



**VAGON ARIZA VERİLERİNİN KÜMELEME
YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ender GÜNER

Eskişehir 2024

VAGON ARIZA VERİLERİNİN KÜMELEME YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ

Ender GÜNER

Yüksek Lisans Tezi

Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN

(İkinci Danışman: Doç. Dr. Ömür AKBAYIR)

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Temmuz 2024

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ender GÜNHİR'in VAGON ARIZA VERİLERİNİN KÜMELEME YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ başlıklı çalışması 09/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Nazım İMAL

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Fatih BOZKURT

Prof. Dr. Semra KURAMA

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

09/07/2024

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ęrencisi Ender GNHER, VAGON ARIZA VERİLERİNİN KÜMELEME YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Daniřmanı

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN

ÖZET

VAGON ARIZA VERİLERİNİN KÜMELEME YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ

Ender GÜNHİR

Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temmuz 2024

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN

(İkinci Danışman: Doç. Dr. Ömür AKBAYIR)

Türkiye'deki vagon arıza kayıtları baz alınarak, vagon cinsi ve arıza tipi bilgisi kullanılarak, vagonların gönderileceği bakım atölyesi kümeleme yöntemleri ile kestirilecektir. Aynı şekilde, vagon cinsi ve atölye bilgisi kullanılarak arıza tipi kestirimi de kümeleme yöntemleri ile gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda, Kendini Organize Eden Haritalar (SOM) ve K-Ortalama yöntemleri kullanılacaktır. SOM yöntemi, veri setlerini görselleştirerek yüksek boyutlu verilerin iki boyutlu bir harita üzerinde gösterilmesini sağlar ve bu sayede benzer özelliklere sahip verilerin aynı kümede toplanmasına imkan tanır. K-Ortalama yöntemi ise veri noktalarını önceden belirlenmiş K adet küme merkezine yakınlıklarına göre atar ve bu merkezlere en yakın veri noktalarını aynı kümede toplar. Bu yöntemlerin bir arada kullanılması, vagonların bakım süreçlerinin daha verimli ve sistematik bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyacaktır. Ayrıca, arıza tiplerinin doğru şekilde kestirilmesi ve uygun atölyelere yönlendirilmesi, bakım süreçlerinin hızlanmasına ve maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlayacaktır. Bu sayede, demiryolu işletmelerinin operasyonel verimliliği artacak ve bakım planlaması daha etkili bir şekilde yapılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Vagon arızaları, Veri analizi, Kümeleme yöntemleri, Kendini organize eden haritalar, K-ortalama.

ABSTRACT

ANALYSIS OF WAGON FAILURE DATA WITH CLUSTERING METHODS

Ender GÜNHİR

Department of Rail Systems Engineering

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, July 2024

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mehmet FİDAN

(Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömür AKBAYIR)

Based on wagon fault records in Turkey, the destination maintenance workshop for wagons will be predicted using clustering methods by utilizing information on wagon type and fault type. Similarly, using wagon type and workshop information, fault type prediction will also be conducted using clustering methods. The clustering methods to be employed in this context include Self-Organizing Maps (SOM) and K-Means clustering. The SOM method visualizes datasets by representing high-dimensional data on a two-dimensional map, allowing for the clustering of data with similar characteristics. K-Means clustering, on the other hand, assigns data points to a predefined number of K cluster centers based on their proximity to these centers, grouping data points closest to these centers into the same cluster. The combined use of these methods will enable more efficient and systematic management of wagon maintenance processes. Moreover, accurately predicting fault types and directing wagons to appropriate workshops will expedite maintenance processes and reduce costs. Consequently, the operational efficiency of railway enterprises will increase, and maintenance planning will be conducted more effectively. This integrated approach aims to enhance the overall maintenance strategy, ensuring timely and cost-effective maintenance operations.

Keywords: Wagon failures, Data analysis, Clustering methods, Self-organizing maps, K-means.

TEŞEKKÜR

Değerli katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN hocama teşekkür ederim.

Ender GÜNER



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Ender GÜNER

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
DANIŞMAN ONAYI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. MALZEME VE YÖNTEM.....	6
2.1. Veriler.....	6
2.2. Yöntem	10
2.2.1. Kendi kendini organize eden harita.....	10
2.2.2. K-ortalama kümeleme metodu.....	12
3. BULGULAR.....	16
3.1. Kendini Yenileyen Harita Bulguları	16
3.2. K-Ortalama Bulguları	29
4. SONUÇ	36
KAYNAKÇA.....	38
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Tamire tuttukları vagon adetine göre en çok vagon tamire tutan 20 yer	6
Tablo 2.2. Tamire tutulan vagon adetine göre en çok tamire tutulma nedenleri	7
Tablo 2.3. Vagonların tip bazında adedi	8
Tablo 2.4. Tip bazında tamire tutulan vagon adeti.....	9
Tablo 3.1. Birinci grup öznitelikler için kendini yenileyen harita yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri	18
Tablo 3.2. VT, TTY ve KA öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçların açıklamaları	18
Tablo 3.3. Birinci grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	19
Tablo 3.4. İkinci grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme istatistikleri.....	21
Tablo 3.5. TTY, KA ve TTN öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçların	21
Tablo 3.6. İkinci grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	22
Tablo 3.7. Üçüncü grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme istatistikleri.....	24
Tablo 3.8. VT, KA ve TTN öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçları açıklamaları	25
Tablo 3.9. Üçüncü grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	25
Tablo 3.10. Dördüncü grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme istatistikleri.....	28
Tablo 3.11. VT, TTY ve TTN öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçları açıklamaları	28
Tablo 3.12. Dördüncü grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	29
Tablo 3.13. Birinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri.....	30
Tablo 3.14. VT, TTY ve KA öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları	30

