

T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ

**BİR KAUÇUK FİRMASINDA
OPERASYONEL GİRDİLERLE HURDA TAHMİNİ**

BÜTÜNLEŞİK SİSTEM TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

BETÜL ÖZDEN

SENA FELEKOĞLU

BEYKAN GÖZÜMOĞULLARI

BURSA 2021

T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ

OPERASYONEL GİRDİLERLE HURDA TAHMİNİ

BÜTÜNLEŞİK SİSTEM TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

2020-2021

Proje Takımı:

031640109 Betül ÖZDEN

031640022 Sena FELEKOĞLU

031640051 Beykan GÖZÜMOĞULLARI

Akademik Danışmanlar:

Prof. Dr. Seda ÖZMUTLU

Doç.Dr. Tülin İNKAYA

Destekleyen Kuruluş:

İBRAŞ KAUÇUK OTOMOTİV YAN
SANAYİ ve TİCARET A.Ş.

Kuruluş Danışmanları:

Yusuf ŞENSOY

BURSA 2021

ÖZET

Otomotiv sanayi için yedek parça üreten bir firmadaki sevkiyat ve ekstrüzyon süreçlerinin incelenmesi amacıyla iş akış diyagramları ve değer akış haritalama yapılmıştır ve anahtar performans göstergelerinin belirlenmiştir. Hurda verilerinin yapılandırılması amacıyla da hurda var yok ve hurda miktarı tahmini yapmak için bir model oluşturulmuştur. Bu modeli oluştururken müşteri talebi üzerine ANOVA ve Parametrik Regresyon yöntemleri uygulanmıştır. Varsayımların sağlanmaması üzerine ANOVA'nın parametrik olmayan versiyonu Freidman yöntemi ve parametrik olmayan genelleştirilmiş lineer regresyon uygulanmıştır. Uygulanan regresyon verimize uygun olmadığı için Zero-inflated Poisson regresyon uygulanmıştır. Bu regresyon ile beklenen hurda miktarı tahmini edilmiştir. Beklenen hurda ağırlığını tahmin edebilmek için Rastgele Orman kuralları çıkarılmıştır. Sonuç olarak üretimde tutulan verilerin, veri madenciliği ve istatistiksel metotlar kullanarak firma için anlamlı sonuçlar elde edilmiş ve uygun bir model geliştirerek firmaya araç olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, Veri Analizi, Kauçuk, Hurda Tahmini, İstatistiksel Yöntemler

ABSTRACT

In order to examine the shipping and extrusion processes in a company which producing spare parts for the automotive industry, work flow diagrams and value stream mapping were made and key performance indicators were determined. For the purpose of structuring the scrap data, finding the occurrence of scrap and a model has been created to estimate the amount of scrap. While creating this model, ANOVA and Parametric Regression methods were applied upon customer request. Since the assumptions were not met, the non-parametric version of ANOVA, the Freidman method and non-parametric generalized linear regression were applied. Zero-inflated Poisson regression was applied because the applied regression was not suitable for our data. With this regression, the expected scrap amount has been estimated. RandomTree rules have been obtained to estimate the expected scrap weight. Eventually, by using the data kept in production, meaningful results were obtained by using data mining and statistical methods for the company and a suitable model was developed and presented to the company as a tool.

Keywords: Data Mining, Data Analysis, Rubber, Scrap Forecasting, Statistical Methods

ÖNSÖZ

Endüstri Mühendisliği Projesi boyunca çalışmalarımızı yönlendiren ve bizlere destek olan değerli hocalarımız sayın Prof. Dr. Seda ÖZMUTLU' a sayın Doç. Dr. Tülin İNKAYA' a, hayatımız boyunca her zaman yanımızda olan, eğitim hayatımızda da hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen sevgili ailelerimize teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
EKLER LİSTESİ	ix
1. PROJEYİ DESTEKLEYEN KURULUŞ HAKKINDA BİLGİLER	1
2. PROJE HAKKINDA BİLGİLER	2
2.1 Problem Tanımı	2
2.2 Projenin Kapsamı	2
2.3 Kuruluşun Beklentileri	3
3. SİSTEM ANALİZİ	4
3.1 Mevcut Durum Analizi	4
3.1.1. Sistemin Yapısı	5
3.1.2 Sorunlar ve Şikâyetler	7
3.1.3 Gözlemler ve Öneriler	7
3.2 Kuramsal Sistem Temelleri/ Temel Bilgiler	8
3.2.1 Sistemin Temel Bileşenleri	8
3.2.2 Kaynak Taraması	9
3.2.2.1 Veri nedir?	9
3.2.2.2 Büyük Veri	9
3.2.2.3 Veri Analizi	10
3.2.2.4 Veri Madenciliği	11
3.2.2.5 Üretim Sektöründe Veri Madenciliği	11
3.2.2.6 Veri Madenciliği Temel Kavramları	11
3.2.2.7 Üretimde Veri Madenciliği Uygulamaları	12
4.MATERYAL VE YÖNTEM	15
4.1.Problemin Çözümü için Genel Yaklaşım	15
4.1.1 Değer Akış Haritalama	15
4.1.2. KPI'ların Belirlenmesi	15
4.1.2.1. Kalite KPI'ları	16
4.1.2.2. Stok KPI'ları	17
4.1.2.3 Verimlilik KPI'ları	17
4.1.2.4. Performans KPI'ları	18
4.1.3 Hipotez Testi	18

4.1.4 Hipotez Testleri: Parametrik ve Non-Parametrik Testler	18
4.1.5 Hipotez Testleri ile Hipotezin Sınanması	19
4.1.6 Hangi Testi Nasıl Seçicez?	19
4.1.7 Normal Dağılım Testleri	20
4.1.8 Parametrik - Parametrik Olmayan Testler	20
4.1.9 Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)	21
4.1.10 Ki-kare testi	21
4.1.11 Friedman Testi	21
4.1.12 Regresyon Analizi	22
4.1.13 Karar Ağaçları	22
4.1.14 Rastgele Orman	22
4.1.15 Sıfır Şişirilmiş Poisson Regresyonu	22
4.2. Geliştirilen Modeller ve Çözüm Yöntemleri	23
4.2.1 Değer Akış Haritaları	23
4.2.1.1 Ekstrüzyon Hattı	23
4.2.1.2 Sevkiyat Hattı	24
4.2.2 Anahtar Performans Göstergesi Örnek Çalışma	26
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
5.1 Veri Analizi	27
5.1.1. Veri Hazırlığı ve Ön Analizler	27
5.1.2. Değişkenlerin Hurda Miktarı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi	31
5.1.3 Ki-Kare Testleri	31
5.1.4 İleri Analizler	34
5.1.4.1 Tek yönlü ANOVA	34
5.1.4.2 Friedman Testi	37
5.1.4.3 Parametrik olmayan Regresyon Analizi	37
5.1.4.4 ZIP Modeli	37
5.1.4.5 Karar Ağacı	46
5.1.4.6 Rastgele Orman ve REPTree	47
5.1.4.7 Rastgele Ağaç	47
5.1.4.8 Excel Uygulaması	49
5.2 Kullanılan Yazılım ve Donanım	52
5.2.1 SPSS	52

5.2.2 R Studio	52
5.2.3 Weka	52
5.2.4 Minitab	52
5.3 Bulgular Ve Tartışma	53
6. SONUÇ VE UYGULAMA PLANI	54
6.1 Sonuç Ve Öneriler	54
6.2 Uygulama Başarısının Değerlendirilmesi	55
KAYNAKÇA	56
EKLER	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 İbraş Kauçuk Operasyonel Harita.....	6
Şekil 3.2 Değişken Sınıflandırılması.....	10
Şekil 4.1 Pareto Analizi.....	25
Şekil 5.1 Hurda oluşma Oranları.....	28
Şekil 5.2 Gün Hurda Dağılımı.....	29
Şekil 5.3 Günlere Göre Hurda Oluşma Oranları.....	29
Şekil 5.4 Hurda Tipleri Miktarları.....	30
Şekil 5.5 Ürün Gruplarının Hurda Oluşumu Yüzdeleri.....	30
Şekil 5.6 Gözlenen ve Beklenen Değerler Grafiği.....	35
Şekil 5.7 Hamur Tipi için Varyans Homojenliği Grafiği.....	35
Şekil 5.8 Hamur Tipi için Varyans Homojenliği Testi.....	36
Şekil 5.9 Hamur Tipi için Anova Çıktısı.....	36
Şekil 5.10 Hurda Oranı Bağımlı Değişken Olan ZIP Veri Seti.....	38
Şekil 5.11 Sıklık Veri Setinin Dağılımı.....	39
Şekil 5.12 Sıklık Veri Setinin ZIP Çıktısı.....	40
Şekil 5.13 Lot Büyüklüğü Nümerik Olarak Dahil Edilen Verinin ZIP Çıktısı.....	41
Şekil 5.14 Lot Büyüklüğü Nümerik Olan ve Anlamsız Olan Değerlerin Çıkarılmasıyla Elde Edilen Verinin ZIP Çıktısı.....	42
Şekil 5.15 Lot Büyüklüğünün Sıklık Dağılımı.....	43
Tablo 5.16 Lot Büyüklüklerinin Kategorilere Ayrıştırılması.....	43
Şekil 5.17 Lot Büyüklüğü Kategorik Olarak Dahil Edilen Verinin ZIP Çıktısı.....	44
Şekil 5.18 Lot Büyüklüğü Kategorik Olan ve Anlamsız Olan Değerlerin Çıkarılmasıyla Elde Edilen Verinin ZIP Çıktısı.....	45
Şekil 5.19 İlk Yapılan Kuralın VBA Entegrasyonu Hatası.....	48
Şekil. 5.20 Weka sonucu.....	49

Şekil. 5.21 Beklenen Hurda Miktarı Tahmin Arayüzü.....	50
Şekil 5.22 Beklenen Hurda Ağırlığı Hesabı Arayüzü.....	51
Şekil 5.23 Filtreme Özelliği Çıktısı.....	51

EKLER LİSTESİ

EK-1: Ekstrüzyon Süreç Akış Diyagramı.....	59
EK-2:Novoma Süreç Akış Diyagramı.....	60
EK-3 Ekstrüzyon Değer Akış Haritası.....	61
EK-4 Sevkiyat Değer Akış Haritası.....	62
EK-5 Ekstrüzyon Bölümünün Birim Üretim Süreleri.....	63
EK-6 İşçilik Süreleri.....	64
EK 7: Test 1 İçin SPSS Sonucu.....	65
EK 8: Test 2 İçin SPSS Sonucu.....	66
EK 9: Test 3 İçin SPSS Sonucu.....	67
EK 10: Test 4 İçin SPSS Sonucu.....	68
EK 11: Test 5 İçin Spss Sonucu.....	70

1. PROJEYİ DESTEKLEYEN KURULUŞ HAKKINDA BİLGİLER

Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü 2020-2021 eğitim öğretim yılı Bütünleşik Sistem Tasarımı kapsamında yapılmakta olan bu proje İbraş Kauçuk Otomotiv Yan sanayi ve Ticaret A.Ş bünyesinde gerçekleştirilmiştir.

Otomotiv yedek parça sektöründe öncü bir şirket olan İbraş, bu sektörde kauçuk ve plastikler için ISO standartlarında ürün geliştirme konusunda 30 yılı aşkın deneyime sahiptir. İbraş Kauçuk beş personeli ile 1980 yılında üretim faaliyetlerine Bursa’da başlamıştır. Üretim sisteminde köklü değişiklikler yaparak makineleşmeye gitmiştir ve Ekstrüzyon yöntemi ile hortum üretimine başlamıştır. 2000 yılında makine parkurunu genişletip üretim kapasitesini artırmıştır. 2005 yılında yurt içindeki müşterilerine daha iyi hizmet verebilmek için Narin Kauçuk adı altında pazarlama şirketini kurulmuştur. Bünyesine dahil ettiği yeni makineler ile birlikte hava filtre körükleri ve turbo hortumu üretimine başlamıştır. 2018 yılında plastik ve kauçuk kalıp üretimine başlamıştır. Firma en az 60 araba markasının farklı modelleri için farklı tiplerdeki hortumlarının (yakıt deposu hortumu, benzin hortumu, su hortumu, radyatör üst hortumu vb.), borularının (devridaim borusu, hava filtre borusu vb.), segmanlarının (turbo borusu segmanı vb.), contalarının (turbo borusu contası vb.) vb. kauçuk temelli parçalarının imalatını gerçekleştirmektedir. Şu anda 7000’e yakın ürün çeşidi bulunmaktadır. Firmanın toplam alanı 16.000 m²’dir. 245 çalışanı bulunmaktadır. Ürünlerini 45’ten fazla ülkeye ihraç etmektedir.

2. PROJE HAKKINDA BİLGİLER

2.1 Problem Tanımı

Günümüzde firmaların sıkıntı çektiği ve üzerine yoğunlaşması gereken konulardan biri verilerdir. İşletmelerde tutulan veriler genellikle çok fazla olup, veriler arası çok fazla ilişkilendirme yapılamamaktadır ve yığın verilerden bilgi üretilememektedir. Bu verilerin bazıları birbiriyle bağlantılı olabilir. Bağımlı olan değişkenlerin birbirleriyle ne derece ilişkide olduklarının ortaya çıkması ile birlikte bazı önemli bilgilerin daha doğru bir şekilde tahmini yapılabilecektir. Böylece firma bu tahminlerle daha az maliyetle çalışıp, firma karlılığını arttırmış olacaktır.

İbraş Kauçuk, müşteri odaklı bir üretim sistemi ile çalışmaktadır. 84 aktif müşterisinin olması ve 7000'e yakın ürün çeşitliliği sebebiyle veriler arası ilişkilerin belirlenebilmesi için hangi verilerin tutulması gerektiği bilinmemektedir. Bu belirsizlik ve verilerin arasındaki ilişkilerin bilinmemesi aynı zamanda firmada hurda oranlarının tahmin edilememesi, doğru anahtar performans göstergelerinin ele alınmaması gibi konular verimlilik, değer üretimi, doğru ve hızlı karar verme ve rekabetçi işletme olma konusunda firmanın eksik kalmasına sebep olmaktadır.

2.2 Projenin Kapsamı

Proje kapsamı firmada toplanan bazı verilerin elde edilmesini, verilerin incelenip sadeleştirilmesini, gerekli olan ve eksik verilerin belirlenmesi ile uygulanabilecek ve yararlı olabilecek analizlerin araştırılması ve veriler üzerinde yararlı bilgiye ulaşabilecek analizlerin uygulanmasını içermektedir.

Firmadan elde edilen verilerde uygulanabilecek, gerek istatistiksel analiz metodları, gerekse de veri madenciliği metodlarını araştırılmıştır. Veriler üzerinde yararlı bilgiye ulaşabilmek için birçok analiz yöntemi denenmiştir. Analiz kısmının devamında ise bir arayüz oluşturularak gerekli çıktıya ulaşılması sağlanmıştır.

Proje kapsamında firma danışmanı ile kararlaştırılan iki adet ana proses ele alınmıştır. Bunlar Ekstrüzyon ve Lojistik / Sevkiyat bölümleridir. Bu proseslerin seçilme nedeni darboğazların yaşandığı prosesler olduğu düşünülmektedir. Burada tutulan veriler proje kapsamı dahilindedir.

2.3 Kuruluşun Beklentileri

Proje kapsamında pilot bir proses seçilerek istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak gerçek zamanlı veriye dayalı doğru karar verebilecek bir modelin oluşturulması, ardından pilot proses için süreç incelendikten sonra yapılan bu çalışmanın işletme genelinde yaygınlaştırılabilmesi için ihtiyaç duyulan bilgi sistemleri (yazılım ve donanım) gereksinimlerinin belirlenmesi ve bir iş zekâsı sisteminin kurulması beklenmektedir.

3. SİSTEM ANALİZİ

Bu bölümde projenin gerçekleşeceği üretim bölümündeki veri setlerinin incelenmesi, mevcut durum analizinin yapılması ve firmanın beklentilerinin karşılanabilmesi için yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Belirlenen pilot proseslerde toplanan veriler incelenerek daha önce benzer uygulamaların elimizdeki verilere uygun çalışma prensibine benzeyen bir çalışmaya nasıl yaklaşıldığı ile ilgili literatür araştırması yapılarak gerekli araçlarla analizlerin yapılmasının ardından, bu proseslerle ilgili çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmiştir.

3.1 Mevcut Durum Analizi

Kurumsal kaynak planlama (ERP), işletmelerin kaynaklarını bir araya getirerek uçtan uca yönetilmesini ve verimli olarak kullanılmasını sağlamak ya da desteklemek için geliştirilmiş sistem ve yazılımların genel adıdır. En bilinenler arasında SAP, Oracle E-Business Suit, Microsoft Dynamics bulunmaktadır. İbraş'ta ise IFS yazılımı kullanılmaktadır.

Proje kapsamında firma danışmanı ile belirlediğimiz hipotezlerin analizini yapabilmek için ERP sisteminden gerekli veriler MS Excel ile paylaşılmıştır. Firma tarafından paylaşılan Excel dosyaları ve açıklamaları;

- Ekstrüzyon ve Novoma Üretim Verileri
 - Bu MS Excel dosyasında Novoma ve Ekstrüzyon prosesinin 2021 yılının başından itibaren tutulan iş emirleri bulunmaktadır. Ekstrüzyon prosesinin otomatik hat/makine tarafından yapılan versiyonu Novoma olduğu için iki çalışma sayfasının yapısı da aynıdır. Sütun bilgileri malzeme açıklaması, İş Emrinin Verildiği Tarih, Eski Kod ve Malzeme No bilgilerinden oluşmaktadır. Eski Kod, Malzeme No bilgisinin farklı bir versiyonudur. Departmandan departmana geçiş sağlanırken değiştirilmektedir. Novoma ve Ekstrüzyon çalışma sayfalarında ilk veri 04.01.2021 tarihinde tutulmuştur. Burada önemli olan hangi malzemenin hangi tarihte işleme alındığının bilinmesidir.
- Hurdalar
 - Bu MS Excel dosyasında oluşan hurdaların hangi hurda tipi olduğunun yanı sıra hangi malzeme, hangi lot'ta, hangi lokasyonda, kimin hurdayı sisteme girdiği, hangi tarihte oluştuğu gibi bilgiler de mevcuttur. Excel dosyasındaki ilk

hurda verisi 02.01.2020 ile 04.03.2020 tarihleri arasında tutulmuştur. Bu Excel'deki Uygunsuzluk Tipi bilgisini Eski Kod/Malzeme No ve Tarih bilgisini kullanarak, oluşturulacak Ana Veri Excel dosyası ile bağdaştırılacaktır.

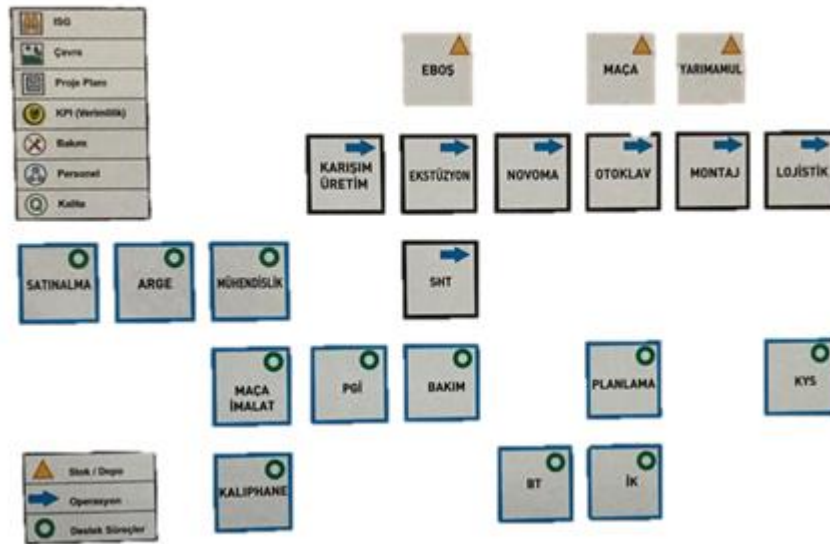
- Karışım Reçetesi - Hurda Verileri
 - Bu Excel dosyasında üretilen ürünlerin müşteri istekleri doğrultusunda istenilen çapları, et kalınlığı, isteğe göre üst ve alt çekim arasında olan ve ürünün daha sağlam olması açısından önemli bir rolü olan ip ile sarılıp sarılmadığı, eğer sarıldıysa iplik cinsi, ekstrüzyon prosesinde kullanılan kalıp no, hangi karışımlardan oluştuğu gibi ürünlerin parametre bilgileri bulunmaktadır. Excel 54 sütun ve 6923 satırdan oluşmaktadır. Bu Excel dosyasında çekeceğimiz önemli kısım malzemelerin hangi karışımdan oluştuğu bilgisidir.
- Üretim Adetleri
 - Bu Excel'de hangi malzemeden hangi tarihte ne kadar birim üretildiği bilgilerine ulaşılabilmektedir. Bu veriler lokasyon olarak sadece KL01'de (final kalite) tutulmuştur. Veri setindeki ilk tarih 02.01.2020, son tarih ise 05.03.2021'dir. Böylelikle bu Excel dosyasında bilgilerle oluşan hurdaları birleştirenince hurdaların ürün grubu ve haftanın günleri arasındaki ilişkiyi incelenmiştir.
- Malzemeler
 - Bu Excel'de satın alınan, üretilen tüm malzemelerin malzeme numaraları, malzeme açıklamaları, birimi bilgileri mevcuttur.
- Otoklav Veri Transferi
 - Bu Excel'de otoklav bölümünün üretim verisi bulunmaktadır. Veri setindeki ilk tarih 02.01.2020, son tarih ise 06.03.2021 tür.

3.1.1. Sistemin Yapısı

Ürünün hammaddeden bitmiş ürüne fabrikadaki yolculuğu ilk olarak hamur karışımının oluşturulması ile başlar. Hazırlanan hamur işlem görmek için fazla sıcak olduğundan ekstrüzyon ve Novoma'ya aktarılmadan önce eboş deposunda bekletilir. Novoma, manuel olan ekstrüzyonun otomatik hat halidir. Ekstrüzyondan sonra müşterinin isteğine bağlı olarak boy kesme işleminden geçer. Burada oluşan yarı mamuller eboş adlı depoda bekletilir ve gerektiği zaman otoklav bölümüne gönderilir. Otoklav'da kullanılan kalıplar maça deposunda

depolanmaktadır. Maça deposundan müşteri isteğine bağlı olarak hazırlanan kalıplar kullanılarak otoklav'da hamura istenen şekil verilir. Daha sonra montaj bölümüne ve oradan da lojistik bölümüne gönderilir.

Fabrika içinde bulunan bölümler üretim, depo ve destek süreçler olarak genel hatlarıyla Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 İbraş Kauçuk Operasyonel Harita

Ekstrüzyon bölümündeki süreçler incelenerek iş akış şeması çıkarılmıştır. Ekstrüzyon iş akış şeması EK-1'de, Novoma iş akış şeması EK-2'de verilmiştir.

Ekstrüzyon işlemi üç basamaktan oluşmaktadır. Bunlar, alt çekim, örgü ve üst çekimdir. Hamurhaneden gelen hamur soğuk hava deposunda bekledikten sonra ilk olarak alt çekim makinesinde işlem görür. Burada hammadde halinden uzunca bir hortum haline gelen ürün tambur denen makara benzeri taşıma araçlarına sarılarak bir sonraki işleme gönderilir.

Alt çekim makinesinden sıcak çıkan ürün pervane yardımı ile soğutulduktan sonra hortumun yapışmaması için gerekli basınçla içine hava basılır. Ardından örgü makinesinde tek kat olan hortumun üzeri iplik ile örülür. Ve tambura sarılarak bir sonraki işleme aktarılır.

