	SAAT YÖNÜ	*	71,88	4,65				53,53				861,95	243,73	*	*	DOĞRU
352	378	155776	SAAT YÖNÜ	*	72,19	5,09				53,94				861,69	243,99	*	*	DOĞRU
674	279531	153972	SAAT YÖNÜ	*	72,51	5,16	YOK	YOK		54,72	DÜZ			856,27	244,91	*	*	DOĞRU
674	279531	153972	SAAT YÖNÜ	*	73,12	5,61	YOK	YOK		54,48	DÜZ			857,21	245,78	*	*	DOĞRU
674	279531	153972	SAAT YÖNÜ	*	73,16	6,11	YOK	YOK		53,85	DÜZ			857,74	245,93	*	*	DOĞRU
674	282411	157646	SAAT YÖNÜ	*	74,18	5,74	YOK	YOK		55,11	DÜZ			858,72	246,17	*	*	DOĞRU
674	282411	157646	SAAT YÖNÜ	*	74,34	5,66	YOK	YOK		55,27	DÜZ			858,43	246,29	*	*	DOĞRU
674	282411	157646	SAAT YÖNÜ	*	74,61	5,79	YOK	YOK		55,34	DÜZ			859,54	246,74	*	*	DOĞRU
352	378	154272	SAAT YÖNÜ	*	73,12	6,01	YOK	YOK		54,89	DÜZ			857,28	246,11	*	*	DOĞRU
352	378	154272	SAAT YÖNÜ	*	72,63	5,76	YOK	YOK		54,48	DÜZ			858,48	246,77	*	*	DOĞRU
352	378	154272	SAAT YÖNÜ	*	73,24	6,12	YOK	YOK		54,75	DÜZ			858,54	247,13	*	*	DOĞRU
352	*	*	SAAT YÖNÜ	*	74,12	6,11	YOK	YOK		54,17	DÜZ			858,34	248,21	*	*	DOĞRU
352	*	*	SAAT YÖNÜ	*	74,17	5,51	YOK	YOK		54,32	DÜZ			859,52	248,35	*	*	DOĞRU
352	*	*	SAAT YÖNÜ	*	74,38	4,96	YOK	YOK		54,69	DÜZ			859,73	248,48	*	*	DOĞRU
352	422	153566	SAAT YÖNÜ	*	72,87	5,75	YOK	YOK		56,11	DÜZ			851,22	247,11	*	*	DOĞRU
352	422	153566	SAAT YÖNÜ	*	73,14	5,8	YOK	YOK		55,01	DÜZ			851,48	247,81	*	*	DOĞRU
352	422	153566	SAAT YÖNÜ	*	73,27	5,48	YOK	YOK		55,51	DÜZ			852,76	248,05	*	*	DOĞRU
352	91350	153566	SAAT YÖNÜ	*	73,55	4,97	YOK	YOK		54,25	DÜZ			857,72	242,52	*	*	DOĞRU
352	91350	153566	SAAT YÖNÜ	*	74,56	4,32	YOK	YOK		53,36	DÜZ			856,14	243,21	*	*	DOĞRU
352	91350	153566	SAAT YÖNÜ	*	72,93	4,94	YOK	YOK		53,48	DÜZ			857,44	244,18	*	*	DOĞRU
266	*	*	SAAT YÖNÜ	*	71,93	4,96	YOK	YOK		54,19	DÜZ			858,72	244,15	*	*	DOĞRU
266	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,68	5,17	YOK	YOK		54,32	DÜZ			858,63	244,19	*	*	DOĞRU
266	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,83	4,68	YOK	YOK		54,47	DÜZ			858,51	244,64	*	*	DOĞRU
674	278564	154695	SAAT YÖNÜ	*	71,94	4,45			*	55,83		*	*	856,9	243,14	*	*	DOĞRU
674	278564	154695	SAAT YÖNÜ	*	72,6	4,81			*	56,56		*	*	857,14	244,17	*	*	DOĞRU
674	278564	154695	SAAT YÖNÜ	*	72,9	5,16			*	57,67		*	*	857,77	244,91	*	*	DOĞRU
674	280005	155270	SAAT YÖNÜ	*	73,24	6,17	YOK	YOK		53,97	DÜZ			857,28	245,76	*	*	DOĞRU
674	280005	155270	SAAT YÖNÜ	*	73,32	6,28	YOK	YOK		54,22	DÜZ			857,51	245,94	*	*	DOĞRU
674	280005	155270	SAAT YÖNÜ	*	73,47	6,24	YOK	YOK		54,38	DÜZ			857,83	246,19	*	*	DOĞRU
352	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,46	6,13	YOK	YOK		53,61	DÜZ			856,23	245,61	*	*	DOĞRU
352	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,63	6,28	YOK	YOK		53,48	DÜZ			857,17	245,89	*	*	DOĞRU
352	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,94	6,4	YOK	YOK		53,71	DÜZ			857,49	245,97	*	*	DOĞRU
674	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,61	6,16	YOK	YOK		52,76	DÜZ			857,93	246,2	*	*	DOĞRU
674	*	*	SAAT YÖNÜ	*	72,53	6,19	YOK	YOK		53,18	DÜZ			857,71	246,78	*	*	DOĞRU
674	*	*	SAAT YÖNÜ	*	73,12	6,26	YOK	YOK		53,33	DÜZ			858,04	246,92	*	*	DOĞRU
352	923023	154977	SAAT YÖNÜ	*	73,34	5,48	YOK	YOK		53,12	DÜZ			856,72	246,18	*	*	DOĞRU
352	923023	154977	SAAT YÖNÜ	*	73,41	5,21	YOK	YOK		53,47	DÜZ			857,17	246,43	*	*	DOĞRU
352	923023	154977	SAAT YÖNÜ	*	73,91	5,57	YOK	YOK		54,07	DÜZ			857,33	246,51	*	*	DOĞRU
2066266	155357	154904	SAAT YÖNÜ	*	77,88	7				36,22				1112,85	247,6	*	*	DOĞRU
2066266	155357	154904	SAAT YÖNÜ	*	77,77	7,25				36,9				1113,5	247,8	*	*	DOĞRU
2066266	155357	154904	SAAT YÖNÜ	*	77,9	7,42				37,15				1113,54	248,04	*	*	DOĞRU
674	276406	151485	SAAT YÖNÜ	4,38	76,44	5,41				35,93				1114,2	247,65	*	*	DOĞRU
674	276406	151485	SAAT YÖNÜ	4,06	76,3	4,95				35,7				1112,24	247,38	*	*	DOĞRU
674	276406	151485	SAAT YÖNÜ	3,58	76,37	4,75				35,8				1113,57	248,16	*	*	DOĞRU
674	281053	156449	SAAT YÖNÜ	*	76,34	5,87				36,04				1114,98	248,14	*	*	DOĞRU
674	281053	156449	SAAT YÖNÜ	*	76,8	5,43				35,96				1114,37	248,06	*	*	DOĞRU
674	281053	156449	SAAT YÖNÜ	*	77,14	5,14				35,87				1113,83	248,01	*	*	DOĞRU
352	378	154372	SAAT YÖNÜ	*	78,41	6,17				36,65				1116,13	248,88	*	*	DOĞRU
352	378	154372	SAAT YÖNÜ	*	78,03	6,46				37,14				1114,89	249,91	*	*	DOĞRU
352	378	154372	SAAT YÖNÜ	*	76,16	5,86				36,8				1114,64	250,6	*	*	DOĞRU
352	91350	153566	SAAT YÖNÜ	*	76,96	5,89				34,17				1113,81	248,08	*	*	DOĞRU
352	91350	153566	SAAT YÖNÜ	*	77,04	6,02				35,41				1113,28	249,13	*	*	DOĞRU
352	91350	153566	SAAT YÖNÜ	*	76,47	5,96				35,68				1114,78	249,04	*	*	DOĞRU
674	279531	153972	SAAT YÖNÜ	*	77,11	5,08	YOK	YOK		34,27	DÜZ			1110,68	246,17	*	*	DOĞRU
674	279531	153972	SAAT YÖNÜ	*	76,93	4,76	YOK	YOK		35,13	DÜZ			1110,81	245,56	*	*	DOĞRU
674	279531	153972	SAAT YÖNÜ	*	76,96	5,63	YOK	YOK		35,21	DÜZ			1110,98	245,51	*	*	DOĞRU
674	282411	157646	SAAT YÖNÜ	*	77,41	5,46	YOK	YOK		35,27	DÜZ			1112,21	246,17	*	*	DOĞRU
674	282411	157646	SAAT YÖNÜ	*	77,63	5,63	YOK	YOK		35,39	DÜZ			1112,38	246,28	*	*	DOĞRU
674	282411	157646	SAAT YÖNÜ	*	77,67	5,81	YOK	YOK		35,46	DÜZ			1112,53	246,41	*	*	DOĞRU

EK-4. Düzenlenmiş veriler

GİRDİLER																											
parça tipi-1	parça tipi-2	parça tipi-3	parça tipi-4	parça tipi-5	parça tipi-6	parça tipi-7	parça tipi-8	parça tipi-9	parça tipi-10	parça tipi-11	parça tipi-12	parça tipi-13	parça tipi-14	parça tipi-15	parça tipi-16	parça tipi-17	parça tipi-18	parça tipi-19	parça tipi-20	parça tipi-21	parça tipi-22	parça tipi-23	makine no-1	makine no-2	makine no-3	makine no-4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