Tablo 3.15. Birinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	31
Tablo 3.16. İkinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri.....	31
Tablo 3.17. VT, TTY ve KA öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları	32
Tablo 3.18. İkinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	32
Tablo 3.19. Üçüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri.....	33
Tablo 3.20. VT, KA ve TTN öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları	33
Tablo 3.21. Üçüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	34
Tablo 3.22. Dördüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri.....	34
Tablo 3.23. VT, TTY ve TTN öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları	35
Tablo 3.24. Dördüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları.....	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Çeşitli kendi kendini organize eden harita görüntüleri	12
Şekil 2.2. Çeşitli kendi kendini organize eden harita görüntüleri	12
Şekil 2.3. Basit K-ortalama kümeleme mantığının şeması.....	13
Şekil 2.4. K-ortalama kümeleme işlemi öncesi ve sonrası	13
Şekil 2.5. Beşli kümeleme örneği	14
Şekil 2.6. K-ortalama kümeleme algoritmasının amacının şekil kullanılarak açıklanması	15
Şekil 3.1. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-1	16
Şekil 3.2. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-1	16
Şekil 3.3. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-1	17
Şekil 3.4. Kendini düzenleyen harita ağırlık konumları-1.....	17
Şekil 3.5. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-2	19
Şekil 3.6. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-2.....	20
Şekil 3.7. Kendini düzenleyen harita ağırlık düzlemleri-2.....	20
Şekil 3.8. Kendini düzenleyen harita ağırlık konumları-2.....	20
Şekil 3.9. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-3	23
Şekil 3.10. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-3.....	23
Şekil 3.11. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-3.....	23
Şekil 3.12. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-3.....	24
Şekil 3.13. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-4	26
Şekil 3.14. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-4.....	26
Şekil 3.15. Kendini düzenleyen harita ağırlık düzlemleri-4	27
Şekil 3.16. Kendini düzenleyen harita ağırlık konumları-4.....	27

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHC	: Yığılmalı Hiyerarşik Kümeleme (Agglomerative Hierarchical Clustering)
DS2	: Veri Adımı 2 (Data Step 2)
ICH-GSDMM	: Improved Chinese Whispers - Gaussian Sequential Dirichlet Mixture Mode (Geliştirilmiş Chinese Whispers - Gaussian Sıralı Dirichlet Karışım Modeli)
KA	: Komponent Adı
LCA	: Gizil Sınıf Analizi (Latent Class Analysis)
NMI	: Normalize Edilmiş Karşılıklı Bilgi (Normalized Mutual Information)
RSEFD	: Tahmin Sapmasının Revize Edilmiş Standart Hatası (Revised Standard Error of Forecast Deviation)
SOM	: Self-Organizing Map (Kendini Organize Eden Harita)
TTN	: Tamire Tutulma Nedeni
TTY	: Tamire Tutulma Yeri
UIC	: International Union of Railways (Uluslararası Demiryolları Birliği)
VT	: Vagon Tipi

1. GİRİŞ

Kümeleme, makine öğrenimi, veri madenciliği, örüntü tanıma, görüntü analizi ve biyoinformatik gibi birçok alanda kullanılan istatistiksel veri analizi, benzerliklere dayalı olarak gruplandırılmamış verileri farklı alt gruplara ayırma amacıyla kullanılan bir dizi yöntemi içermektedir. Küme ise birbirine benzeyen veya yakın öğelerin oluşturdukları topluluklardır. Kümeleme analizi sayesinde her bir kümedeki veriler belirli bir mesafe ölçüsüne göre belirlenir (Madhulatha, 2012).

Feuillet, F. ve arkadaşlarının bu makalesinde Psikotrop ilaçların yüksek miktarda tüketiminin bir halk sağlığı problemi olduğu ifade edilmiştir. Pazarlama sonrası safhada tüketim özelliklerini belirlemek için titiz istatistiksel metodlara gereksinim olduğu belirtilmiştir. Toplayıcı hiyerarşik kümeleme (AHC) ve gizli sınıf analizi (LCA), benzer özelliklere sahip olan özne kümeleri tedarik edebilmektedir. Bu makaledeki bu çalışmanın gayesi, farmakoepidemiolojideki bu iki metodu birkaç kritere göre mukayese etmektir: küme sayısı, uyumluluk, irdeleme ve ayrıca zaman içindeki kararlılık. Bromazepam tüketimine ilişkin bir veri kümesinden, iki metod iyi bir uyum ortaya koymaktadır. AHC çok kararlı bir metoddur ve ayrıca homojen sınıflar oluşmasını sağlamaktadır. LCA, çıkarımsal bir yaklaşımdır ve aşırı sapkın davranışın daha doğru bir biçimde tanımlanmasına müsaade ediyor gibi görünmektedir (Feuillet, Bellanger, Hardouin, Caroline, & Sébille, 2015).