Örgüden gelen parçaların üzeri bir kaplama hamuru ile kaplanır. Kaplama işlemi ürünün çeşidine göre vakumla veya ilaçla kaplanabilir. Kaplanan hamur antitack denen sıvıdan geçirildikten sonra tambura sarılır ve boy kesim alanına gönderilmesi için bekletilir.

3.1.2 Sorunlar ve Şikâyetler

Proje kapsamında sistem analizi esnasında tespit edilen sorunlar aşağıda belirtilmiştir.

- Sevkiyat bölümünde mevcut depo alanı yetersiz kalmaktadır.
- Fabrika içindeki yerleşim planı düzensizdir.
- Süreçler arasında gereksiz taşıma hareketleri ve beklemeler fazladır.
- Ekstrüzyon bölümünde kalıp değişim süreleri uzun sürmektedir.
- Süreçlerdeki iş ölçümleri eksiktir.
- Bölümlerin kendi içindeki ve birbirleri arasındaki ilişkiler tanımlanmamıştır.
- Bölümler arası ilişkilerin kurulabilmesi için hangi verilere ihtiyaç duyulduğu belirlenmemiştir.
- Veri eksikliğinden kaynaklı istatistiksel veri analizleri yapılamamaktadır..
- Veri eksikliğinden kaynaklı istatistiksel veri analizleri yapılamamaktadır.
- Ürün çeşitliliğinin fazla olması veri takibini zorlaştırmaktadır.
- Verilerin doğru zamanlı girilmemesi analiz sonuçlarının doğru olmamasına sebep olmaktadır.

3.1.3 Gözlemler ve Öneriler

Yapılan çalışmalar ve firma danışmanı tavsiyesi ile analizlerin yapılacağı ve odaklanılacak bölümler Ekstrüzyon ve Sevkiyat olduğu belirlenmiştir. Bu proseslerin seçilme nedeni darboğazların yaşandığı prosesler olduğu düşünülmesinden kaynaklanmaktadır. Bu iki bölüm için literatür araştırmaları ve anahtar performans göstergeleri belirleme çalışmaları yapılmıştır. Prosesler için uygun anahtar performans göstergeleri belirlendikten sonra gerekli istatistiksel analizler yapılmıştır. Bölümlerin kendi içindeki ve birbirleri arasındaki ilişkiler iyi bir şekilde gözlemlenmeli ve nasıl ilişkilerin kurulabileceği, bu ilişkiler için hangi verilere ihtiyaç duyulduğu ve bu verilerin mevcut sistemde tutulup tutulmadığı araştırılmalıdır. Daha sonrasında bazı pilot bölgeler seçilerek ilişkiler ölçülmeli ve gözlemlenmelidir. Ulaşabildiğimiz veriler incelenmeli, aralarından gerekli ve önemli bilgiler çekilmeli ve bunlar doğrultusunda istatistiksel analiz yöntemlerinden verilerimize uygun olan yöntem uygulanarak devam edilmelidir.

3.2 Kuramsal Sistem Temelleri/ Temel Bilgiler

Bu aşamada mevcut sistemin temel bileşenleri belirlenecektir.

3.2.1 Sistemin Temel Bileşenleri

Proje kapsamında sistemi iyi anlamak amacıyla sistemin bileşenleri, lojistik ve ekstrüzyon ile ilgili temel kavramlar belirlenmiştir. Sistemin temel bileşenleri aşağıda belirtilmiştir.

- Makineler
 - Hamur karışım
 - Ekstrüzyon
 - Alt çekim
 - Örgü
 - Üst çekim
 - Novoma
 - Otoklav
 - Montaj makineleri
 - Kesim makineleri
 - Markalama
 - Ambalajlama
- Operatör
- Taşıma Araçları
 - Kasalar
 - Tambur
 - Asansör
 - Forklift
 - Arabalar (Büyük kasa)
- Hammadde
- Yardımcı Malzemeler
 - İplik
- Enerji
- Sermaye

3.2.2 Kaynak Taraması

3.2.2.1 Veri nedir?

Literatürde verinin birçok tanımı bulunmaktadır. Genel olarak, tek başına bir anlamı olmayan, üzerinde işlem yapılmamış olan, araştırma veya gözlemler sonucu elde edilen ham bilgi anlamına gelmektedir. Veriler tek başına bir anlam ifade etmezler. İlişkilendirme, analiz etme, gruplandırma gibi işlemlere tabi tutulup yorumlanabilir hale getirilmelidir (Doğan ve Arslantekin 2016).

3.2.2.2 Büyük Veri

Büyük veri, genellikle birçok farklı veri kaynaklarından toplanan geniş verilerin analizi, işlenmesi depolanması ve yönetilmesi ile ilgili bir alandır. Geleneksel veri analizi işlemleri ve depolama teknikleri artık yetersiz kalmaktadır. Kullanılan veri hacmi yüksek boyutlara ulaştığında ortaya çıkarılan yeni teknoloji yaklaşımları büyük veriyi oluşturmaktadır. Büyük veri çoğu yapılandırılmamış olan ve sonsuz şekilde birikmeye devam eden çok büyük ve ham veri setlerinden oluşmaktadır (Altunışık 2015).

Büyük veri, yönetilen veri türünü işlemek için kullanılan teknolojiyi anlatmaktadır. Bu teknolojilerin büyük bir kısmı, Google, Amazon ve Facebook gibi şirketlerin kendileri için geliştirdikleri teknolojilerdir. Büyük veri ile birlikte eskiden ölçülmesi, saklanması, analiz edilmesi ve paylaşılması çok zor şeylerin büyük çoğunluğu verileştirilmeye başlanmıştır. En spesifik haliyle büyük veri, ilişkisiz veri kümelerinin birleştirilmesi, ilişkilerin oluşturulması ve büyük miktarda verinin işlenmesi gibi analizlere izin vermiştir (Doğan ve Arslantekin 2016).

Büyük verinin (Big Data) oluşumunda bazı temel bileşenler bulunmaktadır. Bunlar;

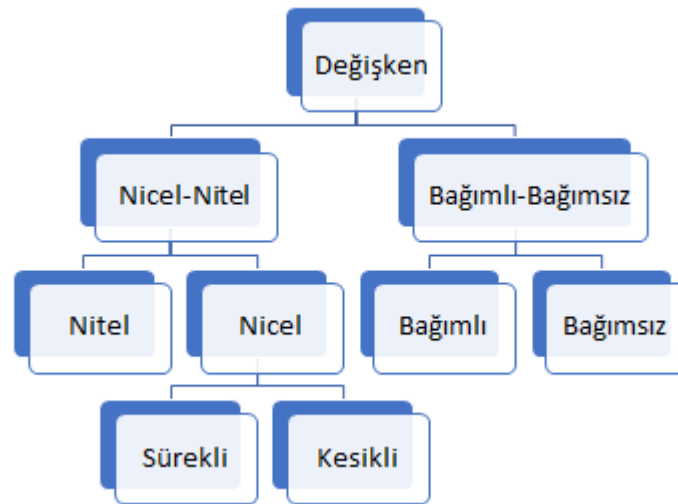
- **Çeşitlilik:** Daha önce söylendiği gibi büyük veri farklı kaynaklardan ve farklı formatlarda oluşabilmektedir. Veriler yapılandırılmamış olabilmekte ve her geçen gün artmaktadır. Bu çeşitlilik de gittikçe alt dallara ayrılarak büyümektedir.
- **Hız:** Veri hızı, elde edilen veri ile ilgili gerçek zamanlı (anlık) olarak harekete geçilebilmesini ifade etmektedir. Teknolojide yaşanan gelişmeler, verinin üretildiği anda kullanılmasına olanak vermektedir. Hızla akan veriye en hızlı tepkiyi verip, daha veri akarken müdahale etmeyi, işlemeyi ve analiz etmeyi olanaklı hale getirmiştir (Doğan ve Arslantekin 2016).

- **Veri hacmi:** Verinin büyüklüğü ve boyutunu ifade etmektedir. Artık pek çok cihaz veri üretmektedir bu sebeple her noktada saklanan veri büyüklüğü artmaktadır. Verinin boyutunu rakamsal olarak belirtmek genelde çok kısıtlayıcıdır. Teknoloji ilerledikçe, verinin boyutunu belirtmek için kullanılan rakamlar hızlı bir şekilde değişmektedir ve artık geçerliliğini yitirmektedir. Bu yüzden verinin göreceli miktarını belirtmek daha faydalı olmaktadır.
- **Değer:** Büyük verinin üretimi ve işlenmesi katmanlarında elde edilen verilerin kurum için artı değer sağlıyor olması gerekmektedir (Aksoy ve ark. 2017).

3.2.2.3 Veri Analizi

Değişken: Tanımlanan araştırmanın birimlerinin ilgilenilen özelliklerine değişken denmektedir. Değişken, birimden birime değişik değerler alabilen özelliklerdir. Bir özelliğin değişken sayılabilmesi için en az iki ölçme düzeyinin olması gerekir. Bir işyerinde çalışanların cinsiyeti, yaşı, öğrenim durumu, medeni hâli, bir bankanın yıllık mevduat tutarı, kredi miktarı, kârı, şirketlerin hukuki şekli değişken için örnek verilebilir.

Değişken Türleri: Değişkenlerle ilgili yapılan en önemli sınıflandırma Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Değişken Sınıflandırılması

Nicel-Nitel Değişken: Eğer bir değişken ölçme veya sayma ile ifade edilebiliyorsa nicel (ölçümsel) değişken denir. Yaş, boy, kilo, aylık gelir vb. değişkenler nicel değişkenlere örnektir.

Eğer bir değişkenin özelliği sayı ile ölçülemiyor ve bir duruma göre sınıflandırılıyorsa ya da kategorize ediliyorsa buna da nitel (kategorik) değişken denir. Cinsiyet, medeni durum, doğum yeri, eğitim durumu vb değişkenler nitel değişkenlerdir.

Bağımlı-Bağımsız Değişken: Değişkenler arasında teorik olarak var olan sebep-sonuç ilişkisinin yapısının konu alındığı araştırmalarda araştırmacının amacını tanımlayan değişken bağımlı değişken (sonuç değişkeni), bağımlı değişkeni etkileyen ve değer değişmelerine neden olan değişken/değişkenler ise bağımsız değişkendir. Bağımlı değişken araştırmacının denetiminde değişken bağımsız değişken araştırmacının denetimindedir.

3.2.2.4 Veri Madenciliği

Veri madenciliğinin en temel tanımı çok miktardaki büyük verilerden öncesinde bilinmeyen verilerin çıkartılarak anlamlı verilere ulaşılmasıdır. Aynı zamanda veri madenciliği büyük miktarlardaki verilerin araştırılarak anlamlı kalıplara ve kurallara göre keşfedilmesidir. Bu durum verilerin belirli kalıplara göre karar verebilmek için işlenmesi anlamına da gelmektedir. Bir diğer ifade ise veri tabanında bilgi keşfi olarak tanımlanmaktadır (Demir ve Dinçer 2020).

3.2.2.5 Üretim Sektöründe Veri Madenciliği

Üretim sektöründe veri madenciliği uygulamaları üretim süresi tahmini, ürün geliştirme, kalite optimizasyonu, imalat sektörü, üretim planlama, tedarikçi seçimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

İlerleyen teknolojiler ve artan sanayileşme sonucunda verilerin artması sonucunda analizler zorlaşmış ve istatistiksel metotlar yetersiz kalmıştır. Bu noktada veri madenciliği ve uygulamaları geliştirilmiştir.

Literatürde üretimin içerisinde yer alan her alanda planlama, imalat, satış, kalite kontrol, hata tespiti, hatalı ürünlerin ayıklanması noktasında çalışmalar bulunmaktadır (Demir ve Dinçer 2020).

3.2.2.6 Veri Madenciliği Temel Kavramları

Veri, işlenmemiş her türlü anlamlı kelime ve sayısal ifade demektir. Verilerin bilgisayarın anlayabileceği şekle dönüştürülüp kaydedilmesi, daha sonra çeşitli veri madenciliği

yöntemleri uygulanmasıyla ulaşılan değer, bilgidir (Sağın, 2018). Veri madenciliği; elimizdeki büyük veri yığınları içerisinde gizlenmiş, önceden bilinmeyen, sezgi ve tecrübelerimizle tahmin edemediğimiz ayrıca öğrenilmesi durumunda işletmeye büyük yarar sağlayacak değerli bilginin gün yüzüne çıkarılması işlemidir (Özkan, 2016), (Silahtaroglu, 2016). Büyük veri tabanlarından bilgi çıkarmak için veri madenciliği; makine öğrenmesi, veri tabanı, örüntü tanıma, görüntüleme tekniklerini ve istatistiğini birleştiren disiplinlerarası bir alandır (Cabena, Hadjinian, Stadler, Verhees, ve Zanasi, 1998), (Demir ve Dinçer 2020).

3.2.2.7 Üretimde Veri Madenciliği Uygulamaları

Bu kısımda veri madenciliği ile ilgili olarak Türkiye’de yapılan bazı imalat uygulamalarından, veri madenciliği kullanım alanlarından, kullanılan programlar, metot ve teknikler bahsedilecektir.

Bir üretim işletmesinde soğuk press işlem yapan makinalar belli aralıklarla durmaktadır. Bu durma süresi işletmeye üretim gerçekleştirilmediğinden ekonomik olarak kayba neden olmaktadır. Bu sürenin azaltılması amacıyla makinaların optimize kullanım süreçlerinde tahminleme yapılmıştır. Veri madenciliği tekniklerinden sınıflandırma, karar ağacı ve ağırlıklı öğrenme algoritmaları kullanılmıştır. Bu metotlar Weka ve Rapidminer programlarında uygulanmıştır (Demir ve Dinçer 2020).

Bir üretim işletmesinde tedarikçi seçimi yapılmıştır. Tedarikçi seçimi için karar değişkeni olarak en önemli değişken “gecikme” olarak seçilmiştir. Her bir değişkenin gecikme ile olan ilişkisi kurulan modelde incelenmiş ve gecikmeyi etkileyen değişkenler tespit edilmiştir. Başarı düzeyi ölçülürken “Gecikme = 1” ,“Zamanında teslim = 0”, sırasıyla (Kalite Belgesi(ISO-TSE)- ARGE - Garanti Belgesi - Sektör Grubu - İdari Personel Sayısı - Teknik Personel Sayısı - Kuruluş Şekli - Firma Tipi – İl - Kalem Sayısı değişkenleri alınmıştır. Analizlerde, yapay sinir ağı, karar ağacı algoritmalarından C&R Tree, C5.0, Chad ve bu çalışmada kümeleme algoritmalarından KMeans, Kohonen ve Two Step algoritmaları kullanılmış, ancak bu algoritmalarından K-Means daha sağlıklı sonuç vermiştir. Bu analiz SPSS Clementine programıyla yapılmıştır (Demir ve Dinçer 2020).

Bir üretim işletmesinde veri madenciliği ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Üretilen ürünlerin uygunsuz olarak ayrılmasının nedenleri belirlenmiştir ve bu nedenlerin analiz edilerek uygunsuz ürünlerin sayısını azaltıcı stratejiler geliştirilmesi hedeflenmektedir. Vardiya düzeni, üretim ayı, üretim günü, hata grupları(kişiden, makineden, makine ve kişi), üretim

sıklığı, ambalaj içine konulan miktar, fabrika, makine arızası, ürün grubu, müşteri, çalışan kadro, profil türü, üretim türü (serim üretim ve seri üretim olmaması) olarak gruplara ayrılmıştır. Neden analizi için karar ağaçları ve yapay sinir ağları ile bir model geliştirilmiştir. SPSS Clementine 11.1 uygulaması kullanılmıştır (Demir ve Dinçer 2020).

Otomotiv alanında faaliyet gösteren bir firmada optimizasyon çalışması yapılmıştır. Çalışma firmanın kesim bölümünde gerçekleşmiştir. Dikiş Hatası, Kesim Hatası, Kumaş Hatası, Renk Farkı, Seri Sonu Parça, Yarım Parça, Desende Kayma gibi hata değişkenleri belirlenmiştir. Kanonik korelasyon analizi ile girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişkiler yorumlanmıştır ve çoklu regresyon analizi ile her bir çıktı için ayrı tahmin denklemleri oluşturulmuştur. Girdi değişkenleri için en uygun değerlerin atanması sonucuna, en ve boy için istenilen değerlere yüzde yüz oranında ulaşılırken, delik çapı için ise yüzde elli beş oranında bir iyileştirme sağlanmıştır. Gams programıyla hata kodları ve hata türleri tanımlanarak, istatistiksel metotlar ve çoklu regresyon analiziyle karşılaştırmalar yapılmıştır (Demir ve Dinçer 2020).

Bir üretim işletmesinde ürün kalitesini geliştirmede, renk, tarih, dizayn, departman, id, çalışan, nitelik, yükseklik, boyut, ağırlık, hata sebebi, hata tipi, barkod numarası, barkod tarihi gibi değişkenlere göre SPSS Clementine programında istatistiksel metotlarla sınıflandırma yapılmıştır. Üretim sürecinde giriş işlemlerinden çıkış işlemlerine kadar yoğun bir süreç bulunmaktadır. Bu süreçte giren ürünlerin optimize edilmesinden, üretim sürecinin kısaltılmasından, üretim sürecinde hata paylarının azaltılmasından, paketlenme, tedarik, müşteri talebi gibi süreçler, büyük hacimli veri yığını oluşturmaktadır. Bu süreçlerin hepsinde veri madenciliği teknikleri kullanılabilmektedir. Kullanılan algoritmalar, işletme açısından en az maliyetle ve en az girdiyle üretim sürecini tamamlama hedefi taşıırken, ürün açısından güncel, arz-talep-kalite üçlüsüne en uygun ürün üretimi hedefini taşır (Demir ve Dinçer 2020).

Üretim sürecinde veri madenciliği tekniklerine bakıldığında, eski çalışmalar SQL tabanlı veri analizi uygulamaları geliştirirken, yeni çalışmalarda Weka, Rapidminer gibi paket programlar kullanılmaktadır. Ama Weka, Rapidminer gibi paket programlar durağan veriler için kullanılırken, dinamik tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlar R, Python gibi programlarda gelişmeler mevcuttur. (Demir ve Dinçer 2020).

4.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde problemin çözümü için genel yaklaşım ve geliştirilen modeller yer almaktadır.

4.1.Problemin Çözümü için Genel Yaklaşım

4.1.1 Değer Akış Haritalama

Problemin çözümüne yardımcı olabilmesi için başlangıç olarak lojistik/sevkiyat katının ve ekstrüzyon hattının iş akış şemaları oluşturulmuştur. Daha sonra prosesler incelenmiş, gerekli veriler yerinde gözlemlenerek ve ilgili kişilerden istenerek tutulmuştur. Bu veriler ışığında değer akış haritaları oluşturulmuştur.

“Değer akışı”, her ürün için esas olan ve temel akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetler bütünüdür. Hammaddeden müşteriye üretim akışı ve ürün geliştirme süreci, her bir ürün için geçerli olan temel akışlar olarak tanımlanabilir. (Rother ve ark. 1999)

“Değer akışı haritalandırma”, bir değer akışındaki değeri, israfı ve israf kaynaklarını görmek ve tek bir prosesten daha fazlasını göz önünde canlandırmak için başvurulacak bir yöntemdir. Değer akışı haritalandırma, akışı yaratmak için işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan görsel bir araçtır. (Rother ve ark. 1999)

Değer akış haritaları mevcut ürünün akışını görmek, üretim sürecine hâkim olmak ve bu süreçteki katma değer yaratmayan faaliyetleri gözlemlemek gibi katkılar sağlamaktadır.

Değer akış haritalarının projede kullanılma amacı sistemi analiz ederek sistemin eksik noktalarını bulabilmek ve birbiri ile olumlu veya olumsuz ilişkili olan konulara yönelilmiştir. Değer akış haritaları, literatür araştırmaları ve gözlemler yardımıyla üretim ve lojistik süreçlerinde anahtar performans göstergelerinin bazılarını belirlenmiştir.

4.1.2. KPI’ların Belirlenmesi

Günümüzün artan rekabetinde işletmeler ürünlerinin fonksiyonlarının yanı sıra ürün kalitesi, müşteri memnuniyeti vb. gibi konularda diğer rakiplerinden öne çıkabilmek için kendilerini geliştirmek zorundadırlar. “Esnek üretim, yüksek üretim verimliliği, müşteri gereksinimlerine hızlı yanıt, yüksek ve tek tip ürün ve hizmet kalitesi için güvence bir gereklilik haline

gelmiştir” (Rakar ve Zorzut, 2004). Müşteriler kendi çıkarları için kendi kriterlerini karşılayan en iyi ürünü/hizmeti tercih etmek amacıyla karşılaştırma yapmaktadırlar. Bu karşılaştırmada yer edinebilmek için işletmeler kendilerinin hangi konumda olduklarını bilmeleri gerekmektedir. Bunu bilebilmek için kendi bünyesi içerisinde performans değerlendirmesi yapmaları gerekmektedir. Kullanılan göstergelere temel performans göstergeleri (KPI'lar) adı verilir ve birden çok ölçütü tek bir sayısal değerde yoğunlaştırabilirler (Stricker ve ark. 2017). Bu performans göstergeleri sadece prosesler için değil; ürün, kalite, ekipman gibi işletmenin değerini oluşturan önemli konular üzerine yapılmalıdır.

Proje kapsamında çalıştığımız firmanın mevcut performansını görebilmek için firmanın önemli gördüğü konular üzerine kritik performans ölçütlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan işlerin değerlendirilebilmesi için işletmelerin önemli gördüğü bazı ölçütler ele alınıp bunların değerlerinin hesaplanması ve bu değerlerin raporlanması, firmanın hangi konumda olduğunu görmemize yardımcı olur. Yapılan literatür araştırmalarından elde edilen önemli KPI'lar ilgili oldukları konularına göre gruplandırılmıştır. Literatür araştırması sonucu elde edilen anahtar performans göstergeleri firma danışmanına yollanıp firma için önemli olanlarının belirtilmesi istenmiştir. Firma için önemli olan anahtar göstergeleri aşağıda ilgili oldukları konulara göre gruplanıp açıklanmıştır.

4.1.2.1. Kalite KPI'ları

Önleyici Bakım Süresi: Makinede oluşabilecek hataların önüne geçmek için yapılan bakımların süresini gösterir.

Düzeltilici Bakım Süresi: Makinede oluşan hataların düzeltilme sürelerini gösterir.

Arıza Miktarı: Makinelerde oluşan arıza miktarlarını gösterir.

Arıza Kayıpları: Ekipman hataları ya da arızalarından kaynaklanan zaman ve miktar kayıplarını gösterir. (Koçak, 2015)

Kalite Oranı (KO): Kalite oranı katma değerli üretim zamanının net üretim zamanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$KO = \frac{\text{Üretim Miktarı} - \text{Kalite Kayıpları}}{\text{Net Üretim Zamanı}} \quad (4.1)$$

4.1.2.2. Stok KPI'ları

Depo Devir Hızı: Depoda tutulan mamullerin ortalama yenilenme süresini gösterir.

Yarı Mamül Stok Maliyeti: Süreç içinde işlem gören yarı mamüllerin stok maliyetini gösterir. (Özdemir ve İlkay, 2019)

4.1.2.3 Verimlilik KPI'ları

Toplam Ekipman Etkinliği (TEE): “İşletmelerdeki makine ve ekipmanın ne derece etkin kullanıldığının ölçülmesidir.” (Acar ve Çakırkaya, 2018)

$$TEE = \text{Yükleme Seviyesi} \times \text{Performans Seviyesi} \times \text{Kalite Seviyesi} \quad (4.2)$$

Birim Üretim Süresi: Bir ürün için hazırlıkların, beklemlerin de dahil olduğu üretime harcanan süreyi gösterir.