model adı-1	model adı-2	model adı-3	model adı-4	model adı-5	pastal katsayısı	kumaşın cinsi-1	kumaşın cinsi-2	kumaşın cinsi-3	kumaşın cinsi-4	kumaşın cinsi-5	kumaşın cinsi-6	kat numarası	kesim hızı	knife wear	kı kalibration değeri	bıçak hızı	vakum derecesi	drill-0	drill-3	drill-4
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	2250	0.078	3001	13.4	1	0	0
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	12	10	2250	0.078	3001	13.4	1	0	0
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	2250	0.078	3001	13.4	1	0	0
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	596	0.078	3001	12.6	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	12	10	596	0.078	3001	12.6	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	596	0.078	3001	12.6	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	3062	0.156	3001	12.4	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	13	10	3062	0.156	3001	12.4	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	3062	0.156	3001	12.4	0	0	1
0	0	1	0	0	20	1	0	0	0	0	0	1	10	1747	0.156	3001	12.4	0	0	1
0	0	1	0	0	20	1	0	0	0	0	0	11	10	1747	0.156	3001	12.4	0	0	1
0	0	1	0	0	20	1	0	0	0	0	0	20	10	1747	0.156	3001	12.4	0	0	1
0	1	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	1	10	2664	0.156	3000	12.4	0	0	1
0	1	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	15	10	2664	0.156	3000	12.4	0	0	1
0	1	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	25	10	2664	0.156	3000	12.4	0	0	1
1	0	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	1	10	4402	0.078	3001	15.6	0	0	1
1	0	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	9	10	4402	0.078	3001	15.6	0	0	1
1	0	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	18	10	4402	0.078	3001	15.6	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	198	0.156	3001	14	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	12	10	198	0.156	3001	14	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	198	0.156	3001	14	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	558	0.156	3001	8	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	14	10	558	0.156	3001	8	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	558	0.156	3001	8	0	0	1
0	1	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	1	10	2928	0.078	2400	14	0	0	1
0	1	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	3	10	2928	0.078	2400	14	0	0	1
0	1	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	6	10	2928	0.078	2400	14	0	0	1
0	0	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	126	0.078	3001	8	0	0	1
0	0	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	13	10	126	0.078	3001	8	0	0	1
0	0	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	126	0.078	3001	8	0	0	1
0	0	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	2805	0.078	2400	18	0	0	1
0	0	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	13	10	2805	0.078	2400	18	0	0	1
0	0	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	2805	0.078	2400	18	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	11	3104	0.078	3001	8	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	15	11	3104	0.078	3001	8	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	11	3104	0.078	3001	8	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	1038	0.078	3000	16	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	13	10	1038	0.078	3000	16	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	1038	0.078	3000	16	0	0	1
0	0	0	1	0	20	0	1	0	0	0	0	1	5	114	0.078	3000	14	0	0	1
0	0	0	1	0	20	0	1	0	0	0	0	10	5	114	0.078	3000	14	0	0	1
0	0	0	1	0	20	0	1	0	0	0	0	20	5	114	0.078	3000	14	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	596	0.078	3001	12.6	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	12	10	596	0.078	3001	12.6	0	0	1
0	1	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	596	0.078	3001	12.6	0	0	1
0	1	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	1	10	3573	0.078	2800	14	0	0	1
0	1	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	6	10	3573	0.078	2800	14	0	0	1
0	1	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	12	10	3573	0.078	2800	14	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	1	10	1532	0.156	3001	15	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	14	10	1532	0.156	3001	15	0	0	1
1	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	25	10	1532	0.156	3001	15	0	0	1
0	1	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	1	10	2646	0.078	2500	15	0	0	1
0	1	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	6	10	2646	0.078	2500	15	0	0	1
0	1	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	12	10	2646	0.078	2500	15	0	0	1
0	0	1	0	0	10	1	0	0	0	0	0	1	10	1337	0.156	3001	15	0	0	1
0	0	1	0	0	10	1	0	0	0	0	0	5	10	1337	0.156	3001	15	0	0	1
0	0	1	0	0	10	1	0	0	0	0	0	10	10	1337	0.156	3001	15	0	0	1
0	0	0	1	0	22	0	1	0	0	0	0	1	5	621	0	3500	16	0	0	1
0	0	0	1	0	22	0	1	0	0	0	0	4	5	621	0	3500	16	0	0	1

drill-6	drill-9	drill-10	advance before plunge distance	overcut distance	marker flip	x scale	y scale	sharpen knife speed	drill 1 speed	drill 2 speed	sharpen frequency	max cut acceleration	offset in x-drill 1	offset in y-drill1	offset in x-drill 2	offset in y-drill2	offset in x-knife	offset in y-knife	kı:gain
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,475	0,125	0	0,999	0,995	2750	2600	2600	152	100	53,7	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15
0	0	0	0,475	0,125	0	0,999	0,995	2750	2600	2600	152	100	53,7	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15
0	0	0	0,475	0,125	0	0,999	0,995	2750	2600	2600	152	100	53,7	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,55	0,025	1	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	56,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	1	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	56,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	1	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	56,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,041	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,041	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,041	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,525	0,125	0	1	0,998	2750	2600	2600	152	100	53,7	13	66,1	13	1,1	12,93	15
0	0	0	0,525	0,125	0	1	0,998	2750	2600	2600	152	100	53,7	13	66,1	13	1,1	12,93	15
0	0	0	0,525	0,125	0	1	0,998	2750	2600	2600	152	100	53,7	13	66,1	13	1,1	12,93	15
0	0	0	0,475	0,075	0	1	1	3000	2300	2400	152	100	53,6	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15
0	0	0	0,475	0,075	0	1	1	3000	2300	2400	152	100	53,6	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15
0	0	0	0,475	0,075	0	1	1	3000	2300	2400	152	100	53,6	12,9	66,1	12,85	1,1	12,93	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	0,997	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,998	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,998	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,998	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1,002	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,55	0,025	0	1	0,997	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	13
0	0	0	0,45	0,125	0	1	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,45	0,125	0	1	1	2150	2500	2500	152	100	54,5	14,14	66,95	14,14	1,945	14,071	15
0	0	0	0,55	0,025	1	1,003	1	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	15
0	0	0	0,55	0,025	1	1,003	1	3000	3000	3000	300	100	53,625	12,4	66	12,4	1,14	12,35	15

ÇIKTILAR

delik çapı	delik pozisyonu	çıt uzunluğu	desen kayması	çentik en yakın köşeye olan uzaklık	en	boy
0	0	4,71	0	3,963096276	0,732325097	0,26510736
0	0	4,93	0	3,992311837	0,744366078	0,260169722
0	0	5,65	0	3,988428337	0,744954659	0,258040649
0	0	6,11	0	3,98098921	0,738989036	0,260501918
0	0	4,78	0	4,018722624	0,740664997	0,25949023
0	0	4,97	0	3,99212725	0,740126296	0,259973424
0	0	7,14	0	4,028560822	0,741902016	0,261966599
0	0	6,68	0	4,050740925	0,742660189	0,261543805
0	0	6,47	0	4,044979233	0,742121487	0,261438106
0	0	4,31	0	4,03653888	0,741662593	0,258131248
0	0	4,4	0	4,050044303	0,742011752	0,259928125
0	0	4,12	0	4,046903488	0,742580381	0,259822426
0	0	6,11	0	4,036715449	0,744665356	0,258403044
0	0	6,07	0	4,032646448	0,744346126	0,257270558
0	0	5,91	0	4,022848561	0,74391716	0,255911576
0	0	5,47	0	4,020518602	0,742720045	0,258886238
0	0	5,14	0	4,019261756	0,742530501	0,257844351
0	0	4,71	0	4,020159664	0,742949492	0,257708453
0	0	4,61	0	3,961194049	0,745563193	0,252891614
0	0	4,65	0	3,980242244	0,746431101	0,253782502
0	0	5,09	0	3,987872318	0,746171726	0,254175097
0	0	5,16	0	4,002229273	0,740764757	0,25556428
0	0	5,61	0	3,997833662	0,741702497	0,256877963
0	0	6,11	0	3,986202404	0,742231223	0,25710446
0	0	5,74	0	4,009331188	0,743208867	0,257466856
0	0	5,66	0	4,012230266	0,742919564	0,257648054
0	0	5,79	0	4,013495974	0,744026895	0,258327545
0	0	6,01	0	4,005331183	0,741772329	0,257376257
0	0	5,76	0	3,997833662	0,742969444	0,258372845
0	0	6,12	0	4,002777369	0,743029299	0,258916438
0	0	6,11	0	3,99212725	0,74282978	0,260547217
0	0	5,51	0	3,994892483	0,744006943	0,260758614
0	0	4,96	0	4,001680877	0,744216438	0,260954912
0	0	5,75	0	4,02731405	0,735726898	0,258886238
0	0	5,8	0	4,007514987	0,735986273	0,259943225
0	0	5,48	0	4,016563185	0,737263196	0,26030562
0	0	4,97	0	3,993602992	0,742211271	0,251955425
0	0	4,32	0	3,977061402	0,740635069	0,252997312
0	0	4,94	0	3,979307752	0,741931944	0,254461994
0	0	4,96	0	3,99249639	0,743208867	0,254416694
0	0	5,17	0	3,994892483	0,743119083	0,254477094
0	0	4,68	0	3,997650091	0,742999372	0,255156585
0	0	4,45	0	4,022311359	0,741393242	0,252891614
0	0	4,81	0	4,035302022	0,741632665	0,254446894
0	0	5,16	0	4,054737108	0,742261151	0,25556428
0	0	6,17	0	3,988428337	0,741772329	0,256847764
0	0	6,28	0	3,993049844	0,742001776	0,25711956
0	0	6,24	0	3,995996439	0,742321006	0,257497056
0	0	6,13	0	3,981735618	0,740724853	0,256621267
0	0	6,28	0	3,979307752	0,741662593	0,257044061
0	0	6,4	0	3,983599204	0,741981824	0,25716486
0	0	6,16	0	3,965753328	0,742420766	0,257512155
0	0	6,19	0	3,973682386	0,742201295	0,258387944
0	0	6,26	0	3,976499025	0,742530501	0,258599342
0	0	5,48	0	3,972553505	0,741213675	0,257481956
0	0	5,21	0	3,979120749	0,741662593	0,257859451

EK-5. Ana bileşenler çözümlemesi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 5.1: Girdi Değişkenlerinin Kovaryans Matrisi

1.00E+06*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0014	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	-0,0006	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0145	0,0099	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0002	0,0001	0,0000	-0,0014	0,0001	-0,0006	0,0099	1,8768	0,0000	-0,0613	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0004	-0,0613	0,0000	0,0618	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18	-0,0001	0,0000	0,0001	-0,0002	0,0000	-0,0001	-0,0021	0,0783	0,0000	-0,0264	0,0004	0,0003	0,0000	0,0000
19	-0,0001	0,0001	0,0000	-0,0002	0,0000	-0,0001	-0,0008	0,0278	0,0000	-0,0141	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000
20	-0,0001	0,0001	0,0000	-0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0009	0,0227	0,0000	-0,0188	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000
21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0098	0,0000	-0,0049	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
22	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	-0,0002	0,0132	0,0000	0,0015	-0,0001	0,0001	0,0000	0,0000
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	-0,0002	-0,0306	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