Bair, E.'nin bu makalesinde kümeleme analizi metodlarının, bir veri kümesini homojen alt gruplara ayırmaya çabaladığı ifade edilmiştir. Belge işleme ve modern genetik dahil olmak üzere çok çeşitli uygulamalarda kullanışlı metodlardır. Geleneksel kümeleme metodları denetimli değildir, yani veri kümesindeki gözlemler arasındaki ilişki hakkında hiçbir sonuç değişkeni veya bilinen bir şey bulunmaz. Yalnız birçok durumda, özelliklerin değerlerine ilave olarak kümeler ile ilgili bilgi de bulunmaktadır. Örnek olarak, bazı gözlemlerin küme etiketleri bilinebilmektedir veya bazı gözlemlerin aynı kümeye ait olduğu bilinebilmektedir. Diğer durumlarda, belirli bir sonuç değişkeni ile ilgili kümelerin belirlenmesi isteniliyor olabilir. Bu gözden geçirme, bu hallerde uygulanabilen birkaç kümeleme algoritmasını (“yarı denetimli kümeleme” metodları olarak bilinir) izah ediyor bulunmaktadır. K-ortalama kümeleme metodu ve bunlardan birkaçı ayrıntılı olarak bu makalede açıklanmıştır. Diğer bazı yarı denetimli kümeleme algoritmalarının kısa bir izahı da tedarik edilmiştir (Bair, 2013).

Yang ve Zhang, demiryolu sinyal ekipmanı arıza verilerini (RSEFD) analiz etmek için iyileştirilmiş bir Dirichlet multinomial karışım modeli (ICH-GSDMM) kullanarak demiryolu arıza metin kümeleme yöntemi önermektedir. Bu yöntem, RSEFD'nin profesyonellik, kısa metinler, dengesiz kategori ve manuel analiz düşük verimlilik gibi özelliklerini ele almak amacıyla geliştirilmiştir. Öncelikle, demiryolu sinyal terminolojisi sözlüğü oluşturulmuş ve ardından geleneksel ki-kare istatistikleri iyileştirilmiştir. Son olarak, Dirichlet multinomial karışım modeli için Gibbs örnekleme algoritması, simetri sorununu çözmek için iyileştirilmiş ki-kare istatistik yöntemiyle (ICH) modifiye edilmiştir. ICH-GSDMM modeli, geleneksel GSDMM ve chi-kare istatistik temelli GSDMM (CH-GSDMM) modellerine göre daha yüksek bir kümeleme performansı sergilemiştir. Bu yöntem, özellikle bazı RSEFD kategorilerinde teşhis doğruluğunu önemli ölçüde artırmıştır (Yang & Zhang, 2022).

Aljalbout ve arkadaşlarının çalışmasında, derin sinir ağlarına dayalı kümeleme yöntemlerinin, yüksek temsil gücü nedeniyle gerçek dünya verilerini kümeleme konusunda umut verici olduğu belirtilmiştir. Bu makalede, derin sinir ağlarını kullanan kümeleme yöntemlerinin sistematik bir taksonomisi sunulmuştur. Önerilen taksonomi, son çalışmaların geniş bir incelemesine dayanmaktadır ve bir vaka çalışmasında doğrulanmıştır. Vaka çalışmasında, taksonominin araştırmacılara ve uygulamacılara, bireysel sınırlamaları aşmak amacıyla önceki yöntemlerin farklı yönlerini seçip yeniden birleştirerek ve değiştirerek sistematik olarak yeni kümeleme yöntemleri oluşturma imkânı sağladığı gösterilmiştir. Deneysel değerlendirme, önerilen metodun en son kümeleme kalitesine ulaştığını ve bazı durumlarda bu kaliteyi aştığını göstermektedir (Aljalbout, Golkov, Siddiqui, Strobel, & Cremers, 2018).

Atev, S., Miller, G., Papanikolopoulos, N. P.'nin bu makalesinde otomatik bir görüş sistemi tarafından tespit edilen araç yörüngelerinin kümelenmesi için uygun bir metot sunulmaktadır. İki spektral kümeleme metodundan gelen düşünceleri birleştirilmiştir ve Hausdorff uzaklığına dayalı bir yörünge-benzerlik ölçüsü önerilmiştir, sağlamlığını iletirmek için değişiklikler yapılmıştır ve yörüngelerin sıralı nokta koleksiyonları olduğu doğruluğu hesaba katılmıştır. Tavsiye edilen metot, birkaç gerçek dünya veri setinde iyi bilinen iki yörünge kümeleme metodu ile mukayese edilmiştir (Atev, Miller, & Papanikolopoulos, 2010).

Reyes ve arkadaşlarının bu makalesinde birçok türde cihaz tarafından üretilen ve depolanan büyük hacimli coğrafi referanslı bilgi dikkate alındığında, bu verilerle

çalışabilen tekniklerin incelenmesi ve geliştirilmesi büyük bir ilgi alanı olmuştur ve olmakta olduğu ifade edilmektedir. Kümeler oluşturmak ve ortaya çıkan kalıpları belirlemek gayesi ile araç güzergahlarının analizi, şehirlerdeki ulaşım akışlarını karakterize etmek ve analiz etmek için çok yararlıdır. Bu makalede, bir şehrin çeşitli sektörlerindeki araç alt yörünge kümelerini tanımlayabilen yeni bir kümeleme metodu sunulmaktadır. Bu makalede tavsiye edilen metot, uyarlanabilir proses boyunca her grubun veya alt yörünge kümesinin ağırlık merkezinin gerçek konumunu ortaya çıkarmak için bir yardımcı yapının kullanımına dayanmaktadır. Tavsiye edilen metot üç gerçek veri tabanı üzerinde uygulanmıştır ve ilgili diğer metotlarla bu makalede karşılaştırılmıştır (Reyes, Lanzarini, Waldo, & Bariviera, 2021).

