



# K-Ortalamlar Kümeleme Algoritmasının Bir Seri Üretim Hattındaki Ağırlık Ölçüm Sistemine Uygulanması

Duran Arif Göçer<sup>1\*</sup>, Mete Kalyoncu<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Yıldız Pul Otomotiv Motor Parçaları Sanay A.Ş., Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0002-2215-1542), duranarifgocer@yildizpul.com.tr

<sup>2</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bil. Fak., Makina Müh. Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0002-2214-7631), mkalyoncu@ktun.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 21 Eylül 2023 ve Kabul Tarihi 24 Nisan 2024)

(DOI: 10.5281/zenodo.14179944)

**ATIF/REFERENCE:** Göçer, D. A., & Kalyoncu M. (2024). K-Ortalamlar Kümeleme Algoritmasının Bir Seri Üretim Hattındaki Ağırlık Ölçüm Sistemine Uygulanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (54), 92-100.

## Öz

Bu çalışmada; ağır vasıta hava kompresörlerinin montaj sonrası ağırlıklarını kontrol etmek ve ağırlık verilerini kayıt altına almak amacıyla ağırlık ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Özellikle hava kompresörleri ağır vasıtalarda basınçlı hava üretmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Fren sistemleri başta olmak üzere araç üzerinde elektronik ve mekanik birçok ürün basınçlı hava ile çalışmaktadır. Seri üretim hattı kompresör ağırlık ölçüm sisteminde verileri ve süreci kontrol altında tutmak için arayüz tasarlanarak program geliştirilmiştir. Veri izlenebilirliğini yönetmek için C# programlama dili ve SQL veritabanı kullanılmıştır. Ağırlık kayıt sisteminin temelini üretim iş emir formları oluşturmaktadır. Üretim planına göre hazırlanan iş emir numaraları benzersiz olup iş emirlerinin tamamlanması ile aynı barkod numarasında iş emri tekrar oluşturulmamaktadır. Veriler SQL veritabanında kayıt altına alınarak her bir kompresöre ait olan ağırlık verisi iş emri barkod numarası ve kompresör kodu ile eşleştirilmiştir. Her bir kompresörün ağırlık aralıkları öğrenme modu kullanılarak ilk 100 adet kompresör ile belirlenmiştir. Ağırlıkların otomatik karşılaştırılması K-Ortalamlar Kümeleme algoritmasında hesaplanarak kompresöre ait referans aralık sınırları kontrol edilerek onay-red aşaması tamamlanmıştır. Sistemde öğrenme modunun kullanılması kompresör ağırlığı için optimum minimum-maksimum ağırlıklarının belirlenmesinde avantaj sağlamıştır. Ağırlık ölçüm aşamasından önce montajı tamamlanan kompresörlere performans testleri uygulanmaktadır. Performans testlerine ek olarak ürün ağırlık ölçümlerinin gerçekleştirilmesi olası hataların önüne geçerek üretimde verimlilik ve kaliteyi artırmıştır. Verilerin izlenebilirlik amacı veri kümesi oluşturulması ile oluşabilecek hataları teşhis etmektir. Hataların çözülmesi, yüksek kalite ve verimlilikte ürün üretiminin ana faktörlerinden birini oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Vasıta Hava Kompresörü, Ağırlık Ölçüm Sistemi, K-Ortalamlar Kümeleme Algoritması, Performans, Veri İşleme, Veri izlenebilirliği.

## Application Of K-Means Clustering Algorithm To Weight Measurement System In A Series Production Line

### Abstract

In this study; A weight measurement system has been developed in order to control the weights of heavy-duty air compressors after assembly and to record the weight data. In particular, air compressors are widely used to produce compressed air in heavy vehicles. Many electronic and mechanical products on the vehicle, especially the brake systems, work with compressed air.

The interface was designed and the program was developed to keep the data and process under control in the serial production line compressor weight measurement system. C# programming language and SQL database were used to manage data traceability. Production work order forms form the basis of the weight recording system. Work order numbers prepared according to the production plan are unique and once the work orders are completed, the work order is not created again with the same barcode number. The data was recorded in the SQL database and the weight data of each compressor was matched with the work order barcode number and compressor code. The weight ranges of each compressor were determined with the first 100 compressors using the learning mode. Automatic comparison of weights was calculated in the k-means clustering algorithm and the approval-rejection stage was completed by checking the reference range limits of the compressor. Using the learning mode in the system provides optimum minimum-maximum

It provided an advantage in determining the weights. Performance tests are applied to the compressors whose assembly is completed before the weight measurement stage. In addition to performance tests, product weight measurements will prevent possible errors and increase efficiency and quality in production. The purpose of ensuring traceability of data is to diagnose errors that may occur with the creation of a dataset. Resolving errors is one of the main factors in producing products with high quality and efficiency.

**Keywords:** Heavy Duty Air Compressor, Weight Measuring System, K-Means Clustering Algorithm, Performance, Data Processing, Data traceability.

## 1. Giriş

Üretimde verimliliği artırmak ve kalite kontrolünü sağlamak için otomatik tartım sistemleri kullanılmaktadır. Üretimin her aşamasında tartım ve ölçüm ekipmanları kullanılmaktadır. Hammaddenin bir üretim tesisine ulaştığı andan bitmiş ürünlerin paketlenip sevk edildiği ana kadar hem kalite hem de güvenlik için doğru ağırlık okumaları zorunludur. Otomatik tartım sistemleri, üretim sırasında birçok işlem boyunca kullanılır. Otomatik tartım sistemlerinde, üretim sırasında birden fazla noktada ağırlık kontrolü sağlamak için tipik olarak işlemlerin bir veya daha fazla aşamasına terazi eklenir. Terazilerin üretim sürecine entegrasyonu, kullanıcıların belirli görevleri otomatikleştirmesine olanak tanır. Bir tartım sisteminin eklenmesi, kuruluşların üretkenliği en üst düzeye çıkarmasına, verimliliği artırmasına, güvenlik risklerini azaltmasına veya tutarlılığı sağlamasına yardımcı olabilir.