EK-5. (Devam) Ana bileşenler çözümlemesi ile ilgili sonuçlar

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	-0,0002	-0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0021	-0,0008	-0,0009	-0,0001	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0783	0,0278	0,0227	0,0098	0,0132	0,0000	-0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0306	-0,0001	-0,0002
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0264	-0,0141	-0,0188	-0,0049	0,0015	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0018	0,0001	0,0001
0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0002	0,0002	0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,1276	0,0505	0,0518	0,0126	-0,0074	-0,0001	-0,0002	-0,0001	-0,0002	-0,0090	-0,0002	-0,0002
0,0000	0,0000	0,0000	0,0505	0,0454	0,0470	0,0086	-0,0031	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0037	-0,0001	-0,0001
0,0000	0,0000	0,0000	0,0518	0,0470	0,0514	0,0084	-0,0033	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0040	-0,0001	-0,0001
0,0000	0,0000	0,0000	0,0126	0,0086	0,0084	0,0031	-0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0007	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0074	-0,0031	-0,0033	-0,0006	0,0754	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0173	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0090	-0,0037	-0,0040	-0,0007	0,0173	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0646	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

EK-5. (Devam) Ana bileşenler çözümlemesi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 5.2: Öz Vektörler

0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007	0,0003	0,0018	-0,0033	-0,0009	0,0015	0,0024	-0,0027	0,0031	-0,0443
0,0006	0,0009	-0,0126	0,0104	0,0240	0,0213	-0,0850	0,0682	-0,2234	-0,7150	-0,1063	0,2735	0,5665	0,1354	-0,0106
-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0000	0,0079	-0,0111	0,0032	-0,0075	-0,0051	0,0460	0,0183	0,0164	-0,1388	0,8414	0,5139
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0006	0,0000	0,0000	0,0007	-0,0038	-0,0120	0,0020	0,0055	0,0114	-0,0073	-0,0192	0,1129
0,0001	0,0005	0,0012	0,0022	0,0013	0,0049	-0,0089	-0,0003	-0,0234	-0,0289	0,0096	0,0131	0,0869	-0,5098	0,8469
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	-0,0001	0,0000	-0,0004	0,0000	0,0008	0,0004	-0,0012
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0007	0,0003
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0001	0,0000
-0,0014	0,0075	0,0303	-0,0155	0,1304	0,9872	-0,0648	-0,0186	0,0326	0,0148	0,0310	0,0077	-0,0173	0,0073	0,0005
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0004	0,0000	-0,0001	0,0000	-0,0005
0,0000	0,0000	-0,0001	0,0006	0,0013	0,0019	0,0025	0,0002	-0,0029	-0,0012	0,0037	0,0082	0,0032	0,0092	-0,0072
0,0000	0,0000	0,0002	0,0011	0,0014	-0,0012	-0,0017	0,0017	0,0011	-0,0004	0,0034	-0,0009	-0,0040	-0,0398	-0,0476
-0,0025	0,0231	-0,0984	-0,9520	0,2622	-0,0544	-0,1006	0,0141	0,0331	-0,0108	0,0091	-0,0005	-0,0085	-0,0038	0,0004
0,0020	0,0196	-0,9841	0,1327	0,1132	0,0165	-0,0052	-0,0073	-0,0012	0,0172	-0,0025	-0,0050	-0,0058	-0,0029	0,0002
-0,0001	0,0009	-0,0024	0,0294	-0,0123	-0,0093	-0,0109	0,0444	0,8349	-0,3272	-0,2555	-0,3536	0,0276	0,0215	0,0316
-0,8964	-0,4429	-0,0118	-0,0075	-0,0011	0,0026	-0,0004	0,0006	-0,0003	-0,0007	-0,0013	-0,0003	0,0002	-0,0001	0,0002
0,4431	-0,8959	-0,0207	-0,0230	-0,0064	0,0087	0,0009	0,0012	0,0009	-0,0010	-0,0011	-0,0002	-0,0001	0,0001	0,0006
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0001	0,0006	-0,0005	-0,0001	0,0026	0,0000	-0,0010
0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0001	0,0000	0,0001	-0,0001	-0,0010	-0,0002	-0,0013	-0,0002	-0,0005	0,0027	0,0008
0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0004	-0,0001	0,0002	-0,0005	0,0016	0,0031	0,0007	-0,0004	0,0002	-0,0023	-0,0017
0,0000	0,0000	-0,0002	0,0002	0,0003	0,0005	0,0006	-0,0011	-0,0049	0,0050	-0,0069	-0,0032	-0,0013	-0,0046	0,0136
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0002	0,0004
0,0001	-0,0004	0,0008	-0,0041	0,0013	0,0054	-0,0260	0,0381	-0,2226	0,0222	0,4039	-0,7987	0,3774	0,0651	0,0034
0,0002	-0,0002	-0,0090	-0,0004	-0,1667	-0,0236	-0,5403	-0,6442	0,1135	0,3040	-0,1454	0,0651	0,3633	0,0444	-0,0018
-0,0022	0,0142	-0,1141	-0,2179	-0,7449	0,1191	0,1820	0,3838	0,0733	0,2663	-0,1171	0,0863	0,3009	0,0420	0,0089
0,0017	-0,0091	0,0803	0,1600	0,5038	-0,0702	-0,2256	0,5387	0,1110	0,4223	-0,1757	0,1013	0,3670	0,0392	0,0015
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	-0,0002	-0,0012
-0,0002	-0,0015	0,0256	-0,0253	0,2533	0,0136	0,7756	-0,3725	0,0769	0,1893	-0,1305	0,0499	0,3620	0,0404	0,0040
0,0007	0,0020	0,0026	-0,0230	-0,0032	0,0392	-0,0072	-0,0014	-0,4051	-0,0059	-0,8222	-0,3703	-0,1423	-0,0080	0,0130

EK-5. (Devam) Ana bileşenler çözümlemesi ile ilgili sonuçlar

-0,0057	-0,0242	-0,1075	-0,9911	0,0560	0,0157	-0,0160	-0,0005	-0,0005	0,0012	0,0009	-0,0008	-0,0007	-0,0001
-0,0047	-0,0077	-0,0055	0,0020	-0,0011	-0,0045	0,0017	0,0001	0,0023	-0,0001	0,0002	0,0002	0,0006	-0,0001
-0,0599	-0,0225	0,0307	-0,0216	0,0123	-0,0007	-0,0050	-0,0003	-0,0005	0,0007	0,0000	0,0004	0,0004	0,0000
0,1305	0,0754	-0,9306	0,0760	-0,3030	-0,0123	-0,0033	-0,0020	-0,0006	0,0002	-0,0005	0,0019	-0,0015	0,0008
-0,0372	-0,0044	0,0928	-0,0471	0,0329	0,0103	-0,0107	0,0009	-0,0002	0,0013	-0,0001	-0,0002	-0,0002	-0,0001
-0,0149	-0,0088	0,2994	-0,0858	-0,9501	-0,0045	-0,0033	-0,0009	-0,0006	0,0001	-0,0003	0,0009	-0,0008	0,0003
-0,0008	-0,0020	0,0015	0,0005	0,0014	0,0028	-0,0040	-0,9995	0,0237	0,0000	0,0035	-0,0077	-0,0167	-0,0052
0,0002	0,0000	-0,0005	0,0002	-0,0005	-0,0022	-0,0028	0,0065	0,0149	0,0249	-0,0067	-0,0027	-0,0571	-0,9979
-0,0004	-0,0021	-0,0002	0,0007	-0,0001	0,0002	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0014	0,0017	0,0014	-0,0008	0,0012	-0,0586	-0,0126	0,0047	0,1439	0,5225	-0,8010	-0,0617	-0,2368	0,0345
-0,2713	0,9612	0,0342	-0,0251	0,0084	-0,0089	0,0133	-0,0018	-0,0013	0,0013	0,0018	0,0003	0,0027	-0,0003
-0,9507	-0,2623	-0,1468	0,0277	-0,0314	-0,0125	0,0066	0,0009	-0,0010	0,0009	-0,0019	0,0011	0,0016	-0,0001
-0,0004	0,0006	0,0002	-0,0003	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
0,0002	-0,0002	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0003	-0,0002	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000
-0,0015	0,0060	-0,0131	-0,0041	-0,0038	-0,0016	0,0022	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0026	-0,0013	-0,0002	0,0008	-0,0001	0,0091	-0,0493	-0,0275	-0,6035	0,1624	-0,2280	0,0598	0,7406	-0,0460
-0,0032	-0,0008	-0,0081	0,0030	-0,0076	0,6115	0,4053	0,0050	0,5278	0,0442	-0,0564	0,0665	0,4163	-0,0171
0,0021	0,0018	0,0057	-0,0013	0,0052	-0,4952	-0,4696	0,0064	0,5773	-0,0029	0,0086	0,0725	0,4420	-0,0145
0,0151	-0,0132	0,0050	-0,0232	0,0036	-0,6137	0,7823	-0,0055	0,0374	-0,0025	0,0091	0,0158	0,0916	-0,0057
0,0003	0,0013	0,0015	-0,0016	0,0015	0,0013	-0,0008	-0,0065	-0,0276	-0,4734	-0,3490	0,8030	-0,0917	-0,0068
-0,0018	0,0025	-0,0080	-0,0008	-0,0022	0,0001	0,0001	0,0000	0,0005	-0,0002	0,0003	0,0000	-0,0007	0,0000
-0,0038	-0,0001	-0,0032	-0,0025	-0,0005	0,0014	-0,0005	0,0000	0,0001	-0,0001	0,0003	-0,0002	-0,0015	0,0001
-0,0041	-0,0017	-0,0039	-0,0003	-0,0008	0,0004	-0,0003	0,0000	0,0003	-0,0001	0,0002	-0,0001	-0,0008	0,0000
-0,0005	-0,0010	-0,0061	-0,0001	-0,0014	0,0013	-0,0003	0,0000	0,0001	-0,0002	0,0002	-0,0001	-0,0015	0,0001
0,0006	-0,0015	0,0009	0,0009	0,0008	-0,0003	-0,0043	-0,0021	-0,0176	0,6884	0,4257	0,5812	-0,0805	0,0171
-0,0041	-0,0044	-0,0028	-0,0015	-0,0003	0,0014	-0,0008	0,0001	0,0000	-0,0001	0,0002	-0,0002	-0,0015	0,0000
-0,0040	0,0048	-0,0015	-0,0007	-0,0001	0,0040	-0,0083	0,0000	-0,0004	0,0001	-0,0003	-0,0002	-0,0012	0,0001

EK-6. Kanonik korelasyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 6.1: S_{xx} Matrisi