Hat Verimliliği: Üretim hattının ne kadar verimde çalıştığını gösterir.

Ürün Başına Kullanılan Enerji: İşletmenin faaliyetlerini yerine getirebilmesi için kullanılan enerjinin çıktıya oranıyla hesaplanır.

İşgücü Verimlilik Oranı: Mevcut iş gücüyle birim saatteki üretim miktarıdır.

$$İVO = \frac{\text{Üretim Miktar}}{\text{Adam Saat}} \quad (4.3)$$

Sermaye (Makina) Verimlilik Oranı: Üretimin fiziksel/parasal değerinin mevcut makinelerin toplam çalıştırılan saate oranı ile bulunur.

$$SVO = \frac{\text{Üretimin Fiziksel (Parasal) Değeri}}{\text{Kullanılan Makine Saati}} \quad (4.4)$$

$$\text{İşçilik Süresi} = \text{İşçi Sayısı} \times \text{Vardiya Çalışma Süresi} \quad (4.5)$$

$$\text{Verimsiz Saatler} = \text{Kullanılmayan İşgücü} + \text{Kayıp Zaman} \quad (4.6)$$

$$\text{Fiili İşgücü Süresi} = \text{İşgücü Süresi} - \text{Kullanılmayan Zaman} \quad (4.7)$$

$$\text{Standart İşgücü Süresi} = \text{Standart Süre} \times \text{Üretilen Miktar} \quad (4.8)$$

$$\text{Etkili İşgücü Süresi} = \text{Fiili İşgücü Süresi} - \text{Kayıp Süresi} \quad (4.9)$$

$$\text{İşgücü Verimliliği} = \frac{\text{Standart İşgücü Süresi}}{\text{Etkili İşgücü Süresi}} \quad (4.10)$$

4.1.2.4. Performans KPI'ları

Geç Tamamlanan Sipariş Yüzdesi: Alınan siparişe göre yapılan üretimde söz verilen teslim zamanına yetişmeyen mamül miktarı oranıdır.

Erken Tamamlanan Sipariş Yüzdesi: Söz verilen teslim süresinden önce tamamlanan mamül oranıdır.

Performans Oranı (PO): Hız düşüşleri ve küçük duruş kayıplarından dolayı etkilenen üretim zamanının performansını ölçer.

$$PO = \frac{\text{İmalat Süresi} \times \text{Üretim Miktarı}}{\text{Üretim Zamanı}} \quad (4.11)$$

4.1.3 Hipotez Testi

İstatistik analizi yapmaya başlamadan önce ilk yapılması gereken hipotezlerin belirlenmesidir. Hipotezi yapan araştırmacı, kurduğu hipotezler uyarınca veriler toplar. Toplanan veriler durumu tanımlamaya ve değişkenler arasındaki farklılığı ya da ilişkiyi açıklamaya yöneliktir.

İstatistiksel hipotez iddia edilen bir önermedir. Olaylar arasında ilişki kurmak ya da olayları bir nedene bağlamak üzere oluşturulur. Bilimsel gerçeklere, genellemelere ancak hipotezlerle ulaşmak olasıdır. Genel olarak hipotezler Yokluk (Sıfır) Hipotezi ve Araştırma (Alternatif) Hipotezi şeklinde ikiye ayrılır.

H0: Yokluk Hipotezi (Null Hypothesis)

H1: Araştırma Hipotezi

Yokluk hipotezinde (H0), ilgilendiğimiz değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ya da bağımsız değişkenin oluşturduğu alt gruplarda bağımlı değişken açısından farklılık olmadığını iddia etmekteyiz. Yokluk hipotezine alternatif olarak ortaya attığımız hipotezde (H1) ise anlamlı ilişki ya da farklılık olduğunu önermekteyiz (Işık, 2014).

4.1.4 Hipotez Testleri: Parametrik ve Non-Parametrik Testler

Hipotezler istatistiksel testler ile sınanır. İstatistiksel testler Hipotez testleri olarak da adlandırılır. Hipotez testleri parametrik ve parametrik olmayan (non-parametrik) testler olarak ikiye ayrılır.

Parametrik testler, değişkenin aralık ya da oran düzeyinde ölçüldüğü ve bu ölçüm verilerinin normal dağılım sergilediğı durumlarda kullanılır. Bilindiğı üzere parametrik test istatistiklerinin güvenilir kullanımı bir takım varsayımların sağlanmasına bağıdır. Söz konusu varsayımlar her parametrik test için farklılık gösterse de genel olarak aşağıdaki şartların sağlanması durumunda parametrik testlerin kullanımları güvenilir olarak nitelendirilebilir;

1. Verilerin rassal olması
2. Verilerin normal dağılması
3. Eş Varyanslılık
4. Değişkenlerin en az aralıklı veya oranlı ölçekler ile ölçülmüş olması.

Parametrik test varsayımlarının sağlanamaması durumunda söz konusu testlerin parametrik olmayan karşılıkların kullanmak daha güvenilir olacaktır. Non-parametrik testler, parametrik testler gibi katı gerekliliklere sahip değildir, evrenle ilgili varsayımlarda bulunmaz. Non-parametrik testler sınıflama ve sıralama ölçeklerinden elde ettiğimiz veriler için idealdir.

4.1.5 Hipotez Testleri ile Hipotezin Sınanması

İstatistiksel testler belli bir Alfa (α) düzeyinde H_0 hipotezini sınar. Bu Alfa değeri, kabul edilen hata payını temsil eder. Literatürde anlamlılık düzeyi olarakta bilinir. Testlerde genellikle Alfa (α) 0,05 (%5) sınır değerini alır. İstatistiksel test sonucunda ulaştığımız p değeri 0,05'ten küçükse H_0 hipotezini ret edip, alternatif hipotez olan H_1 'i kabul ederiz.

4.1.6 Hangi Testi Nasıl Seçeriz?

Verilerin analizinde sayılar, yüzdeler, en az ve en çok değerler ile ortalama ve standart sapmaların yanı sıra ikili grupların karşılaştırılmasında veri normal dağılıyorsa ve bir bağımsız değişkenli bağımsız ölçümlerde; t testi, tek yönlü varyans analizi, tekrarlı ölçümlerde; tekrarlı t testi, tek yönlü tekrarlı varyans analizi, veri normal dağılmıyorsa, bağımsız ölçümlerde; Mann Whitney-U testi, Kruskal Wallis Analizi, tekrarlı ölçümlerde Wilcoxon testi ve Friedman testi kullanılabilir. Birden fazla bağımsız değişken olması durumunda çift yönlü varyans analizi kullanılabilir. Sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında normal dağılan verilerde Pearson korelasyon analizi, normal dağılmayan verilerde Spearman korelasyon analizi kullanılabilir. Verilerin skor değil de sıklık olduğu durumlarda ise k kare uyum testi ve ki-kare ilişki testi kullanılır.

Birden fazla değişken arasındaki ilişki ya da birden fazla grubun karşılaştırması söz konusu olduğunda ise en çok kullanılan istatistik testleri t testi, varyans analizi (ANOVA) ve korelasyon gibi tekniklerdir.

4.1.7 Normal Dağılım Testleri

Nicel bir değişkenin normal dağılıma uygunluğu testler aracılığı ile de sınanabilir. Normal dağılıma uygunluğun sınanmasında en yaygın kullanılan iki test Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk testleridir. Örneklem büyüklüğü 30'dan küçük ($n < 30$) olan durumlarda Shapiro Wilk testi ile örneklem büyüklüğü 30 ve üstü ($n \geq 30$) olan durumlarda ise Kolmogorov Smirnov testi ile nicel değişkenin normal dağılıma uygunluğu sınanabilir.

Test sonucu $p > 0,05$ ise değişken normal dağılım özelliği gösteriyor, $p < 0,05$ ise değişken normal dağılım özelliği göstermiyor anlamına gelir.

4.1.8 Parametrik - Parametrik Olmayan Testler

Parametrik bir test ile analiz yapılabilmesi için veriler; rassal ve bağımsız olarak elde edilmesi, normal dağılması, en az aralık ölçek kullanılması, ana kitle varyanslarının homojen olması gibi koşullarI vardır. Veriler, çoğu zaman parametrik testlerin uygulanma koşullarını sağlayamadığından, içerisinde katı varsayımların bulunmadığı, parametrik olmayan testler kullanılabilir. Parametrik olmayan testler için çoğu zaman, verilerin, rassal ve bağımsız olarak elde edilmesi ve nominal ölçek kullanılması yeterlidir. Ana kitle dağılımı hakkında herhangi bir varsayıma dayanmayan testlere “parametrik olmayan testler” denir. Bir parametrik olmayan testin açık bir avantajı, ana kitle hakkında hiçbir şey bilinmediği zaman güvenle kullanılabilir olmasıdır. Nonparametrik testlerin dezavantajları da vardır. Meselâ, aynı koşullar altındaki parametrik testlerden daha az güçlüdür. Yani, II. Tip bir hata olasılığı nonparametrik testte daha büyüktür (Kartal 2006). Parametrik yöntemler; ilgili parametreye, belirli bir dağılıma ve varyans kavramına dayanarak işlemler yapan esnek olmayan istatistiksel yöntemlerdir. Parametrik olmayan yöntemler; parametreye, belirli bir dağılıma ve varyansa dayanmayan, genellikle veriler yerine, onların sıralama puanlarını kullanarak işlem yapan esnek istatistiksel yöntemlerdir. Bu sebeple parametrik olmayan testin güç ve etkinliği parametrik teste göre daha azdır (Özdamar 2003, Balcı 2006, Kartal 2006),(Genç ve Soysal 2018).

4.1.9 Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)

Varyans analizi, iki farklı grup ortalamaları arasında fark olup olmadığını araştıran istatistiksel bir yaklaşımdır. Tek faktörlü ANOVA, üç ya da daha fazla bağımsız grup için en az aralık ölçeğinde olan bağımlı değişkenin puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını söyler.

4.1.10 Ki-kare testi

Ki-kare testi parametrik olmayan testler içinde en yaygın kullanımı olan testlerdendir. Farklı uygulama alanları vardır. Test edilecek değişken kategorik bir değişkendir.

Tek Örneklem Ki-kare Testi: Bir kategorik değişkenin alt kategorilerinin örneklemde görülme oranları ile beklenen oranlarını karşılaştırmak ve bir kategorik değişkenin alt kategorilerinin örneklem içindeki oranlarının eşit dağılıp dağılmadığını görmek için kullanılır. Gözlenen sayıların, beklenen sayılardan farkının anlamlılığını gösterir.

Ki-kare Bağımsızlık Testi: İki kategorik değişken arasındaki ilişkiyi gösteren testtir. Kategorilerin her birinde yer alan gözlenen değerleri (frekansları), beklenen değerlerle (frekanslarla) karşılaştırır. Oluşan tablonun her bir hücresindeki gözlenen değerlerle, beklenen değerlerin birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğine bakılır. Aralarındaki fark arttıkça değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı çıkma olasılığı artar.

Test edilen hipotezler aşağıdaki gibi kurulabilir:

H0: Değişkenler bağımsızdır (Değişkenler arasında ilişki yoktur)

H1: Değişkenler bağımlıdır (Değişkenler arasında ilişki vardır)

Yapılan hipotez testi bize gözlenen ve beklenen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını söyler.

Ki–Kare; aritmetik ortalaması sıfır ve varyansı bir olan normal bölünmeli bir anakütleden her biri diğerinden bağımsız olarak seçilen n tane bir örnekleme ait değerlerin karelerinin toplamı demektir (Bircan ve ark. 2003).

4.1.11 Friedman Testi

Friedman testi, iki yönlü varyans analizinin parametrik olmayan alternatifidir. Bir gruptan k işlem için sıralı, skor ya da aralıklı ölçekle elde edilmiş verilerin, işlem etkilerini test etmek amacıyla kullanılır. Gerçek gözlemler yerine sıralama puanları kullanılır. Sıfır hipotezi “işlemlerin etkisi yoktur”, alternatif hipotez ise “işlemlerin farklı etkileri vardır” biçimindedir

(Özdamar 2002, (Keller-Warrack 2003). F testine kıyasla, diğer nonparametrik testlerden daha güçlü olduğu kabul edilmektedir (Kartal 2006), (Genç ve Soysal 2018).

4.1.12 Regresyon Analizi

Regresyon, üzerine durulan yanıt değişkeni ile ilişkili olabileceği düşünülen açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel şekil regresyon modelleri ile incelenmektedir. Kullanılması gereken regresyon modeli verinin yapısına göre farklılık göstermekte ve yanlış model kullanılması hatalı sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir (Arzu ve Hasan 2012).

4.1.13 Karar Ağaçları

Karar ağaçları, veri madenciliğinde sınıflandırma tekniklerinden birisidir. Bir karar ağacı oluşturma problemi kendi kendini tekrarlar şeklinde ifade edilmektedir. Öncelikle kök düğüme (herhangi bir ata düğümü olmayan ve dolayısıyla en üstte olan düğüm) yerleşecek şekilde bir özellik belirlenir ve olası her bir değer için bir şube (dal) oluşturulur (Fayyad ve Irani 1992). Bu işlem örnek kümeyi her bir özellik değeri için alt kümelerine böler. Süreç sadece her bir dala ulaşan örnekleri kullanarak her bir dal için ardışık olarak tekrar edilir. Eğer herhangi bir durumda bir düğümdeki tüm örnekler aynı sınıfa dahil olurlarsa ağacın o parçasının (düğüme) geliştirilmesi durdurulur. Çünkü artık farklı sınıflara ayrışma olmayacaktır. Karar vermek için geriye kalan tek şey, farklı sınıflarda bir dizi örnek verildiğinde, hangi özelliğin nasıl bölüneceğini belirlemektir (Aksu ve Doğan 2019).

4.1.14 Rastgele Orman

Rastgele Orman yöntemi oluşturulmak istenen ağaç sayısının sınıflandırma ağacının veya amaca uygun olarak regresyon ağacının topluluklarından oluşmaktadır. Bu yüzden topluluk yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılan algoritmalarından biri de Rastgele Ormandır. Yöntemin altında yatan temel fikir, çok sayıda tahminci ağaçlar arasından rastgele seçilen bir alt kümesi yardımıyla topluluklar oluşturmaktır (Breiman, 2001), (Kormaz 2018).

4.1.15 Sıfır Şişirilmiş Poisson Regresyonu

Zero-inflatted Poisson regresyonu (ZIP Regresyonu) fazla sıfıra sahip bir sayım veri modelidir. Olasılık p ile tek bir gözlemin 0 olduğunu ve olasılık $1-p$ ile bir Poisson rastgele değişkenin olduğu varsayılır (Lambert, 1992).

Sıfır bileşen dağılımı, varsayılan Poisson dağılımı altında gözlenmesi beklenen sıfırlara ek olarak gözlenen fazla veya şişirilmiş sıfırların modellenmesiyle ilgilidir (Loeys ve ark, 2012).

Veri setinde yapısı gereği 0 olan durumlar oluşmaktadır. Literatürde bu durumu açıklamak için balık yakalama örneği gösterilir. Aslında olaya bakış açısı balık yakalanır veya yakalanmaz olarak ikiye ayrılır. Yapısal gereklilik durumundan ötürü 0 balık yakalamanın içinde hem olması gereken 0 değerleri hem de yapısal fazlalık bulunur. Bu yöntem ile birlikte fazladan sıfırları tespit edebilmek mümkündür.

ZIP Regresyonunda çıkan cevaplar birbirlerinden bağımsızdır;

$$Y_i \sim 0 \quad \text{olasılık } p_i$$

$$\sim \text{Poisson}(\lambda_i) \quad \text{olasılık } 1-p_i$$

Bundan dolayı;

$$Y_i \sim 0 \quad \text{olasılık } p_i$$

$$\sim \text{Poisson}(\lambda_i) \quad \text{olasılık } 1-p_i$$

Bundan dolayı;

$$Y_i = 0 \quad \text{olasılık } p_i + (1 - p_i)e^{-\lambda_i}$$

$$= k \quad \text{olasılık } (1 - p_i)e^{-\lambda_i} \lambda_i^k / k!$$

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

Parametreler tatmin ediciyse;

$$\text{Log}(\lambda) = B\beta$$

$$\text{Logit}(p) = \log(p/(1-p))$$

B ortak değişkeni için.

4.2. Geliştirilen Modeller ve Çözüm Yöntemleri

4.2.1 Değer Akış Haritaları

4.2.1.1 Ekstrüzyon Hattı

Ekstrüzyon, fabrikanın üretim katında bulunan bir hattır. Hamurhaneden gelen ürünün belli aşamalardan geçirilerek metrelik borular haline getirilmesini sağlar. 3 ayrı aşamadan oluşmaktadır. Çalışmaların yapıldığı sırada üretimde olan 50119925 kodlu ürünün mevcut durum değer akış haritası EK-3'te verilmiştir.

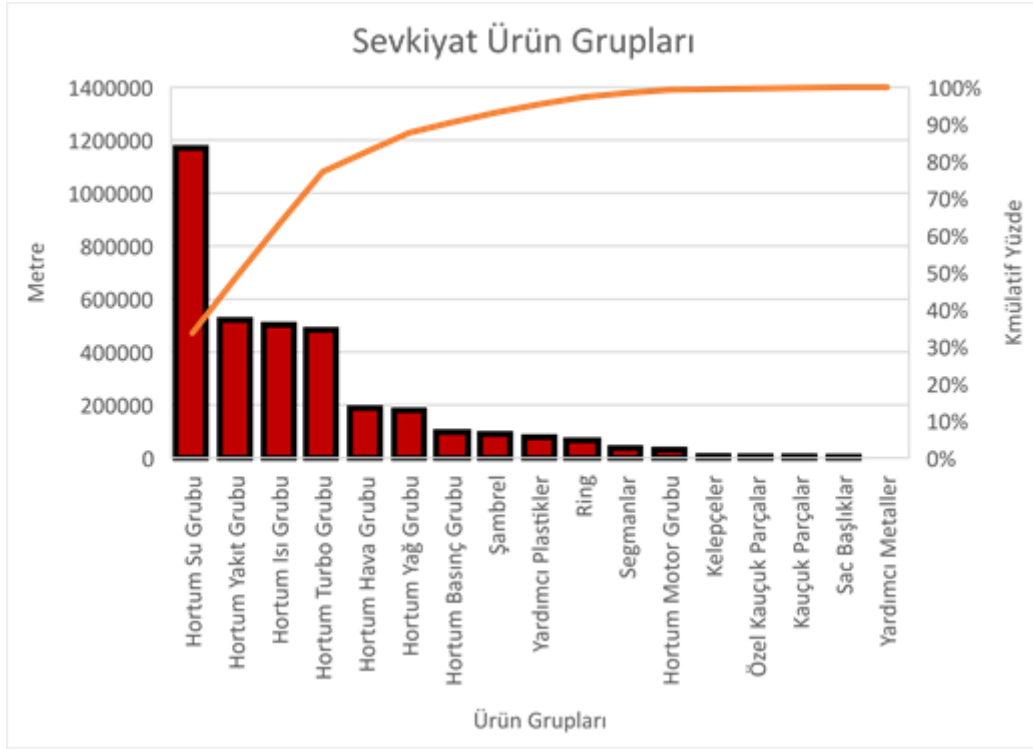
Ekstrüzyon haritası ile ilgili genel bilgiler şu şekildedir. İki vardiya şeklinde çalışılmaktadır, bu çalışma gündüz vardiyasında yapılmıştır. Her proseste iki işçi çalışmaktadır. Günlük kullanılabilir süre 31.500 saniyedir. (Toplam çalışma süresinden öğle arası ve molaların çıkarılmış hali.) İş emirleri yani siparişler haftalık ve üç günlük olarak üretim planlama tarafından ekstrüzyon sorumlusuna gönderilmektedir. Her gün üretim ve ürün teslimi yapılmaktadır. Üretim ilk giren ilk çıkar (FIFO: First In First Out) kuralına göre devam ettirilmektedir.

Soğuk hava deposunda ortalama 4,22 gün bekleyen hamurlara öncelikle alt çekim işlemi uygulanır. Bu işlem 1 metrelik boru için 15,48 saniye sürmektedir, bu süreye oluşan borunun tambura sarılması dahildir. Örgü işlemi için bir bekleme süresi ardından örgü işlemi bir metre için 12,9 saniye olarak hesaplanmıştır. Örgü sürecinde borunun üzerine ip örüldükten sonra üst çekim sürecine geçilir. Yine bir bekleme süresinin ardından örgü örülmüş olan borunun üzeri ürünün özelliğine göre ilaç veya vakumla kaplanır bu işlem de yine bir metrelik boru için 10,26 saniye sürmektedir. En son ekstrüzyon sürecini tamamlamış olan yarı mamül tambura sarılmış şekilde boy kesime gönderilir.

Değer akış haritası incelendiğinde, bir metrelik hortum üretilmesi için toplam çevrim süresinin 38,64 saniye sürdüğü, 1 ayda üretim akış süresinin ise 6,5 gün sürdüğü görülmektedir. Buradan değer katan faaliyetlerin, toplam zamanın %0,688'i olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

4.2.1.2 Sevkiyat Hattı

Sevkiyat bölümü, fabrikanın 2. katında yer almaktadır. -1. kattaki montaj bölümünden asansör ile ürün gelmektedir. Gelen ürünler Benzin ve Narin bölümü olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Ürünler geldiğinde H depoya gönderilir ya da o an sipariş varsa ise markalama bölümünden sevkiyat sürecine alınır. Verilerin analizi için doğru noktalara inebilmek, sorunları görebilmek ve anahtar performans kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla değer akış haritasına başlamadan önce Pareto analizi yapılmıştır. İncelenen lojistik bölümünde ürün çeşitliliği fazladır. Üretilen ürünlerin verisi alınmıştır ve en çok üretimin olduğu ürün ailesi seçimi için toplam miktarlarına bakılarak yapılan Pareto analizi sonucunda hortum su grubunun baz alınmasına karar verilmiştir. Pareto analizi Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Değer akış haritası EK-4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Pareto Analizi

Su hortum grubundan 50017463 kodlu ürün Peugeot 406 model için Radyatör Alt Hortumudur.

Sevkiyat değer akış haritası müşterinin 200 adet siparişi izlenerek yapılmıştır. Markalama, Etiketleme, Ambalajlama ve Paketleme proseslerinden oluşmaktadır. Toplam operatör sayısı yedidir. Günlük kullanılabilir süre 31 500 saniyedir. İş emirleri haftalık olarak üretim planlama tarafından sevkiyat sorumlusuna gönderilmektedir.

Sürece 200 adet siparişin gelmesiyle başlanmıştır. 50017463 kodlu ürün H deposunda 14 gün (840 saat) bekledikten sonra raftan alınıp markalama bölümüne götürülmektedir. Burada ürünlere lazer makinesi ile markalama yapılmaktadır. Bu işlem bir ürün için 5,35 saniye sürmektedir. Markalama bittikten sonra ürünler etiketleme bölümüne götürülür. Bekleme ve taşıma süresi 0.057 saattir. Etiketleme, ürünlerin etiketlerinin makineden toplu olarak çıkarılması işlemidir. Bu işlem bir ürün için 0,95 saniye sürmektedir. Daha sonra ürünler ambalajlamaya götürülmektedir. Bekleme ve taşıma süresi 0.667 saattir. Ambalajlama bölümünde ürünlerin etiketleri poşetlere yapıştırılır ve ürünler poşetlere yerleştirilir. Bu işlem bir ürün için 4,66 saniye sürmektedir. Ambalajlamanın ardından paketleme başlamaktadır.

