



# Ağır Vasıta Hava Kompresörü Piston Segmanı Aşınması Durumlarında K-En Yakın Komşu Algoritmasının Sınıflandırma Performansının İncelenmesi

Emre Gül<sup>1\*</sup>, Mete Kalyoncu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Pul Otomotiv Motor Parçaları Sanayi A.Ş., Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0003-0348-4904)

<sup>2</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0002-2214-7631)

(1<sup>st</sup> International Conference on Computer, Electrical and Electronic Sciences ICCEES 2020 – 8-10 Ekim 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.802958)

**ATIF/REFERENCE:** Gül, E. & Kalyoncu, M. (2020). Ağır Vasıta Hava Kompresörü Piston Segmanı Aşınması Durumlarında K-En Yakın Komşu Algoritmasının Sınıflandırma Performansının İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (Özel Sayı), 78-90.

## Öz

Teknolojide yaşanan gelişmeler günümüzde veri sistemlerine dayalı çalışmaların artmasına yol açmaktadır. Ağır vasıta hava kompresörleri temel olarak bir mekanik cihazdır. Buna rağmen kompresör üzerinden sensörler ile alınacak verilerin anlamlandırılarak arıza durumlarının teşhisi günümüz teknolojisinde uygulanabilir bir hal almaktadır. Hava kompresörleri ortalama bir ağır vasıta üzerinde küçük bir bileşen konumundadır. Ancak basınçlandığı hava aracın fren, süspansiyon ve debriyaj sistemleri için oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu yüzden aracın yolda emniyetli ve güvenli hareketinin sağlanmasına destek olmaktadır.

Bu çalışmada hava kompresörlerinde kullanıcı kaynaklı piston segmanı aşınması gibi durumlarda oluşan yağ taşınımı arızası araştırılmış ve kompresör üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca yağ taşınımı arızası verileri firma bünyesinde Ar-Ge birimi tarafından geliştirilen test sisteminde sensörler vasıtasıyla kayıt altına alınmıştır. Bu veriler K-en yakın komşu algoritması modellerinin alt yapısının oluşturulmasında kullanılmış ve algoritma sınıflandırma performansı incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kompresörü, Piston Segmanı Aşınması, Yağ Taşınımı, K-En Yakın Komşu Algoritması, Makine Öğrenmesi

## Investigation of Classification Performance of K-Nearest Neighbor Algorithm in Cases of Heavy Vehicle Air Compressor Piston Ring Wear

### Abstract

Developments in technology today lead to an increase in studies based on data systems. Heavy vehicle air compressors are basically a mechanical device. Nevertheless, the diagnosis of fault conditions by interpreting the data to be collected via sensors on the compressor becomes applicable in today's technology. Air compressors are a small component on a standard heavy vehicle. However, the air which is pressurized is of high importance for the brake, suspension and clutch systems of the vehicle. Therefore, it provides for the safe and secure drive of the vehicle on the road.

In this study, oil carry over failure in air compressors caused by user-induced piston ring wearing was investigated as well as its effect on the compressor. In addition, oil carry over failure data were collected by sensors in the test system created by R&D department of the company. These data were used to set up the substructure of K-nearest neighbor algorithm models and algorithm classification performance was examined.

**Keywords:** Air Compressor, Piston Ring Wear, Oil Carry Over, K – Nearest Neighbors Algorithm, Machine Learning

\* Sorumlu Yazar: Yıldız Pul Otomotiv Motor Parçaları Sanayi A.Ş., Konya, Türkiye, ORCID: 0000-0003-0348-4904, [emregul@yildizpul.com.tr](mailto:emregul@yildizpul.com.tr)

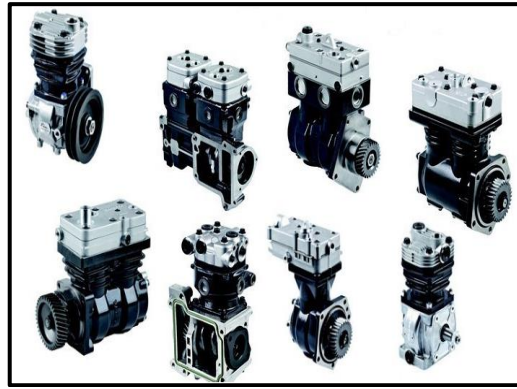
## 1. Giriş

Teknolojik gelişmeler, ağır vasıta bileşenlerinin üretim maliyetlerinin artmasıyla birlikte, üreticilerin piyasada rekabet edebilmesi için ürünlerinin dayanım sürelerini artırma yoluna sevk etmiştir. Aktif çalışan sistemlerde sürekli durum izleme ile ürünlerin dayanım süreleri kontrol altına alınabilmektedir. Arıza durumlarının sistemin tamamına zarar vermeden kontrol altına alınması sağlanmakta, cüzi ücretlerle sistemin bakımı yapılabilmektedir.

Ağır vasıtalar uzun yol sürüşlerinde yük, eşya ve insan taşımacılığında kullanılmaktadır. Aracın fren, debriyaj, süspansiyon ve diğer bileşenlerinin birçoğunun çalışması için basınçlı hava gerekmektedir. Aracın emniyeti büyük ölçüde fren sistemlerinin performansına bağlıdır. Fren sistemleri tankta bulunan basınçlı hava ile çalışmaktadır.