Monkhorst'un bu makalesinin konu aldığı bu çalışmada Cocster, Kümmel, Cizek ve Paldus'un önderliğini yaptığı korelasyon sorusuna yönelik küme genişletme yaklaşımı, birçok fermiyon sistemlerinin statik ve dinamik özelliklerinin hesaplanmasına yönelik genişletilmiş bulunmaktadır. Herhangi bir düzendeki özellikler için doğrusal, homojen olmayan denklemler bu çalışmada elde edilmiştir. Zamana bağlı bir formülasyon, Green'in fonksiyon metotlarını hatırlatan uyarma enerjileri, geçiş ihtimalleri ve büyük ihtimalle yaşam sürelerini veren frekansa dayalı özellikler vermektedir (Monkhorst, 1977).

Yağmur Sonay'ın tezinde, yapay zeka ve makine öğrenimi gibi teknolojik ve bilimsel gelişmelerin insan yaşamına girmesiyle birlikte, dünyada veri üretiminin çok arttığından bahsedilmiştir. Veri, alınarak, işlenerek, anlamlı ve önemli bilgilere dönüştürülerek değerli bir maden gibi satılabilir. Verinin çok hızlı ve çok fazla büyümesi, bilgiye dönüştürme sürecini zorlaştırmıştır. Çok büyük boyutlarda ve çok büyük miktarlarda olan veri, kendisinin analiz edilmesini güçleştirmektedir. Verinin bu nitelikleri, analiz yönteminin doğru ve rahat çalışmasını zorlaştırır. Veri işlenmeden önceki aşamada, bu sorunların üstesinden gelmek için kullanılan birçok metot bulunur. Sonay'ın tezi, büyük boyutlu veri setlerinin Temel Bileşen Analizi yöntemiyle indirgenmesinin, Hiyerarşik Kümeleme metotlarının performansına nasıl etki ettiğini inceleyen bir tez çalışmasıdır. Ayrıca bu tez çalışmasında belirli amaçlardan bahsedilmektedir. Sonay'ın tezi, Temel Bileşen Analizi ve Hiyerarşik Kümeleme metotlarının, Birleşmiş Milletler veri platformundan alınan 2020 yılına ait 22, 38 ve 46 değişkenli veri setleri üzerinde uygulanmasını anlatmaktadır. Analiz sonuçları, tanglegramlar ve çeşitli benzerlik katsayıları kullanılarak karşılaştırılmış ve incelenmiştir.

Araştırma sonuçları, Temel Bileşen Analizi metodunun düşük korelasyon ve aykırı değerlerle birlikte, hiyerarşik kümeleme sonuçları ve dengrogramlar üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur (Sonay, 2022).

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, veri üretimi de çok hızlı bir şekilde çoğalmaktadır. Elif Güleriyüz bu durumu tezinde dile getirmektedir. Verilerden anlam çıkarabilmek için verilerin işleminden geçirilmesi şarttır. Bilgiye ulaşmak ve karar almak için süreyi kısaltan bir şey, verinin anlamlı bir şekle dönüştürülmesidir. Anlamlı bilgiye nasıl ulaşılabileceği, araştırmacıların üzerinde çalıştığı bir konudur. Verilerin anlam kazanması ve bilgi haline gelmesi için veri madenciliği yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler, verileri sınıflandırma, kümeleme gibi tekniklerle işleyerek verilere anlam katmaktadır. Güleriyüz'ün tezinde, literatürde doğrudan setlere uygulanan sınıflandırma algoritmaları ile önerilen metodlar arasındaki performans farklarını karşılaştırmak ve en iyi metodu belirlemek amaçlanmıştır. Güleriyüz'ün tezinde, orta ve büyük veri setleri ön işleminden geçirildikten sonra, sadece ön işlem yapılmış veriler, K-Ortalama kümeleme yöntemi ve önerilen hibrit kümeleme ile sınıflandırıldı. Bu üç aşamada elde edilen performans değerlendirme ölçütleri karşılaştırıldı. Parametre optimizasyonu sayesinde, her evrede performans iyileştirilmesi yüzdesi arttırılmıştır. Güleriyüz'ün tezinde, önerilen hibrit metodun, veri setlerinin büyük bir bölümünde performans artışı sağladığı görülmüştür (Güleriyüz, 2022).

Burcu Salkım'ın tezinde, tekstil sektörünün dünya çapında büyümesiyle birlikte, insanların giysilerden ev tekstil ürünlerine kadar farklı nitelikler aradıkları belirtilmektedir. Bu nitelikler arasında görsel güzellik ve çeşitlilik ön plandadır. Modanın daha yaygın bir fenomen haline gelmesi, insanların daha hızlı tüketmesine ve kullandıkları ürünlerin görsel olarak birbirine benzer olmasına yol açmaktadır. Moda eğilimlerini takip etmek ve günümüzün rekabetçi koşullarında karlılığı sürdürebilmek için desen ve renk çalışmalarının profesyonel ekipler tarafından yürütülmesi zorunlu bir süreç haline gelmiştir. Üretici, tasarlanan desenleri ve renkleri mükemmel bir şekilde uygulamak zorundadır. Çünkü bu süreçler, moda eğilimlerine ayak uydurmak ve günümüzün rekabetçi ortamında karlılığı korumak için gereklidir. Salkım'ın tezinde K-Ortalama Kümeleme metodu kullanılarak baskılı kumaşlardaki desenlerin nasıl tespit edildiği; ayrıca estetik açıdan önemli olan ve tekstil ürünlerinin tasarımını etkileyen desen ve renklerin ölçüm sonuçlarına göre hangi temel bileşenleri içerdiği anlatılmıştır. Tarayıcı görüntülerinden çıkarılan desen bilgisinin, belirlenen desen gruplarıyla uyumlu olup