Taşıma ve bekleme süresi 0.052 saattir. Paketleme bölümünde ürünler kartonlara konularak sevkiyata hazır hale getirilir. Bu işlem bir ürün için 4,66 saniye sürmektedir.

Değer akış haritası incelendiğinde, ürüne değer katan süre 15,64 saniyedir, üretilen ürünlerin toplam akış süresi (Lead Time) 840.83 saattir.

4.2.2 Anahtar Performans Göstergesi Örnek Çalışma

Literatür araştırmalarının sonucunda birçok anahtar performans göstergesi elde edilmiştir. Bunların içinden önemli görülenler daha sonra üzerinde çalışma yapılmak amacıyla ayrıştırılmıştır. Elimizde olan verilere dayanarak iki tanesi için örnek hesaplamalar yapılmıştır.

İlk olarak ekstrüzyon hattında birim üretim süresi hesaplanmıştır. Burada üretilen hortumların kodlarına göre toplam kaç metre olduğu bulunduğundan sonra toplam üretim süresine bölünerek bir birimin üretilmesi için geçen süre saniye cinsinden hesaplanmıştır. Sonuç olarak ilgili proseslerde yapılacak zaman etüdü çalışmalarının eklenmesiyle tablonun kapsamı artacak ve daha net üretim kararları verilebilecektir. Oluşturulan MS Excel tablosu EK-5'te verilmiştir.

Diğer bir çalışma olarak proje kapsamında ele alınan bölümlerin proses bazında işçilik süreleri hesaplanmıştır. Böylelikle süreç bazında çalışan sayısı ve vardiya saati değişikliklerinde dinamik olarak toplam işçilik sürelerinin takibi ele alınabilmektedir. Oluşturulan tablo EK-6'da verilmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Veri Analizi

Veri analizi bölümünde firmadan elde edilen verilerin analizi gerçekleştirilecektir. dan elde edilen verilerin analizi gerçekleştirilecektir.

5.1.1. Veri Hazırlığı ve Ön Analizler

Üretim verisi ile ilgili bilgiler üç farklı Excel dosyasında bulunmaktadır. Bunlar Otoklav Veri Transferi, Extürüzyon ve Novoma Üretim Verileri ve Üretim Adetleri Excel dosyalarıdır. Bu Excel dosyalarında yinelenmenin önüne geçebilmek için malzeme ile ilgili Eski Kod/Malzeme No ve oluşturulma tarihi ele alınmıştır. Her Excel dosyasında saat bilgisi bulunmadığı için eğer gün içerisinde farklı saatlerde aynı malzemeden üretim gerçekleştirilmiş ise bu durum göz ardı edilecektir.

İlgili Excel dosyalarından alınan üç sütun bilgisinde (eski kod, malzeme no ve tarih) bazı veriler kayıptır. Üretim Adetleri Excel'inde Eski kod olmamasından dolayı Eski Kod sütunu diğer iki Excel'deki bilgiler kullanılarak elde edilmeye çalışılmıştır. Eski Kod ve Malzeme No sütunları eninde sonunda aynı objeyi gösterse de hipotezler için gerekli olan bilgilere erişebilmek için ikisinin de bilgisinin oluşturulan ana Excel'de bulunması gereklidir. Bu 3 Excel dosyasının birleştirilmesiyle 313.673 satır bulunmaktadır ama bunların bir kısmı tekrar eden verilerden oluşmaktadır. Yinelenen değerleri ayırt edebilmek için Excel'in yinelenenleri kaldır fonksiyonu kullanılmıştır ve 164.969 benzersiz değer elde edilmiş, 148.703 yinelenen değer kaldırılmıştır.

Ürün gruplarıyla ilgili bilgiyi çekebilmek için Malzemeler Excel dosyasından Malzeme Açıklaması sütunundan faydalanılmıştır. Malzeme Açıklamasının geneline bakılacak olursa ilk iki kelimesi elde etmeye çalışılan ürün gruplarına karşılık gelmektedir. Gerekli sadeleştirmeleri ve veriyi çekme işlemlerini tamamladıktan sonra ürün grubunu elde etmek için uyguladığımız yaklaşıma uyan 108.546 adet satır bulunmaktadır.

Haftanın günlerinin hurdayı etkileyip etkilemediğini inceleyebilmek için tarih bilgisinden gün bilgisi elde edilmiştir. Tarih bilgisi herhangi kayıp değer içermediği için tüm veri için incelenebilecektir.

Üretim verisinde hatanın oluşup oluşmadığına bakabilmek için Malzeme No/Eski Kod ve Tarih bilgileri ile Hurdalar Exceli taranmıştır. İlgili ürünler için Hurda Tipleri ana verimize çekilmiş, Hurda tipi olan satırlar Hurda adında oluşturulan sütunda “Var” diye belirtilmiş, hurda tipi olmayan satırlar ise “Yok” diye belirtilmiştir.

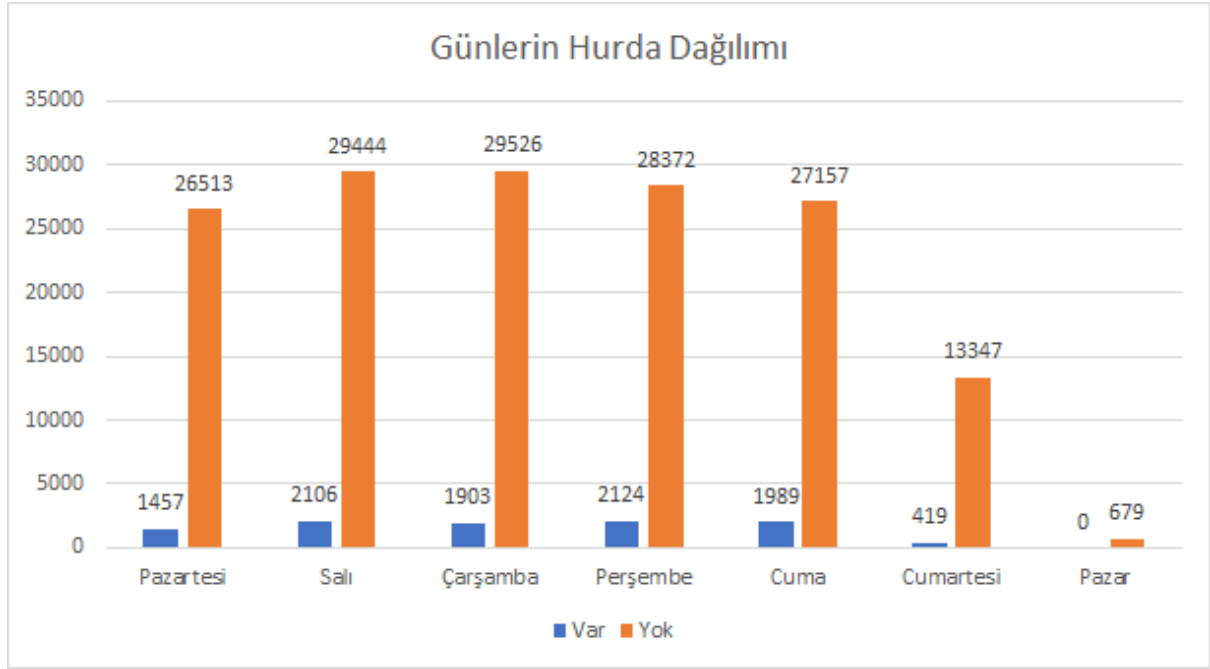
İlgilenilecek diğer bir konu malzemeleri oluşturan karışımların hurda ile ilişkisidir. Bunun için Karışım Reçetesi Excel’i kullanılmıştır. Bu Excel’de Ürün Kodu ve Alt Ürün Kodun sütunlarında ana veriden Malzeme No ve Eski Kodlar taratılarak hizalarındaki Karışım No (Reçete kodu) bilgisi çekilmeye çalışılmıştır. Ancak veri eksikliğinden sadece 11.087 malzemenin Karışım No bilgisine erişilebilmiştir. Genel bir bilgi edinilmesi amacıyla bazı görsel grafikler oluşturulup açıklanmıştır.

Şekil 5.1’de ortaya çıkan hurda oluşma oranlarına bakılırsa EP25501 ve NB7301 reçeteleri hurda oluşumunda dikkat edilmesi gereken reçeteler arasında yer almaktadır. Hurdanın ortaya çıkmasında kullanılan reçetenin bir etkisinin olup olmadığı raporun ilerleyen bölümlerinde test edilmiştir.



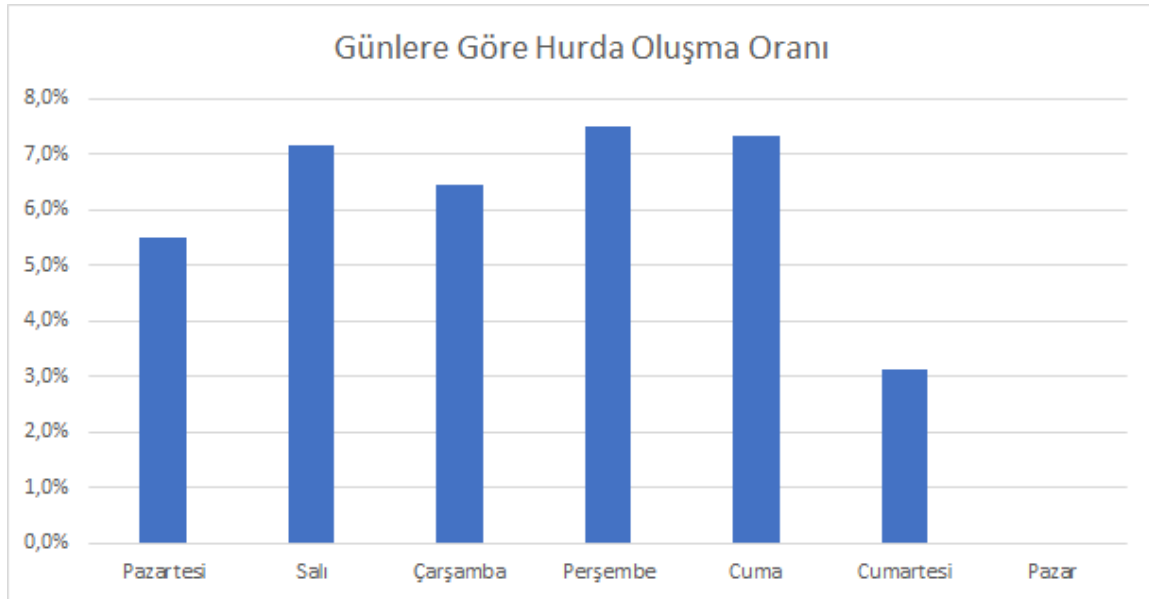
Şekil 5.1 Hurda oluşma Oranları

Şekil 5.2’de farklı günlerde ortaya çıkan hurda oluşumlarını incelemek için hurda var ve yok verisini günler bazında değerlendirmek amacıyla grafik şeklinde gösterilmiştir.



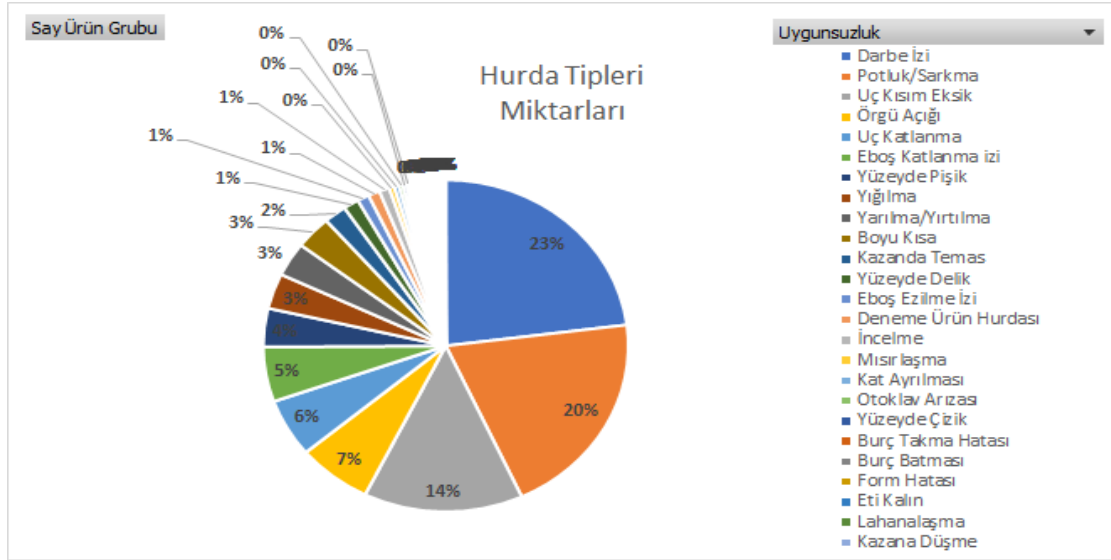
Şekil 5.2 Gün Hurda Dağılımı

Şekil 5.3'te haftanın günlerine göre ortaya çıkan hurda miktarları ele alınmıştır. Grafiklerin sonucuna göre günlere göre hurda miktarları neredeyse birbirine yakın değerler çıkmıştır ancak günlerin hurda oluşumundaki etkisini raporun ilerleyen sayfalarında test edilmiştir. Test sonuçlarına göre Perşembe gününün hurda oluşumu açısından tehlikeli olup olmadığı yorumlanacaktır.



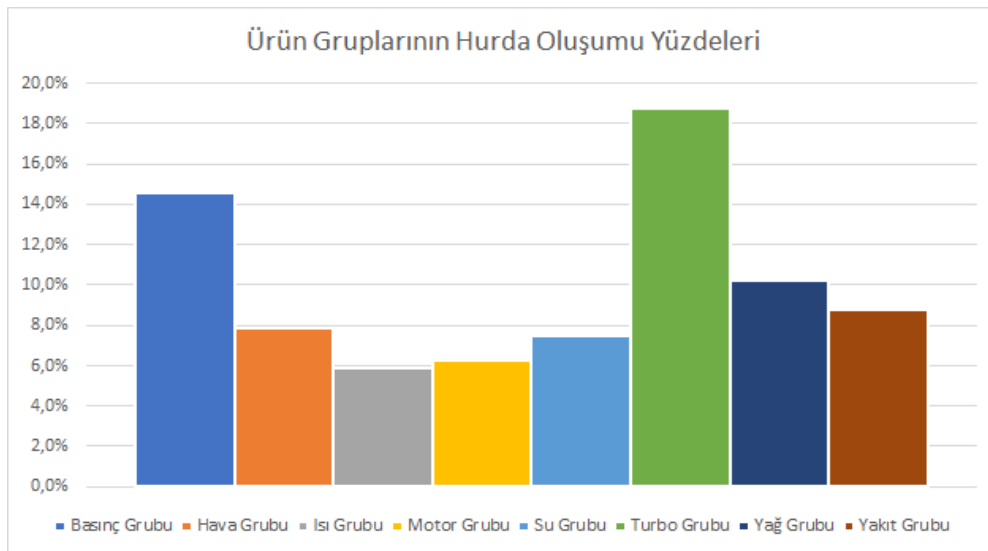
Şekil 5.3 Günlere Göre Hurda Oluşma Oranları

Üretimde 64 farklı hurda tipi oluşmaktadır. Şekil 5.4'te oluşan hurdaların miktarları ve hangi nedenden oluştuğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak 64 hurda tipinden darbe izi, potluk/sarkma, uç kısım eksik, örgü açığı, uç katlanma, eboş katlanma izi ve yüzeyde pişik uygunsuzlukları dikkat edilmesi ve aksiyon alınması gereken hurda tipleridir.



Şekil 5.4 Hurda Tipleri Miktarları

Şekil 5.5'te meydana gelen hurdaların ürün grubu ailesine göre dağılımı ele alınmıştır. Oranlara bakılırsa Turbo ve Basınç gruplarında hurda oluşma olasılıkları diğerlerine göre daha yüksektir. Final raporunda ürün gruplarının hurda oluşumunu etkileyip etkilemediği araştırma konusu olmuştur.



Şekil 5.5 Ürün Gruplarının Hurda Oluşumu Yüzdeleri

5.1.2. Değişkenlerin Hurda Miktarı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi

Projenin uygulanması kısmında fabrikanın ERP sisteminden alınan MS Excel sayfaları kullanılmıştır. Bu verilerin ilk başta karışık, tekrarlı veri ve gereksiz bilgi içermesi sebebi ile öncelikle uygulanacak testler için düzenleme yapılması gerekmiştir.

İhtiyaç duyulan verilere ulaşıldıktan sonra SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) paket programı kullanarak veri yapısına uygun olabilecek bazı istatistiksel yöntemler denenmiştir.

5.1.3 Ki-Kare Testleri

Test 1

Fabrikada bulunan Novoma ve Ekstrüzyon hatlarının hurda oranlarındaki ilişkiyi inceleyebilmek için bir test yapılmak istenmiştir. Değişkenlere ait hipotezler aşağıdaki gibi kurulmuştur.

H_0 : Hurdalar süreçten bağımsızdır (Novoma/Ekstrüzyon bölümleri).

H_1 : Hurdalar süreçten bağımsız değildir.

Kullanılacak veriler incelendiğinde değişkenler arasında bağımsızlık olup olmadığını anlamak için ki-kare bağımsızlık testi uygulanabileceğine karar verilmiştir. Bu testi uygulamak için SPSS Paket Programı kullanıldı. Uygulanan testin sonuçları Ek 7’de verilmiştir.

Ek 7’de verilen ilk tablodan; örneklem büyüklüğünün 6918 olduğunu gözlemlenmiştir. Bölüm*Hurda Çapraz tablosunda; ekstrüzyon bölümünde 18 adet hurda oluştuğunu bu hurdaların toplam üretim adedi içerisindeki oranının %0,4 olduğu, Novoma bölümünde ise üç tane hurda oluştuğunu ve bu hurdaların toplam üretimin %0,1 oranında olduğu görülmektedir. Tüm veriler içindeki toplam hurda oranı ise %0,3 olarak hesaplanmıştır.

Ki-kare testi tablosuna bakıldığında serbestlik derecesi birdir, pearson ki-kare değeri 6,008 bulunmuştur. Serbestlik derecesi 1 ve anlamlılık düzeyi 0,05 için kritik ki-kare değeri kontrol edildiğinde 3,841 olduğu görülür. $X^2 > X^2_{(0,05)}$ olduğu için boş hipotez reddedilir. Buradan çıkan sonuç ekstrüzyon prosesi seçiminin(Ekstrüzyon/Novoma) hurda oluşumunu etkilediği yönündedir.

Beklenen değerlere bakıldığında ekstrüzyon bölümünde hurda sayısı beklenenden fazladır, Novoma’da ise hurda sayısı beklenenden daha azdır. Bu durumda novomadaki hurda oranının ekstrüzyondaki hurda oranına göre iyi durumda olduğunu söylenebilmektedir.

Test 2

Test 2’de farklı karışımların oluşturduğu reçeteler ile oluşan hurdalar arasındaki ilişki incelenmek istenmiştir. İncelenen veriler nitel değişken olan reçetelerde hurda oluşup oluşmama durumudur. Reçete isimlerinin başlangıç harfleri reçetede kullanılan kauçuk hamurunu temsil etmektedir. EP=EPDM, NB=NBR, AE=AEM, CR=AR-CR ve PVC=PVC’dir. Reçete ve hurdalar arasında bağımlılık olup olmadığını belirleyen testin ki-kare bağımsızlık testi olduğuna karar verilmiştir. Değişkenlere ait hipotezler aşağıdaki gibi kurulmuştur.

H_0 : Karışım reçetesi ile hurda oluşumu bağımsızdır.

H_1 : Karışım reçetesi ile hurda oluşumu bağımsız değildir.

Daha sonra SPSS programında ki-kare testi uygulanmış ve testin sonuçları Ek 8’de verilmiştir. Birinci tabloya göre örneklem büyüklüğü 11.077’dir.

Ki-kare test tablosuna bakıldığında serbestlik derecesi 16, pearson ki-kare değeri 80,286 bulunmuştur. Serbestlik derecesi 16 ve anlamlılık düzeyi 0,05 için kritik ki-kare değeri kontrol edildiğinde bu değerin 26,296 olduğu görülür. $X_2 > X_{2(0,05)}$ olduğu için boş hipotez reddedilir. Karışım reçetesi ile hurda oluşumu bağımsız değildir ve tablolar ile daha önceki bölümlerde verilmiş olan grafikler incelendiğinde hata oranının en yüksek olan reçete NB27301, onu takip eden reçetenin ise EP 27301 olduğu görülmüştür.

Test 3

Test 3’te hurda sayıları ile günler arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı araştırılmak istenmiştir. Oluşturulan veri seti için üretim iş emirlerinin olduğu Excel dosyasındaki Malzeme No, Tarih bilgileri alınmış ve hurdaların olduğu Excel dosyasıyla karşılaştırılmıştır. Bu sayede aşağıdaki hipotezler kurulmuştur;

H_0 : Haftanın günleri ile hurda oluşumu bağımsızdır.

H_1 : Haftanın günleri ile hurda oluşumu bağımsız değildir.

Bu hipotez için SPSS yazılımında kıkare testi uygulanmıştır ve test sonuçları Ek 9'da verilmiştir. Ek 9'da gösterilen birinci tabloya göre örneklem büyüklüğü 165036 satırdan oluşmakta ve hiçbir kayıp değer bulunmamaktadır.

Ki-kare Testi tablosuna bakıldığında serbestlik derecesi 6'dır, pearson ki-kare değeri 394,225 bulunmuştur. Serbestlik derecesi 6 ve anlamlılık düzeyi 0,05 için kritik ki-kare değeri kontrol edildiğinde bu değer 12,592 olduğu görülür. $X^2 > X^2_{(0,05)}$ olduğu için boş hipotez reddedilir. Bunun anlamı haftanın günlerinin değişmesi hurda oluşmasını etkiler. Aynı zamanda beklenen değerler incelendiğinde Salı Perşembe ve Cuma günleri gerçekleşen hurda sayısının beklenen hurda sayısından fazla olduğunu söyleyebiliriz. Bu sonucun etkileri ve sebepleri daha sonra ele alınabilir.

Test 4

Oluşan hurdaların ürün gruplarına göre dağılımına baktığımızda Turbo ve Basınç gruplarında yüksek oranda hurda oluşumu görülmekteydi. Bundan ötürü Test 5'te ürün gruplarının hurda oluşumunda etkisinin olup olmadığını inceleyerek çıkan sonuca göre firma yetkililerini bilgilendirip gerekli görülen ürün gruplarına hurda oluşumunun azaltılması yönünde aksiyonlar alınmasında öncülük edilmesi hedeflenmiştir. Test için kurulan hipotezler şunlardır;

H_0 : Ürün grubu ile hurda oluşumu bağımsızdır.

H_1 : Ürün grubu ile hurda oluşumu bağımsız değildir.

Değişkenler kategorik olduğu için SPSS yazılımında ki-kare testi uygulanmıştır ve test sonuçları Ek 10'da verilmiştir. Birinci tabloya göre örneklem büyüklüğü 108.545 satırdan oluşmakta ve hiçbir eksik değer bulunmamaktadır. Ürün grubu değişkeni 8 kategorik değerden, Hurda değişkeni ise 2 kategorik değerden oluştuğundan serbestlik derecesi 7 ve alfa değerimiz 0,05 olduğundan kritik değer 14,067 olarak bulunmuştur. Ki-kare Testi tablosuna bakıldığında Pearson Ki-kare değeri 1995,385 olarak hesaplanmıştır. Çıkan sonuç kritik değerden büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Testin çıkarımı ürün grupları ile hurda oluşumu bağımsız değildir. Yapılan grafiklere bakıldığında firmanın Turbo ve Basınç gruplarının üretiminde daha fazla hurda oluşumu görülmektedir.