Kalite kontrol tüm endüstrilerde önemlidir, ancak otomotiv parçası üreticileri için fabrikadan çıkan her ürünün en yüksek kalitede olmasını sağlamak hayati önem taşır. Otomotiv endüstrisinde üretim ve güvenlik verimliliği konularının hata payı çok düşüktür. Kalite kontrol, aynı zamanda maliyeti düşürmeye de yardımcı olabilir. Yüksek kaliteli ürünlere yatırım yapmak, daha ucuz alternatif çözümler için daha pahalıya mal olabilir. Hem sürücüler hem de üreticiler için maliyetli, tehlikeli olabilecek geri dönüşler ve kaza tazminatları gelecekteki olası maliyetleri daha yüksek hale getirebilir. Hedefli ve özel bağımsız kalite kontrol denetimleri, tüm otomotiv bileşenlerinin temel endüstri standartlarını karşılamasını sağlayarak, ürün üreticilere ve kullanıcılara pazarlanmadan önce sorunları tespit edip giderebilir. Otomotiv endüstrisinde kalite kontrol, hem pazara yeni bir model getirmek hem de tüm üretim döngüsü boyunca üretilen her aracın ve yedek parçaların mümkün olan en yüksek standartta olmasını sağlamak üretkenliği en üst düzeye çıkaran süreçtir. Bir kuruluşun, günümüzün son derece rekabetçi imalat ortamında rakiplerinden ayrı durabilmesi için yüksek kaliteli ürünler üretmesi gerekir [7].

Üretimin her aşaması tartım ve ölçüme dayanır. Otomatik tartım sistemleri, çalışanları daha yetenekli operasyonlar için serbest bırakarak daha hızlı paketlemeyi kolaylaştırmaya yardımcı olur. Yük ölçümü, birçok proses endüstrisinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu nedenle, bu ölçüm amacı için yetkin bir sisteme sahip olmak esastır [5]. Endüstriyel ortam, elektronik ölçüm ve kontrol sistemleri için yeni uygulama alanları açmıştır. Birçok sorunu çözmek için standart elektronik teknikler kullanılabilir [6]. Bu çalışma, (PC) tabanlı, endüstriyel yük ölçüm sisteminin yazılım ve donanımı ile ilgilidir. Ağırlık ölçüm sisteminde kullanılan ana sensör, ticari olarak temin edilebilen bir yük hücresi (loadcell), özel yapım sinyal koşullandırma donanımı ve bir veri toplama sistemidir. Bu sistemin belirgin avantajı, makina öğrenmesi yöntemi kullanılarak öğrenme modunda kompresör ağırlık ayar verilerini otomatik olarak güncelleyip onay ve red ayar aralıklarını belirlemesidir. Her bir kompresöre ait ağırlık verileri SQL veritabanında ve tartım anındaki ürün görüntüsü ise ortak bir ağda depolanmaktadır. Ağırlık ölçüm sisteminde yönetici ve personel arayüzü olarak iki farklı program çalışmaktadır. Tartım işlemlerinin tamamı personel arayüzünde gerçekleştirilmektedir. Algoritma iş planı üzerinden iş emri kayıt bilgilerini (iş emri numarası, kompresör kodu, firma, toplam adet, iş emri tarihi, OEM kodu) SQL tablosundan sürekli olarak kontrol etmektedir. İş emri formunda bulunan kod, barkod okuyucu kullanılarak personel programı arayüzünden okutulması gerekmektedir (Şekil 4.). Okutulan barkod alanı, SQL tablosundaki iş emri ile eşleşerek ağırlık ölçümü aşaması başlar. Öğrenme modu için 100 adet aynı kompresöre ait ağırlık bilgisi K-Ortalamalar Kümeleme algoritması kullanılarak minimum, maksimum ve ortalama optimum ayar referans değerleri olarak algoritmada güncellenir. Öğrenme modunun tamamlanması ile kompresörde ağırlık faktörünü değiştirecek herhangi bir revize durumuna kadar K-Ortalamalar Kümeleme algoritması ile bulunan optimum ağırlık değerleri karşılaştırma referansı olarak kabul edilir. Revize olması halinde ise öğrenme modu tekrar aktif edilerek K-Ortalamalar Kümeleme algoritması yeni değerler üzerinden ağırlık verilerine ait optimum değeri hesaplar. Algoritmanın bu kapsamda çalışması durumunda personel kaynaklı hataların önüne geçilerek doğru ürün üretimi ve kontrolü sağlanmıştır. Referans ayar değerleri dışında kalan kompresörlerin incelenmesi sonucu hatalara sebep olan faktörler belirlenmiştir. Red olan kompresör ağırlık verileri arıza teşhisi için kullanılacaktır.

### 1.1. Literatür Araştırması

Bu makalede Deep ve arkadaşları, doğruluğu ve ölçüm aralığını iyileştirmek için farklı makine öğrenimi algoritmaları kullanmışlardır. Algoritma performanslarının ayrıntılı analizi sonucunda FBG tabanlı yük hücresi içeren optik ağırlık ölçüm sistemi önerilmiştir. Burada, yük hücresinde üretilen gerilmenin neden olduğu Bragg dalga boyundaki kayma, dalga boyu kodlu FBG verilerini veren bir optik sorgulayıcı kullanılarak elde edilmiştir. Veriler, Doğrusal Regresyon (LR), Destek Vektör Makineleri (SVM'ler), Sinir Ağları (NN) ve Gauss Süreci Regresyonu (GPR) yöntemleriyle en uygun şekilde seçilir. Yük hücresindeki (Bragg dalga boyu) ve uygulanan ağırlıktaki değişiklikler arasında bulunan eşleşmeyi doğrudan öğrenmek için kullanılır. Deneysel analiz, GPR algoritmasının diğer tüm standart yaklaşımlardan daha doğru ağırlık ölçümü sağladığını göstermiştir [1].

Anton ve arkadaşları çalışmalarında, PC tabanlı tartı sistemini üretim sürecinde ürünün ağırlığını kontrol etmek için kullanmışlardır. Sistem doğrudan ölçüm cihazına bağlanacak ve sonucu otomatik olarak gösterecektir. Yük hücresi bir ölçüm sensörü olarak uygulanmıştır. Arayüz, kullanıcıların sistemle etkileşime girmesini sağlamıştır. Sinyal koşullandırma ve veri toplama donanımı ile birlikte bir yazılım kullanıcı arayüzü imal edilmiştir. Sistem, çeşitli yük ölçümleri elde etmek için başarıyla test edilmiştir. Ayrıca

sistemin iyileştirilmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur. Sistem kolayca özelleştirilebilir olduğundan, yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş bir endüstride entegrasyonu her zaman mümkündür. Bu nedenle, bu sistemin birçok endüstride kullanılması için büyük bir potansiyeli vardır [4].