Havayı basınçlandırarak tankta depo edilmesini sağlayan makinalara kompresör adı verilir. Aracın güvenilirliği kompresörün istenen verimde çalışmasına bağlı olmakla birlikte, hava kompresörü aracın yolda güvenli ve emniyetli bir şekilde seyir halinde olmasında en büyük katkıyı sunmaktadır.

Hava kompresörleri ortamdaki emdiği havayı, barındırdığı mekanizma ve valf sistemleri ile basınçlandıran sistemlerdir. Hava kompresörleri modellerine göre farklılık gösteren, ağır vasıta araçlarda ihtiyaç yüklemeye durumlarına göre tek ya da çift silindirik olarak tasarlanır ve üretilirler. Ağır vasıtalarda  $159\text{cm}^3$  ile  $800\text{cm}^3$  aralığında  $1,5\text{ m}^3/\text{dk}$  hava seviyelerine yaklaşabilmektedir [1]. Şekil 1.1.'de ağır vasıta hava kompresörü resimleri gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Ağır Vasıta Hava Kompresörü Resimleri [2]

Firma ve teknik servis görüşmelerinde 2018 ve 2019 verilerinde en sık rastlarına kullanıcı kaynaklı hava kompresörü arızasının piston segmanlarının aşınması sonucunda oluşan yağ taşınımı arızası olduğu gözlemlenmiştir.

### 1.1. Hava Kompresörü Piston Segmanlarının Aşınması

Kompresörün hava girişinden toz partiküllerini alması sonucu silindir gömleği ile piston segmanları arasında aşınma oluşur. Bu aşınma gömlek yüzeyinde üst ölü noktada çapta  $0,1\text{mm}$  iken, alt ölü noktada çapta  $0,05\text{mm}$  aralığında değişmektedir. Piston segmanlarında ise segman kalınlığı yaklaşık  $2,97\text{mm}$ 'lerden,  $2,30\text{mm}$  ölçülere kadar inebilmektedir. Şekil 1.2.'de görseli gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Toz Partiküllerinin Emilimi Sonucunda Piston Segmanında Yaşanan Aşınma

Şekil 1.3.'de toz partiküllerinin emilimi sonucunda piston segmanı ile gömlekte yaşanan aşınma görseli verilmiştir. Piston segmanları ile silindir gömleği arasında oluşan boşluk, kompresörün kartere hava kaçırmasına ve karterdeki yağın hava çıkış portundan tanka doğru ilerlemesine yani yağ taşınımına sebep olmaktadır. Fazla yağ, hava kurutucu tahliye valfinin arıza göstermesine sebep olabilir.



Şekil 1.3. Toz Partiküllerinin Emilimi Sonucunda Segman ve Gömlekte Yaşanan Aşınma

Kompresörün yükte yani tankı doldurmak için çalıştığı süre genel kural olarak toplam sürenin %50'sinden daha az olmalı, yüksüz geçen dinlenme süresi toplam sürenin %50'sinden daha fazla olmalıdır. Kompresörün hava çıkışının tıkalı olması hava sisteminin yavaş doldurulmasına, kompresörün sürekli yükte çalışmasına, hava kompresörünün aşırı ısınmasına ve piston segmanlarından daha fazla yağ taşınımına sebep olabilmektedir [3]. Sürekli hava ihtiyacının olması ya da sistemdeki hava kaçakları kompresörün toplam sürenin %50'sinden fazla çalışarak, piston segmanlarından yağ taşınımına ve sıcaklık artışı ile silindir kapağı hava çıkış portunda kurum oluşmasına sebep olabilmektedir.

Bazı kaynaklarda ise hava kompresörlerinin %25 yükte çalışacak şekilde tasarlandıklarından bahsedilmiştir [4].

## 1.2. K-En Yakın Komşu Algoritması

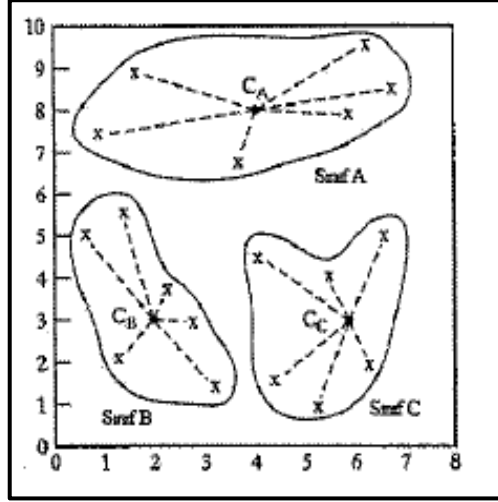
Bir probleme ait verilerde, veriler arasında matematiksel bir ifadeyle mesafe ölçümüne dayalı yakınlık kavramına göre sınıflandırmayı yapan algoritmalar. Bu sınıflandırmanın mantığı aynı sınıftan veya farklı sınıftan örneklerin benzerliklerine göre arasındaki uzaklığı ölçmeye dayalı bir metoda dayanmasıdır [5].