1	-0,0702	0,1214	-0,0605	0,2057	-0,0232	0,0139	0,0245	-0,0544	0,0138	0,0031	-0,0691	-0,049	0,1095	0,0271
-0,0702	1	0,0084	-0,0358	-0,1491	-0,0257	-0,0049	0,1159	-0,1624	-0,1855	0,0945	0,1224	0,182	-0,6853	0,3703
0,1214	0,0084	1	-0,1462	0,6511	-0,0535	0,0125	-0,025	0,045	-0,0163	0,0234	0,153	0,0597	-0,0902	0,1601
-0,0605	-0,0358	-0,1462	1	-0,3003	0,3291	0,0372	-0,1961	0,0299	0,1001	-0,0703	0,1038	-0,1341	0,1113	0,1972
0,2057	-0,1491	0,6511	-0,3003	1	-0,1008	-0,0572	0,0555	-0,0006	0,1007	-0,0303	-0,0533	-0,095	0,1675	-0,0561
-0,0232	-0,0257	-0,0535	0,3291	-0,1008	1	0,0119	-0,0577	0,0164	0,0335	-0,0281	0,0291	-0,0502	0,0468	0,0558
0,0139	-0,0049	0,0125	0,0372	-0,0572	0,0119	1	0,0602	0,158	0,0126	0,0426	-0,0489	-0,0322	0,0304	-0,0195
0,0245	0,1159	-0,025	-0,1961	0,0555	-0,0577	0,0602	1	0,1024	-0,1807	0,1048	0,0477	0,068	-0,1142	0,0085
-0,0544	-0,1624	0,045	0,0299	-0,0006	0,0164	0,158	0,1024	1	0,044	-0,203	0,0152	-0,1976	0,2368	-0,1686
0,0138	-0,1855	-0,0163	0,1001	0,1007	0,0335	0,0126	-0,1807	0,044	1	-0,2058	0,013	-0,1987	0,3755	-0,1853
0,0031	0,0945	0,0234	-0,0703	-0,0303	-0,0281	0,0426	0,1048	-0,203	-0,2058	1	0,0266	0,361	-0,3393	0,2905
-0,0691	0,1224	0,153	0,1038	-0,0533	0,0291	-0,0489	0,0477	0,0152	0,013	0,0266	1	0,2517	-0,2456	0,2146
-0,049	0,182	0,0597	-0,1341	-0,095	-0,0502	-0,0322	0,068	-0,1976	-0,1987	0,361	0,2517	1	-0,7162	0,596
0,1095	-0,6853	-0,0902	0,1113	0,1675	0,0468	0,0304	-0,1142	0,2368	0,3755	-0,3393	-0,2456	-0,7162	1	-0,6209
0,0271	0,3703	0,1601	0,1972	-0,0561	0,0558	-0,0195	0,0085	-0,1686	-0,1853	0,2905	0,2146	0,596	-0,6209	1
0,0782	-0,0258	0,309	-0,0899	0,4723	-0,0391	-0,0514	0,1138	0,0781	0,2007	-0,1201	0,0617	-0,0429	0,1236	0,0476
0,1397	-0,1265	0,4989	-0,2514	0,6135	-0,0914	-0,0704	0,1124	0,198	0,0556	0,0311	0,0661	-0,0536	0,1319	0,0024
-0,0359	0,1638	0,1942	-0,1276	-0,0019	-0,0413	-0,0504	0,1627	-0,19	-0,2966	0,3229	0,2666	0,7612	-0,7187	0,4653
-0,0536	0,6863	0,0938	-0,1298	-0,046	-0,0482	-0,033	0,097	-0,1599	-0,2662	0,2562	0,188	0,6112	-0,8836	0,5198
-0,0458	0,7046	0,1186	-0,1158	-0,0352	-0,0435	-0,0337	0,0748	-0,1635	-0,3339	0,2409	0,1729	0,5119	-0,8711	0,4804
-0,1144	0,5317	0,0094	-0,1081	-0,2346	-0,0446	-0,0215	0,1302	-0,2049	-0,3547	0,3431	0,242	0,7948	-0,9008	0,6512
-0,0822	-0,0082	0,0321	0,0646	-0,067	0,0225	-0,0042	0,0243	0,0278	0,0181	-0,066	-0,063	-0,0435	0,0406	-0,024
0,0463	0,0491	-0,1295	0,1639	-0,0193	0,0508	0,0388	-0,0108	0,0821	0,1579	-0,2076	-0,1728	-0,6136	0,504	-0,2296
0,0754	-0,2695	-0,1567	0,1381	0,0374	0,0459	0,048	-0,0878	0,1571	0,336	-0,3095	-0,2273	-0,7556	0,816	-0,4984
0,052	-0,0915	-0,1278	0,1504	0,0459	0,0452	0,0466	-0,0596	0,1373	0,3113	-0,3062	-0,1972	-0,755	0,7064	-0,4409
0,0528	-0,2589	-0,1651	0,1637	0,0276	0,052	0,0488	-0,0946	0,1502	0,3375	-0,3181	-0,2321	-0,7502	0,8076	-0,4927
0,0064	-0,0116	0,1778	0,0697	0,1194	0,0221	-0,0059	-0,1113	0,0396	0,0264	0,0801	-0,0897	-0,063	0,0586	-0,0347
0,0701	-0,2718	-0,1448	0,1308	0,0584	0,0422	0,045	-0,0632	0,1582	0,3469	-0,3321	-0,2197	-0,7731	0,8238	-0,5065
0,1027	-0,5563	0,0028	0,1418	0,2128	0,0506	0,0227	-0,2071	0,1502	0,4343	-0,3164	-0,2112	-0,7719	0,8843	-0,5475

EK-6. (Devam) Kanonik korelasyon analizi ile ilgili sonuçlar

0,0782	0,1397	-0,0359	-0,0536	-0,0458	-0,1144	-0,0822	0,0463	0,0754	0,052	0,0528	0,0064	0,0701	0,1027
-0,0258	-0,1265	0,1638	0,6863	0,7046	0,5317	-0,0082	0,0491	-0,2695	-0,0915	-0,2589	-0,0116	-0,2718	-0,5563
0,309	0,4989	0,1942	0,0938	0,1186	0,0094	0,0321	-0,1295	-0,1567	-0,1278	-0,1651	0,1778	-0,1448	0,0028
-0,0899	-0,2514	-0,1276	-0,1298	-0,1158	-0,1081	0,0646	0,1639	0,1381	0,1504	0,1637	0,0697	0,1308	0,1418
0,4723	0,6135	-0,0019	-0,046	-0,0352	-0,2346	-0,067	-0,0193	0,0374	0,0459	0,0276	0,1194	0,0584	0,2128
-0,0391	-0,0914	-0,0413	-0,0482	-0,0435	-0,0446	0,0225	0,0508	0,0459	0,0452	0,052	0,0221	0,0422	0,0506
-0,0514	-0,0704	-0,0504	-0,033	-0,0337	-0,0215	-0,0042	0,0388	0,048	0,0466	0,0488	-0,0059	0,045	0,0227
0,1138	0,1124	0,1627	0,097	0,0748	0,1302	0,0243	-0,0108	-0,0878	-0,0596	-0,0946	-0,1113	-0,0632	-0,2071
0,0781	0,198	-0,19	-0,1599	-0,1635	-0,2049	0,0278	0,0821	0,1571	0,1373	0,1502	0,0396	0,1582	0,1502
0,2007	0,0556	-0,2966	-0,2662	-0,3339	-0,3547	0,0181	0,1579	0,336	0,3113	0,3375	0,0264	0,3469	0,4343
-0,1201	0,0311	0,3229	0,2562	0,2409	0,3431	-0,066	-0,2076	-0,3095	-0,3062	-0,3181	0,0801	-0,3321	-0,3164
0,0617	0,0661	0,2666	0,188	0,1729	0,242	-0,063	-0,1728	-0,2273	-0,1972	-0,2321	-0,0897	-0,2197	-0,2112
-0,0429	-0,0536	0,7612	0,6112	0,5119	0,7948	-0,0435	-0,6136	-0,7556	-0,755	-0,7502	-0,063	-0,7731	-0,7719
0,1236	0,1319	-0,7187	-0,8836	-0,8711	-0,9008	0,0406	0,504	0,816	0,7064	0,8076	0,0586	0,8238	0,8843
0,0476	0,0024	0,4653	0,5198	0,4804	0,6512	-0,024	-0,2296	-0,4984	-0,4409	-0,4927	-0,0347	-0,5065	-0,5475
1	0,755	0,0081	-0,0443	-0,0625	-0,1625	0,0246	0,0212	0,0694	0,0915	0,0701	0,035	0,0887	0,2208
0,755	1	0,0281	-0,0636	-0,0429	-0,2102	-0,017	-0,0519	0,0132	0,0259	0,0047	-0,0241	0,0343	0,217
0,0081	0,0281	1	0,6621	0,6382	0,6388	-0,0625	-0,726	-0,8945	-0,8826	-0,8978	-0,0901	-0,8914	-0,6642
-0,0443	-0,0636	0,6621	1	0,9738	0,7296	-0,0432	-0,5059	-0,8167	-0,7025	-0,8067	-0,0623	-0,8221	-0,742
-0,0625	-0,0429	0,6382	0,9738	1	0,674	-0,0431	-0,4886	-0,8073	-0,6881	-0,799	-0,0621	-0,8119	-0,6858
-0,1625	-0,2102	0,6388	0,7296	0,674	1	-0,0322	-0,4684	-0,7271	-0,6523	-0,7163	-0,0467	-0,7417	-0,9296
0,0246	-0,017	-0,0625	-0,0432	-0,0431	-0,0322	1	0,0486	0,053	0,06	0,062	-0,01	0,0579	0,0342
0,0212	-0,0519	-0,726	-0,5059	-0,4886	-0,4684	0,0486	1	0,7776	0,8069	0,7747	0,0703	0,7799	0,4385
0,0694	0,0132	-0,8945	-0,8167	-0,8073	-0,7271	0,053	0,7776	1	0,9644	0,9873	0,0908	0,9929	0,7115
0,0915	0,0259	-0,8826	-0,7025	-0,6881	-0,6523	0,06	0,8069	0,9644	1	0,9803	0,0868	0,9675	0,6293
0,0701	0,0047	-0,8978	-0,8067	-0,799	-0,7163	0,062	0,7747	0,9873	0,9803	1	0,0896	0,9867	0,7033
0,035	-0,0241	-0,0901	-0,0623	-0,0621	-0,0467	-0,01	0,0703	0,0908	0,0868	0,0896	1	0,0837	0,0495
0,0887	0,0343	-0,8914	-0,8221	-0,8119	-0,7417	0,0579	0,7799	0,9929	0,9675	0,9867	0,0837	1	0,7231
0,2208	0,217	-0,6642	-0,742	-0,6858	-0,9296	0,0342	0,4385	0,7115	0,6293	0,7033	0,0495	0,7231	1