Test 5

Ürün gruplarının hurda tipleri ile ilişkisi olup olmadığını anlamak için analiz yapılmıştır. Karşılaştırılan değişkenler kategorik ve bağımsızdır. Bu durumda veri setine Ki-kare testi yapılmasına karar verilmiştir. Aşağıda hipotezler kurulmuştur.

H_0 : Ürün grupları ile hurda tipleri bağımsızdır.

H_1 : Ürün grupları ile hurda tipleri bağımsız değildir.

Bu test için SPSS programı kullanılmıştır ve test sonuçları Ek 11’de verilmiştir.

Birinci tabloda örneklem büyüklüğü 9656’dır, kayıp değer 0’dır. Ürün grubu değişkeni 8 kategorik değerden, hurda tipi değişkeni ise 52 kategorik değerden oluştuğundan serbestlik derecesi 357 ve alfa değeri 0,05 olduğu için kritik değer 402,0591 olarak bulunmuştur. Ki-kare test tablosuna bakıldığında Pearson Ki-Kare değeri 2762,33 olarak hesaplanmıştır. Çıkan sonuç kritik değerden büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilmiştir ve ürün grupları ile hurda tipleri bağımsız değildir, ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Gözlenen ve beklenen değerlere incelendiğinde 1s1 grubu ve turbo grubunda darbe izi ve potluk/sarma hurda tiplerinin en çok oluştuğu anlaşılmaktadır.

Yapılan hipotez sonuçlarından edilen bilgiler doğrultusunda hurda oluşumunda ürün grubu, gün ve hamur tipi değişkenleri etkili çıkmışlardır. Kurulacak tahmin denkleminde bu değişkenler bağımsız değişken olarak ele alınmaları gerekmektedir.

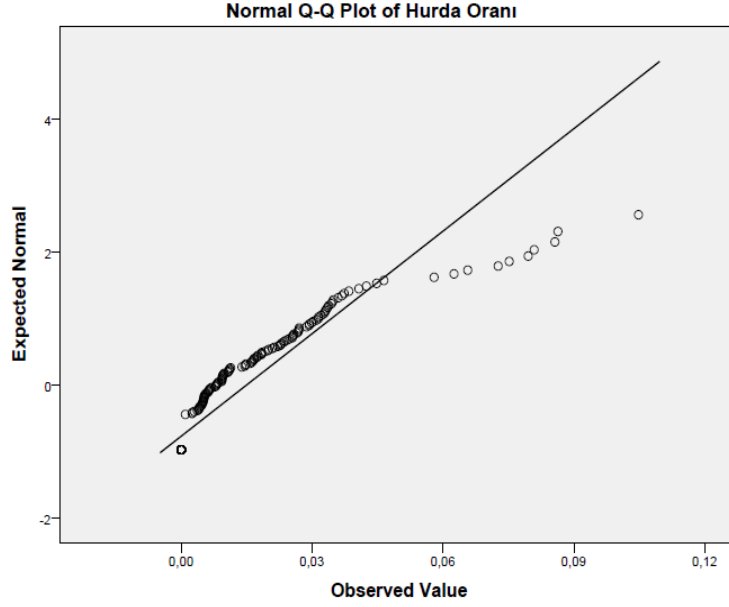
5.1.4 İleri Analizler

5.1.4.1 Tek yönlü ANOVA

Veri ANOVA testine uygun hale getirildikten sonra uygulama yapabilmek için testin varsayımları olan varyansların homojen dağılması ve verinin normal dağılması şartları kontrol edilmiştir. Hurda ile ilişkisinin araştırıldığı Gün, Hamur Tipi ve Ürün Grubu değişkenleri için hazırlanan veri setleri ANOVA’nın varsayımlarını karşılamamıştır. Varsayımların sağlanması için bağımlı değişken hurda oranı 4 farklı şekle dönüştürülmüştür. Dönüştürme işlemleri sonucu normallik varsayımı karşılanmış olup varyans homojenliği varsayımı karşılanamamıştır. Varsayımın karşılanabilmesi için son yaklaşımda veri setinin %5’i kadar dışa düşen noktalar belirlenmiş, bunlar veri setinden atılmış tekrar dönüştürme işlemleri gerçekleştirilmiştir ve varsayımlar kontrol edilmiştir. Yapılan işlemlerden sonra

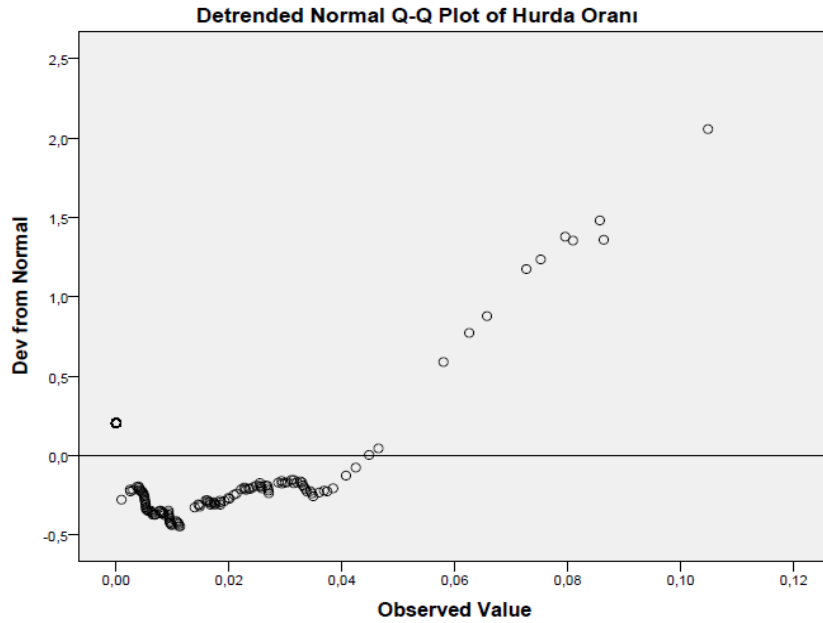
varsayımlar karşılanamamıştır. Varsayımlardan varyans homojenliğinin karşılanmamasına rağmen ANOVA sonucunu anlamlı çıkmıştır.

Hamur tipi için elde edilen gözlemlenen ve beklenen değerler grafiği Şekil 5.6' de gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Gözlemlenen ve Beklenen Değerler Grafiği

Hamur Tipi için elde edilen varyans homojenliği grafiği Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Hamur Tipi için Varyans Homojenliği Grafiği

Varyans homojenliğini incelemek için hipotez kurulmuştur;

H0: Farklı hamur tiplerinin varyansları eşittir.

H1: Farklı hamut tiplerinden en az ikisinin varyansı farklıdır

Test sonucu Şekil 5.8’te gösterilmiştir.

Oneway

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hurda Oranı	70,903	3	182	,000
Karekök	87,242	3	182	,000
1/y	7,499	3	182	,000
1/kare	11,232	3	182	,000
Log	30,786	3	182	,000

Şekil 5.8. Hamur Tipi için Varyans Homojenliği Testi

Çıkan sonuca göre her dönüştürülmüş veri için H0 reddedilmiştir. Bunun sonucunda varyans homojenliği varsayımı karşılanamamıştır.

Hamur Tipi için One Way Anova yapılmıştır ve varsayımların karşılanmamasına rağmen sonuçlar anlamlı çıkmıştır. ANOVA çıktısı Şekil 5.9’da gösterilmiştir.

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Hurda Oranı	Between Groups	,025	3	,008	34,687	,000
	Within Groups	,045	182	,000		
	Total	,070	185			
Karekök	Between Groups	,647	3	,216	69,161	,000
	Within Groups	,568	182	,003		
	Total	1,215	185			
1/y	Between Groups	698777,866	3	232925,955	29,372	,000
	Within Groups	1443281,745	182	7930,119		
	Total	2142059,611	185			
1/kare	Between Groups	3475,253	3	1158,418	97,039	,000
	Within Groups	2172,647	182	11,938		
	Total	5647,900	185			
Log	Between Groups	112,695	3	37,565	170,770	,000
	Within Groups	40,035	182	,220		
	Total	152,730	185			

Şekil 5.9. Hamur Tipi için ANOVA Çıktısı

5.1.4.2 Friedman Testi

Verinin normalitesi ile ilgili sorunlar ortaya çıkınca, parametrik olmayan ANOVA olarak da bilinen Friedman testi uygulanmıştır. Test sonuçlarında seçilen parametreler istenen anlamlılık düzeyinde olmasına rağmen test sonuçlarının güvenilirliği düşüktür.

5.1.4.3 Parametrik olmayan Regresyon Analizi

Verinin normalitesinde sorunlar olduğu için, parametrik olmayan regresyon analizinden sonuca ulaşılamayınca nonparametrik regresyon analizine yönelinmiştir. Bu uygulama için SPSS programının Generalized Linear Model (GLIM) özelliği kullanılmıştır. Fakat veri GLIM için gereken dağılımlara uygun olmadığı için bu yöntemle de istenen sonuca ulaşılamamıştır.

5.1.4.4 ZIP Modeli

Yapılan araştırmalar sonucunda veri setine en uygun tahmin modeli olarak Zero-inflated Poisson Regresyon seçilmiştir. Bunun nedeni; verilerin adet cinsinden olması ve ayrıca verilerde çok adette 0 olmasıdır. Model denklemi katsayıları R Programı aracılığı ile oluşturulmuştur. Programa dahil edilen ilk veri setinden örnek bir kısım Şekil 10'da gösterilmiştir.

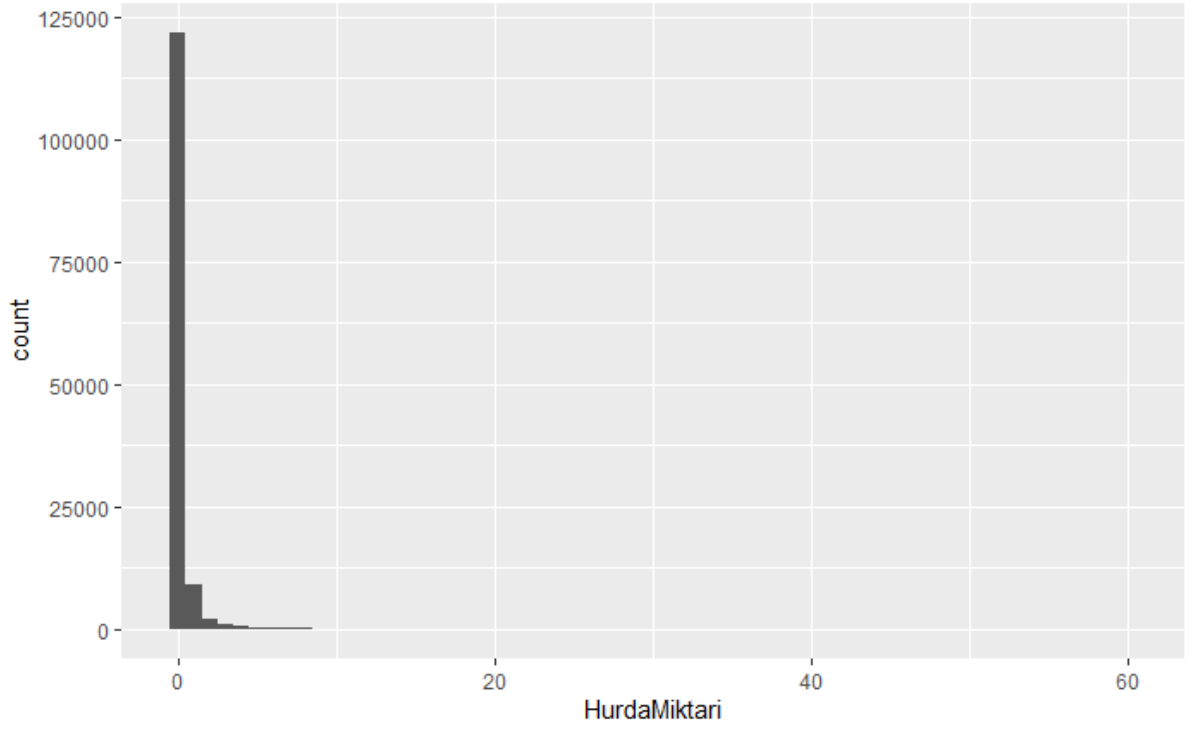
	UrunGrubu	Gun	HamurTipi	HurdaVarMi	HurdaOrani
1111	SuGrubu	Cumartesi	EP	0	0.000000e+00
1112	SuGrubu	Cumartesi	EP	0	0.000000e+00
1113	SuGrubu	Cumartesi	EP	0	0.000000e+00
1114	IsiGrubu	Cumartesi	EP	0	0.000000e+00
1115	SuGrubu	Cumartesi	EP	0	0.000000e+00
1116	SuGrubu	Cumartesi	EP	0	0.000000e+00
1117	TurboGrubu	Pazartesi	NB	0	0.000000e+00
1118	TurboGrubu	Pazartesi	NB	0	0.000000e+00
1119	TurboGrubu	Pazartesi	NB	0	0.000000e+00
1120	TurboGrubu	Pazartesi	NB	0	0.000000e+00
1121	TurboGrubu	Pazartesi	NB	0	0.000000e+00
1122	SuGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00
1123	SuGrubu	Pazartesi	EP	1	2.027513e-04
1124	SuGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00
1125	IsiGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00
1126	SuGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00
1127	SuGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00
1128	SuGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00
1129	SuGrubu	Pazartesi	EP	0	0.000000e+00

Showing 1,111 to 1,129 of 135,255 entries, 5 total columns

Şekil 5.10 Hurda Oranı Bağımlı Değişken Olan ZIP Veri Seti

Modele dahil edilen ilk veri setinde üç bağımsız değişken ve bir bağımlı değişken bulunmaktadır. Bağımsız değişkenler Ürün Grubu, Gün ve Hamur Tipidir. Bağımlı değişken ise Hurda Oranı'dır. Ancak ZIP modeli Poisson'ın geliştirilmiş hali olduğundan ve Poisson kesikli dağılım olduğundan bağımlı değişkenin tam sayı olması gerekmektedir.

Veri seti sıklık olacak biçimde güncellenmiştir. Bağımlı değişken Hurda Oranı yerine Hurda Adedi olacak biçimde değiştirilmiştir. Şekil 5.11'de Hurda Miktarı sıklık verisinin dağılımının grafiği görülmektedir.



Şekil 5.11 Sıklık Veri Setinin Dağılımı

İlgili veri seti ZIP modeline tekrardan sokulmuştur ve denklemin katsayılarının bulunduğu çıktı Şekil 5.12’deki gibidir.

```

Call:
zeroinfl(formula = HurdaMiktari ~ UrunGrubu + Gun + HamurTipi, data = p)

Pearson residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.4922 -0.2726 -0.2506 -0.2067 101.4638

Count model coefficients (poisson with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    0.2801893   0.0282278   9.926 < 2e-16 ***
UrunGrubuSuGrubu 0.3241545   0.0763913   4.243 2.20e-05 ***
UrunGrubuIsiGrubu 0.3174842   0.0791275   4.012 6.01e-05 ***
UrunGrubuYakitGrubu 0.2620022   0.0866213   3.025 0.00249 **
UrunGrubuBasincGrubu 1.0176900   0.0415617  24.486 < 2e-16 ***
UrunGrubuYagGrubu 0.5498242   0.0422816  13.004 < 2e-16 ***
UrunGrubuHavaGrubu 0.7468084   0.0513595  14.541 < 2e-16 ***
UrunGrubuMotorGrubu 0.8980283   0.1217419   7.376 1.63e-13 ***
GunSali        -0.1258246   0.0315675  -3.986 6.72e-05 ***
GunCarsamba    -0.0048186   0.0314788  -0.153 0.87834
GunPersembe     0.0007636   0.0310787   0.025 0.98040
GunCuma        -0.2199838   0.0330371  -6.659 2.76e-11 ***
GunCumartesi   -0.0743242   0.0510788  -1.455 0.14564
HamurTipiEP    -0.2610064   0.0737271  -3.540 0.00040 ***
HamurTipiAE     0.1971188   0.0625076   3.154 0.00161 **
HamurTipiPV    -0.0009348      NA         NA      NA
HamurTipiCR    -0.4005541   0.3229540  -1.240 0.21487

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.204152   0.035676  33.752 < 2e-16 ***
UrunGrubuSuGrubu 0.822494   0.099154   8.295 < 2e-16 ***
UrunGrubuIsiGrubu 1.307817   0.101459  12.890 < 2e-16 ***
UrunGrubuYakitGrubu 1.433915   0.108582  13.206 < 2e-16 ***
UrunGrubuBasincGrubu 0.893644   0.077494  11.532 < 2e-16 ***
UrunGrubuYagGrubu 1.173729   0.060634  19.358 < 2e-16 ***
UrunGrubuHavaGrubu 1.504001   0.076461  19.670 < 2e-16 ***
UrunGrubuMotorGrubu 1.558306   0.185716   8.391 < 2e-16 ***
GunSali        -0.513583   0.040264 -12.755 < 2e-16 ***
GunCarsamba    -0.276373   0.040084  -6.895 5.39e-12 ***
GunPersembe    -0.362883   0.039750  -9.129 < 2e-16 ***
GunCuma        -0.487530   0.041725 -11.684 < 2e-16 ***
GunCumartesi   0.686844   0.060733  11.309 < 2e-16 ***
HamurTipiEP     0.434306   0.096250   4.512 6.41e-06 ***
HamurTipiAE     0.007584   0.090714   0.084 0.933
HamurTipiPV    10.942490  52.635345   0.208 0.835
HamurTipiCR     0.346296   0.490658   0.706 0.480
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Number of iterations in BFGS optimization: 42
Log-likelihood: -6.197e+04 on 34 Df

```

Şekil 5.12 Sıklık Verisinin ZIP Çıktısı

Katsayıların büyük bir çoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı çıksa da katsayıların modele dahil olmasıyla anlamlı bir fark oluşup oluşmadığını görmek için ki-kare testi uygulanmıştır.

Test sonucuna göre tahmin edicilerin modele dahil olması bağımlı değişken üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmaktadır.

Yapılan çalışmalardan sonra farklı lot büyüklüklerinin hurda miktarlarını etkilediği düşünülmüştür. Buna istinaden lot büyüklüğü bağımsız değişken olarak değerlendirilmiştir. Bu bağımsız değişken 2 farklı veri tipi için halinde değerlendirilmiştir. İlk alternatif lot büyüklüklerin nümerik değer olarak, diğer alternatifte ise kategorik olarak değerlendirilmiştir. Nümerik olarak değerlendirilen alternatif ZIP modeline sokulmuş ve çıktısı Şekil 5.13'te verilmiştir.

```

call:
zeroinfl(formula = HurdaMiktari ~ UrunGrubu + Miktar + Gun + HamurTipi, data = zip_hurda_adedi_numerik)

Pearson residuals:
      Min      1Q  Median       3Q      Max
-4.8424 -0.2767 -0.2486 -0.1988  84.9701

Count model coefficients (poisson with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.2098814   0.0768716   15.739 < 2e-16 ***
UrunGrubuHava Grubu -0.2959514   0.0643934   -4.596 4.31e-06 ***
UrunGrubuIsi Grubu -0.5448667   0.0890153   -6.121 9.30e-10 ***
UrunGrubuMotor Grubu -0.3621584   0.1255714   -2.884 0.003926 **
UrunGrubuSu Grubu -0.5191361   0.0872682   -5.949 2.70e-09 ***
UrunGrubuTurbo Grubu -0.9758703   0.0417381  -23.381 < 2e-16 ***
UrunGrubuYag Grubu -0.4469504   0.0559812   -7.984 1.42e-15 ***
UrunGrubuYakit Grubu -0.7856896   0.0932751   -8.423 < 2e-16 ***
Miktar          0.0023241   0.0001159   20.048 < 2e-16 ***
GunCumartesi    0.1405763   0.0490468    2.866 0.004155 **
GunCarşamba     0.2014687   0.0281831    7.149 8.77e-13 ***
GunPazar        -0.0002542      NA         NA      NA
GunPazartesi    0.2241782   0.0330751    6.778 1.22e-11 ***
GunPerşembe     0.2222839   0.0276352    8.044 8.73e-16 ***
GunSalı         0.0970377   0.0281230    3.450 0.000560 ***
HamurTipiCR     -0.6304570   0.3297756   -1.912 0.055905 .
HamurTipiEP     -0.6200318   0.0991651   -6.253 4.04e-10 ***
HamurTipiNB     -0.2112858   0.0628284   -3.363 0.000771 ***
HamurTipiPV     -0.0002460      NA         NA      NA

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.731492   0.120853   14.327 < 2e-16 ***
UrunGrubuHava Grubu 0.659067   0.105680    6.236 4.48e-10 ***
UrunGrubuIsi Grubu 0.456963   0.124380    3.674 0.000239 ***
UrunGrubuMotor Grubu 0.876777   0.207209    4.231 2.32e-05 ***
UrunGrubuSu Grubu -0.044439   0.122706   -0.362 0.717231
UrunGrubuTurbo Grubu -0.926251   0.077795  -11.906 < 2e-16 ***
UrunGrubuYag Grubu 0.301591   0.094785    3.182 0.001463 **
UrunGrubuYakit Grubu 0.739255   0.134649    5.490 4.01e-08 ***
Miktar          -0.006394   0.000373  -17.143 < 2e-16 ***
GunCumartesi    1.177453   0.058122   20.258 < 2e-16 ***
GunCarşamba     0.194509   0.035939    5.412 6.22e-08 ***
GunPazar        12.385058   63.477165    0.195 0.845306
GunPazartesi    0.475105   0.041877   11.345 < 2e-16 ***
GunPerşembe     0.119300   0.035466    3.364 0.000769 ***
GunSalı         -0.034435   0.035994   -0.957 0.338726
HamurTipiCR     0.410254   0.501288    0.818 0.413130
HamurTipiEP     0.409409   0.133423    3.068 0.002151 **
HamurTipiNB     0.016424   0.091254    0.180 0.857172
HamurTipiPV     11.864588   97.187951    0.122 0.902837
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Number of iterations in BFGS optimization: 43
Log-likelihood: -6.167e+04 on 38 Df
'log Lik.' 0 (df=38)

```

Şekil 5.13 Lot Büyüklüğü Nümerik Olarak Dahil Edilen Verinin ZIP Çıktısı

Katsayıların büyük bir çoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı çıksa da katsayıların modele dahil olmasıyla anlamlı bir fark oluşup oluşmadığını görmek için ki-kare testi uygulanmıştır. Test sonucuna göre tahmin edicilerin modele dahil olması bağımlı değişken üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmaktadır.