Sınıf etiketlerinin rastgele dağılması, çoğunluk oylamasına bağlı olarak belirlenmesi, temel k-en yakın komşu algoritmasında yeni verilerin sınıf etiketlerinin belirlenmesinde baskın bir role sahip olmalarına neden olmaktadır. Bununla birlikte Öklid, Manhattan, Minkowski, Chebyshev ve Dilca uzaklığı olmak üzere 5 farklı uzaklık ölçüsü kullanılmaktadır [6]. Şekil 1.4.'de uzaklık ölçülerinin formülleri verilmiştir.

$$d_{\text{öklid}}(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$
$$d_{\text{Manhattan}}(p, q) = \sum_{i=1}^n |p_i - q_i|$$
$$d_{\text{Chebyshev}}(p, q) = \max_i (|p_i - q_i|)$$
$$d_{\text{Minkowski}}(p, q) = \sqrt[m]{\sum_{i=1}^n |p_i - q_i|^m}$$

Şekil 1.4. Uzaklık Ölçülerinin Formülleri [7]

Yakınlığın ölçülmesi için sınıflandırma ve kümeleme algoritmalarında kullanılan temel uzaklık ölçütü Öklit uzaklık ölçüsüdür [6]. Uzaklık ölçümüne dayanan sınıflandırma görüntüsü Şekil 1.5.'de verilmiştir.



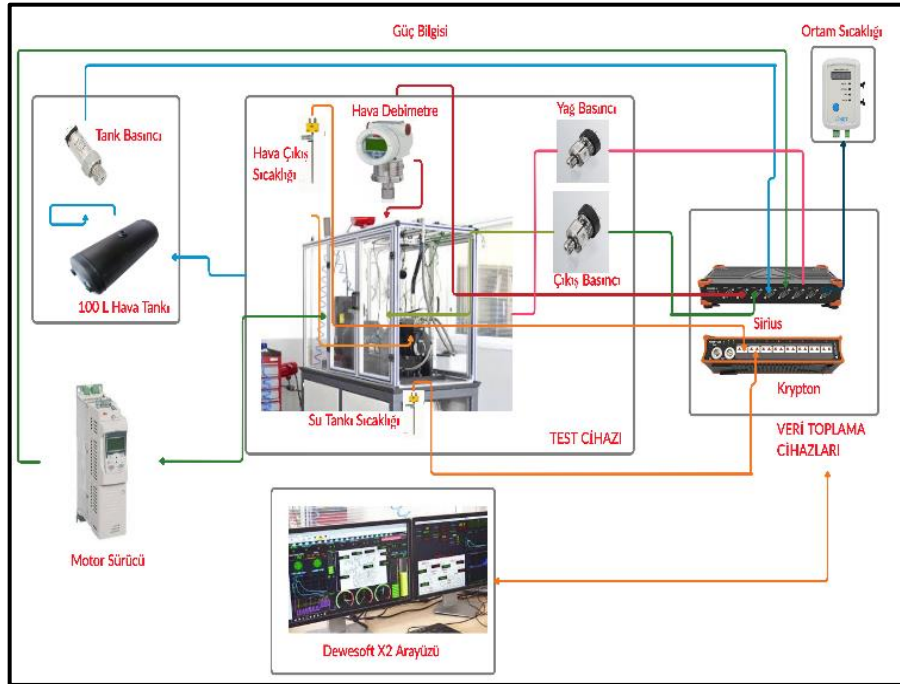
Şekil 1.5. Uzaklık Ölçümüne Dayanan Sınıflandırma Görüntüsü [5]

Ağ modelinde k değerinin yüksek olması, sınıflaşmanın azalarak genelleştiğini gösterirken, düşük olması modelin etkilenmesinde önemli rol almaktadır [8].

## 2. Materyal ve Metot

Test verileri, firma Ar-Ge Merkezi mekanik test laboratuvarında oluşturulan hava kompresörü uzun ömür test düzeneği (Şekil 2.1.) ile elde edilmiştir. Geliştirilen test düzeneği sayesinde ağır vasıta araçlar için hava kompresörünün tam otomatik testlerinin yapılması mümkün olmaktadır.

Yapılan bir çalışmada OEM hava kompresörü, test cihazında test edilerek, sonuçları OEM üreticilerinin yayınladıkları kompresör debi miktarı - güç tüketimi grafikleri ile kıyaslanması yapılmış ve test sistemi doğrulanmıştır [9]. Aynı test cihazında testler gerçekleştirilmiştir.