olmadığı, kullanılan algoritmaların sonuçlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar sayesinde, tarayıcı ile farklı kumaşlardan farklı desenler elde edilerek, bunlardan çeşitli desen veri tabanları kurulabileceği görülmüştür. Farklı renk ve desen kombinasyonlarıyla, bu veri tabanlarından yararlanarak, baskılı kumaş modelleri tasarlamak mümkün olabilecektir (Salkım, 2020).

Yük vagonlarının bakımı, yük trenlerinin güvenli ve ekonomik bir şekilde işletilmesi için zorunludur. Bakım verileri, 2019 ve 2022 yılları arasındaki dönemde makine öğrenmesi ve gruplama teknikleriyle ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.



2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Veriler

Demiryolu ağındaki çeşitli yerlerden geçerken, yük vagonlarının durumu Vagon Teknisyenlerinin gözle kontrolüne tabi tutulur. Ölçüm veya tamir gerektiren yük vagonları, Vagon Teknisyenlerinin gözle yaptığı denetim sonucunda belirlenir. 36 işyeri, 2019-2022 yılları arasında 150’den fazla vagonu tamir etmiştir.

Tablo 2.1. *Tamire tuttukları vagon adetine göre en çok vagon tamire tutan 20 yer*

Yer	Tamire Tutulma Sayısı
Kayseri	11060
Demirbağ	8645
Eskişehir	6638
Çatalağzı	3952
Malatya	3811
Afyon	3792
İskenderun	3426
Halkalı	2918
Alsancak	2664
Mersin	2657
Balıkesir	2528
Sivas	2472
Soma	2431
Yakacık	2320
Arifiye	1845
Van	1724
Ülkü	1192
Tavşanlı	1137
Konya	1067
Kapıkule	973

Tablo 2.1., 2019-2022 yılları arasında en fazla vagon tamiri yapan 20 işyerini göstermektedir. Kayseri , Demirbağ, Eskişehir, Çatalağzı ve Malatya, 2019-2022 yılları arasında çeşitli sebeplerden dolayı sırasıyla 11060, 8645, 6638, 3952 ve 3811 vagonu tamir etmek zorunda kalmışlardır. İlk 5 tamire tutulan yerden sonra sırayla Afyon, İskenderun, Halkalı, Alsancak ve Mersin gelmiş bulunmaktadır.

Tekerleklerin boden kalınlığı 22mm’nin altına inerse veya tekerlek apleti değişirse, vagonlar tamire alınır. Tekerlekler torna makinesinde düzeltilir ve sonra vagonlar yeniden kullanıma hazır olur. En yüksek sayıda Çatalağzı, Kayseri ve Afyon’da vagonlar, tekerleklerin boden kalınlığı 22mm’den az veya tekerlek apleti uygun olmadığı için tamire gönderilmiştir. Sonuç olarak Çatalağzı, Kayseri ve Afyon’da vagonların tekerlekleri torna gerektiriyor. Bu yüzden buralarda torna yapmaya yönelik imkanlar yükseltilmelidir. Çatalağzı’nda vagonların tekerlek apleti sorunu yüzünden tamire tutulan

vagon sayısının en fazla sayıda olduğu görülmektedir. Apletinin ise işletmecilik hatasından mı yoksa vagona bulunan teknik bir kusurdan mı ortaya çıktığı bulunmalıdır.

Tablo 2.2. *Tamire tutulan vagon adetine göre en çok tamire tutulma nedenleri*

Tamire Tutulma Nedeni	Tamire Tutulma Sayısı
Boden Kalınlığı 22mm Altında	6616
Tekerlek Apleti	5711
Dikme/Dikme Desteği Hasarlı/Noksan(Platform Vagon)	5146
Kapı Açık/Hasarlı	4574
Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak	4381
Yan Duvar Açık/Hasarlı(Açık Vagon)	3956
Fren Hava Hortumu Hasarlı/Noksan/Sarkıyor	3116
Vagon Gövdesi Yan Duvar Hasarlı	2542
Tekerlek Yuvarlanma Yüzeyinde Yer Yer Ezilme	2480
Yangın	1977
Hava Musluğu Arızalı/Noksan/Kaçırıyor	1924
Fren Mekanik Parçası Sarkık veya Kırık	1846
Yan Kapak Açık/Hasarlı(Platform Vagon)	1844
Tekerlek Yuvarlanma Yüzeyinde Metal Yığılması	1800
Basamak/Tutamak/Korkuluk vb. Hasarlı/Noksan	1797
Hava Freni Çalışmıyor	1550
Boji Yan Yastık Susta/Taşıyıcı	1447
Branda Kitleme Tertibatı Arızalı(Rils vb)	1161
Yaprak Susta Ana Yaprak Kırık/Çatlak	1087
Topraklama Kablosu Noksan/Hasarlı	1025
Fren Balatası Noksan/Çatlak	904
Taban Hasarlı	872
Açılabilir Çatı Açık/Kızıktan Çıkmış/Kitleme	802
Fren Açma Kapama Kolu Hasarlı	795
El Freni Çalışmıyor	692
Vidalı Koşum Takımı Hasarlı	682
Fren Emniyet Çemberi Etkisiz	677
Perno/Menot Kırık/Npksan/Çıkmış	661
Cer Tertibatı Diğer Parçaları Hasarlı	573
Yük Kaymış/Bağlantı Halatları Kopmuş	553
Y25 Boji T Kaldırma Parçası Noksan	550
Dingil Kutusu Hasarlı/Yağ Sızdırıyor	542
Vagon Gövdesi İskeleti Hasarlı	538
Kondivit Borusu Hasarlı	520
Helezon Susta Kırık	501