EK-6. (Devam) Kanonik korelasyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 6.2: S_{yx} Matrisi

-0,0768	-0,0377	-0,0302	-0,0106	-0,1627	-0,2151	0,0574
-0,0061	-0,0123	-0,0059	-0,059	-0,0054	0,1126	-0,097
0,0617	-0,0585	-0,2648	-0,1194	-0,0973	-0,1772	-0,012
-0,1374	-0,1531	0,0472	-0,1746	-0,015	0,187	-0,2362
0,2397	0,2024	-0,1935	0,0633	-0,0769	-0,3799	0,3332
-0,0395	-0,0489	0,0123	-0,0589	0,0054	0,0486	-0,0767
0,0669	0,123	0,0186	0,1763	0,0679	-0,0213	0,0881
-0,0125	-0,052	-0,0301	-0,0458	-0,0466	0,0197	-0,0456
-0,0539	-0,0453	0,0062	-0,0147	-0,0887	0,045	-0,0213
0,1587	0,2202	-0,1156	0,1111	0,0909	0,048	0,2154
-0,0237	0,0505	0,0373	-0,0586	0,0166	0,0646	0,0147
0,0644	-0,2867	-0,4147	-0,3907	0,0763	0,4657	-0,4035
-0,1101	-0,1653	-0,1474	-0,2288	-0,0244	0,1478	-0,1909
0,1189	0,1581	0,0879	0,2452	0,0543	-0,1895	0,2496
-0,0532	-0,1487	-0,1122	-0,1509	-0,0133	0,0741	-0,1144
0,0959	0,0172	-0,0929	-0,0246	-0,1579	-0,1316	0,1047
0,0392	-0,0798	-0,2184	-0,1407	-0,1821	-0,2213	0,0264
-0,1889	-0,2494	-0,0631	-0,3215	-0,1505	0,0765	-0,3221
-0,0822	-0,1148	-0,0833	-0,2295	-0,0664	0,0988	-0,19
-0,1002	-0,1286	-0,0555	-0,2314	-0,0984	0,082	-0,2123
-0,0977	-0,141	-0,1081	-0,2046	0,0031	0,2358	-0,1989
0,0869	-0,0087	-0,1182	-0,0446	0,1284	0,0715	-0,1074
0,1071	0,1546	0,1181	0,2284	0,0811	-0,035	0,1906
0,1616	0,2115	0,1055	0,2974	0,1185	-0,1178	0,2662
0,1833	0,219	0,0812	0,2896	0,1175	-0,099	0,2495
0,1804	0,2269	0,1036	0,3122	0,1309	-0,1016	0,2701
0,122	0,1487	0,0903	0,0895	0,0059	-0,0535	0,1692
0,1679	0,2052	0,0858	0,2886	0,1175	-0,1252	0,2628
0,1291	0,148	0,09	0,2154	0,0187	-0,1882	0,2275

Çizelge 6.3: S_{yy} Matrisi

1	0,7731	-0,2247	0,5634	0,6169	-0,1728	0,4552
0,7731	1	0,1721	0,7945	0,3767	-0,1883	0,7108
-0,2247	0,1721	1	0,2852	-0,2058	0,091	0,2788
0,5634	0,7945	0,2852	1	0,2382	-0,2294	0,7245
0,6169	0,3767	-0,2058	0,2382	1	-0,3	0,2155
-0,1728	-0,1883	0,091	-0,2294	-0,3	1	-0,3387
0,4552	0,7108	0,2788	0,7245	0,2155	-0,3387	1

Çizelge 6.4: R^2 değerleri

0,2231	-0,0618	-0,0808	-0,0775	0,0154	0,1142	0,278
-0,14	0,3039	-0,0294	-0,0402	0,0259	0,0018	0,2696
-0,1654	0,1177	0,3176	0,1925	0,01	-0,1677	-0,1687
-0,1404	0,0575	0,0533	0,2593	0,0459	-0,0581	0,1726
-0,042	-0,0213	-0,0777	0,073	0,2399	0,2231	0,0968
-0,0923	-0,0185	-0,1061	0,0273	0,3096	0,5002	-0,0841
-0,0836	0,1841	-0,0415	-0,0177	-0,0765	-0,1123	0,4205

Çizelge 6.5: R^2 değerlerinden Elde Edilen Sıralanmış Öz Değerler

Fonk.1	Fonk.2	Fonk.3	Fonk.4	Fonk.5	Fonk.6	Fonk.7
0,7073	0,5074	0,4577	0,2771	0,1826	0,0777	0,0547

EK-7. Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.1: Delik Çapı için Regresyon Denklemi Katsayıları

	Beta	Std.Hata	t(826)	p
Sabit	0.2282	0.5516	0.4137	0.6792
Drill-4	-0.9439	0.3322	-2.8416	0.0046
Drill-10	2.6712	0.6336	4.2159	0.0000
Parça Tipi-7	18.9783	0.4299	44.1491	0.0000
Parça Tipi-14	20.1001	0.4756	42.2653	0.0000
Parça Tipi-9	20.1095	0.4681	42.9586	0.0000
Parça Tipi-12	19.8433	0.4950	40.0878	0.0000
Parça Tipi-10	25.7981	1.2720	20.2815	0.0000
Parça Tipi-15	26.4918	1.3239	20.0106	0.0000
Parça Tipi-4	18.0876	0.6241	28.9806	0.0000
Parça Tipi-13	16.4008	0.6914	23.7194	0.0000
Drill-6	2.8765	0.7327	3.9259	0.0001
Kumaşın Cinsi-5	-9.0178	1.2042	-7.4887	0.0000
Model Adı-4	-0.6493	0.3289	-1.9743	0.0487
Kumaşın Cinsi-6	-6.4264	1.1778	-5.4562	0.0000
Parça Tipi-11	6.8291	1.4271	4.7852	0.0000
Parça Tipi-20	5.9128	1.5297	3.8654	0.0001
Parça Tipi-8	1.2501	0.5117	2.4432	0.0148
Model Adı-2	0.6368	0.2505	2.5417	0.0112
Kumaşın Cinsi-4	-0.7184	0.2925	-2.4560	0.0143
Pastal Katsayısı	0.0409	0.0183	2.2333	0.0258
Parça Tipi-16	-1.2855	0.5642	-2.2787	0.0229
Makina No-3	0.5537	0.2974	1.8619	0.0630
Vakum Derecesi	-0.0331	0.0256	-1.2925	0.1965
Parça Tipi-3	-0.9132	0.4852	-1.8820	0.0602
Parça Tipi-5	-0.8128	0.4938	-1.6458	0.1002
Parça Tipi-21	-0.7830	0.5625	-1.3920	0.1643

EK-7. (Devam) Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.2: Delik Pozisyonu için Regresyon Denklemi Katsayıları

	Beta	Std.Hata	t(810)	p
Sabit	-663.8546	485.6832	-1.3668	0.1721
Kumaşın Cinsi-4	5.9260	2.5801	2.2968	0.0219
Parça Tipi-9	72.8830	1.5718	46.3700	0.0000
Parça Tipi-12	68.7631	1.6598	41.4287	0.0000
Parça Tipi-7	49.8146	1.4575	34.1779	0.0000
Parça Tipi-14	51.4552	1.5824	32.5171	0.0000
Drill-10	1.4132	2.5798	0.5478	0.5840
Parça Tipi-10	82.1945	5.4093	15.1950	0.0000
Parça Tipi-15	82.7781	5.2070	15.8975	0.0000
Bıçak Hızı	0.0227	0.0020	11.1722	0.0000
Kı:Gain	-9.5672	1.9394	-4.9330	0.0000
Marker Flip	-10.5512	2.1903	-4.8173	0.0000
Makina No-4	-0.8211	5.7919	-0.1418	0.8873
Max Cut Acceleration	0.0008	0.0017	0.4939	0.6215
Pastal Katsayısı	0.2838	0.0786	3.6095	0.0003
Parça Tipi-4	15.7398	2.5585	6.1520	0.0000
Parça Tipi-13	14.3602	2.5954	5.5329	0.0000
Drill-6	6.2196	3.3802	1.8400	0.0661
Kumaşın Cinsi-5	-57.5351	4.9064	-11.7265	0.0000
Kumaşın Cinsi-6	-54.6566	4.8415	-11.2893	0.0000
Offset İn Y-Drill1	1.4213	4.6421	0.3062	0.7595
Advance Before Plunge Distance	-39.3360	20.2328	-1.9442	0.0522
Parça Tipi-8	6.5021	1.7002	3.8244	0.0001
Parça Tipi-2	5.7309	1.4514	3.9484	0.0001
Kumaşın Cinsi-3	18.7102	3.3069	5.6579	0.0000
Sharpen Knife Speed	-0.0090	0.0035	-2.5482	0.0110
Parça Tipi-20	59.5168	6.2872	9.4664	0.0000
Parça Tipi-11	58.8286	6.1744	9.5279	0.0000
Parça Tipi-19	5.2755	1.7456	3.0221	0.0026
Vakum Derecesi	0.3413	0.1027	3.3231	0.0009
Drill 1 Speed	-0.0122	0.0103	-1.1811	0.2379
Sharpen Frequency	0.1374	0.0423	3.2467	0.0012
Y Scale	-911.1879	360.8670	-2.5250	0.0118
X Scale	1087.7555	614.5876	1.7699	0.0771
Drill-0	1.5848	1.0358	1.5301	0.1264
Offset in X-Drill 1	2.1808	1.3100	1.6648	0.0963
Makina No-1	37.0612	9.8169	3.7753	0.0002
Overcut Distance	-262.0838	69.3526	-3.7790	0.0002
Offset İn Y-Knife	28.3662	9.7641	2.9052	0.0038
Drill 2 Speed	0.0363	0.0151	2.4016	0.0165
Makina No-2	-3.7084	2.7058	-1.3705	0.1709
Kumaşın Cinsi-1	3.1528	2.3712	1.3297	0.1840
Model Adı-3	-0.9189	0.8024	-1.1452	0.2524

EK-7. (Devam) Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.3: Çıt Uzunluğu için Regresyon Denklemi Katsayıla