Kriangkrai ve arkadaşları, bantlı konveyör sistemi hareket ederken ağırlık kontrolü ile paket doğrulaması sunmuşlardır. Konveyör sistemleri, ambalaj kutularının taşınmasını içeren kullanışlı uygulamalardır. Malzemeleri veya paketleri bir yerden başka bir yere aktarmak için kullanılır. Birçok sektör, içinde ürün olmayan bazı paketler nedeniyle paket bölümünü kontrol etmekte sorun yaşamaktadır. Paketlerin içindeki bir ürünü doğrulamak için ağırlık denetleyicisi veya yakınlık sensörü kullanılmıştır. Bantlı konveyör üzerindeki ambalaj kutusu için izleme yöntemi, otomasyon konsepti ve uyarlanabilir kompansatörlü DC motor hız kontrolü ile tasarlanmıştır. Bir ürünün ambalaj içindeki ağırlığı yük torku değişkenine etki etmektedir. Bu değişken, gözlemci ve uyarlanabilir tork kompansatörü kullanılarak tahmin edilmiştir [2].

Sunethra çalışmasında, durum tahmin teorisine dayanan bir ağırlık belirleme yöntemi önermiştir. Dinamik tartım, çok çeşitli endüstrilerde temel bir gereklilik haline gelmiştir. Dinamik tartımlarda, ürünlerin hareket halindeyken ağırlıklarının belirlenmesinde loadcell tabanlı tartım mekanizmaları kullanılmaktadır. Tartım sisteminin basitleştirilmiş bir zaman alanı tepkisi, bir çıktı hatası olarak modellenmiştir ve 1-B Kalman filtresi, ürünün ağırlığını belirlemek için iki aşamada kullanılmıştır. Kalibrasyon aşamasında ağırlığın hız değişikliğine bağlılığı dikkate alınmıştır. Yöntemin geçerliliği, Auckland, Yeni Zelanda'daki Compac sıralama ekipmanı tarafından sağlanan veriler kullanılarak test edilmiştir [3].

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında kullanılan K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması veri madenciliği yöntemlerinden birini ifade etmektedir. Veri madenciliği, mevcut verilerden, çeşitli yöntemlerin kullanılması sonucunda yeni bilgilerin elde edilme işlemidir [8,10]. Özellikle verinin büyük olduğu, ilişki ve istatistiksel bağlantıların kolay ortaya çıkmadığı ya da optimum parametre tahminleri için mevcut verilerin kullanıldığı durumlarda işlem yapmaktadır. Ayrıca veri madenciliği, veri tabanı sistemleri içerisinde gizli kalmış bilgilerin çekilmesini sağlayan veri analizi tekniğidir [9,10]. Ölçüm sisteminde kullanılan birçok parametre vardır. Bunlar; ürün ağırlığı, personel, ölçüm zamanı, ölçüm görüntüsü olarak sıralanabilir. Ürün ağırlık parametresi sonucu etkileyen en kritik parametredir. Diğer parametreler hata çözümlerinde ikincil seviyede kullanılacaktır. Yük sensörleri mekanik stresi elektrik enerjisine dönüştürdükten sonra, yük bilgisi bir kayıt cihazına veya başka bir bilgisayarlı veri toplama sistemine sinyal olarak gönderilir. Yük sensörleri, bilgilerin kaydedilmesi ve aktarılması için analog veya dijital teknolojiyi kullanır. Ortak analog çıkışlar analog akım, analog voltaj ve analog frekanstır. Bunların tümü uygulanabilir veriler olarak bir ekrana çevrilir. Yük sensörleri ve göstergeler imalat, işleme ve test endüstrilerinde kullanılır. Şekil 1. de Ağırlık ölçüm platformunda kullanılan yük hücresine ait görüntüyü ifade etmektedir. İndikatör loadcellden yani yük hücresinden gelen elektrik sinyallerini anlamlı görünüme dönüştüren bir cihazdır. Ağırlık ölçümü için loadcell ve indikatör kullanılmıştır.



Şekil 1. Yük Hücresi (Figure 1. Loadcell)

Tablo 1. de loadcell'e, tablo 2. de ise indikatöre ait teknik veriler verilmiştir. Loadcell üzerindeki elektrik sinyali TCP/IP haberleşme protokolü kullanılarak anlamlı ağırlık verisine dönüştürülmüştür. Haberleşme portları indikatör üzerinde yer almaktadır. Kalibrasyon aşaması tamamlanan loadcell ağırlık bilgileri indikatörde görüntülenmektedir.

Tablo 1. Yük Hücresi Teknik Verileri (Table 1. Load Cell Technical Data)

TEKNİK ÖZELLİKLER		EXC + (Kırmızı, Red), EXC - (Siyah, Black) SIG - (Beyaz, White), SIG + (Yeşil, Green)	
<b>Kapasite</b>	100 KG	<b>Sıcaklık (Kompanse)</b>	-10°C ~ +40°C
<b>Hassasiyet</b>	2.0 ± 0.002 mV/V	<b>Çalışma Sıcaklığı</b>	-30°C ~ +70°C
<b>Doğruluk Sınıfı</b>	C2 ~ C5	<b>Maks. Güvenli Yükleme</b>	150 %F.S.
<b>Sıfır Dengesi</b>	± 1%F.S.	<b>Doğru Tartım Limiti</b>	180 %F.S.
<b>Giriş Direnci</b>	400 ± 20 Ω	<b>Tavsiye Edilen Gerilim</b>	10 ~ 12 VDC
<b>Çıkış Direnci</b>	352 ± 3 Ω	<b>Maksimum Gerilim</b>	15 VDC
<b>İzolasyon Direnci</b>	≥ 5000 MΩ	<b>Koruma Sınıfı</b>	IP67

Tablo 2. İndikatör Teknik Verileri (Table 2. Indicator Technical Data)

Teknik Özellikler	
<b>A/D Çevirici tipi:</b>	24 bit Delta-Sigma analog ve dijital filtre