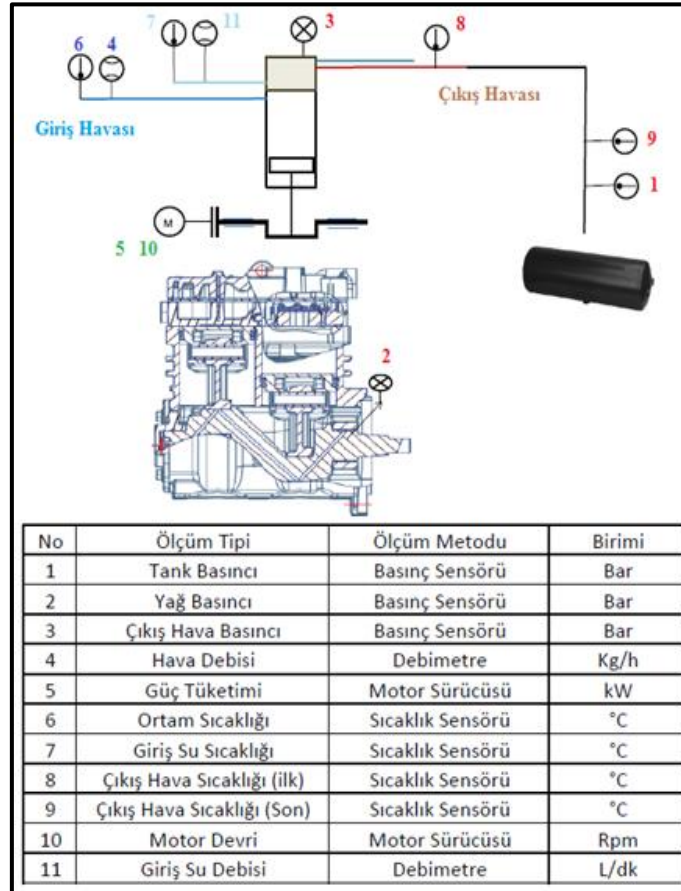
Şekil 2.1. Hava Kompresörü Test Düzeneği

Test için 636cc hacme sahip, çift silindirli ve su soğutmalı hava kompresörü seçilmiştir. Kompresör dişli bağlantılı ve motor yağı ile yağlanmaktadır. Şekil 2.2.'de örnek ağır vasıta hava kompresörünün görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.2. Örnek Ağır Vasıta Hava Kompresörü [10]

Hava kompresörü test düzeneğinden sistemsel olarak, yaklaşık 40 kanaldan aynı anda senkron bir şekilde veri alınması mümkün olabilmektedir. Şekil 2.3.'de kompresör sensör bağlantı konumları verilmiştir.



Şekil 2.3. Kompresör Sensör Bağlantı Konumları

**Tablo 1.** Silindir Gömleği ile Piston Segmanları Arasındaki Boşluğa Bağlı Çalışma Durumlarının Düzenlenmesi

Çalışma Durumu	Durum Numarası	Silindir Gömleği Çapı (mm)	Piston Çapı (mm)	Piston Segmanı Çapı (mm)
Piston Segmanlarının Aşınma Durumları	2.Durum	Ø85.05	Ø85	Ø85
	3. Durum	Ø85.25	Ø85.25	Ø85
	4. Durum	Ø85.50	Ø85.50	Ø85

Piston segmanlarından yağ taşınımının (geçişinin) önde gelen sebebi hava giriş hattında oluşan yırtık, çatlak vb. durumlardan dolayı hava giriş portundan içeriye toz partiküllerinin emilimidir. Toz partikülleri zımpara görevi görerek silindir gömleği ile piston segmanlarının aşınmasına sebep olarak segman ağızlarının açılmasına ve arada boşluk oluşumuna sebep olmaktadır.

0 numaralı çalışma durumu olarak normal çalışma koşulları uygulanmıştır. 1 numaralı çalışma durumu için hava kompresörü %40 yükte olacak şekilde çalıştırılmıştır. 2, 3 ve 4 numaralı çalışma durumlarında silindir gömleği çapı 0,05 - 0,25 - 0,50 mm genişletilerek honlama işlemi yapılmıştır. Piston çapları da aynı oranda olacak şekilde bir büyük piston kullanılmıştır. Ø85mm çapta segmanlar kullanılarak segman aralarının açık kalması ve buna bağlı boşluk oluşturulması sağlanmıştır.

## 2.1. Veri Toplama Sistemi

Veri toplama sistemi olarak Dewesoft firmasına ait kontrolcü ve yazılımlar kullanılmaktadır. Dijital (motor, tahliye başlatma/durdurma gibi) ve analog (motor hızı gibi) kontrollerin yanı sıra analog ölçümler için Sirius modülü kullanılmaktadır.

Sıcaklık ölçümlerinin gerçekleştirilmesi için ise 8 kanallı K tipi termokupl ölçüm yeteneğine sahip Krypton modülü kullanılmaktadır. Şekil 2.4.' de Dewesoft yazılım ekranı gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Dewesoft Yazılım Ekranı

## 2.2. Veri Hazırlama

Dewesoft yazılımı ile toplamda 6498 veri kayıt altına alınmıştır. Veriler %80 eğitim ve %20 test verisi olarak rastgele bir biçimde iki gruba ayrılmıştır. Çalışma durumlarının etiket değerleri Tablo 2.'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Çalışma Durumlarının Etiket Değerleri

Etiket No	Çalışma Durumu
0	Normal Koşullarda Çalışma
1	Sürekli Yükte Çalışma (%40 yükte)
2	Piston Segmanları Ölçü Değişimleri ( Tablo 1.)
3	
4	

Kayıt altına alınan veriler yazılım ile excel formatına dönüştürüldükten sonra etiket değerleri eklenerek, python programının okuyabileceği csv. formatında kayıt edilmiştir. Şekil 2.5.'de python programında okunan veriler gösterilmiştir.