“Dikme/Dikme Desteği Hasarlı/Noksan (Platform Vagon)” nedeniyle tamire tutulan vagon sayısı 5146, “Kapı Açık/Hasarlı” nedeniyle tamire tutulan vagon sayısı 4574 ve “Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak” nedeni ile tamire tutulan vagon sayısı 4381 adettir. Platform vagonların ise dikme ve dikme desteklerinin hasarlı veya noksan olması sebebiyle tamire tutulduğu Tablo 2.2’den anlaşılmaktadır. “Boden Kalınlığı 22mm Altında” ve “Tekerlek Apleti” nedenlerinden sonra vagonların genel olarak vagonun gövdesi/sandığı ile ilgili “Dikme/Dikme Desteği Hasarlı/Noksan (Platform Vagon) ve “Kapı Açık/Hasarlı” gibi fiziksel hasarları en fazla gelmektedir. Vagonların

yükleme boşaltma sırasında gövde/sandık kısmının çok sık zarar gördüğü bilinmektedir. Cevher vagonlarına üstten iş makinası kepçesi ile yükleme yapıldığı için vagon gövdesi/sandığı zarar görmektedir.

Tablo 2.2’de tamire tutulan vagonların adetleri incelendiğinde 5. Sırada “Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak” gerekçesinin geldiği görülmektedir. Frenlerde sabo, tekerlek aderans yüzeyine sürtünme etkisiyle frenleme etkisi oluşturur. Türkiye’de fren kuvvetinin ölçümü için test cihazının sabolara ilk uygulandığı Çatalağzı’nda bu işlem büyük önem taşımaktadır. Vagonların fren yüzdesi ve hesaplarının yanlış olup olmadığını ölçüm cihazıyla anlamak mümkündür. Bilgisayarlı fren test cihazıyla Çatalağzı’ndaki vagonların UIC 543-1 Ek-B’deki “Kontrol Listesi”ne uygun olup olmadığının bulunması için ikinci bir kontrol yapılmalıdır.

Tablo 2.3. *Vagonların tip bazında adedi*

Vagon Tipi	Tamire Tutulma Sayısı
Fals (665 0 331/2708)	2188
Ks (330 1 001/2650)	1206
Hbbillnss (246 1 001/999)	975
Eanoss (TSI) (537 9 192/80066)	871
Sgss (456 8 923/9772)	828
Es (552 0 002/1902)	785
Ks (330 2 652/3252)	582
Els (513 3 005/650)	546
Falns (644/664 1 001/531)	512
Ss (470 0 001/501)	490
Rgns (TSI) (381 6 001/500)	489
Rilnss (354 6 001/476)	474
Sgs (454 0 001/452)	397
Habiss (285 1 001/402)	397
Habis (275 2 001/390)	382
Sgss (456 8 581/922)	365
Falns (664 1 532/891)	345
Sgss (456 8 000/350)	327
Rilnss (TSI) (354 7 001/302)	302
Talns (TSI) (066 5 001/300)	300

TCDD Taşımacılık AŞ’nin yaklaşık 50 çeşit ticari yük vagonundan oluşan yük vagonu parkı 16475 adettir. Tablo 2.3.’de TCDD Taşımacılık AŞ’nin sahip olduğu yük vagonlarının tiplere göre sayısı belirtilmiştir.

Tablo 2.4. *Tip bazında tamire tutulan vagon adeti*

Vagon Tipi	Tamire Tutulma Sayısı
Fals (665 0 331/2708)	19973
Ks (330 1 001/2650)	6370
Sgss (456 8 923/9772)	4470
Falns (644/664 1 001/531)	3364
Es (552 0 002/1902)	3167
Rilnss (354 6 001/476)	3038
Hbbillnss (246 1 001/999)	2920
Ks (330 2 652/3252)	2778
Rgns (TSI) (381 6 001/500)	2684
Falns (664 1 532/891)	1939
Talns (TSI) (066 5 001/300)	1876
Sgss (456 8 000/350)	1780
Els (513 3 005/650)	1776
Habiss (285 1 001/402)	1674
Sgs (454 0 001/452)	1517
Fas (637 7 001/330)	1439
Sgss (456 8 581/922)	1380
Rilnns (TSI) (354 7 001/302)	1345
Habis (275 2 001/390)	1272
Falns (664 2 001/300)	1246

Bakım giderleri, demiryolu altyapısı, araçları ve personeli için harcanan parayı kapsar. Bu giderler, Demiryolu Tren İşletmeleri(Railway Undertaking) ve Zilyetler(Keeper)'in en önemli üç maliyet unsuru arasındadır. En çok vagon tamiri yapan yerler sırasıyla Kayseri, Demirbağ, Eskişehir, Çatalağzı ve Malatya olarak belirtilmektedir.