<b>Çevirme hızı:</b>	Maks. 1600 çevrim/sn
<b>Giriş hassasiyeti:</b>	0.4 $\mu$ V/d (Onaylı); 0.1 $\mu$ V/d ( Onaysız )
<b>Analog giriş aralığı:</b>	0 mV ile +18 mV (unipolar) ; - 18 mV ile +18 mV ( bipolar )
<b>İç çözünürlük:</b>	Maksimum 16 000 000 count
<b>Besleme:</b>	5 VDC maks. 125 mA
<b>Yük hücresi adedi:</b>	8 adet 350 $\Omega$ (ya da 18 adet 1100 $\Omega$ ) paralel
<b>RS-232:</b>	1200 'den 115200 'e kadar baudrate, 8N1 / 7O1 / 7E1 / 8O1 / 8E1
<b>Cevap hızı:</b>	4 ms'nin altında (okuma / yazma komutlarından sonra...)
<b>Güç tüketimi</b>	12 - 28 VDC arasında, maks. 300 mA
<b>Çalışma sıcaklığı:</b>	-15 °C den +55 °C'ye kadar ; 85% RH maks, yoğunlaşmamış
<b>Koruma</b>	On panel IP65

## 2.1.K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması

Makale kapsamında kullanılan K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması veri madenciliği yöntemlerinden birini ifade etmektedir. Veri madenciliği, veri kümelerinde, yeni bilgiler elde etmek için farklı yöntemler kullanır. Hesaplaması zor matematiksel bağlantılarda ya da optimum parametre tahminlerinde mevcut verileri kullanarak işlem yapmaktadır. Ayrıca veri madenciliği, veri tabanı sistemleri içerisinde gizli kalmış bilgilerin çekilmesini sağlayan veri analizi tekniğidir. Çalışma kapsamında kullanılan yöntem, K-Ortalamalar Kümeleme Algoritmasıdır. K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması temelde bir kümeleme algoritmasıdır. Yine çalışma kapsamında mevcut veri kümesini gruplandırma ve bu gruplarla optimum minimum-maksimum parametre ayar değerlerini bulmak için kullanılmıştır. Veri setindeki bilgileri yakınlık kriterlerine göre gruplandırma işlemine kümeleme analizi denir. Oluşturulan gruplara "küme" adı verilir. Kümeleme işleminde küme içindeki elemanların benzerliği fazla, kümeler arası benzerliğin ise az olması gerekmektedir [12].

Küme sayısı k ile gösterilir. Küme sayısı her bir verinin birbirlerine olan yakınlık durumuna göre ortaya çıkar. Kümeleme işlemi verilerin en yakın veya benzer oldukları küme merkezlerine yerleştirilmesi ile gerçekleştirilir. Küme merkezleri K adet olarak rastgele belirlenir veya merkez ilk k elemanı olabilir. Verilerin merkez noktalarına mesafeleri hesaplanarak yakın olduğu merkezlere göre kümeleme işlemi gerçekleştirilir. Uygunluk hesaplaması için genelde, Öklid uzaklığı kullanılmakla beraber, farklı yaklaşımlar da kullanılabilir [11]. Yeni küme merkezleri oluşan kümelerin ortalamaları sonucunda belirlenir. Verilerin tamamı bir kümeye dahil olana kadar bu işlemler tekrarlanır.

## 2.2. Program Arayüzü

Üretim planı günlük, haftalık ve aylık olarak Netsis üzerinden oluşturulmaktadır. Algoritma bilgileri (Şekil 2.) Netsis aracılığı ile güncellenerek iş planı listesinden otomatik olarak yönetici program arayüzüne aktarılmaktadır. Bu arayüze sadece yönetici personel erişmekte olup güncellemeler sadece yönetici personel üzerinden takip edilmektedir. İş emirlerinin otomatik olarak arayüze aktarılmasına ek olarak manuel iş emri kayıt sistemi de programa entegre edilmiştir. Ürün ve paket eşleşmesi 3 adımda doğrulanmaktadır. Bu adımlar; iş emri formu barkodu, kompresör ambalaj barkodu, kompresör paket barkodudur. Kompresör koruma barkodu Şekil 2. de verilen arayüzde oluşturulmaktadır. Seçili iş emrinde bulunan toplam ürün adedi kadar iş emri numaralı barkod oluşturulup yazdırılmaktadır. Bu barkod kompresör performans testinden geçtikten sonra ambalaj üzerine yerleştirilmektedir. İş emri formunda ise Şekil 1. de bulunan tablo bilgileri ve iş emri barkodu bulunmaktadır. Son olarak kontrolü sağlanan barkod ise paket etiketi üzerinde bulunmaktadır. Bu etiket, tartım sırasında kompresörün bulunacağı pakete yapıştırılmaktadır. 3 farklı şekilde doğrulama yapılmasının sebebi müşteriye seri üretim hızından veya personelden kaynaklanabilecek farklı ürün gönderilme probleminin önüne geçmektir.