İstatistiksel olarak anlamlı olmayan Ürün Grubu değişkeni içerisindeki Su Grubu; Gün değişkeni içerisindeki Pazar ve Salı; Hamur Tipi değişkeni içerisindeki CR, NB ve PV modellerden çıkartılarak tekrar ZIP modeline sokulmuştur. İlgili ZIP çıktısı Şekil 5.14'te gösterilmiştir.

```
Call:
zeroinfl(formula = HurdaMiktari ~ UrunGrubu + Miktar + Gun + HamurTipi, data =
zip_hurda_adedi_numerik_significant_katsayilar)

Pearson residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.8257 -0.2006 -0.1884 -0.1784 43.9535

Count model coefficients (poisson with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.769e+00         NA      NA      NA
UrunGrubuHava Grubu  7.522e-01         NA      NA      NA
UrunGrubuIsı Grubu  6.721e-01         NA      NA      NA
UrunGrubuMotor Grubu  9.289e-01         NA      NA      NA
UrunGrubuTurbo Grubu -1.236e+00         NA      NA      NA
UrunGrubuYağ Grubu  2.835e-01         NA      NA      NA
UrunGrubuYakıt Grubu -6.186e-05         NA      NA      NA
Miktar          1.354e-03    2.330e-04    5.809 6.29e-09 ***
GunCumartesi    -4.702e-01    1.721e-01   -2.733 0.006275 **
GunÇarşamba     3.661e-02    7.650e-02    0.479 0.632210
GunPazartesi     9.370e-02    8.567e-02    1.094 0.274097
GunPerşembe     -3.385e-01    8.741e-02   -3.873 0.000108 ***
HamurTipiEP     -2.065e+00    6.016e-01   -3.433 0.000598 ***

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    16.064756         NA      NA      NA
UrunGrubuHava Grubu -11.709544         NA      NA      NA
UrunGrubuIsı Grubu -11.897721         NA      NA      NA
UrunGrubuMotor Grubu -11.671674         NA      NA      NA
UrunGrubuTurbo Grubu -15.256916         NA      NA      NA
UrunGrubuYağ Grubu -12.964573         NA      NA      NA
UrunGrubuYakıt Grubu -0.103937         NA      NA      NA
Miktar         -0.008983    0.001066   -8.425 < 2e-16 ***
GunCumartesi     0.679380    0.184319    3.686 0.000228 ***
GunÇarşamba      0.121870    0.096141    1.268 0.204938
GunPazartesi     0.208429    0.108228    1.926 0.054125 .
GunPerşembe     -0.068994    0.102813   -0.671 0.502185
HamurTipiEP     -1.351503    1.442008   -0.937 0.348637

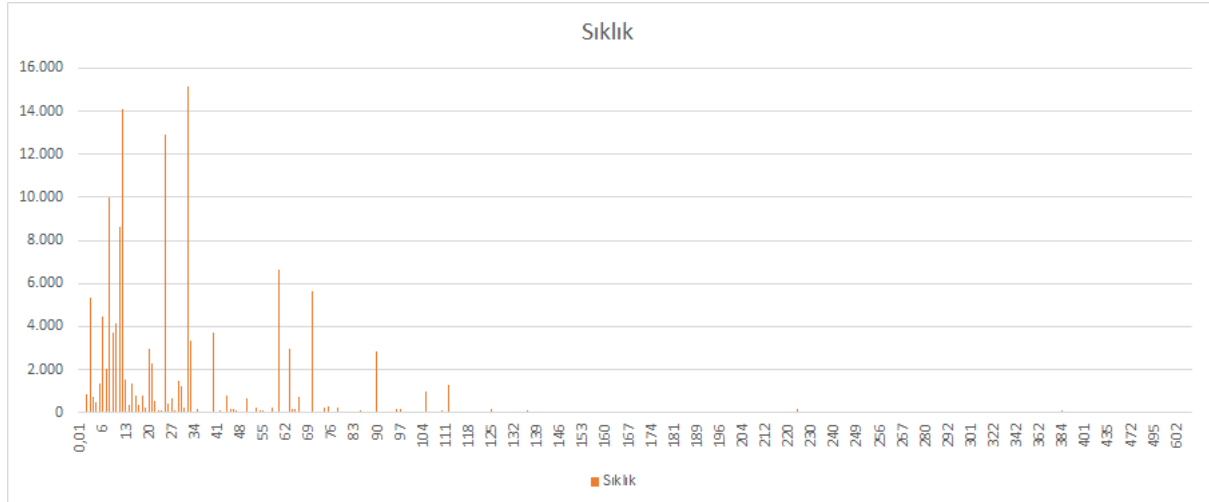
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Number of iterations in BFGS optimization: 31
Log-likelihood: -6157 on 26 Df
'log Lik.' 1.238881e-122 (df=26)
```

Şekil 5.14 Lot Büyüklüğü Nümerik Olan ve Anlamsız Olan Değerlerin Çıkarılmasıyla Elde Edilen Verinin ZIP Çıktısı

İstatistiksel olarak anlamsız olan verilerin çıkarılmasıyla daha kötü sonuçlar elde edilmiştir. Bundan ötürü ilk alternatif olarak ele alacağımız ZIP modeli Şekil 5.13'te gösterilen ZIP çıktısıdır.

Diğer bir alternatif olan ve kategorik olarak ele alınan veriyi oluşturmak için her bir lot büyüklüğü için sıklıklar belirlenmiş ve kümülatif bir biçimde incelenmiştir. Lot büyüklüğünün sıklık grafiği Şekil 5.15'te verilmiştir.



Şekil 5.15. Lot Büyüklüğünün Sıklık Dağılımı

Bu dağılım 5 eşit kategoriye eşit miktarlarda olacak biçimde dağıtılmıştır. Lot büyüklük miktarlarının kategorilere ayrıştırılması ile ilgili bilgi Tablo 5.16'da verilmiştir.

Lot Büyüklük	Kategorisi
0-8	1
9-11	2
12-27	3
28-48	4
49-1314	5

Şekil 5.16. Lot Büyüklüklerinin Kategorilere Ayrıştırılması

Veri seti için nümerik değer olan lot büyüklükleri kategorileri olacak biçimde güncellenerek ZIP modeline sokulmuştur. İlgili ZIP çıktısı Şekil 5.17'de gösterilmiştir.

```

Call:
zeroinfl(formula = HurdaMiktari ~ UrunGrubu + LotKategori + Gun + HamurTipi, data = zip_hurda_adedi_kategorik)

Pearson residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.6981 -0.2840 -0.2429 -0.1978  63.0854

Count model coefficients (poisson with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    0.7432705   0.0790977    9.397 < 2e-16 ***
UrunGrubuHava Grubu -0.1822624   0.0640223   -2.847  0.00442 **
UrunGrubuIs1 Grubu -0.6188814   0.0879530   -7.037 1.97e-12 ***
UrunGrubuMotor Grubu -0.2596667   0.1326127   -1.958  0.05022 .
UrunGrubuSu Grubu -0.5472269   0.0858209   -6.376 1.81e-10 ***
UrunGrubuTurbo Grubu -0.8481305   0.0428533  -19.791 < 2e-16 ***
UrunGrubuYag Grubu -0.4635881   0.0564634   -8.210 < 2e-16 ***
UrunGrubuYakit Grubu -0.7661638   0.0946342   -8.096 5.68e-16 ***
LotKategori2     0.5018745   0.0336124   14.931 < 2e-16 ***
LotKategori3     0.6040429   0.0266382   22.676 < 2e-16 ***
LotKategori4     0.7337119   0.0309154   23.733 < 2e-16 ***
LotKategori5     0.9603218   0.0338177   28.397 < 2e-16 ***
LotKategori6     0.9228521   0.1497711    6.162 7.19e-10 ***
GunCumartes1     0.0970755   0.0487190    1.993  0.04631 *
GunCarşamba      0.1833667   0.0278304    6.589 4.44e-11 ***
GunPazar         -0.0002439         NA         NA      NA
GunPazartes1     0.2141410   0.0327915    6.530 6.56e-11 ***
GunPerşembe      0.1939862   0.0273905    7.082 1.42e-12 ***
GunSalı          0.0817785   0.0278413    2.937  0.00331 **
HamurTipiCR      -0.8226347   0.3324099   -2.475  0.01333 *
HamurTipiEP      -0.5939585   0.0969568   -6.126 9.01e-10 ***
HamurTipiNB      -0.2959702   0.0620091   -4.773 1.81e-06 ***
HamurTipiPV      -0.0001924         NA         NA      NA

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.53401    0.12366   12.405 < 2e-16 ***
UrunGrubuHava Grubu 0.65932    0.10592    6.225 4.82e-10 ***
UrunGrubuIs1 Grubu  0.42136    0.12549    3.358 0.000786 ***
UrunGrubuMotor Grubu 0.73387    0.20253    3.624 0.000291 ***
UrunGrubuSu Grubu -0.06909    0.12353   -0.559 0.575946
UrunGrubuTurbo Grubu -0.93549    0.07879  -11.873 < 2e-16 ***
UrunGrubuYag Grubu  0.28143    0.09599    2.932 0.003370 **
UrunGrubuYakit Grubu 0.53316    0.13336    3.998 6.39e-05 ***
LotKategori2     0.28002    0.04134    6.774 1.25e-11 ***
LotKategori3     0.13854    0.03276    4.230 2.34e-05 ***
LotKategori4    -0.01799    0.03958   -0.455 0.649402
LotKategori5    -0.21520    0.04655   -4.623 3.78e-06 ***
LotKategori6    -0.48020    0.23761   -2.021 0.043288 *
GunCumartes1     1.16263    0.05836   19.920 < 2e-16 ***
GunCarşamba      0.17698    0.03614    4.898 9.70e-07 ***
GunPazar         12.35434         NA         NA      NA
GunPazartes1     0.45689    0.04227   10.809 < 2e-16 ***
GunPerşembe      0.09537    0.03570    2.672 0.007545 **
GunSalı          -0.05486    0.03619   -1.516 0.129540
HamurTipiCR      0.35272    0.51142    0.690 0.490394
HamurTipiEP      0.39447    0.13426    2.938 0.003302 **
HamurTipiNB     -0.01201    0.09226   -0.130 0.896410
HamurTipiPV     12.10209   102.14282    0.118 0.905686
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Number of iterations in BFGS optimization: 50
Log-likelihood: -6.12e+04 on 46 Df
'log Lik.' 0 (df=46)

```

Şekil 5.17. Lot Büyüklüğü Kategorik Olarak Dahil Edilen Verinin ZIP Çıktısı

Katsayıların büyük bir çoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı çıksa da katsayıların modele dahil olmasıyla anlamlı bir fark oluşup oluşmadığını görmek için ki-kare testi uygulanmıştır. Test sonucuna göre tahmin edicilerin modele dahil olması bağımlı değişken üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmaktadır.

İstatistiksel olarak anlamlı olmayan Ürün Grubu değişkeni içerisindeki Motor ve Su Grubu; Lot Kategori değişkeni içerisinde 4; Gün değişkeni içerisindeki Pazar ve Salı; Hamur Tipi

değişkeni içerisindeki CR, NB ve PV modelden çıkartılarak tekrar ZIP modeline sokulmuştur. İlgili ZIP çıktısı Şekil 5.18’de gösterilmiştir.

```
Call:
zeroinfl(formula = HurdaMiktari ~ UrunGrubu + LotKategori + Gun + HamurTipi, data = zip_hurda_adi_kategorik_insignifiant_siz)

Pearson residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.8151 -0.2432 -0.2272 -0.1878  58.0709

Count model coefficients (poisson with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    0.6168652      NA      NA      NA
UrunGrubuHava Grubu 0.3645590      NA      NA      NA
UrunGrubuIsı Grubu 0.3561484      NA      NA      NA
UrunGrubuMotor Grubu 0.0891097      NA      NA      NA
UrunGrubuSu Grubu 0.3515067      NA      NA      NA
UrunGrubuTurbo Grubu -0.9806588      NA      NA      NA
UrunGrubuYağ Grubu 0.2569410      NA      NA      NA
UrunGrubuYakıt Grubu -0.0003096      NA      NA      NA
LotKategori2    0.5554109  0.0605936   9.166 < 2e-16 ***
LotKategori3    0.7249708  0.0476706  15.208 < 2e-16 ***
LotKategori5    1.1463834  0.0541907  21.155 < 2e-16 ***
LotKategori6    1.5144080  0.1838200   8.239 < 2e-16 ***
GunCumartesi    0.1676138  0.0837192   2.002  0.0453 *
GunÇarşamba     0.2682750  0.0455698   5.887 3.93e-09 ***
GunPazartesi    0.2594119  0.0514258   5.044 4.55e-07 ***
GunPerşembe     0.2508667  0.0445091   5.636 1.74e-08 ***
HamurTipiEP     -1.5151789  0.5959927  -2.542  0.0110 *

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   13.48725   56.32372   0.239  0.810749
UrunGrubuHava Grubu -10.24283   56.30178  -0.182  0.855640
UrunGrubuIsı Grubu -10.13634   56.30161  -0.180  0.857124
UrunGrubuMotor Grubu -9.78834   56.30303  -0.174  0.861983
UrunGrubuSu Grubu -10.64529   56.30160  -0.189  0.850033
UrunGrubuTurbo Grubu -13.33630   56.32381  -0.237  0.812828
UrunGrubuYağ Grubu -11.29526   56.30324  -0.201  0.841000
UrunGrubuYakıt Grubu -0.23039      NA      NA      NA
LotKategori2    0.39358   0.06721   5.856 4.73e-09 ***
LotKategori3    0.26932   0.05296   5.086 3.66e-07 ***
LotKategori5    -0.23542   0.06751  -3.487  0.000488 ***
LotKategori6    -0.33540   0.33891  -0.990  0.322347
GunCumartesi    1.42850   0.09625  14.842 < 2e-16 ***
GunÇarşamba     0.33403   0.05417   6.166 6.99e-10 ***
GunPazartesi    0.40084   0.06083   6.589 4.42e-11 ***
GunPerşembe     0.19466   0.05267   3.696 0.000219 ***
HamurTipiEP     -1.12508   1.57803  -0.713  0.475868
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Number of iterations in BFGS optimization: 39
Log-likelihood: -2.197e+04 on 34 Df
'log Lik.' 0 (df=34)
```

Şekil 5.18 Lot Büyüklüğü Kategorik Olan ve Anlamsız Olan Değerlerin Çıkarılmasıyla Elde Edilen Verinin ZIP Çıktısı

İstatistiksel olarak anlamsız olan verilerin çıkarılmasıyla daha kötü sonuçlar elde edilmiştir. Bundan ötürü ikinci alternatif olarak ele alacağımız ZIP modeli Şekil 5.17’de gösterilen ZIP çıktısıdır.

Lot büyüklüğünün nümerik seçilmesinden elde edilen regresyon denklemi test verisine uygulanması durumunda gerçek değerden %0,12 sapma, lot büyüklüğünün kategorik seçilmesinden elde edilen regresyon denklemi test verisine uygulanması durumunda ise gerçek değerden %3,24 sapma gözlemlenmiştir. Bundan dolayı 2 alternatif denklem arasından lot büyüklüğü nümerik olan ZIP modeli uygulanmaya karar verilmiştir. Modelin altında yatan ana mantık, yapısı gereği oluşan 0’ları bulup bu 0’ları tahmin modeline dahil

etmemektir. ZIP modeli 2 değer tahmin ediyor. Bunlar P Zero ve P Count. P Zero'nun anlamı yapsısal 0'ın oluşma olasılığı, P Count anlamı ise bağımlı değişkenin beklenen değeridir. Model sonuç olarak belli bir zaman aralığındaki hurda miktarını tahmin etmemizde etkin bir rol olacak.

Burada zıp'in neyi tahmin ettiğini exceldeki çıktılarını da anlatabilirsiniz. Pcount vs değerlerini vererek; bunların anlamını da söyleyebilirsiniz.

5.1.4.5 Karar Ağacı

SPSS kullanarak yapılan istatistiksel veri analizi yöntemleri denendikten sonra, veri madenciliği yöntemlerine yönelinmiştir. Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) yazılımında hurda oluşumunda etkili olan etmenler tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu veriler sınıflandırma algoritmasıyla sınıflandırılmış ve en iyi sınıflandırma başarısına sahip olan algoritma ile bir karar ağacı oluşturulmuştur. Bu denemede bağımlı değişken hurdanın var olup olmadığı, bağımsız değişkenler ise ürün grubu, hamur tipi ve gün parametreleridir. Oluşturulan karar ağacı ile hurda yok ve hurda var (0-1) durumları için kurallar oluşturulmuştur. Buradan hurda olması gereken durumların tespit edilmesi amaçlanmıştır ve %63.4521 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Elde edilen sonuca göre 'hurda var' olarak tahmin edilen durumlar veriden çekilmiştir.

Yeni oluşturulan veri seti Minitab yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Regresyon analizinde R² değerinin yüksek olması regresyon model uyumunun iyi olduğunu, tüm noktaların regresyon doğrusu üzerinde olduğunu gösterir. Tüm noktalar doğru üzerinde olduğunda Artıkların Kareler Toplamı sıfır olacağından R² de 1'e eşit olacak ve alabileceği en yüksek değeri alacaktır. Regresyon analizinde kullanılan bağımlı değişken adet cinsinden hurda miktarıdır, sonucunda R kare değeri %0,07 çıkmıştır. Bu değer yeterli bulunmamıştır.

Daha sonra bağımlı değişken kilogram cinsinden hurda miktarı olarak değiştirilerek aynı işlemler tekrarlanmıştır ve regresyon uygulanmıştır. Yapılan düzenleme sonrası R kare değeri %5,02'ye yükselmiştir fakat yine de yeterli bulunmamıştır.

5.1.4.6 Rastgele Orman ve REPTree

Rastgele orman yönteminin amacı tek bir karar ağacı üretmek yerine her biri farklı eğitim kümelerinde eğitilmiş olan çok sayıda karar ağacını birleştirmektir. Farklı eğitim kümeleri oluştururken ön yükleme ve rastgele özellik seçimi kullanılmaktadır (Aksu ve Karaman, 2017).

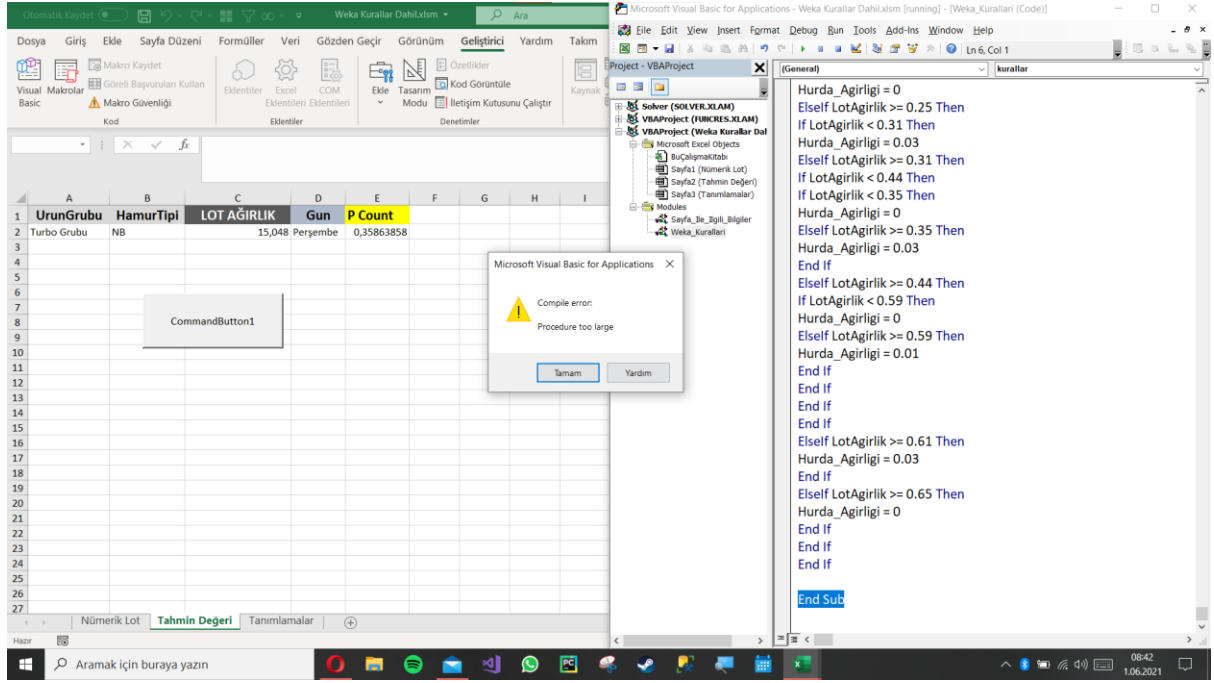
REP Tree algoritmasında, regresyon ağacı mantığıyla, farklı yinelemelerde birden fazla ağaç oluşturulmakta ve daha sonra oluşturulan bu karar ağaçlarından en iyisini seçilmektedir. Algoritma varyansdan kaynaklanan hatayı en aza indirme ilkesine ve entropi ile bilgi kazanımı ilkesine dayanmaktadır (Aksu ve Karaman, 2017).

Kilogram cinsinden hurda miktarına ulaşabileceğimiz bir tahmin denklemi elde edebilmek için Weka yazılımı ile rastgele orman ve REP Tree algoritmaları denenmiştir. Bu denemede bağımlı değişken kilogram cinsinden hurda ağırlığıdır. Veri seti sıfırların dahil edildiği ve edilmediği durumlara göre güncellenerek farklı durumlar için sınıflandırma denemeleri yapılmıştır. Denemelerin sonuçlarında göreceli mutlak hata değerleri beklenenden yüksek bulunmuştur.

5.1.4.7 Rastgele Ağaç

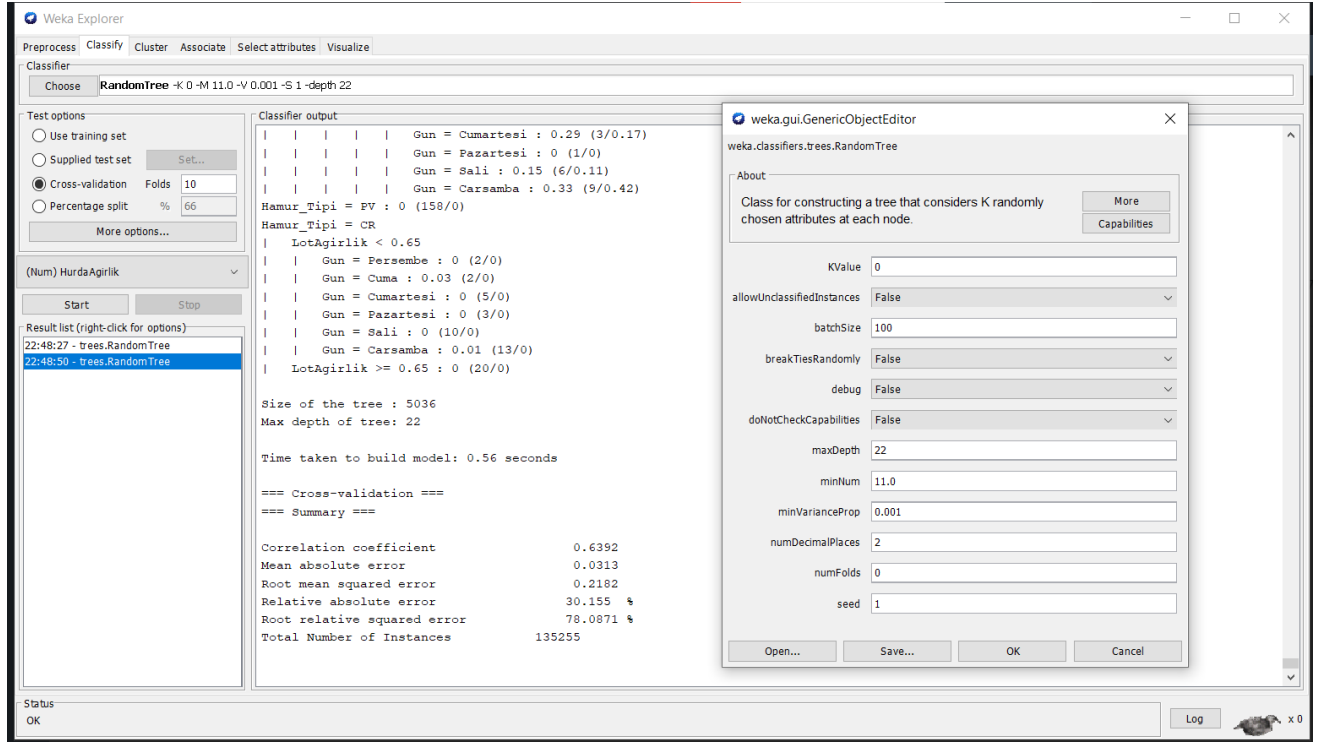
ZIP modeli ile hurda miktarı adet cinsinden tahmin edilebilmektedir. Buna ek olarak hurda miktarını ağırlık cinsinden tahmin edebilmek için Weka yazılımında Random Tree algoritması kullanılmıştır. Kullanılan veri setinde 5 bağımsız değişken ve 1 bağımlı değişken bulunmaktadır. Bağımsız değişkenler Ürün Grubu, Gün, Hamur Tipi, Lot Ağırlık ve ZIP modeli çıktısıdır (P Count) . Bağımlı değişken ise Hurda Oranı'dır.