	Beta	Std.Hata	t(823)	p
Sabit	-165.1113	31.9305	-5.1710	0.0000
Drill-6	0.1327	0.1785	0.7435	0.4574
Drill-10	0.1015	0.1873	0.5423	0.5878
Parça Tipi-5	-5.4363	0.1337	-40.6683	0.0000
Parça Tipi-21	-5.3996	0.1566	-34.4899	0.0000
Parça Tipi-10	0.1119	0.1924	0.5814	0.5611
Kumaşın Cinsi-3	0.1231	0.3533	0.3484	0.7276
Parça Tipi-15	0.0853	0.2560	0.3332	0.7391
Kumaşın Cinsi-5	-6.0458	0.2049	-29.5058	0.0000
Kumaşın Cinsi-6	-6.0695	0.2689	-22.5682	0.0000
Parça Tipi-4	-5.5945	0.1827	-30.6188	0.0000
Parça Tipi-13	-5.5750	0.2043	-27.2949	0.0000
Parça Tipi-17	2.4242	0.4038	6.0040	0.0000
Model Adı-3	-0.2251	0.0626	-3.5955	0.0003
X Scale	169.9684	31.8957	5.3289	0.0000
Knife Wear	0.0001	0.0000	4.3773	0.0000
Parça Tipi-16	0.6921	0.1569	4.4107	0.0000
Parça Tipi-3	0.5366	0.1330	4.0332	0.0001
Drill-4	0.4109	0.0860	4.7758	0.0000
Parça Tipi-1	-0.4110	0.1228	-3.3464	0.0009
Parça Tipi-18	-0.4105	0.1483	-2.7676	0.0058
Offset İn X-Knife	0.0004	0.0001	3.2578	0.0012
Makina No-1	0.1418	0.0799	1.7743	0.0764
Parça Tipi-9	0.2675	0.1163	2.2995	0.0217
Parça Tipi-23	0.3622	0.1738	2.0843	0.0374
Parça Tipi-6	1.0237	0.3123	3.2779	0.0011
Parça Tipi-22	1.0441	0.4024	2.5948	0.0096
Advance Before Plunge Distance	0.9393	0.6275	1.4968	0.1348
Kesim Hızı	-0.0003	0.0002	-1.5804	0.1144
Parça Tipi-14	-0.1863	0.1199	-1.5533	0.1207

EK-7. (Devam) Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.4: Desen Kayması için Regresyon Denklemi Katsayıla

	Beta	Std.Hata	t(821)	p
Sabit	-1.1345	50.9990	-0.0222	0.9823
Drill-0	-0.0413	0.1045	-0.3956	0.6925
Parça Tipi-7	5.0832	0.1783	28.5011	0.0000
Parça Tipi-9	5.5932	0.1911	29.2702	0.0000
Parça Tipi-14	5.4369	0.1982	27.4362	0.0000
Parça Tipi-12	5.2536	0.2112	24.8732	0.0000
Vakum Derecesi	-0.0251	0.0136	-1.8443	0.0655
Model Adı-2	-0.5737	0.1144	-5.0157	0.0000
Kumaşın Cinsi-1	0.8669	0.1376	6.3012	0.0000
Kesim Hızı	0.0015	0.0003	4.5505	0.0000
Pastal Katsayısı	-0.0355	0.0085	-4.1950	0.0000
Offset İn X-Knife	-0.0011	0.0002	-4.7428	0.0000
Kumaşın Cinsi-6	-4.6636	0.5348	-8.7204	0.0000
Model Adı-4	1.0345	0.1857	5.5714	0.0000
Kumaşın Cinsi-5	-4.4155	0.5448	-8.1044	0.0000
Drill-6	-0.2066	0.3504	-0.5896	0.5556
Kı Kalibration Değeri	-0.0815	0.9143	-0.0891	0.9290
Parça Tipi-8	0.7825	0.2116	3.6975	0.0002
Parça Tipi-15	4.8359	0.6397	7.5592	0.0000
Parça Tipi-10	4.8121	0.6428	7.4857	0.0000
Model Adı-5	1.3307	0.4218	3.1548	0.0017
Parça Tipi-6	0.9037	0.2998	3.0138	0.0027
Parça Tipi-22	0.8699	0.4037	2.1548	0.0315
Kı:Gain	-0.1172	0.1847	-0.6344	0.5260
X Scale	227.9897	67.9729	3.3541	0.0008
Y Scale	-217.4125	45.1379	-4.8166	0.0000
Makina No-4	3.2063	0.6034	5.3140	0.0000
Drill 2 Speed	-0.0038	0.0006	-5.9190	0.0000
Sharpen Frequency	0.0108	0.0030	3.6621	0.0003
Parça Tipi-11	4.5685	0.6997	6.5292	0.0000
Parça Tipi-20	4.6554	0.7335	6.3467	0.0000
Kumaşın Cinsi-3	0.4396	0.2846	1.5450	0.1227

EK-7. (Devam) Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.5: Çentik En Yakın Köşeye Uzaklık için Regresyon Denklemi K

	Beta	Std.Hata	t(807)	p
Sabit	2.4075	0.7991	3.0127	0.0027
Drill-10	0.0107	0.0075	1.4270	0.1540
Drill-0	0.0074	0.0046	1.6105	0.1077
Parça Tipi-3	0.5469	0.0056	96.9603	0.0000
Parça Tipi-9	0.4567	0.0049	93.2925	0.0000
Parça Tipi-12	0.4572	0.0052	87.3347	0.0000
Parça Tipi-16	0.5454	0.0062	87.8941	0.0000
Parça Tipi-10	0.2135	0.0146	14.6667	0.0000
Parça Tipi-17	-0.8035	0.0159	-50.6014	0.0000
Parça Tipi-2	-0.6395	0.0064	-99.7023	0.0000
Parça Tipi-19	-0.6619	0.0075	-88.6594	0.0000
Kumaşın Cinsi-5	-0.0232	0.0124	-1.8604	0.0632
Parça Tipi-4	0.6828	0.0072	95.0380	0.0000
Parça Tipi-13	0.6824	0.0079	86.1645	0.0000
Parça Tipi-15	0.2167	0.0147	14.7499	0.0000
Kumaşın Cinsi-3	0.0063	0.0135	0.4656	0.6416
Parça Tipi-5	-0.3011	0.0055	-54.6234	0.0000
Parça Tipi-21	-0.3101	0.0062	-50.2234	0.0000
Kumaşın Cinsi-6	-0.0127	0.0123	-1.0309	0.3029
Parça Tipi-6	-0.4220	0.0122	-34.6056	0.0000
Parça Tipi-22	-0.4211	0.0152	-27.7731	0.0000
Parça Tipi-1	-0.2038	0.0066	-30.8186	0.0000
Parça Tipi-18	-0.2051	0.0072	-28.2912	0.0000
Drill-6	0.0219	0.0097	2.2597	0.0241
Parça Tipi-11	-0.6090	0.0164	-37.0397	0.0000
Parça Tipi-20	-0.6183	0.0172	-36.0138	0.0000
Kı Kalibration Değeri	-0.0088	0.0226	-0.3914	0.6956
Makina No-2	-0.0213	0.0053	-4.0287	0.0001
Sharpen Knife Speed	0.0000	0.0000	-5.3322	0.0000
Kı:Gain	-0.0367	0.0049	-7.4828	0.0000
Sharpen Frequency	-0.0004	0.0001	-5.2559	0.0000
Model Adı-5	0.0302	0.0077	3.9452	0.0001
Y Scale	2.7441	0.7781	3.5267	0.0004
Kat Numarası	0.0002	0.0001	2.0003	0.0458
Knife Wear	0.0000	0.0000	4.0411	0.0001
Makina No-1	0.0165	0.0059	2.8090	0.0051
Model Adı-2	0.0121	0.0033	3.6525	0.0003
Marker Flip	0.0156	0.0066	2.3723	0.0179
Parça Tipi-8	0.0098	0.0054	1.8151	0.0699
Bıçak Hızı	0.0000	0.0000	1.9212	0.0551
Parça Tipi-14	-0.0054	0.0049	-1.1150	0.2652
Vakum Derecesi	-0.0005	0.0003	-1.6127	0.1072
Model Adı-3	0.0033	0.0026	1.2639	0.2066
Pastal Katsayısı	0.0003	0.0002	1.2677	0.2053
Offset İn X-Drill 1	-0.0046	0.0039	-1.1773	0.2394
Parça Tipi-23	0.0070	0.0067	1.0385	0.2994

EK-7. (Devam) Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.6: En için Regresyon Denklemi Katsayıları

	Beta	Std.Hata	t(813)	p
Sabit	-7.6280	4.2082	-1.8126	0.0703
Drill-4	-0.0017	0.0097	-0.1761	0.8603
Drill-10	-0.0319	0.0166	-1.9239	0.0547
Parça Tipi-2	0.9787	0.0127	76.9100	0.0000
Parça Tipi-19	0.9533	0.0151	63.2769	0.0000
Parça Tipi-1	0.7256	0.0136	53.2177	0.0000
Parça Tipi-18	0.7238	0.0151	47.9364	0.0000
Parça Tipi-4	0.6213	0.0176	35.3201	0.0000
Parça Tipi-13	0.5203	0.0178	29.3031	0.0000
Parça Tipi-11	0.3143	0.0127	24.7722	0.0000
Parça Tipi-20	0.2792	0.0140	20.0094	0.0000
Kumaşın Cinsi-4	0.0124	0.0069	1.8013	0.0720
Parça Tipi-9	0.1776	0.0109	16.2775	0.0000
Parça Tipi-7	0.1689	0.0104	16.3005	0.0000
Parça Tipi-12	0.1786	0.0118	15.1759	0.0000
Parça Tipi-14	0.1730	0.0114	15.1459	0.0000
Marker Flip	-0.0670	0.0131	-5.1129	0.0000
Kumaşın Cinsi-3	0.0371	0.0122	3.0469	0.0024
Model Adı-2	-0.0316	0.0064	-4.9139	0.0000
Bıçak Hızı	0.0000	0.0000	-3.5000	0.0005
Parça Tipi-8	0.0516	0.0118	4.3817	0.0000
Parça Tipi-23	0.0562	0.0149	3.7731	0.0002
Kı:Gain	-0.0338	0.0088	-3.8531	0.0001
Overcut Distance	1.0133	0.2428	4.1726	0.0000
Makina No-4	-0.0109	0.0253	-0.4289	0.6681
Y Scale	6.4284	2.0871	3.0801	0.0021
Parça Tipi-17	0.0285	0.0171	1.6692	0.0955
Parça Tipi-16	0.0273	0.0127	2.1475	0.0321
Parça Tipi-3	0.0173	0.0109	1.5789	0.1147
Max Cut Acceleration	0.0000	0.0000	-1.5575	0.1197
Drill 1 Speed	0.0000	0.0000	0.7987	0.4247
X Scale	-5.2984	3.4853	-1.5202	0.1288
Vakum Derecesi	-0.0014	0.0006	-2.1190	0.0344
Offset İn X-Drill 1	0.0126	0.0081	1.5403	0.1239
Offset İn Y-Drill2	-0.0956	0.0448	-2.1322	0.0333
Offset İn X-Drill 2	0.1142	0.0609	1.8751	0.0611
Kumaşın Cinsi-6	-0.0182	0.0110	-1.6515	0.0990
Pastal Katsayısı	0.0008	0.0005	1.5915	0.1119
Model Adı-5	-0.0202	0.0164	-1.2320	0.2183
Kat Numarası	-0.0003	0.0003	-1.0424	0.2976