Vagon tamiri gerektiren durumların başında, “Boden Kalınlığı 22 mm Altında” ve “Tekerlek Apleti” gelmektedir. Bu noktadan çıkarım yapmak gerekirse tekerlek gövdesi tüketiminin, yedek parça cinsinden bakacak olursak oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu sebeple tekerlek gövdesi tüketimini azaltmak için, tekerlek gövdesinin aşınmasına ve yıpranmasına neden olan faktörleri belirlemek gerekir.

Türkiye'nin demiryolu taşımacılığı sektöründe, Çatalağzı, Kayseri ve Afyon gibi bölgelerde vagon tamiri kaçınılmaz bir süreç haline gelmiştir. Özellikle "Boden Kalınlığı 22mm Altında" ve "Tekerlek Apleti" problemleri, vagonların sıklıkla tamire alınmasına neden olmaktadır. Bu bölgelerde, tekerleklerin torna işlemleri için daha gelişmiş imkanların sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca;

Çatalağzı özelinde, vagon tamirinde en büyük sorun "Tekerlek Apleti" yaşanmasıdır. Bu nedenle, fren kuvvetinin doğru ölçüldüğü test cihazlarının kullanılması

gerekmektedir. Özellikle Çatalağzı gibi belirli bölgelerde bu tür test cihazlarının yaygınlaştırılması, vagonların güvenliği açısından hayati öneme sahiptir.

TCDD Taşımacılık AŞ'nin envanterinde Fals (665 0 331/2708) tipi vagonlar ön planda yer almaktadır. Bu vagonlar genellikle gövde ve sandık hasarları nedeniyle tamire alınmaktadır. Yüklenme işlemlerinde iş makinesi kepçeleriyle yapılan yükleme, vagon gövdesine zarar verebilmektedir.

Yük vagonları arasında en sık tamire tutulan vagon tiplerinden biri de Ks (330 1 001/2650) tipidir. Bu vagonlarda dikme ve yan kapaklarda fiziksel hasarlar sıkça karşılaşılan problemlerdir. Bu hasarlar genellikle ray ve travers yüklemeleri sırasında ortaya çıkar.

Rgns (TSI) (381 6 001/500) tipi yük vagonlarında kullanılan kompakt fren sistemi, sadece bojinin iç tarafından tekere basar. Bu durum, "Boden Kalınlığı 22mm Altında" ve "Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak" problemleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu konuda detaylı bir araştırma yapılması gerekmektedir.

Falns (644/664 1 001/531) tipi yük vagonlarında yaygın bir şekilde fren arızaları meydana gelmektedir. Bu nedenle, fren kuvvetinin düzenli olarak ölçülmesi ve kontrol edilmesi tavsiye edilir. Ayrıca, Es (552 0 002/1902) tipi yük vagonlarının malzeme yorulmasına bağlı olarak tamire alındığı gözlemlenmiştir. Bu vagonların ekonomik ömürlerini doldurdukları konusunda sonuçlara varılmıştır.

Rilnss (354 6 001/476) tipi yük vagonlarında ise branda tertibatlarının düzgün kullanımı için eğitim verilmesi gerekmektedir. Tek taraflı iş makineleri ile yapılan yanlış kapatma işlemleri sonucunda hasarlar oluşabilmektedir.

Hbbillnss (246 1 001/999) ve Rgns (TSI) (381 6 001/500) tipi vagonlarda ise kapı açma/kapama ve kitleme tertibatında hem kullanıcı hataları hem de yaygın arızalar tespit edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kendi kendini organize eden harita

Kendi kendini organize eden harita (SOM) veya kendi kendini organize eden özellik haritası (SOFM), veri setindeki topolojik yapıyı korurken düşük boyutlu bir temsil oluşturmak için kullanılan bir makine öğrenme yöntemidir. SOM, veri setindeki benzer değerlere sahip gözlemleri bir araya getirerek onları bir "harita" üzerinde görselleştirebilme imkanı sunar. Bu şekilde, yakın kümelerdeki gözlemler benzer

özelliklere sahipken, uzak kümelerdeki gözlemler farklılık gösterebilir. SOM'lar, yapay sinir ağları olarak kullanılır ve diğer sinir ağlarından farklı olarak yarışmacı öğrenme metoduyla eğitilir. SOM, Finli profesör Teuvo Kohonen tarafından tanıtılmıştır ve bazen Kohonen haritası olarak da adlandırılır. Bu yöntem, biyolojik nöral sistemlere dayanarak verilerin daha kolay analiz edilmesini ve görselleştirilmesini sağlar.