Weka kurallar çıktısını Excel VBA entegrasyonu olmadığından Excel VBA kodlama dili yardımı ile 10000 satırlık Weka kurallar çıktısı Excel VBA kod diline uyarlanmıştır ve bunun sonucu 20132 satırlık kod elde edilmiştir. Ancak Excel VBA'nın bir prosedürü içerisinde maksimum bulunabilecek kod satır sayısını aştığı için Şekil 5.19'taki hata ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.19. İlk Yapılan Kuralın VBA Entegrasyonu Hatası

İlk oluşturulan kurallar dizisinin 10.066 satır olması sebebiyle kurallarda küçültmeye gidilmiştir. Küçültmeyi yaparken Weka'daki Rastgele Ağacın MaxDepth ve MinNum özelliklerinden faydalanılmıştır. Bu özelliklerin farklı değerleri için modelin doğruluk değeri hesaplatılmış ve yaklaşık %69 doğrulukla 5000 satırlık kural dizini elde edilmiştir. Weka sonucu Şekil 5.20'da gösterilmiştir. Bu kurallar Excel VBA'da birkaç düzeltmeler yapılarak entegrasi sağlanmış ve bir arayüz aracılığı ile ilgili girdilere göre hurda ağırlığı tahmini yapılmıştır.



Şekil. 5.20 Weka sonucu

5.1.4.8 Excel Uygulaması

Bulgular kısmında bahsedilen ZIP modeli ve Weka kuralları Excel uygulamasına gömülmüştür. Kullanıcı bu Excel dosyasında ZIP modeli sayesinde girdiği Ürün Grubu, Hamur tipi kriterleri ile belirli bir tarih aralığında beklenen hurda miktarını tahmin edebilecektir. Bunun yanı sıra Ürün Grubu, Hamur Tipi, Gün ve Lot Ağırlığına göre beklenen hurda ağırlığı da tahmin edilebilecektir.

Excel dosyası üç çalışma sayfasından oluşmaktadır. Bunlar;

1. Veri
2. Tahmin
3. Girdiler

Veri sayfasında kullanıcıdan 6 sütun doldurulması beklenmektedir. Bu sütunlar sırasıyla ÜretimID, UrunGrubu, HamurTipi, Miktar, Oluşturulma Tarihi ve Gun bilgileridir. Aplikasyonun doğru çalışabilmesi için ilgili sütunlara proje kapsamında girdi olarak kabul edilen değerlerin girilmesi gerekmektedir. Kullanıcının doğru girmesi beklenen sütunlar ve alabileceği değerler;

1. UrunGrubu; Turbo Grubu, Su Grubu, Isı Grubu, Yakıt Grubu, Basınç Grubu, Yağ Grubu, Hava Grubu, Motor Grubu
2. HamurTipi; NB, EP, AE, PV, CR
3. Gün; Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe, Cuma, Cumartesi

Kullanıcı üretim planındaki girdileri ilgili sütunların altına istenilen formatta eklediği zaman Veri sayfasında bulunan Hesaplat butonuna basarak dosyanın tahmin yapılabilmesi için arka planda ZIP modeli çıktılarını hesaplatması gerekmektedir. Hesaplamalar yapıldıktan sonra kullanıcı Tahmin sayfasına basarak Şekil. 5.21'deki arayüze ulaşacaktır.

Üretim ID	UrunGrubu	HamurTipi	Miktar	Oluşturulma Tarihi	Gün
1	Turbo Grubu	NB	38	2.01.2020	Perşembe
2	Turbo Grubu	NB	100	2.01.2020	Perşembe
3	Su Grubu	EP	8	2.01.2020	Perşembe
4	Isı Grubu	EP	2	2.01.2020	Perşembe
5	Turbo Grubu	NB	10	2.01.2020	Perşembe
6	Su Grubu	EP	2	2.01.2020	Perşembe
7	Su Grubu	EP	6	2.01.2020	Perşembe
8	Su Grubu	EP	11	2.01.2020	Perşembe
9	Su Grubu	EP	33	2.01.2020	Perşembe
10	Turbo Grubu	NB	7	2.01.2020	Perşembe
11	Su Grubu	EP	10	2.01.2020	Perşembe
12	Turbo Grubu	NB	9	2.01.2020	Perşembe
13	Isı Grubu	EP	11	2.01.2020	Perşembe
14	Su Grubu	EP	20	2.01.2020	Perşembe
15	Isı Grubu	EP	32	2.01.2020	Perşembe

Şekil. 5.21. Beklenen Hurda Miktarı Tahmin Arayüzü

Açılan pencerede kullanıcı tahminin yapılmasını istediği kriterleri girerek Filtrele butonuna basmalıdır. Hesaplamalar bittikten sonra MsgBox olarak veya sol aşağıda Tahmini Hata kısmında beklenen hurda miktarını görülebilecektir. Temizle butonuna basarak ham verisine tekrar ulaşır yeni kriterler girebilecektir. Veriye Dön butonuna basarak üretim planında değişiklikler yapabilecektir. Hurda ağırlığı tahmini yapabilmek için Hurda Tahmin Arayüz butonuna tıklanır. Beklenen Hurda Ağırlığı Hesabı arayüzü Şekil 5.22'de gösterilmiştir.

Şekil 5.22. Beklenen Hurda Ağırlığı Hesabı Arayüzü

Weka kurallarının çalıştırıldığı arayüzde kullanıcı merak ettiği girdilerle beklenen hurda ağırlığı tahmini yapabilmektedir. Tahmin yapabilmek için ilgili kriterleri girdikten sonra;

- Tahmin butonuna basılmalıdır.
- Hurda ağırlığı sol aşağıdaki kutuda ve MSgbox olarak kullanıcıya gösterilmektedir. Başka kriterlere göre tahmin yapmak için temizle butonuna basılır.
- Üretim planında değişiklik yapmak için Veriye Dön butonuna basılır.
- Hurda miktarı tahmini yapılan arayüze gitmek için Filtre butonuna basılır.

Örnek olarak Turbo Grubu olan ve NB hamur tipinden oluşan malzemenin beklenen hurda miktarı 189 adettir. Örneğin çıktısı Şekil 5.23’de verilmiştir.

Üretim ID	UrunGrubu	HamurTipi	Miktar	Oluşturulma Tarihi
7838	Turbo Grubu	NB	10	21.01.2020
7841	Turbo Grubu	NB	8	21.01.2020
7843	Turbo Grubu	NB	20	21.01.2020
7844	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7845	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7847	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7850	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7871	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7875	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7878	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7882	Turbo Grubu	NB		21.01.2020
7886	Turbo Grubu	NB	5	21.01.2020
7893	Turbo Grubu	NB	15	21.01.2020
7904	Turbo Grubu	NB	105	21.01.2020
7928	Turbo Grubu	NB	20	21.01.2020

Şekil 5.23. Filtreleme Özelliği Çıktısı

5.2 Kullanılan Yazılım ve Donanım

Bu proje için verileri analizini yapmak için MS Excel, SPSS, R Studio, Weka ve Minitab yazılımları kullanılmıştır.

5.2.1 SPSS

Verilerin analiz edilmesi için birçok bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. SPSS'te oldukça yaygın kullanılan ve istatistiksel analizler yapan bir bilgisayar programıdır.

5.2.2 R Studio

R, internet üzerinden ücretsiz olarak temin edilebilen, açık kaynak kodlu ve istatistiksel analizlerde kullanılan bir programdır. Ücretli temin edilen programlarda kullanılan kodlar arka planda bulunmakta ve kullanıcılar tarafından görülmemektedir. Bu programlar kullanıcılara bazı kısa yollardan oluşan bir ara yüz sunmaktadır. Kullanıcı ilgili butonları tıklayarak veya işaretleyerek ihtiyaç duyduğu analizleri gerçekleştirmektedir. Fakat R programı kullanıldığında kullanıcı arka planda çalışan kodları görme imkanına sahip olmaktadır. R, bu özellik sayesinde sürekli gelişmekte ve dinamik bir yapıya sahip olmaktadır (Çelik ve ark 2018).

5.2.3 Weka

Bir veri dosyasında var olan örüntüler arasından anlamlı sonuçlar çıkarmaya imkan sağlayan birçok farklı programdan biri olan WEKA programı kullanıcı dostu bir arayüze sahip olmasının yanında açık kaynak kodlu bir yazılım olması sebebiyle diğerlerinden daha popüler olarak görülmektedir (Zupan ve Demsar, 2008). Özellikle sayısal tahminde Bayesyen yöntemlerin yanında J4.8, ID3, M5P ve lojistik modele dayalı LMT algoritmaları size oldukça fazla seçenek sunmaktadır. Bunun yanında Random tree, Raptree ve Random forest gibi rastgele ağaç yapıları ile yüksek düzeyde doğruluk ve kesinlik değerine sahip kestirim yapmak mümkündür. Bağımsız değişkenler yardımıyla bağımlı değişkeni tahmin etmede klasik yöntemlerden bir adım daha ileri gidilerek tek bir regresyon denklemi vermek yerine lojistik regresyon modeli ile her bir dal için farklı denklemler yardımıyla yüksek doğruluk değerlerinde kestirimler yapılmaktadır (Robu ve Hora 2012). Yine programda kurallar ve fonksiyonlar menüsünün altında 20'nin üzerinde farklı seçenek sunulması programın önemli avantajları arasında yer almaktadır (Aksu ve Doğan 2019).

5.2.4 Minitab

İstatistiksel analiz yazılımıdır. Hipotez testleri, regresyon gibi konularına kadar geniş bir alanda istatistiksel araçlar sunar.

5.3 Bulgular Ve Tartışma

Lot büyüklüğünün nümerik olduğu ZIP modeli Excel programına gömülmüştür. Kullanıcı oluşturduğu üretim planını istenilen yapıda Excel'e aktararak Ürün Grubu, Hamur Tipi ve Tarih aralığı bazında kriterler girerek beklenen hurda miktarını tahmin edebilecektir.

Firmanın proje kapsamından beklentisi ANOVA ile ilerleyip parametrik çok faktörlü regresyon denklemi oluşturulması üzerineydi. Önceki maddelerde bu yöntemleri neden uygulanamadığı açıklanmıştır. İlgili parametrik yöntemlerin varsayımlarından normallik ve homojen dağılıma farklı yaklaşımların uygulanmasına rağmen elimizdeki veri setinde sağlanamamıştır.

Varsayımlarının karşılanamamasının iki farklı sebepleri olabilir;

1. Veri doğruluğu yetersizliği
2. Hurda ve Üretim verileri arasında ilişki kurulabilecek herhangi bir birincil ve Yabancı Anahtar bulunmaması
3. Verilerin sıklık bilgisi içermesinin analizleri sınırlandırması
4. Parametrelerin gerçek nümerik bilgi içermiyor oluşu

İlk madde için yapılabilecek aksiyon daha sıkı veri takibi, ikinci maddede ise veri tutulma şeklini standartlaştırmaktır. Üçüncü ve dördüncü maddeler için yapılabilecekler ise verileri sıklık yani adet şeklinde tutmak yerine kilogram şeklinde tutmak ve gerekli üretim parametrelerini belirleyip (kalıp boyutları, hamurla ilgili detaylı parametreler gibi) onlar üzerinden veri takibini yapmak olabilir.

Proje kapsamında paylaşılan veri setlerini ilişkilendirebilmek için birkaç varsayım kabul edilmiştir. Hurda ve Üretim verileri arasında ilişki kurulabilmesi için kabul edilen varsayımlar şunlardır;

- Bir malzemedan gün içerisinde sadece tek seferlik iş emri oluşturulabilir.
- Bir malzemedan ancak tek iş emrinden hurda oluşabilir.

6. SONUÇ VE UYGULAMA PLANI

6.1 Sonuç Ve Öneriler

Bu projede firmanın beklentisi genel süreçlerin incelenmesinin ardından pilot bölümlerin belirlenmesi ve detaylı incelemeler ile süreçlerdeki eksikliklerin bulunmasıdır. Ardından istatistiksel yöntemleri kullanarak hurda verilerinin analiz edilmesi ve bu analizlerin nasıl yapılacağı, karşılaşılan eksikliklerin belirlenmesi ve bu durum için veri toplama konusunda nasıl değişiklikler yapılması gerektiğinin belirlenmesi konusunda bilgilenilmesidir. Sonrasında hurda oluşumuna sebep olan parametrelerin belirlenmesi ve istatistiksel çalışmaların bir arayüz oluşturularak hurda tahmini şeklinde sunulmasıdır. Çalışma sonunda yapılanların firma genelinde yaygınlaştırılıp uygulanabilir hale getirilmesi planlanmaktadır. Beklentiler karşısında yapılanlar ise; süreçlerin anlaşılabilmesi ve detaylı analizlere hazırlık yapmak açısından iş akış şemalarının ve değer akış haritalarının oluşturulması ile başlanmıştır. Değer akış haritaları sayesinde üretimde eksik noktalar tespit edilip uygulanabilir anahtar performans göstergeleri belirlenmiştir.

İstatistiksel testlere başlangıç aşamasında ise 5 adet hipotez kurulup ki-kare testi yapılmıştır. Ki-kare testlerinin sonucunda; gün, karışım reçetesi, ürün grubu parametrelerinin hurda oluşumunda etkili olduğu bulunmuştur.

Daha detaylı analizlerin yapılabilmesi için ileri analiz yöntemlerine geçilmiştir ve veri üzerinde gerekli değişiklikler her teste uygun olacak şekilde ayrıca yapılmıştır. Her düzenleme sonrası uygun analiz yapılmıştır. Bunlar; Anova Testi, Friedman Testi, Parametrik ve Parametrik Olmayan Regresyon Analizidir. Bu yöntemler sonucunda parametreler etkili çıksa da varsayımlar karşılanamadığı için devam edilmemiştir.

Bahsedilen testler ile sonuca ulaşamayınca Zero-inflated Poisson Regresyon yöntemine geçilmiştir. Bu yöntemin kullanılmasındaki amaç sıklık olarak 0 değerlerin fazla çıkmasıdır. Bu yöntem yapısı gereği 0 olan değerleri tahmin denkleminde değerlendirmez. Ancak bu yöntem kullanılırken Poisson altyapısı olduğu için belli bir zaman aralığına bakılarak tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu yüzden oluşturulan Excel'de kullanıcının bir zaman aralığı girilmesi beklenmektedir.

ZIP yöntemi ile hurda miktarı belirlenen tarihler için adet cinsinden tahmin edilebilmektedir. Tahmin yöntemini bir adım daha ileri götürmek için veri madenciliği metodlarına geçiş yapılmış ve Random Tree yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan kurallar da Excel arayüzüne eklenmiştir ve hurda miktarı kilogram cinsinden tahmin edilebilmektedir.

Hurdanın azaltılması için kalite sorunlarının çözülmesi gerekmektedir. Kalite sorunlarının çözümü için ise analizde Y çıktısının ürünün kalite parametrelerini ifade etmesi gerekmektedir. Örneğin üretimden çıkan parçanın karakteristiği, uzunluğu veya çıkan parça ile ilgili herhangi bir başka kalite sorununun boyutu özelliği kullanılabilir. X girdisi olarak ise imalata ait ve nümerik karakterde değişkenler kullanılmalıdır. Örneğin: kullanılan kalıp ile ilgili parametreler, ürünün pozisyonu, belli bir noktadan açısı olarak dönmesi vb.

Bu çalışmanın devamı yapay zeka üzerinden devam edilebilir. Bu çalışmaya geçmeden önce bağımsız ve bağımlı değişkenler yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı güncellenmelidir. Veri tutma biçimini değiştirdikten sonra makine öğrenmesi konuları üzerinde çalışmalar yapılmalıdır.

6.2 Uygulama Başarısının Değerlendirilmesi

Alternatifler arasından seçilen ZIP modeli 4 bağımsız, 1 bağımlı değişkenden oluşmaktadır. Bağımsız değişkenler Ürün Grubu, Gün, Hamur Tipi ve Lot Büyüklüğüdür. Bağımsız değişkenlerin veri tipleri sırasıyla kategorik, kategorik, kategorik ve nümerik tipindedir. Bağımlı değişken Hurda Miktarları olup sıklık verisidir ve veri tipi tam sayıdır. Modeli oluştururken R programının pscl kütüphanesinin zeroinfl fonksiyonundan yararlanılmıştır. Veri setinin %90'ı ZIP modeline dahil edilmiştir ve geriye kalan %10'luk veri doğrulama için teste tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuca göre tahmin denklemi %0,12 sapma ile doğru tahmin yapmıştır.

Weka'da kullanılan bağımsız değişkenler Ürün Grubu, Gün, Hamur Tipi, Lot Ağırlık ve ZIP modeli çıktısıdır (P Count) . Bağımlı değişken ise Hurda Oranı'dır. Random Tree algoritması kullanılarak elde edilen tahmin kurallarının ortalama mutlak hatası yaklaşık %70 doğruluk ile hurda oranını ağırlık cinsinden tahmin edebilmektedir.

KAYNAKÇA

Acar, Ö. E., Çakırkaya, M. 2018. Bir Üretim Hattında Toplam Ekipman Etkinliğinin Ölçülmesi Ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Uygulama Tezi, Gümüşhane Üniversitesi

Aksoy, B., Bayrakçı, H. C., Bayrakçı, E., Uğuz, S. 2017. Büyük Verinin Kurumlarda Kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22:, 1853–1878.

Aksu, G., Doğan, N. 2019. An analysis program used in data mining: Weka. Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology, 80–95.

Aksu, M. Ç., Karaman, E. 2017. Karar Ağaçları ile Bir Web Sitesinde Link Analizi ve Tespiti.

Altunışık, R. 2015. Büyük Veri: Fırsatlar Kaynağı mı Yoksa Yeni Sorunlar Yumağı mı?. Yıldız Social Science Review, 45–76.

Arı, A., Önder, H., 2012. Farklı Veri Yapılarında Kullanılabilecek Regresyon Yöntemleri. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 28(3):, 168–174.

Balcı, A. (2006), Sosyal Bilimlerde Araştırma, Yöntem, Teknik ve İlkeler, PegemA Yayıncılık, Ankara.

Bircan, H., Karagöz, Y., Kasapoğlu, Y. 2003. Ki-Kare Ve Kolmogorov Smirnov Uygunluk Testlerinin Simulasyon İle Elde Edilen Veriler Üzerinde Karşılaştırılması. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4:, 69–80.

Breiman, L., 2001. Random Forests, Machine Learning, 45 (1): 5-32.

Çelik, K., Özköse H., Güleriyüz S. 2018. R ile Yapısal Eşitlik Modeli: Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 2148-9963.

Daniel, Wayne W. (1990). Applied Nonparametric Statistics, PWS-KENT Publishing Company, Boston.

Demir, E., Dinçer, S. E. 2020. Üretim Sektöründe Veri Madenciliği Uygulamaları : Literatür Taraması Data Mining Applications In Manufacturing Industry : A Literture Review Artan

talep ve endüstrileşme, şirketler için üretim planlaması alanında seri üretime geçme noktasında zorluklar.

Doğan, K., Arslantekin, S. 2016. Büyük Veri: Önemi, Yapısı Ve Günümüzdeki Durum. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 56(1):, 15–36.

Fayyad, U., Irani, K. 1992. On the Handling of Continuous-Valued Attributes in Decision Tree Generation. Machine Learning, 8, 87–102.

Genç, S., Soysal, İ. 2018. Parametrik ve Parametrik Olmayan Çoklu Karşılaştırma Testleri. Mehmet İhsan SOYSAL 18 Black Sea Journal of Engineering and Science Open Access Journal: 18–27.

Koçak, A. 2015. İmalat Süreçlerinde Kullanılan Performans Ölçütleri Üzerine Bir Literatür Araştırması Tezi, Ege Üniversitesi

Keller G.,- Warrack B., (2003). “Statistics For Management And Economics”, Brooks/Cole-Thomson Learning, USA.

Kartal, M. (2006). Bilimsel Araştırmalarda Hipotez Testleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Kormaz, D., Çelik, H., Kapar, M. 2018. Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları ile Rastgele Orman Algoritması Kullanarak Botnet Tespiti: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Örneği. Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences, 297–307.

Lambert, D. 1992. Zero-Inflated Poisson Regression, With An Application to Defects in Manufacturing. . <https://doi.org/10.1080/00401706.1992.10485228>

Loeys, T., Moerkerke, B., de Smet, O., Buysse, A. 2012. The analysis of zero-inflated count data: Beyond zero-inflated Poisson regression. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 65(1):, 163–180.

Özdamar, K. 2003. “Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri”, Eskişehir: Kaan Kitabevi

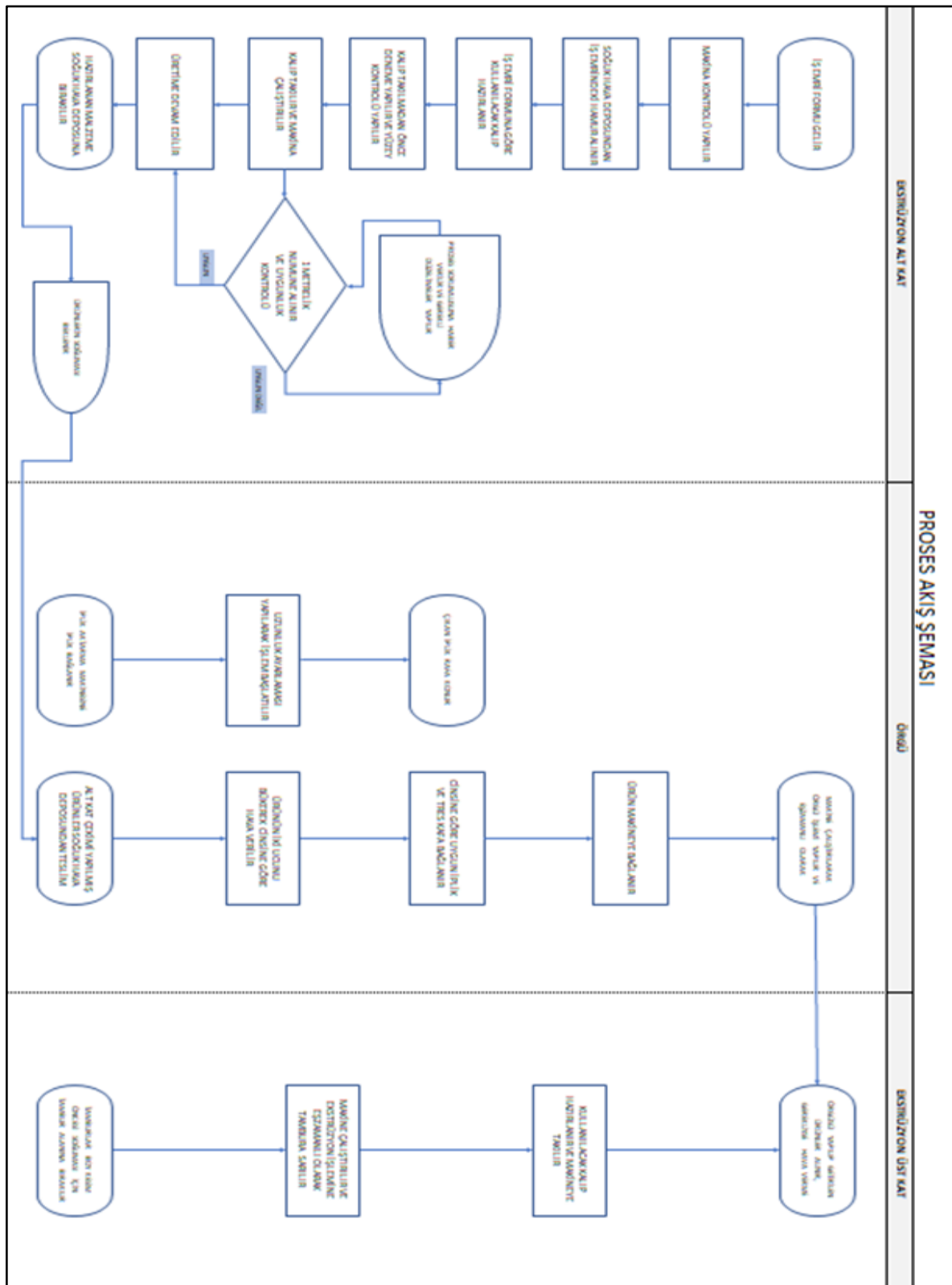
Özdemir, A. İ., İlkay, M. S. 2019. E-İş Sistemlerini Değerlendirmede Kullanılabilecek Performans Ölçütleri Tezi, Erciyes Üniversitesi

Robu, R., Hora, C. C. 2012. Medical data mining with extended WEKA, Paper presented at the IEEE 16th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES), Lisbon, Portugal.