İş Emri	Tarih	Stok Kodu	Adet	Tamamlanan	Firma	Çeşit	OEM Kodu
00000000431305	20 Ocak 2023 Cuma	1600130002	1		MAJORSELL LIMITED	natural	67A303
00000000431341	20 Ocak 2023 Cuma	1100040002	1		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431347	20 Ocak 2023 Cuma	1100040002	1		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431364	20 Ocak 2023 Cuma	1600130002	25		Ferdinand Blstein GmbH Co. KG	natural	106975
00000000431367	20 Ocak 2023 Cuma	1300310001	25		Ferdinand Blstein GmbH Co. KG	natural	107635
00000000431578	23 Ocak 2023 Pazartesi	1200090001	2		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431581	23 Ocak 2023 Pazartesi	2000050001	1		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431584	23 Ocak 2023 Pazartesi	1200090001	2		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431587	23 Ocak 2023 Pazartesi	2000050001	1		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431590	23 Ocak 2023 Pazartesi	1200090001	2		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431593	23 Ocak 2023 Pazartesi	2000050001	1		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431596	23 Ocak 2023 Pazartesi	1200090001	2		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431599	23 Ocak 2023 Pazartesi	2000050001	1		GENEL OTO T.Y.C.VE SAN.A.?	VADEN	(bög)
00000000431672	23 Ocak 2023 Pazartesi	1400090001	40		HAKKAT BAHAR	VADEN	(bög)
00000000431675	23 Ocak 2023 Pazartesi	1400090010	2		HAKKAT BAHAR	VADEN	(bög)
00000000431791	23 Ocak 2023 Pazartesi	1100250001	2		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431793	23 Ocak 2023 Pazartesi	1100040001	25		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431795	23 Ocak 2023 Pazartesi	1100210001	40		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431798	23 Ocak 2023 Pazartesi	1100250002	10		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431817	23 Ocak 2023 Pazartesi	1400010001	10		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431827	23 Ocak 2023 Pazartesi	1700030001	2		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431830	23 Ocak 2023 Pazartesi	2500000001	15		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431839	23 Ocak 2023 Pazartesi	2600130001	10		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431869	23 Ocak 2023 Pazartesi	7100851003	1		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431875	23 Ocak 2023 Pazartesi	1600000004	5		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000431899	24 Ocak 2023 Salı	1100030020	2		MORENO DIESEL SA DE C.V	VADEN	(bög)
00000000432093	24 Ocak 2023 Salı	4200215001	2		Autodistribution Cargo Peris AD Ukraine	PROFIT	4004-1200215001
00000000432177	24 Ocak 2023 Salı	1400040001	5		AIR FREN S.L.	AIRFREN	01.1200.140
00000000432180	24 Ocak 2023 Salı	7600950001	15		AIR FREN S.L.	AIRFREN	01.1200.570.1
00000000432199	24 Ocak 2023 Salı	1300190002	10		SHAMS ALDIN GENERAL TRADING CO.LL.C	MD GRM	2411381113
00000000432215	24 Ocak 2023 Salı	1300210001	5		SHAMS ALDIN GENERAL TRADING CO.LL.C	MD GRM	2411381112
00000000432246	24 Ocak 2023 Salı	1500075001	10		ETABUSSEMENT ZOUYOUUD	VADEN	(bög)
00000000432250	24 Ocak 2023 Salı	1100070001	6		ETABUSSEMENT ZOUYOUUD	VADEN	(bög)
00000000432283	24 Ocak 2023 Salı	1100020005	5		ETABUSSEMENT ZOUYOUUD	VADEN	(bög)

Adet: 25

106975  
00000000431364

106975  
00000000431364

106975  
00000000431364

Seçilen İş Emirleri 25 Adet Yazdır

İş Emri:

Tarih: 16 Mayıs 2023 Salı

Stok Kodu:

Adet: 0

Firma:

Çeşit:

OEM Kodu:

Şekil 2. Yönetici Programı İş Emir Takip, Kayıt ve Güncelleme Arayüzü

(Figure 2. Manager Program Work Order Tracking, Recording and Update Interface)

Şekil 3. de veritabanı kayıt stili verilmiştir. Arayüze yönetici harici erişim yasak olup şifre ile giriş sağlanmaktadır. Tartım verilerinin kontrol edilip incelenmesi ve üretim akışının sağlanması yönetici tarafından sağlanmaktadır.

İş Emri	Tarih	Stok Kodu	OEM Kodu	Barkod	Min	Değer	Max	OK
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.44:24	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,71	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.44:54	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,60	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.45:28	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,60	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.45:56	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,55	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.46:12	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,47	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.46:28	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,52	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.46:43	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,63	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.47:01	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,57	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.47:23	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,62	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.48:02	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,53	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.48:20	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,39	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.48:47	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,62	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.48:03	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,68	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.48:20	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,51	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.49:38	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,68	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 14.50:54	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,74	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.28:02	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,64	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.28:28	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,64	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.28:59	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,71	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.29:28	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,65	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.29:50	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,41	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.30:21	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,55	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.30:46	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,78	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.31:17	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,76	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.31:47	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,71	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.32:25	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,78	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.32:55	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,69	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.33:18	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,73	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.33:45	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,71	18,78	<input type="checkbox"/>
000000000434504	28 Şubat 2023 Sal: 15.34:09	1500160002	(Boş)	000000000434504	18,39	18,71	18,78	<input type="checkbox"/>

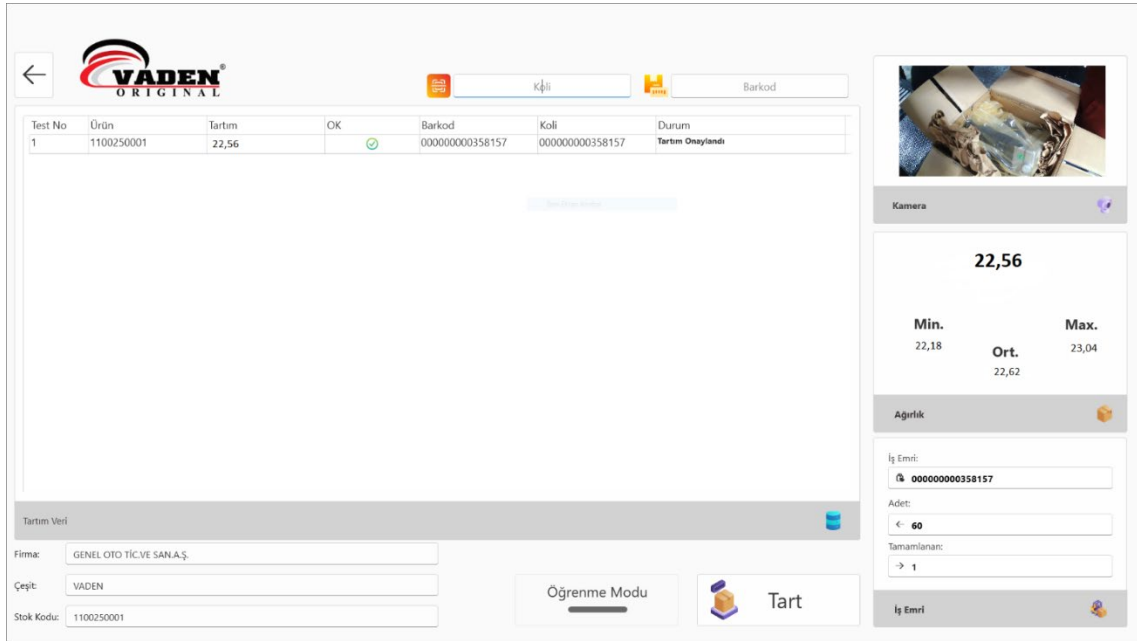
Şekil 3. Yönetici Programı Tartım Sonuçları Arayüzü  
(Figure 3. Administrator Program Weighing Results Interface)

Personel programı sadece ağırlık ölçüm platformunun bulunduğu alandaki PC de kullanılmaktadır. Programın çalışabilmesi için loadcell ile haberleşmenin (TCP/IP) sağlanması gerekir. Operatör arayüzünü ağırlık ölçümü yapacak personel kullanabilir. İş emir formunda bulunan barkodun Şekil 4. de belirtilen “Barkod Okutma Alanı’na” okutulması gerekmektedir.