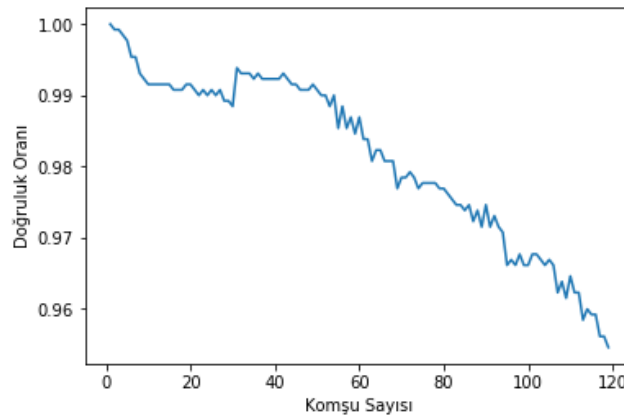
Index	tank_pressure	oil_pressure	outlet_pressure	flow_meter	pow ^
0	8.01976	3.5338	8.62523	62.4105	7.89322
1	8.07659	3.54152	8.63859	61.5891	7.51764
2	8.13158	3.55102	8.66449	59.5456	7.13926
3	8.18344	3.55796	8.691	57.3222	6.90308
4	8.23519	3.56157	8.72053	56.0101	6.70442
5	8.28412	3.56943	8.74045	55.2249	6.45744
6	8.32939	3.58059	8.74717	53.5025	6.12424
7	8.37005	3.59312	8.75808	51.2281	5.78105
8	8.40802	3.60409	8.773	47.6262	5.35808
9	8.44431	3.61261	8.77704	44.8372	4.9622
10	8.47738	3.62493	8.76296	42.1964	4.49827
11	8.50712	3.64062	8.76032	38.8477	4.0194
12	8.53481	3.65559	8.75697	36.0286	3.65092

**Şekil 2.5.** Verilerin Python Programında Görüntüsü

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

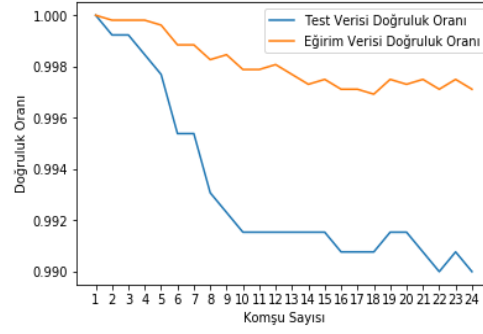
### 3.1. Öklid Uzaklığı

Öklid uzaklık ölçüsüne göre algoritma modeli oluşturulmuştur. Komşu sayısına bağlı algoritma doğruluk oranı grafiği Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.1.** Komşu Sayısına Bağlı Algoritma Doğruluk Oranı Grafiği

Eğitim ve test verilerinin komşu sayısına bağlı algoritma doğruluk oranı grafiği Şekil 3.2.'de gsterilmiştir. Eğitim verilerinde algoritmanın başarı durumunun yksek olduğu gzlennmiştir.



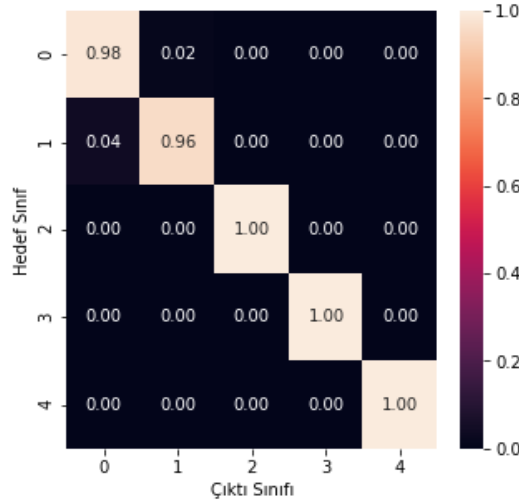
Şekil 3.2. Eğitim ve Test Verileri İçin Komşu Sayısına Bağlı Algoritma Doğruluk Oranı Grafiği

En yakın 30 komşuya bakıldığı durumda test verilerinde algoritma doğruluk oranı, regresyon skoru, kappa değeri sonuçları gibi performans metrikleri Tablo 3.'de verilmiştir. Toplamda test verilerinde 15 veri hatalı tahmin edilmiştir.

Tablo 3. Performans Metrikleri

Doğruluk Oranı	Regresyon Skoru ( $R^2$ )	Kappa Değeri
%98.85	0.9942	0.9856

Öklid uzaklık ölçüsüne bağlı karmaşıklık matrisi Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Karmaşıklık Matrisi

Etiket değeri bilinmeyen 4 farklı veri için Tablo 4. ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. Etiket Değeri Bilinmeyen Verilerde Algoritma Tahmin Olasılığı

0. Durum	1. Durum	2. Durum	3. Durum	4. Durum
0.03	0	0	0	0.97
0.1	0	0.23	0.54	0.13
0	0	0.27	0.73	0
0.37	0.07	0.56	0	0

Algoritmanın hiç gormediği fakat etiket değeri bilinen verilerde gsterdiği tahmin matrisi Tablo 5.'de verilmiştir. Yeşil renk doğru tahmin sonucunu, kırmızı renk ise yanlış tahmin sonucunu gstermektedir.