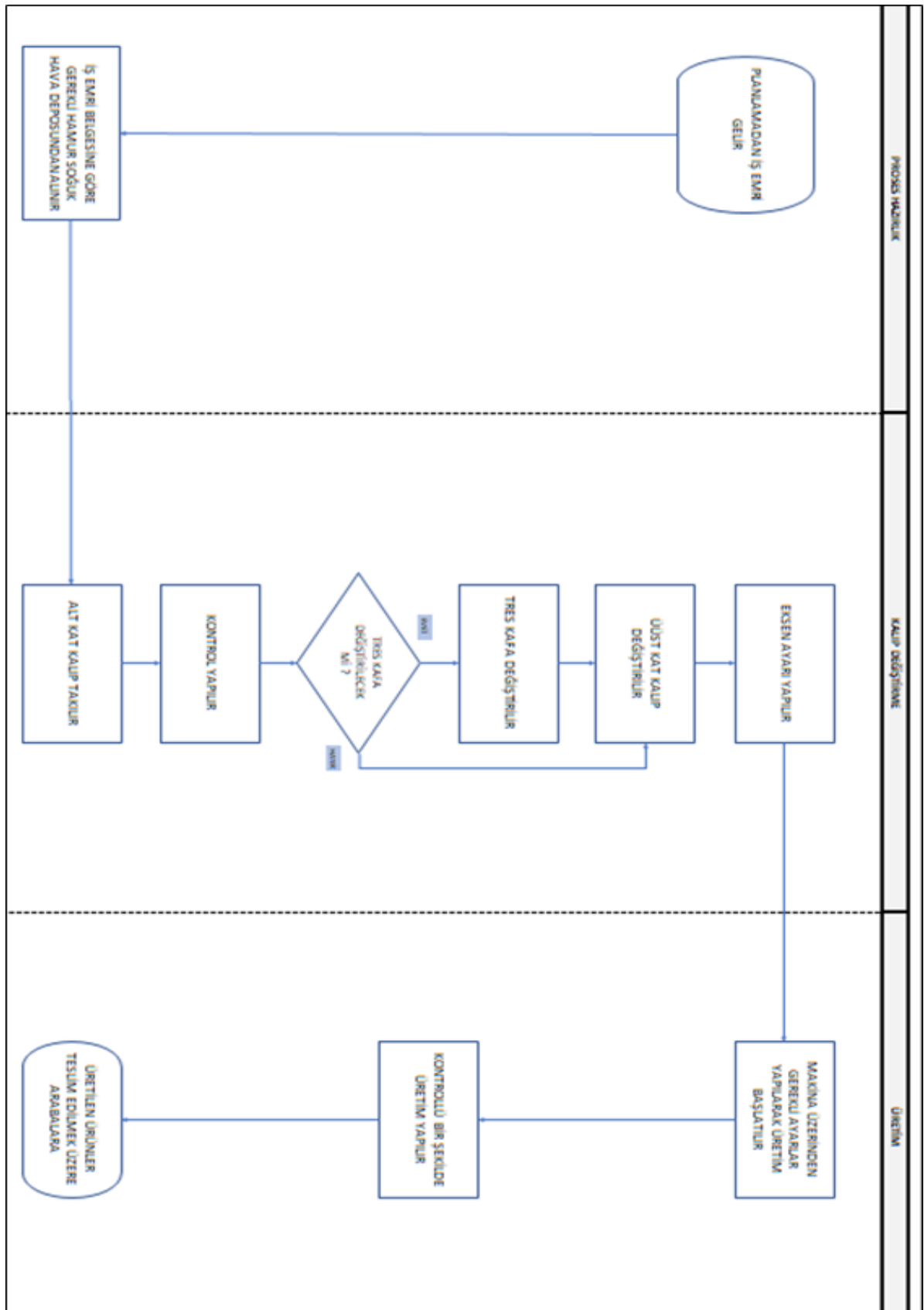
Rother, M., Shook, J., Womack, J., Jones, D. 1999. Learning To See Value Stream Mapping To Create Value And Eliminate Muda, The Lean Enterprise Institute, U.S.A.

Zupan, B., Demsar, J. 2008. Open-source tools for data mining, Clinics in Laboratory Medicine, 28(1), 37-54.

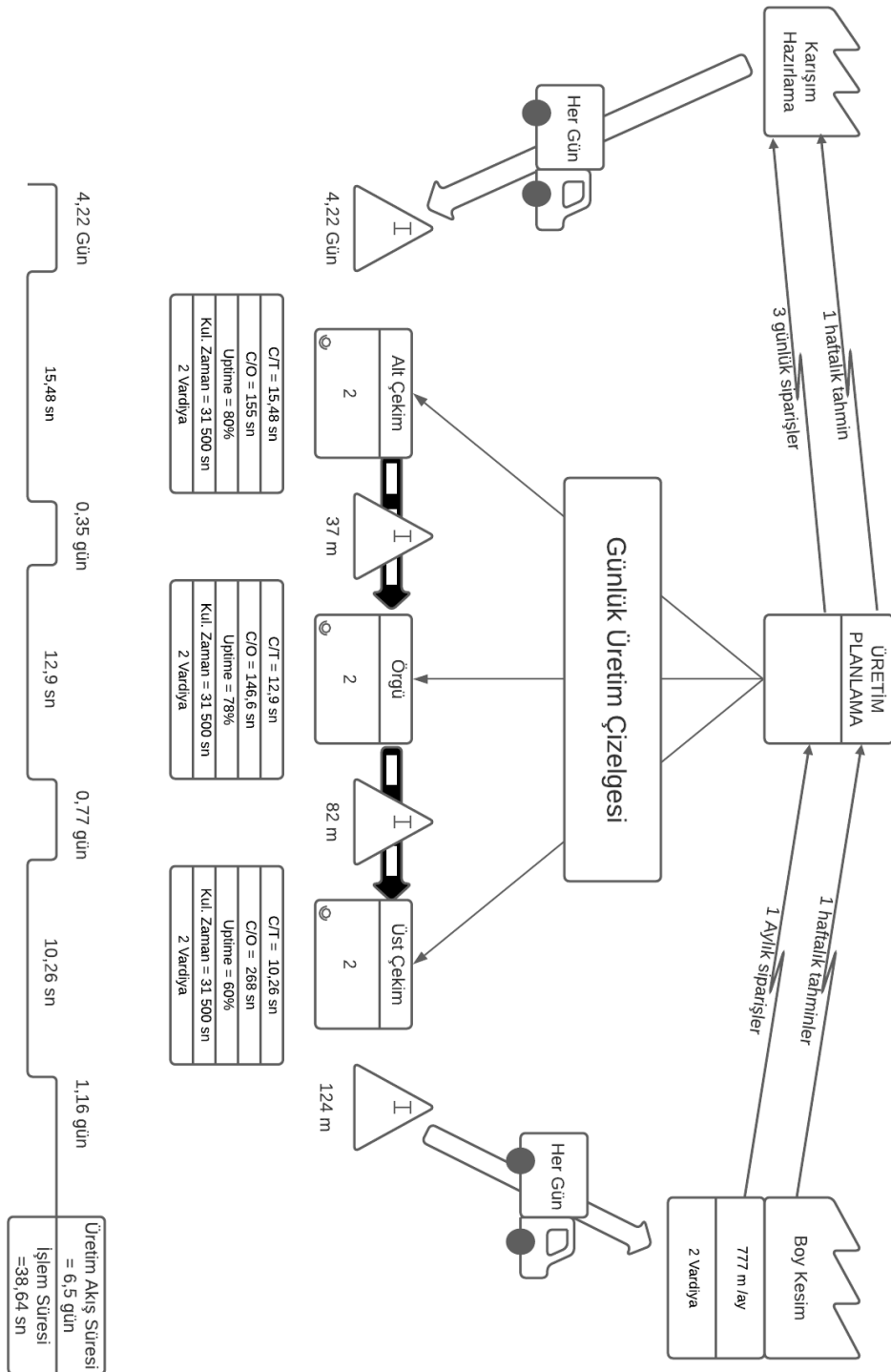
EK-1: Ekstrüzyon Süreç Akış Diyagramı



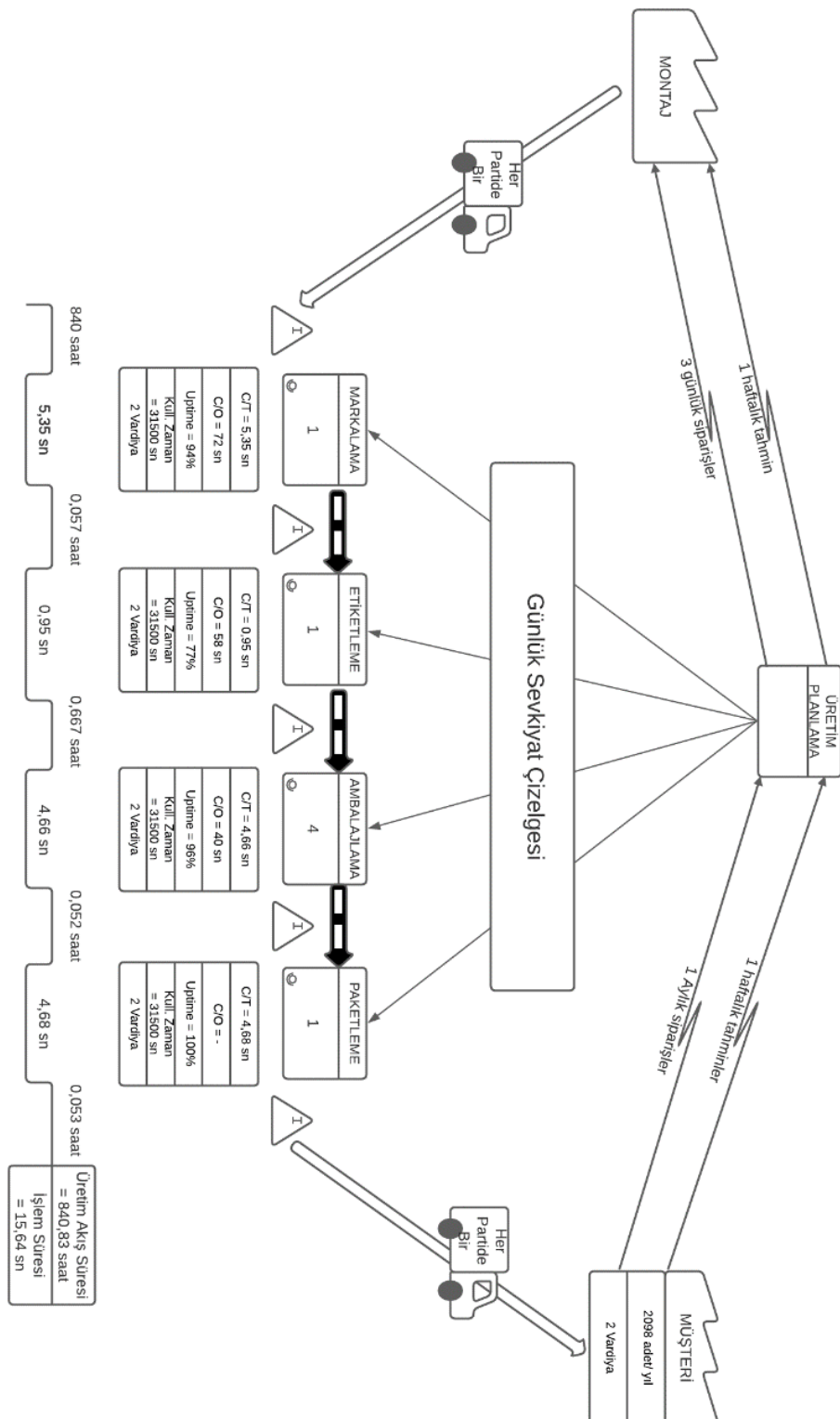
EK-2:Novoma Süreç Akış Diyagramı



EK-3: Ekstrüzyon değeri akış haritası



EK-4: Sevkiyat değer akış haritası



EK-5: Ekstrüzyon bölümünün birim üretim süreleri

	Alt Çekim			
Kod	Metre	Üretim Süresi (sn)	Hazırlık ve Kalıp Takma Süresi (sn)	Birim Metre Üretim Süresi (s)
40-45	434,00	6.716,39		15,48
B-41	137,00	3.387,30	380,03	27,50
O-12	25,00	253,68	261,05	20,59
O-17	95,00	686,55	467,31	12,15
O-35	35,00	578,52	288,93	24,78
O-39	103,00	1.170,72	126,13	12,59
O-45	114,00	2.293,77	219,34	22,04
Pimli 6	130,00	1.444,54	573,92	15,53
O-25 (50115509)	157,00	1.934,38		12,32
O-32 50121276	12,00	206,56	155,19	30,15
O-35 50121551	155,00	2.554,93	110,25	17,19
O-38 50119663	162,00	2.270,66	301,20	15,88

	Örgü			
Kod	Metre	Üretim Süresi (sn)	Bekleme ve Hazırlık Süresi (sn)	Birim Metre Üretim Süresi (s)
40-45	399,00	5.146,90	701,16	14,66
B-41	124,00	1.434,46	595,55	16,37
O-12	25,00	186,30		7,45
O-17	95,00	782,86		8,24
O-35	148,00	1.841,80	309,03	14,53
O-39	73,00	914,10		12,52
O-45	77,00	915,67	1.033,36	25,31
35-38	35,00	704,91	218,56	26,38
O-25	157,00	1.751,06		11,15
O-38	45,00	506,26		11,25
O-54	40,00	409,70	179,53	14,73
O-55	40,00	457,22	183,25	16,01

	Üst Çekim			
Kod	Metre	Üretim Süresi (sn)	Hazırlık, Bekleme ve Kalıp Takma Süresi (sn)	Birim Metre Üretim Süresi (s)
40-45	354,00	3.633,69	96,91	10,54
B-41	131,00	1.618,42	89,04	13,03
O-45	117,00	1.224,80	932,65	18,44
35-38	481,00	4.540,05		9,44
13-17 (50227275)	190,00	686,79		3,61
25-28 50111739	210,00	851,14	343,00	5,69
O-12 501A4812	50,00	188,84		3,78
Pim-6 501A4846	190,00	567,88		2,99
PİM-8 50123491	213,00	631,30	810,74	6,77

EK-6: İşçilik süreleri

Bölüm	Proses	Kişi Sayısı	Vardiya	Toplam İşgücü Süresi
Ekstrüzyon	Alt Çekim	2	1	1050
Ekstrüzyon	Örgü	2	1	1050
Ekstrüzyon	Üst Çekim	2	1	1050
Sevkiyat	Markalama	1	1	525
Sevkiyat	Etiketleme	1	1	525
Sevkiyat	Ambalajlama	4	1	2100
Sevkiyat	Paketleme	1	1	525
Sevkiyat	Nadir	2	1	1050
Sevkiyat	Benzin	2	1	1050

	1. Vardiya	2. Vardiya
Yemek Molası	45	30
Kısa Molalar	15	15
Vardiya Süresi	600	600

EK 7: Test 1 İçin SPSS Sonucu

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Bölüm* Hurda	6918	100,0%	0	0,0%	6918	100,0%

Bölüm * Hurda Crosstabulation

			Hurda		Total
			Var	Yok	
Bölüm	Ekstrüzyon	Count	18	4098	4116
		Expected Count	12,5	4103,5	4116,0
		% within Bölüm	,4%	99,6%	100,0%
	Novoma	Count	3	2799	2802
		Expected Count	8,5	2793,5	2802,0
		% within Bölüm	,1%	99,9%	100,0%
	Total	Count	21	6897	6918
		Expected Count	21,0	6897,0	6918,0
		% within Bölüm	,3%	99,7%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2- sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,008 ^a	1	,014		
Continuity Correction ^b	4,966	1	,026		
Likelihood Ratio	6,909	1	,009		
Fisher's Exact Test				,014	,010
N of Valid Cases	6918				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,51.

b. Computed only for a 2x2 table

EK 8: Test 2 İçin SPSS Sonucu

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Karışım * Hurda	11077	100,0%	0	0,0%	11077	100,0%

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	80,286 ^a	16	,000
Likelihood Ratio	62,202	16	,000
N of Valid Cases	11077		

a. 22 cells (64,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,01.

Karışım * Hurda Crosstabulation					
Karışım			Hurda		Total
			Var	Yok	
0	Count		0	1	1
	Expected Count		,0	1,0	1,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
AE27301	Count		0	421	421
	Expected Count		3,1	417,9	421,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
CR37005	Count		0	1	1
	Expected Count		,0	1,0	1,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
EP25501	Count		1	12	13
	Expected Count		,1	12,9	13,0
	% within Karışım		7,7%	92,3%	100,0%
EP27301	Count		33	7741	7774
	Expected Count		57,5	7716,5	7774,0
	% within Karışım		,4%	99,6%	100,0%
EP27801	Count		0	11	11
	Expected Count		,1	10,9	11,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
EP36001	Count		0	6	6
	Expected Count		,0	6,0	6,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
EP36701	Count		0	34	34
	Expected Count		,3	33,7	34,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
EP47301	Count		0	1	1
	Expected Count		,0	1,0	1,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
NB27301	Count		46	2129	2175
	Expected Count		16,1	2158,9	2175,0
	% within Karışım		2,1%	97,9%	100,0%
NB27501	Count		0	4	4
	Expected Count		,0	4,0	4,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
NB28001	Count		2	563	565
	Expected Count		4,2	560,8	565,0
	% within Karışım		,4%	99,6%	100,0%
NB46001	Count		0	4	4
	Expected Count		,0	4,0	4,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
NB48001	Count		0	36	36
	Expected Count		,3	35,7	36,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
NB57302	Count		0	28	28
	Expected Count		,2	27,8	28,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
NB57502	Count		0	2	2
	Expected Count		,0	2,0	2,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
PVC29001	Count		0	1	1
	Expected Count		,0	1,0	1,0
	% within Karışım		0,0%	100,0%	100,0%
Total			82	10995	11077
			Expected Count	82,0	10995,0
			% within Karışım	,7%	99,3%

EK 9: Test 3 İçin SPSS Sonucu

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Gün * Hurda	165036	100,0%	0	0,0%	165036	100,0%

Gün * Hurda Crosstabulation					
			Hurda		Total
			Var	Yok	
Gün	Cuma	Count	1989	27157	29146
		Expected Count	1765,7	27380,3	29146,0
		% within Gün	6,8%	93,2%	100,0%
	Cumartesi	Count	419	13347	13766
		Expected Count	834,0	12932,0	13766,0
		% within Gün	3,0%	97,0%	100,0%
	Çarşamba	Count	1903	29526	31429
		Expected Count	1904,0	29525,0	31429,0
		% within Gün	6,1%	93,9%	100,0%
	Pazar	Count	0	679	679
		Expected Count	41,1	637,9	679,0
		% within Gün	0,0%	100,0%	100,0%
	Pazartesi	Count	1457	26513	27970
		Expected Count	1694,4	26275,6	27970,0
		% within Gün	5,2%	94,8%	100,0%
	Perşembe	Count	2124	28372	30496
		Expected Count	1847,5	28648,5	30496,0
		% within Gün	7,0%	93,0%	100,0%
	Salı	Count	2106	29444	31550
		Expected Count	1911,3	29638,7	31550,0
		% within Gün	6,7%	93,3%	100,0%
	Total	Count	9998	155038	165036
		Expected Count	9998,0	155038,0	165036,0
		% within Gün	6,1%	93,9%	100,0%

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	394,225 ^a	6	,000
Likelihood Ratio	479,798	6	,000
N of Valid Cases	165036		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 41,13.

EK 10: Test 4 İçin SPSS Sonucu

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ürün Grubu * Hurda	108545	100,0%	0	0,0%	108545	100,0%

Ürün Grubu * Hurda Crosstabulation					
			Hurda		Total
			Var	Yok	
Ürün Grubu	Basiç Grubu	Count	218	1497	1715
		Expected Count	152,6	1562,4	1715,0
		% within Ürün Grubu	12,7%	87,3%	100,0%
	Hava Grubu	Count	239	3025	3264
		Expected Count	290,4	2973,6	3264,0
		% within Ürün Grubu	7,3%	92,7%	100,0%
	Isı Grubu	Count	1051	17865	18916
		Expected Count	1682,7	17233,3	18916,0
		% within Ürün Grubu	5,6%	94,4%	100,0%
	Motor Grubu	Count	23	368	391
		Expected Count	34,8	356,2	391,0
		% within Ürün Grubu	5,9%	94,1%	100,0%
	Su Grubu	Count	3886	51720	55606
		Expected Count	4946,6	50659,4	55606,0
		% within Ürün Grubu	7,0%	93,0%	100,0%
	Turbo Grubu	Count	3861	20569	24430
		Expected Count	2173,3	22256,7	24430,0
		% within Ürün Grubu	15,8%	84,2%	100,0%
	Yağ Grubu	Count	279	2720	2999
		Expected Count	266,8	2732,2	2999,0
		% within Ürün Grubu	9,3%	90,7%	100,0%
	Yakıt Grubu	Count	99	1125	1224
		Expected Count	108,9	1115,1	1224,0
		% within Ürün Grubu	8,1%	91,9%	100,0%
	Total	Count	9656	98889	108545
		Expected Count	9656,0	98889,0	108545,0
		% within Ürün Grubu	8,9%	91,1%	100,0%

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1995,385 ^a	7	0,000
Likelihood Ratio	1803,020	7	0,000
N of Valid Cases	108545		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than

EK 11: Test 5 İçin Spss Sonucu

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ürün Grubu * Uygunsuzluk	9656	100,0%	0	0,0%	9656	100,0%

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2- sided)
Pearson Chi-Square	2762,333 ^a	357	0,000
Likelihood Ratio	2259,368	357	,000
N of Valid Cases	9656		

a. 299 cells (71,9%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,00.

70