EK-7. (Devam) Regresyon analizi ile ilgili sonuçlar

Çizelge 7.7: Boy için Regresyon Denklemi Katsayıları

	Beta	Std.Hata	t(807)	p
Sabit	11.9725	6.3775	1.8773	0.0608
Kumaşın Cinsi-4	-0.0162	0.0089	-1.8257	0.0683
Parça Tipi-7	0.7443	0.0115	64.5937	0.0000
Parça Tipi-9	0.7475	0.0125	59.6108	0.0000
Parça Tipi-14	0.7388	0.0127	58.3490	0.0000
Parça Tipi-12	0.7462	0.0132	56.5678	0.0000
Drill-6	0.0470	0.0226	2.0851	0.0374
Parça Tipi-3	0.3471	0.0122	28.4625	0.0000
Parça Tipi-16	0.3327	0.0143	23.3214	0.0000
Parça Tipi-4	-0.2990	0.0203	-14.7504	0.0000
Kumaşın Cinsi-3	-0.0229	0.0349	-0.6564	0.5118
Parça Tipi-5	-0.1743	0.0122	-14.3256	0.0000
Parça Tipi-21	-0.1707	0.0143	-11.9219	0.0000
Kumaşın Cinsi-5	-0.0073	0.0326	-0.2250	0.8220
Parça Tipi-8	0.1718	0.0140	12.2412	0.0000
Parça Tipi-23	0.1667	0.0176	9.4954	0.0000
Parça Tipi-11	0.4617	0.0442	10.4455	0.0000
Parça Tipi-20	0.4847	0.0454	10.6694	0.0000
Kumaşın Cinsi-6	0.0070	0.0323	0.2165	0.8287
Parça Tipi-13	-0.1430	0.0206	-6.9516	0.0000
Marker Flip	0.1095	0.0161	6.8129	0.0000
Bıçak Hızı	0.0001	0.0000	6.4962	0.0000
Model Adı-2	0.0370	0.0078	4.7185	0.0000
Kı Kalibration Değeri	-0.0661	0.0586	-1.1280	0.2596
Parça Tipi-17	-0.1498	0.0395	-3.7893	0.0002
Offset İn Y-Drill2	0.1342	0.0715	1.8778	0.0608
Advance Before Plunge Distance	-0.5737	0.1570	-3.6532	0.0003
X Scale	11.3208	4.2536	2.6614	0.0079
Parça Tipi-6	-0.0700	0.0315	-2.2246	0.0264
Parça Tipi-22	-0.0685	0.0390	-1.7589	0.0790
Drill-10	0.0568	0.0196	2.8970	0.0039
Offset İn X-Drill 1	-0.0145	0.0097	-1.5023	0.1334
Max Cut Acceleration	0.0000	0.0000	2.1001	0.0360
Pastal Katsayısı	-0.0015	0.0006	-2.4040	0.0164
Y Scale	-9.4540	2.6795	-3.5282	0.0004
Kı:Gain	0.0279	0.0109	2.5643	0.0105
Overcut Distance	-1.4876	0.3436	-4.3294	0.0000
Offset İn X-Drill 2	-0.2190	0.0952	-2.2997	0.0217
Knife Wear	0.0000	0.0000	2.1234	0.0340
Vakum Derecesi	0.0024	0.0008	2.9522	0.0032
Sharpen Knife Speed	-0.0001	0.0000	-2.1303	0.0334
Parça Tipi-15	0.1810	0.0393	4.5993	0.0000
Parça Tipi-10	0.1759	0.0392	4.4907	0.0000
Model Adı-5	0.0333	0.0198	1.6788	0.0936
Drill 2 Speed	-0.0001	0.0000	-1.7755	0.0762
Makina No-2	-0.0238	0.0169	-1.4087	0.1593

EK-8. Parça Tipi 1'e göre yazılan GAMS kodu

```
$ONTEXT
Makine No 2, Model Adı 2 ve Drill 4 varken
$OFFTEXT

Sets
i /1*4/
i1 /1*6/
s1(i) /1*2/
s2(i)/1*3/
j1 /1*22/
j2 /1*26/
j3 /1*11/
mak /2,3,4/
mod /2,4,5/
kumas /3,4,5,6/
d /4,6,10/;

Scalar
        a_en /-7.628000/
        a_boy /11.972534/
        a_delikcapi /0.22822/;

Parameters
        bicak_hizi(i) /1 2400,2 2500,3 2800,4 3001/
        ki_kalib(s2) /1 0,2 0.078,3 0.156/
        adv_bef(i1) /1 0.35,2 0.45,3 0.475,4 0.525,5 0.55,6 0.7/
        sharpen_knife_s(s2) /1 2150,2 2750,3 3000/
        drill1_speed(i) /1 2300,2 2500,3 2600, 4 3000/
        drill2_speed(i) /1 2400,2 2500,3 2600, 4 3000/
        ki_gain(s1) /1 13,2 15/
        overcut_distance(s2)/1 0.025,2 0.05,3 0.125/
        max_cut_a(s1)/1 100,2 2800/
        mak_no(mak) /2 1,3 0,4 0/
        model_no(mod) /2 1,4 0,5 0/
        drill(d) /4 1,6 0,10 0/
        kumas_cinsi(kumas) /3 0,4 0,5 0,6 0/
        marker_flip /0/
        betas_en(j1) /1 -0.001702,2 -0.031928634,3 0.012428738,4 -0.066990473,5
0.03708715,6 -0.031623771,7 -0.000037,8 -0.033771161,9 1.013253318,10 -
0.010862049,11 6.428366704,12 -0.000016,13 0.000026,14 -5.298356043,15 -
0.001352254,16 0.012551528,17 -0.09557619,18 0.11419608,19 -0.018247277,20
0.000834392,21 -0.020180816,22 -0.000262016/
        betas_boy(j2) /1 -0.016220,2 0.047022,3 -0.022898,4 -0.007328,5 0.006983,6
0.109503,7 0.000091,8 0.037005,9 -0.066112,10 0.134212,11 -0.573692,12
11.320757,13 0.056772,14 -0.014513,15 0.000026,16 -0.001466,17 -9.453955,18
```

0.027898,19 -1.487579,20 -0.218967,21 0.000004,22 0.002392,23 -0.000055,24 0.033297,25 -0.000069,26 -0.023811 /
betas_delikcapi(j3) /1 -0.943863,2 2.671194,3 2.876530,4 -9.017787,5 -0.649339,6 -6.426427,7 0.636756,8 -0.718435,9 0.040901,10 0.553723,11 -0.033094/;

Variables knife_wear, xscale, yscale, vakum_der, pastal_kts, kat_numarasi, offset_in_xdrill1, offset_in_xdrill2 , offset_in_ydrill2, b(i) "bıçak hızı", b1(s2) "ki_kalib", b2(i1) "adv_bef", b3(s2) "sharpen knife speed", b4(i) "drill1 speed", b5(i) "drill2 speed", b6(s1) "kı_gain", b7(s2) "overcut distance", b8(s1) "max cut acceleration",v1,v2,v3, v4, v5, v6, z ;
Integer variables pastal_kts, kat_numarasi;
Binary variables b, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7, b8;
Positive variables v1,v2,v3,v4,v5,v6;

Equations

amac amac fonksiyonu
eq0 en için regresyon denklemi
eq1 boy için regresyon denklemi
*eq2 delik çapı için regresyon denklemi
eq3 knife_wear için alt limit
eq4 knife_wear için üst limit
eq5 xscale için alt limit
eq6 xscale için üst limit
eq7 yscale için alt limit
eq8 yscale için üst limit
eq9 vakum derecesi için alt limit
eq10 vakum derecesi için üst limit
eq11 pastal katsayısı için alt limit
eq12 pastal katsayısı için üst limit
eq13 kat numarası için alt limit
eq14 kat numarası için üst limit
eq15 offset_in_xdrill1 için alt limit
eq16 offset_in_xdrill1 için üst limit
eq17 offset_in_xdrill2 için alt limit
eq18 offset_in_xdrill2 için üst limit
eq19 offset_in_ydrill2 için alt limit
eq20 offset_in_ydrill2 için üst limit
eq21 bıçak hızı değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq22 ki_kalib değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq23 advance before plunge distance değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq24 sharpen kinfe speed değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq25 drill1 speed değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq26 drill2 speed değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq27 kı_gain değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu

eq28 overcut_distance değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu
eq29 max_cut_a değerlerinden sadece bir tanesinin seçilmesi koşulu ;

eq0.. (a_en + 0.725554 + drill("4")*betas_en("1")+ drill("10")*betas_en("2") + kumas_cinsi("4")*betas_en("3")+ marker_flip*betas_en("4")+ kumas_cinsi("3")*betas_en("5")+ model_no("2")*betas_en("6")+ sum(i,betas_en("7")*bicak_hizi(i)*b(i))+ sum(s1,betas_en("8")*ki_gain(s1)*b6(s1))+ sum(s2,betas_en("9")*overcut_distance(s2)*b7(s2))+ mak_no("4")*betas_en("10") + yscale*betas_en("11")+ sum(s1, betas_en("12")*max_cut_a(s1)*b8(s1))
+ sum(i,betas_en("13")*drill1_speed(i)*b4(i))+ xscale*betas_en("14") + vakum_der*betas_en("15") + betas_en("16")*offset_in_xdrill1+ betas_en("17")*offset_in_ydrill2+ betas_en("18")*offset_in_xdrill2 + kumas_cinsi("6")*betas_en("19") + betas_en("20")*pastal_kts + model_no("5")*betas_en("21")+ kat_numarasi*betas_en("22"))*(1116.13-79.82)+79.82 + v1-v2 =e= 860.9;

eq1.. (a_boy + kumas_cinsi("4")*betas_boy("1") + drill("6")*betas_boy("2") + kumas_cinsi("3")*betas_boy("3") + kumas_cinsi("5")*betas_boy("4")+ kumas_cinsi("6")*betas_boy("5")+ marker_flip*betas_boy("6") + sum(i,betas_boy("7")*bicak_hizi(i)*b(i))+ model_no("2")*betas_boy("8") + sum(s2,betas_boy("9")*ki_kalib(s2)*b1(s2))+ offset_in_ydrill2*betas_boy("10") + sum(i1,betas_boy("11")*adv_bef(i1)*b2(i1)) + xscale*betas_boy("12")
+ drill("10")*betas_boy("13")+ betas_boy("14")*offset_in_xdrill1 + sum(s1, betas_boy("15")*max_cut_a(s1)*b8(s1))+ betas_boy("16")*pastal_kts + yscale*betas_boy("17") + sum(s1,betas_boy("18")*ki_gain(s1)*b6(s1)) + sum(s2,betas_boy("19")*overcut_distance(s2)*b7(s2)) + betas_boy("20")*offset_in_xdrill2 + knife_wear*betas_boy("21") + vakum_der*betas_boy("22")+ sum(s2,betas_boy("23")*sharpen_knife_s(s2)*b3(s2)) + model_no("5")*betas_boy("24")
+ sum(i,betas_boy("25")*drill2_speed(i)*b5(i)) + mak_no("2")*betas_boy("26"))*(737.92-75.66)+75.66 +v3-v4 =e= 249.7;