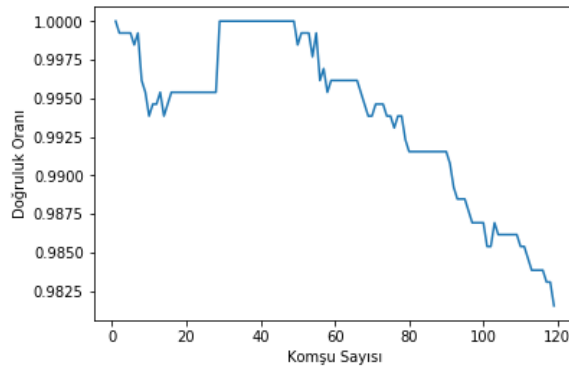


**Tablo 5.** Etiket Değeri Bilinen Verilerde Algoritma Tahmin Matrisi

0.Durum	1	0	0	0	0
1.Durum	0.67	0.33	0	0	0
2.Durum	0	0	1	0	0
3.Durum	0.27	0	0	0.73	0
4.Durum	0	0	0	0	1
	0.Durum	1.Durum	2.Durum	3.Durum	4.Durum

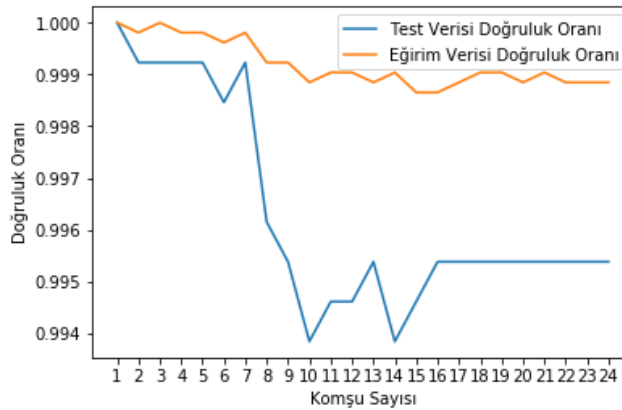
### 3.2.Manhattan Uzaklığı

Manhattan uzaklık ölçüsüne göre algoritma modeli oluşturulmuştur. Komşu sayısına bağlı algoritma doğruluk oranı grafiği Şekil 3.4.'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.4.** Komşu Sayısına Bağlı Algoritma Doğruluk Oranı Grafiği

Eğitim ve test verilerinin komşu sayısına bağlı algoritma doğruluk oranı grafiği Şekil 3.5.'de gösterilmiştir. Eğitim verilerinde algoritmanın başarı durumunun yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



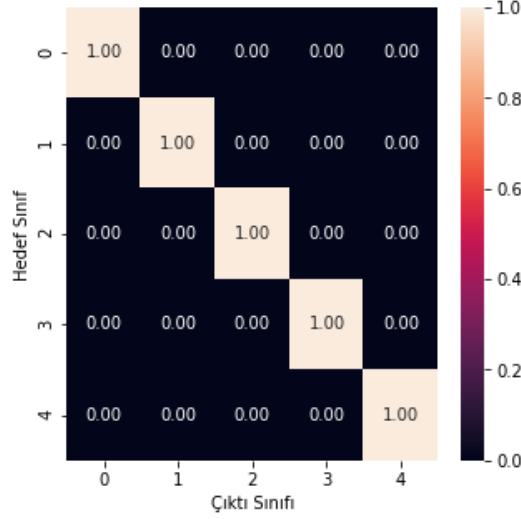
**Şekil 3.5.** Eğitim ve Test Verileri İçin Komşu Sayısına Bağlı Algoritma Doğruluk Oranı Grafiği

En yakın 30 komşuya bakıldığı durumda test verilerinde algoritma doğruluk oranı, regresyon skoru, kappa değeri sonuçları gibi performans metrikleri Tablo 6.'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Performans Metrikleri

Doğruluk Oranı	Regresyon Skoru ( R <sup>2</sup> )	Kappa Değeri
%100	1.0	1.0

Manhattan uzaklık ölçüsüne bağlı karmaşıklık matrisi Şekil 3.6.'da verilmiştir.



**Şekil 3.6.** Karmaşıklık Matrisi

Etiket değeri bilinmeyen 4 farklı veri için Tablo 7. ortaya çıkmıştır.

**Tablo 7.** Etiket Değeri Bilinmeyen Verilerde Algoritma Tahmin Olasılığı

0.Durum	1.Durum	2.Durum	3.Durum	4.Durum
0	0	0	0	1
0	0	0.23	0.33	0.44
0	0	0.47	0.53	0
0.43	0	0.57	0	0

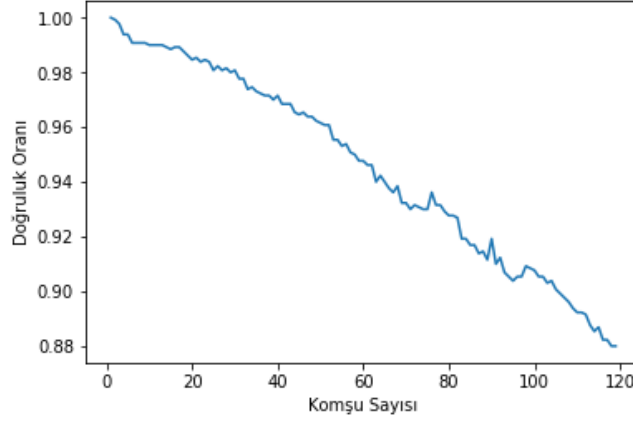
Algoritmanın hiç görmediği fakat etiket değeri bilinen verilerde gösterdiği tahmin matrisi Tablo 8.'de verilmiştir. Yeşil renk doğru tahmin sonucunu, kırmızı renk ise yanlış tahmin sonucunu göstermektedir.