İş Emri	Stok Kodu	Adet	Çeşit	Tamamlanan	Firma
000000000275762	1700050002	2	YADEN	0	Brake System srl
000000000295505	1700050002	2	YADEN	0	Brake System srl
000000000239718	1100255001	10	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000363314	1900020002	3	YADEN	0	GENEL OTO TV.C.VE SAN.A.?
000000000364832	1100250001	15	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000365980	1200030008	2	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000367892	1100045001	5	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000368012	1900020002	1	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000370620	7600661001	5	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000380267	1100255001	45	YADEN	0	EKYP OTOMASYON OTOM.YÇ VE Dİ? TYCLTD.7TY.
000000000380708	7600950001	38	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000380715	7600950001	200	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000384977	1300240002	1	naturel	2	ERB ITALY
000000000385101	1100045001	10	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000385106	1100250001	30	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000385116	1100420001	10	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000372068	1400050001	1	YADEN	0	TODOSCANIA REPUESTOS S.A.RUC.80047649-2
000000000389051	1100250002	7	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000401186	1200215001	2	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000407612	1600165002	1	naturel	0	MAJORSELL LIMITED
000000000414492	1100250001	66	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)
000000000414499	1100420001	1	YADEN	0	YPS GLOBAL OTOMOTYV A7. (YSTANBUL SHOWROOM)

Şekil 4. Personel Programı Ağırlık Ölçüm Sistemi Giriş Arayüzü  
(Figure 4. Personnel Program Weight Measurement System Login Interface)

İş emri barkodu okutulma işleminden sonra barkod numarası Netsis üzerinden güncellenen sistemde kayıtlı ise ağırlık ölçüm arayüzü (Şekil 5.) açılacaktır. Şekil 5. de kompresör ağırlık ölçümünün yapıldığı ve kompresör paket görüntüsünün alındığı arayüz verilmiştir. Tartım işlemi ile ilgili operasyonlar bu arayüzde gerçekleşmektedir. Arayüzde bulunan koli ve barkod alanlarına kompresör ambalaj barkodu ve kompresör paket barkodu okutulmalıdır. Barkod okutma işleminden sonra tart butonu aktif hale gelecektir. Tartımın onay veya red durumu K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması ile hesaplanan minimum-maksimum değerlere göre belirlenir. Görüntü alma işlemi ise onay durumunda gerçekleşmektedir. Tamamlanan adet ile iş emrinde bulunan adet miktarı eşit olduğu anda iş emri numarası aktif iş emir listesinden silinerek tamamlanan iş emirleri listesine eklenir.



Şekil 5. Personel Programı Tartım Arayüzü  
(Figure 5. Personnel Program Weighing Interface)

Tartımın tamamlanma aşamaları aşağıdaki gibidir;