*eq2.. a_delikcapi + drill("4")*betas_delikcapi("1")+ drill("10")*betas_delikcapi("2")+ drill("6")*betas_delikcapi("3") + kumas_cinsi("5")*betas_delikcapi("4") + model_no("4")*betas_delikcapi("5") + kumas_cinsi("6")*betas_delikcapi("6") + model_no("2")*betas_delikcapi("7") + kumas_cinsi("4")*betas_delikcapi("8")+ pastal_kts*betas_delikcapi("9")+ mak_no("3")*betas_delikcapi("10") + vakum_der*betas_delikcapi("11")+v5-v6 =e= 0;
eq3.. knife_wear =g= 12;
eq4.. knife_wear =l= 4654;
eq5.. xscale =g= 0.9;
eq6.. xscale =l= 1.003;
eq7.. yscale =g= 0.9;
eq8.. yscale =l= 1.003;
eq9.. vakum_der =g= 8;
eq10.. vakum_der =l= 18;
eq11.. pastal_kts =g= 6;
eq12.. pastal_kts =l= 27;

```
eq13.. kat_numarasi =g= 1;
eq14.. kat_numarasi =l= 27;
eq15.. offset_in_xdrill1=g= 53;
eq16.. offset_in_xdrill1=l= 57;
eq17.. offset_in_xdrill2=g=6 ;
eq18.. offset_in_xdrill2=l= 66.95;
eq19.. offset_in_ydrill2=g= 12;
eq20.. offset_in_ydrill2=l= 14.14;
eq21.. sum(i,b(i)) =e= 1;
eq22.. sum(s2,b1(s2)) =e= 1;
eq23.. sum(i1, b2(i1)) =e= 1;
eq24.. sum(s2,b3(s2)) =e= 1;
eq25.. sum(i, b4(i)) =e= 1;
eq26.. sum(i, b5(i)) =e= 1;
eq27.. sum(s1, b6(s1)) =e= 1;
eq28.. sum(s2, b7(s2)) =e= 1;
eq29.. sum(s1, b8(s1)) =e= 1;
amac.. z=e= v1 + v2 + v3 + v4 + v5 + v6;


model parca_1_reg_sonuclari /ALL/  ;
solve parca_1_reg_sonuclari using MIP minimizing  z;
display marker_flip, knife_wear.l, xscale.l,yscale.l, vakum_der.l, pastal_kts.l,
kat_numarasi.l, offset_in_xdrill1.l, offset_in_xdrill2.l , offset_in_ydrill2.l, b.l , b1.l ,
b2.l , b3.l, b4.l, b5.l, b6.l, b7.l, b8.l ,v1.l,v2.l,v3.l, v4.l, v5.l, v6.l, z.l;
```

EK-9. Parça Tipi 2 için Regresyon Denkleminde Düzeltme Öncesi ve Sonrası Bulunan Değerler

Çizelge 9.1: Parça Tipi 2'nin Bir Kombinasyonu için Düzeltme Öncesi Bulunan Optimal Değerler

Kombinasyon: Makine No 3ve Model Adı 2 varken

Değişkenler	Optimal Sonuç Değerleri	Parametreler	Optimal Sonuç Değerleri
Bıçak Aşınması (adet)	4654	İşaretleyici (on/off)	0
X Ölçeği (%)	0,9	Bıçak Hızı (devir/dk)	3001
Y Ölçeği (%)	0,928	KI Kalibrasyon Değeri (volt)	0,2
Vakum Derecesi (cmHg)	8	Bıçak Uzaklığı (cm)	0,35
Pastal Katsayısı (adet)	27	Bıçak Bileme Hızı (devir/dk)	2150
Kat Numarası (adet)	1	Matkap1 Hızı (devir/dk)	3000
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık (cm)	57	Matkap2 Hızı (devir/dk)	2400
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	63,542	KI Zorlama Miktarı (%)	13
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	12	Kesim Sonrası Uzaklık (cm)	0,125
v1	0	Maksimum Hızlanma (cm/sn)	100
v2	0		
v3	0		
v4	0		
v5	1,742		
v6	0		

Çizelge 9.2: Parça Tipi 2'nin Aynı Kombinasyonu için Bulunan Yeni Optimal Değerler

Kombinasyon: Makine No 3ve Model Adı 2 varken

Değişkenler	Optimal Sonuç Değerleri	Parametreler	Optimal Sonuç Değerleri
Bıçak Aşınması (adet)	4654	İşaretleyici (on/off)	0
X Ölçeği (%)	0,9	Bıçak Hızı (devir/dk)	2500
Y Ölçeği (%)	0,951	KI Kalibrasyon Değeri (volt)	0,2
Vakum Derecesi (cmHg)	8	Bıçak Uzaklığı (cm)	0,45
Pastal Katsayısı (adet)	27	Bıçak Bileme Hızı (devir/dk)	2150
X Yönünde Matkap1'e Uzaklık (cm)	57	KI Zorlama Miktarı (%)	13
X Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	61,995	Kesim Sonrası Uzaklık (cm)	0,125
Y Yönünde Matkap2'ye Uzaklık (cm)	12	Maksimum Hızlanma (cm/sn)	100
v1	0		
v2	0		
v3	0		
v4	0		
v5	1,477		
v6	0		

EK-10. Parça Tipi 14'ün Bir Kombinasyonuna Göre Bulunan Optimal Sonuçlar

Parça Tipi 14 için

Makine No 2, Model Adı 5 ve Kumaşın Cinsi 4 varken

```
G e n e r a l  A l g e b r a i c  M o d e l i n g  S y s t e m
Solution Report     SOLVE parca_1_reg_sonuclari Using MIP From line 120


         S O L V E     S U M M A R Y

    MODEL   parca_1_reg_sonuclari   OBJECTIVE  z
    TYPE    MIP                  DIRECTION  MINIMIZE
    SOLVER  CPLEX                FROM LINE  120

**** SOLVER STATUS     1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS      1 OPTIMAL
**** OBJECTIVE VALUE               0.0000

 RESOURCE USAGE, LIMIT       0.109      1000.000
 ITERATION COUNT, LIMIT         16         10000

ILOG CPLEX    Dec 24, 2007 WIN.CP.NA 22.6 035.037.041.vis For Cplex 11.0
Cplex 11.0.0, GAMS Link 34

Proven optimal solution.

MIP Solution:            0.000000    (12 iterations, 0 nodes)
Final Solve:             0.000000    (4 iterations)

Best possible:           0.000000
Absolute gap:            0.000000
Relative gap:            0.000000


G e n e r a l  A l g e b r a i c  M o d e l i n g  S y s t e m
E x e c u t i o n

----    121 PARAMETER marker_flip       =        0.000
            VARIABLE knife_wear.L       =       12.000
            VARIABLE xscale.L           =        0.987
            VARIABLE yscale.L           =        0.935
            VARIABLE vakum_der.L        =        9.223
            VARIABLE pastal_kts.L       =       17.000
            VARIABLE kat_numarasi.L     =        1.000
            VARIABLE offset_in_xdrill1.L =      57.000
```

```
          VARIABLE offset_in_xdrill2.L    =       66.950
          VARIABLE offset_in_ydrill2.L    =       12.000

----    121 VARIABLE b.L  bıçak hızı

1 1.000

----    121 VARIABLE b1.L  ki_kalib

1 1.000

----    121 VARIABLE b2.L  adv_bef

2 1.000

----    121 VARIABLE b3.L  sharpen knife speed

1 1.000

----    121 VARIABLE b4.L  drill1 speed

3 1.000

----    121 VARIABLE b5.L  drill2 speed

2 1.000

----    121 VARIABLE b6.L  kı_gain

1 1.000

----    121 VARIABLE b7.L  overcut distance

3 1.000

----    121 VARIABLE b8.L  max cut acceleration

1 1.000

----    121 VARIABLE v1.L               =        0.000
          VARIABLE v2.L               =        0.000
          VARIABLE v3.L               =        0.000
          VARIABLE v4.L               =        0.000
          VARIABLE v5.L               =        0.000
          VARIABLE v6.L               =        0.000
          VARIABLE z.L                =        0.000

EXECUTION TIME       =        0.015 SECONDS
```

ÖZGEÇMİŞ

Melek Çelik 29.11.1985 tarihinde Balıkesir'de doğmuştur. İlköğrenimini Ankara'da Atatürk İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Bursa'da Cavit Çağlar İlköğretim Okulu'nda ve lise öğrenimini Bursa Milli Piyango Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. 2003 yılında Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazanmış, 2007 yılında üçüncülükle lisans derecesini almış ve aynı yıl Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bana yardımcı olan ve yüksek lisans tezini yönlendiren danışmanım sayın Doç. Dr. Seda Özmutlu'ya, sayın Doç. Dr. H. Cenk Özmutlu'ya, lisans ile yüksek lisansım boyunca yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. A. Yurdun Orbak'a ve yüksek lisansım süresince katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca eğitimim boyunca bana her zaman destek olan aileme de teşekkürlerimi sunarım.