**Tablo 8.** Etiket Değeri Bilinen Verilerde Algoritma Tahmin Matrisi

0.Durum	1	0	0	0	0
1.Durum	0.5	0.5	0	0	0
2.Durum	0	0	1	0	0
3.Durum	0.07	0	0	0.93	0
4.Durum	0	0	0	0	1
	0.Durum	1.Durum	2.Durum	3.Durum	4.Durum

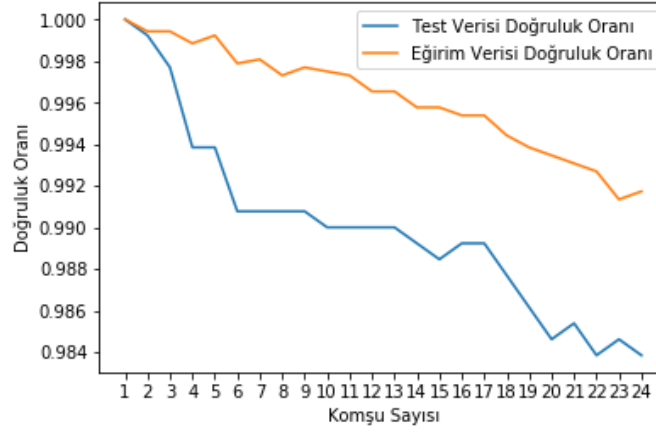
### 3.3. Chebyshev Uzaklığı

Chebyshev uzaklık ölçüsüne göre algoritma modeli oluşturulmuştur. Komşu sayısına bağlı algoritma doğruluk oranı grafiği Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Komşu Sayısına Bağlı Algoritma Doğruluk Oranı Grafiği

Eğitim ve test verilerinin komşu sayısına bağlı algoritma doğruluk oranı grafiği Şekil 3.8.'de gösterilmiştir. Eğitim verilerinde algoritmanın başarı durumunun yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



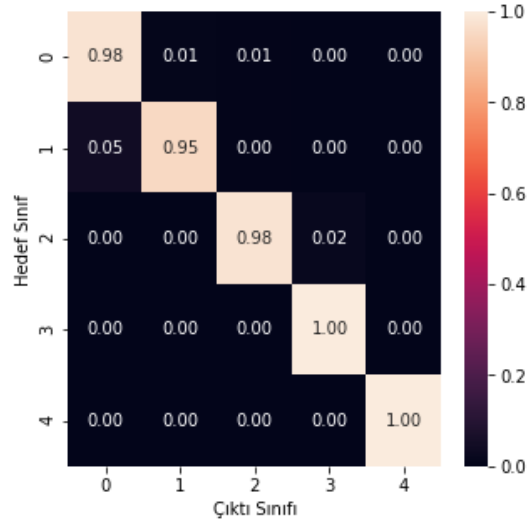
Şekil 3.8. Eğitim ve Test Verileri İçin Komşu Sayısına Bağlı Algoritma Doğruluk Oranı Grafiği

En yakın 30 komşuya bakıldığı durumda test verilerinde algoritma doğruluk oranı, regresyon skoru, kappa değeri sonuçları gibi performans metrikleri Tablo 9.'de verilmiştir. Toplam 25 veri hatalı tahmin edilmiştir.

Tablo 9. Performans Metrikleri

Doğruluk Oranı	Regresyon Skoru ( $R^2$ )	Kappa Değeri
%98.08	0.9850	0.9760

Chebyshev uzaklık ölçüsüne bağlı karmaşıklık matrisi Şekil 3.9.'da verilmiştir



Şekil 3.9. Karmaşıklık Matrisi

Etiket değeri bilinmeyen 4 farklı veri için Tablo 10. ortaya çıkmıştır.

Tablo 10. Etiket Değeri Bilinmeyen Verilerde Algoritma Tahmin Olasılığı

0.Durum	1.Durum	2.Durum	3.Durum	4.Durum
0	0	0	0	1
0.06	0	0.04	0.53	0.37
0	0.03	0.37	0.57	0.03
0.43	0	0.57	0	0

Algoritmanın hiç görmediği fakat etiket değeri bilinen verilerde gösterdiği tahmin matrisi Tablo 11.'de verilmiştir. Yeşil renk doğru tahmin sonucunu, kırmızı renk ise yanlış tahmin sonucunu göstermektedir.

Tablo 11. Etiket Değeri Bilinen Verilerde Algoritma Tahmin Matrisi

0.Durum	1	0	0	0	0
1.Durum	1	0	0	0	0
2.Durum	0	0	1	0	0
3.Durum	0.63	0	0	0.37	0
4.Durum	1	0	0	0	0
	0.Durum	1.Durum	2.Durum	3.Durum	4.Durum

## 4. Sonuç ve Tartışma

Bir çalışmada literatürde en çok kullanılan 3 uzaklık ölçüsünden bahsedilmiştir. Bunlar; Öklid uzaklığı, Manhattan uzaklığı ve Chebyshev uzaklık ölçüleridir. En çok kullanılan uzaklık ölçüsünün ise öklid uzaklığının olduğu belirtilmiştir [11].