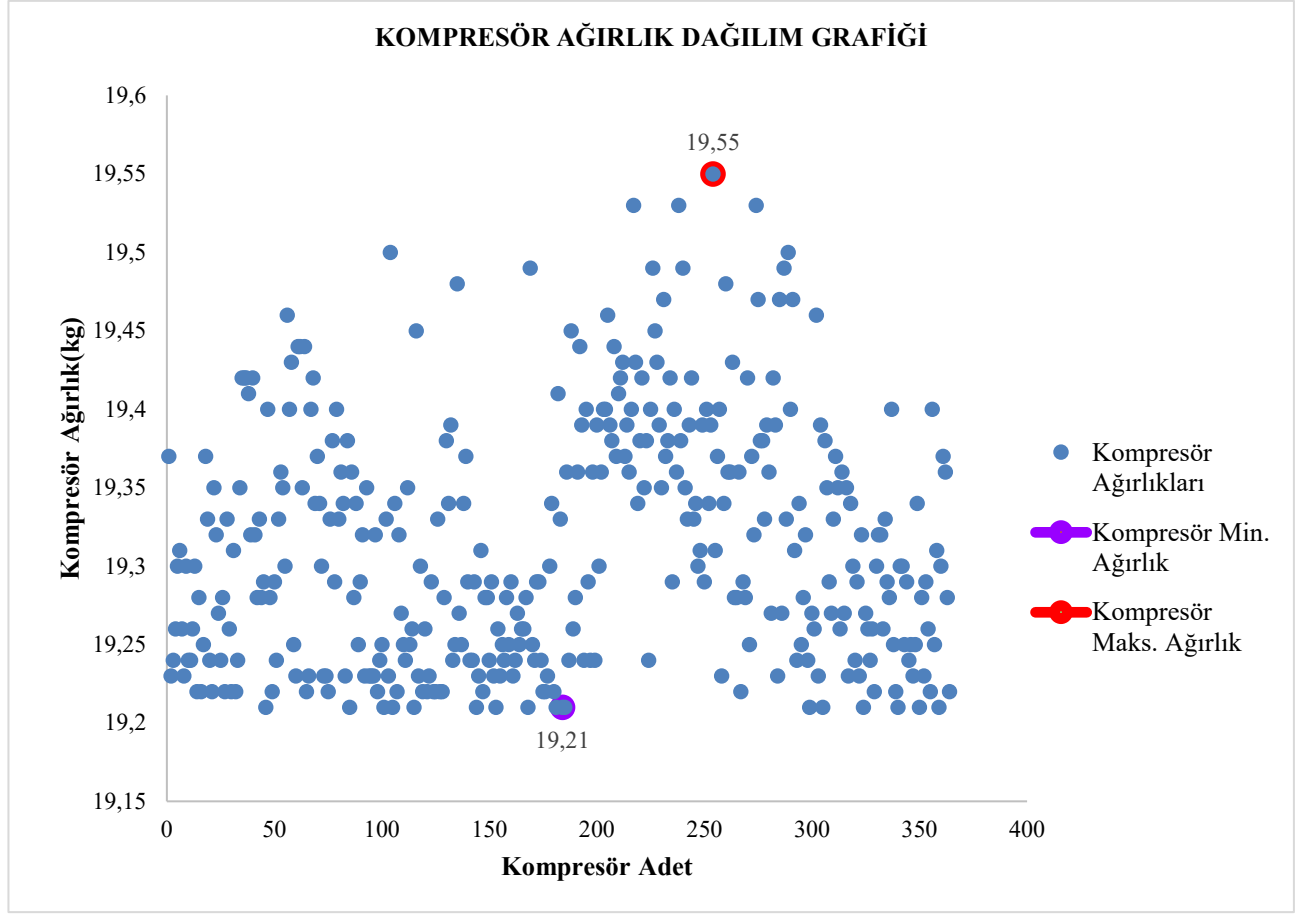
- Yönetici ekranından ağırlık kontrolü yapılacak kompresör iş emri filtrelenmelidir.
- Seçili iş emri için adet bilgisi kontrol edilerek ambalaj barkodu yazdırılmalıdır.
- Kompresör adedi kadar paket etiketi yazdırılmalıdır.
- İş emri formunun çıktısı alınmalıdır.
- Operatör arayüzünde bulunan iş emri alanına iş emri formunda bulunan barkod okutulmalıdır. (Şekil 4. Barkod Okutma Alanı)
- İş emri bulunamadı hatası varsa 1. Adım kontrol edilmelidir.
- 2. Arayüz (Şekil 5.) iş emri eşleşmesi varsa açılacaktır ve ağırlık kontrolü 2. arayüzde gerçekleştirilecektir.
- 2. arayüzde belirtilen 1. alana (Koli) paket etiketi üzerinde bulunan barkod okutulmalıdır.
- Arayüzde belirtilen 2. alana (Barkod) kompresör koruma ambalajı üzerinde bulunan barkod okutulmalıdır.
- Okutulan barkodlar kendi içerisinde eşleşmesi durumunda program otomatik olarak ağırlık kontrolü için izin verecektir.
- Okutulan barkodlar eşleşmemiş durumda ise program personel için kontrol hatası verecektir.
- Kontrol hatası durumunda personel ürün, paket ve iş emrini kontrol etmelidir.
- Ağırlık ölçümü için kontrol hatası yoksa personel tarafından tart komutu verilmesi ile kompresör paket ağırlık ölçümü gerçekleştirilir ve program ağırlık verilerini veritabanına kaydeder.
  - Tart komutu ile birlikte paketin görüntüsü, iş emri ve tarih bilgisi otomatik olarak ağa kaydedilir.
  - Kompresör ağırlık onay veya red durumu K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması sonucu hesaplanan minimum-maksimum değerler arasında karşılaştırılarak belirlenir.
    - Kompresör ağırlığı stabil hale gelmemiş ise tartım için algoritma onay vermez.
    - İş emrinde bulunan adet sayısı kadar kompresör ağırlığı kontrol edildikten sonra güncel iş emri listesinden iş emri silinir. Silinen iş emri tamamlanan iş emirleri tablosuna aktarılır
      - 3 farklı barkod doğrulaması yapılırken barkodların başlangıç ve bitişlerine karakter eklemesi yapılarak barkodların ayrıştırılması sağlanmıştır. Bu işlemin sebebi ise 3 barkod iş emri numaralarından oluşmaktadır. Ayrıştırma işlemi, personel kaynaklı olabilecek hataların önüne geçmektedir. Bu yüzden personel barkod sıralamasına dikkat etmelidir. Aksi takdirde eşleşme hatası ile karşılaşacaktır.

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

#### 3.1. Araştırma Sonuçları

Üretimde verimliliği artırmak ve kalite kontrolünü sağlamak için tartım sistemleri aktif olarak kullanılmaktadır. Üretimin her aşamasında tartım ve ölçüm ekipmanları kullanılmaktadır. Hammaddenin bir üretim tesisine ulaştığı andan bitmiş ürünlerin paketlenip sevk edildiği ana kadar, hem kalite hem de güvenlik için doğru ağırlık okumaları zorunludur. Çalışma da kompresör montaj hattına kompresör ağırlıklarını kontrol etmek, ağırlık verilerini veritabanında kayıt altında tutmak ve kompresör görüntülerini müşteri talep durumlarında iletebilmek için ağırlık ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Performans testinden onaylı kompresörlerin tamamı paketlenme aşamasına geçmektedir. Ağırlık ölçüm sistemi paketleme bölümüne entegre edilmiş olup tartım verileri onaylı kompresörler pakete hazır hale getirilmiştir. K-Ortalamalar Kümeleme Algoritması kullanılması ile kompresörlerin onay-red referans değer aralıkları otomatik olarak hesaplanmıştır. Onay veya red durumlarının algoritmaya bağımlı olması personel kaynaklı olabilecek hataların önüne

geçmiştir. Sistemin en büyük avantajı kompresör ağırlık verilerinin izlenebilir hale getirilmesi ve personel kaynaklı olabilecek hataların önüne geçilmesi olmuştur. Ayrıca ağırlık ölçümünde onay almayan kompresörler için kestirimci bakım yöntemlerini kullanarak hataların çözülmesine olanak sağlamıştır. Şekil 6. da ağırlık tartımı yapılan 363 adet tek tip kompresöre ait dağılım grafiği verilmiştir. Dağılım grafinde ayrıca algoritma sonucu hesaplanan minimum- maksimum ayar değeri aralıkları verilmiştir.



Şekil 6. Kompresör Ağırlık Verileri Dağılımı  
(Figure 6. Compressor Weight Data Distribution)

### 3.2. Tartışma

Ürün ağırlık ölçüm sistemleri, her ürünün ağırlık ölçüm sonuçlarını bütünlüğü onaylanmış tek bir ürünün sonuçlarıyla kıyaslamaktadır. Bütünlük terimi, üretilen bir ürünün bütünlüğünü veya eksiksizliğini ifade etmek için kullanılır. Ağırlık ölçüm sistemleri çoğunlukla üretimde kalite kontrol proseslerinin bir parçası olarak kabul edilir. Ağırlık kontrol cihazları kullanılarak üretim hattından çıkan her kompresörün doğru ağırlıkta olması ve müşteriye hatasız ürün gönderilmesi hedeflenmiştir. Ağırlık kontrol cihazları, üretici firmaların müşteri memnuniyetini sağlayan kaliteli ürünler üretmesinde önemli yer tutar. İki yıl içerisinde mevcut üretilen kompresörlerin tamamının ağırlık verileri ile veri kümesi elde edilmesi amaçlanmaktadır. Yapay zekâ algoritmaları ve makine öğrenme yöntemleri [13] kullanılarak hata tespit çalışmaları yapılacaktır. Hata tespit çalışmalarıyla, kullanıcıya yanlış ürün gönderilmesinin tamamen önüne geçilecektir. Ayrıca kullanılacak yapay zekâ algoritmaları ile hatanın ana kaynak raporu oluşturulacaktır.

### 4. Sonuç

Ağırlık ölçüm sistemi, montajı tamamlanarak performans testinden geçen ürünlerin paketlenme ve sevkiyata hazır hale getirilmesi için doğruluk kontrolünün gerçekleştirildiği adımdır. İş emirlerine göre çalışan algoritma, 3 farklı barkod doğrulama adımı ile hata yapılmasının tamamen önüne geçmektedir. K-ortalama küme algoritması kullanılarak geliştirilen öğrenme modu 100 adet aynı ürün koduna sahip kompresörlerin minimum ve maksimum referans aralıklarını belirlemektedir. Otomatik belirlenen referans aralıklarında ağırlık ölçüm işlemi tamamlanmaktadır. Ağırlık ölçüm sisteminin montaj sonuna dahil edilmesi olası hataların önüne geçerek üretimde verimlilik ve kaliteyi artırmıştır. Her tartım sonucu için veritabanında kayıt sistemi oluşturulmuştur. Tablo 3. de veritabanı kayıt stili verilmiş olup 363 kompresöre ait sonuçların bir kısmı verilmiştir. Veritabanı sisteminin oluşturulması ile veri kümesi oluşturulacaktır. Geliştirilecek yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmaları ile hata çözümlenmeleri ve tahminleri yapılacaktır.

Tablo 3. Kompresör Ağırlık Tartım Verileri (Table 3. Compressor Weight Weighing Data)

Order ID	Stock Code	Compressor Barcode	Min Weight	Max Weight	Weight	OK	Date	OemCode
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,37	TRUE	9.02.2023 08:57	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,23	TRUE	9.02.2023 08:59	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,24	TRUE	9.02.2023 09:01	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,26	TRUE	9.02.2023 13:35	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,3	TRUE	9.02.2023 13:39	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,31	TRUE	9.02.2023 13:40	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,26	TRUE	9.02.2023 13:41	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,23	TRUE	9.02.2023 13:42	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,3	TRUE	9.02.2023 13:43	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,24	TRUE	9.02.2023 13:43	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,61	FALSE	9.02.2023 13:43	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,26	TRUE	9.02.2023 15:12	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,3	TRUE	9.02.2023 15:13	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,22	TRUE	9.02.2023 15:13	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,28	TRUE	9.02.2023 15:14	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,22	TRUE	9.02.2023 15:14	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,25	TRUE	9.02.2023 15:15	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,37	TRUE	9.02.2023 15:15	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,33	TRUE	9.02.2023 15:16	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,24	TRUE	9.02.2023 15:17	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,22	TRUE	9.02.2023 16:38	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,35	TRUE	9.02.2023 16:38	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,32	TRUE	9.02.2023 16:39	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,27	TRUE	9.02.2023 16:39	253000001
360855	3800010001	360855	19,21	19,55	19,24	TRUE	9.02.2023 16:40	253000001

## 5. Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde verdikleri destekten dolayı Yıldız Pul Otomotiv Motor Parçaları San. A. Ş. Firması, makalenin hazırlanmasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Prof. Dr. Mete KALYONCU'ya, Ar-Ge Merkezi test ekibi personelleri Alican Özkum ve Muhammed Korkmaz'a teşekkür ederim.

## Kaynakça

- [1] Pal, D. & Kumar, A. & Gautam, A. & Thangaraj, J. (2022). FBG Based Optical Weight Measurement System and Its Performance Enhancement Using Machine Learning. IEEE Sensors Journal. PP. 1-1. 10.1109/JSEN.2022.3144173. Charoensuk, K., Numanoy, N., & Srisertpol, J. (2015). Verifying objects inside packaging box on belt conveyor by weight estimator. 2015 IEEE Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC), 470-474.
- [2] Pitawala, S. (2020). State estimation for dynamic weighing using Kalman filter. Journal of Physics: Conference Series. 1489. 012017. 10.1088/1742-6596/1489/1/012017.
- [3] Prabuwo, A.S., Akbar, H., & Usino, W. (2009). PC Based Weight Scale System with Load Cell for Product Inspection. 2009 International Conference on Computer Engineering and Technology, 1, 343-346.
- [4] Habib, S. (2006). Automated Industrial Load Measurement System.
- [5] A High-Performance Industrial Weighting System, Application Note 295, National Semiconductor.
- [6] Somvanshi, U. (2020). Quality Control in Automobile Manufacturing Industries. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 8. 740-750. 10.22214/ijraset.2020.6120.
- [7] Jiawei H. & Micheline K. (2006). Data Mining Concepts and Techniques. 2nd ed. San Francisco: Morgan Kauffman.
- [8] Kalikov, A. (2006). Veri Madenciliği ve Bir E-Ticaret Uygulaması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s, Ankara
- [9] Göçer, D. A. & Yıldız, İ. (2023). Ağır Vasıtalarda Otomatikleştirilmiş Manuel Şanzımana Ait Parametrelerin K-Means Algoritması Kullanılarak Optimizasyonu ve Yakıt Tüketimine Etkilerinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 25 (74), 371-380. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deumffmd/issue/77214/1104497>
- [10] Saraç, Ö. F. (2014). Yapay Sinir Ağları ve K-MEANS Kullanarak Sınır Değerlerine Göre Yazılım Efor Tahmini. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113s, Kocaeli



- [11]Göçer, D. A. (2022). Ağır Vasıtalarda Otomatikleştirilmiş Manuel Şanzımana Ait Parametrelerin Optimizasyonu Ve Yakıt Tüketimine Etkileri. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [12]Böğrek, A., Sümbül, H. (2022). A Novel Engine Vibration Measurement System based on the MEMS Sensor. International Journal of Automotive Science And Technology 6 357-363, <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijastech/issue/73225/1168298>. 2022 TR DİZİN