K-en Yakın Komşu algoritmasında eğitim olayı olmamaktadır. Avantajlarına rağmen, veri sayısının artmasıyla yüksek bellek alanına ihtiyaç duymakta, işlem yükü ve maliyetin önemli oranda artması algoritma performansının k komşu sayısı gibi parametreye ve özelliklere bağlı olarak etkilenmesi beraberinde dezavantajları getirmektedir [6].

Bu çalışmada Öklid, Manhattan, Minkowski ve Chebyshev uzaklık ölçüleri karşılaştırılmıştır. Öklid ile Minkowski uzaklık ölçüleri bu verilerde aynı sonuçları verdiği için minkowski uzaklık ölçüsü sonuçları ayrıca gösterilmemiştir.

Algoritmaların eğitimi için 5198 adet veri, test edilmesi için 1300 adet veri kullanılmıştır. Her veri 11 parametreden oluşmaktadır.

Regresyon skoru (R2) değerinin yüksek olması tahmin ilişkisinin ne derece kuvvetli olduğunu göstermektedir. Kappa değeri veri kümesi içerisinde tahmin edilebilen sınıflandırmalar arasındaki bir uyumu göstermektedir. 1 en iyi durumu göstermektedir.

Karmaşıklık matrisi ile performans metrikleri sonuçlarına göre en doğru cevabı verecek uzaklık ölçütü ve komşu sayısı belirlenebilir.

En yakın 30 komşuya göre manhattan uzaklık ölçüsü test verilerinde en başarılı sonuçları vermiştir. Ancak etiket değeri bilinen ve algoritmanın hiç görmediği her sınıf için 1 adet veri girişi yapıldığında 4 veri doğru tahmin edilirken, 1 adet verinin ise %50 ihtimalle doğru yada hatalı tahmin edildiği görülmüştür. Verinin daha önce etiketi bilinen veriye uzaklığına bakılarak, tahmin sonucu belirlendiği için sensör hatası veya az sayıda veri ile işlem yapılmış olması bu hatanın gerekçesi olabilmektedir. Diğer uzaklık ölçütleri de aynı veriyi hatalı tahmin etmişlerdir.

Diğer taraftan etiket değerleri bilinmeyen verilere bakıldığında ilk veri, üçüncü ve dördüncü veri tüm uzaklık ölçüsüne göre de doğru tahmin edilmiştir. İkinci veriyi ise öklid ve chebyshev uzaklık ölçütleri üçüncü etikete dahil ederken, manhattan uzaklık ölçütü ise dördüncü etikete dahil etmiştir.

## Kaynakça

- [1] Ünüvar, E., Gül, E., Aydın, M. Ş., & Kalyoncu, M., (2019), Investigation of the Effect of Intake and Exhaust Valve Dimensions on Performance for Heavy Duty Vehicle Air Compressors, The International Aluminium-Themed Engineering and Natural Sciences Conference, "IATENS-2019" Seydişehir/ KONYA
- [2] Anonymous, (2020), Heavy Vehicle Air Compressor Pictures, <https://moto-press.pl/en/vaden-original.html> ,[Ziyaret tarihi : 10 Eylül 2020]
- [3] Anonymous, (2008), Health Check For Your Air Compressor, Knorr-Bremse, Service Instructions.
- [4] Anonymous, (2010), Bendix 720cc Twin Cylinder Compressor For International Maxxforce Big Bore Engines, SD-01-3131. Service Data
- [5] Cömert, B., (2016), Alın Bölgesinden Alınan Elektrookülogram (EOG) İşaretleri İçin Ölçüm Devresi Tasarımı Ve Sınıflandırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6] Taşçı E., & Onan, A. (2016). K-en Yakın Komşu Algoritması Parametrelerinin Sınıflandırma Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Akademik Bilişim.
- [7] Kaya, D., Türk, M., & Kaya, T. (2018), En Yakın Komşu Algoritması Kullanılarak EEG Sinyallerine Boyut Azaltmanın Etkilerinin İncelenmesi. El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 5(2), 591-595.
- [8] Aydın, D. B., (2016), Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde İdrar Yolu Enfeksiyonunu Tanımlama İçin Yapay Sinir Ağı Tabanlı Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi ,(Yüksek Lisans Tezi), Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [9] Aydın, M. Ş., Ünüvar, E., & Kalyoncu, M. (2019), Bir Ağır Vasıta Hava Kompresörünün Performansının Deneysel olarak İncelenmesi, International Symposium on Automotive Science and Technology, ISASTECH 2019.
- [10] Anonymous, (2020), Twin-Cylinder Compressor, [https://www.wabcocustomercentre.com/catalog/tr\\_TR/9125101040?cartID=\)](https://www.wabcocustomercentre.com/catalog/tr_TR/9125101040?cartID=)), [Ziyaret tarihi : 10 Eylül 2020]
- [11] Başarın, E. E., Ekmekcioğlu, O., & Ozger, M., (2019), Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Kuraklık Analizi. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 25(8).