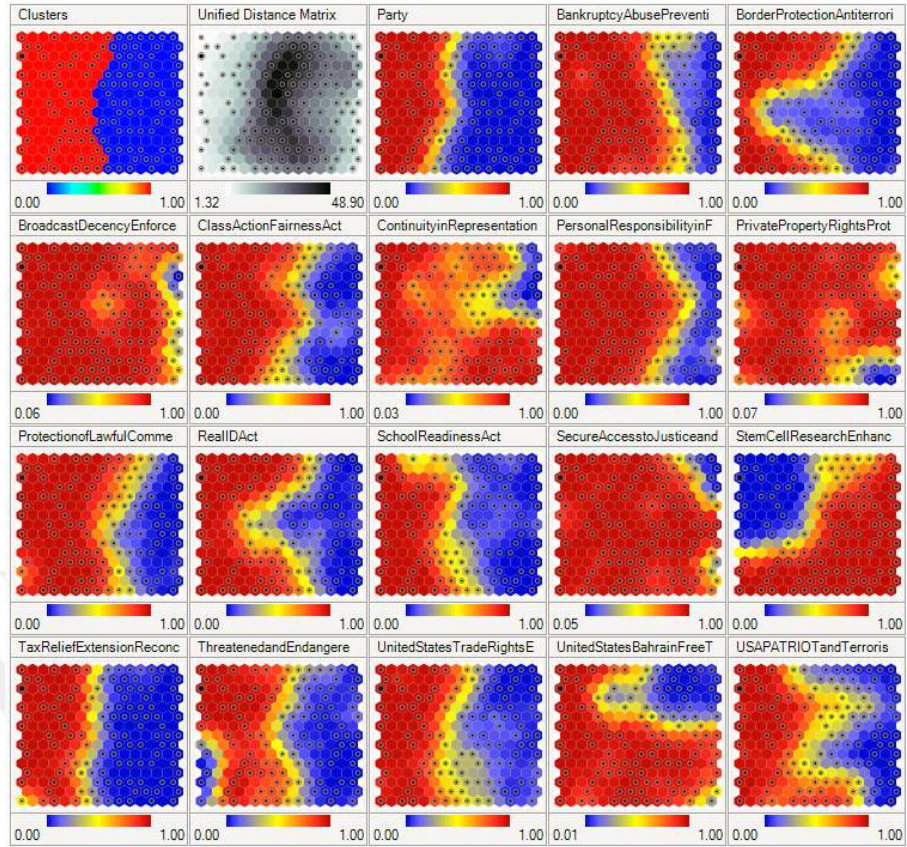
Genel bakış:

Kendi kendini organize eden haritaların genellikle iki modu vardır: eğitim ve haritalama. Eğitim modunda, bir girdi veri seti kullanılarak veri kümesinin düşük boyutlu bir temsili oluşturulur. Bu temsil, bir "harita alanı" olarak adlandırılır. Haritalama modunda ise oluşturulan harita kullanılarak yeni giriş verileri sınıflandırılır.

Eğitim, genellikle p boyutlu bir girdi uzayını iki boyutlu bir harita uzayına dönüştürmek için gerçekleştirilir. Bu, p değişkenli bir girdi uzayının p boyutlu olduğunu ifade eder. Harita alanı ise düğümler veya nöronlar adı verilen bileşenlerden düzenlenmiş bir altıgen veya dikdörtgen ızgara şeklinde oluşur. Düğüm sayısı ve düzenlemeleri, veri analizi ve keşif amacına dayalı olarak önceden belirlenebilir.

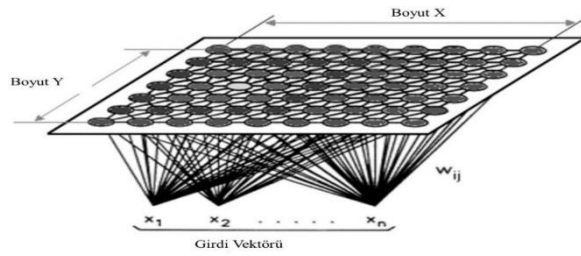
Her bir düğüm harita alanındaki konumu ile giriş uzayındaki bir düğümün konumu arasında bir "ağırlık" vektörü ile ilişkilidir. Eğitim, ağırlık vektörlerini giriş verilerine doğru hareket ettirerek harita uzayının topolojisini bozmadan gerçekleştirilir. Yani, Öklidyen mesafe gibi bir metrik kullanılarak mesafeyi azaltır. Eğitim sonrasında harita, giriş uzayında en yakın ağırlık vektörüne sahip düğümü bulmak için kullanılabilir. Böylece harita, yeni gözlemleri sınıflandırmak için giriş uzayı için kullanılabilir.

Bu şekilde, kendi kendini organize eden haritalar yüksek boyutlu verilerin sınıflandırılması, analizi ve görselleştirilmesi açısından kullanışlıdır. Şekil 2.1'de değişik kümeleme problemleri için kendini organize eden harita örnekleri sunulmuştur.



Şekil 2.1. Çeşitli kendi kendini organize eden harita görüntüleri

Şekil 2.2’de kendini organize eden haritada genişlik(X) ve derinlik boyutları(Y) ve ayrıca girdi vektörleri ile hücreler arasındaki ağırlıklandırılmış bağlantılar(w_{ij}) gösterilmektedir.

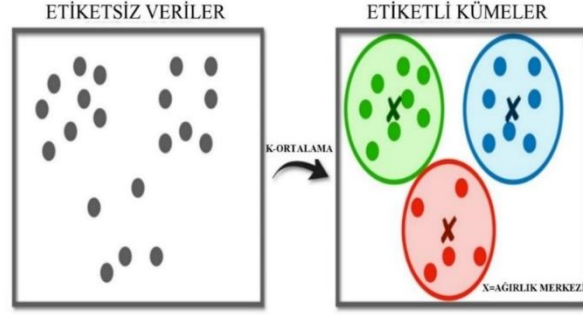


Şekil 2.2. Çeşitli kendi kendini organize eden harita görüntüleri

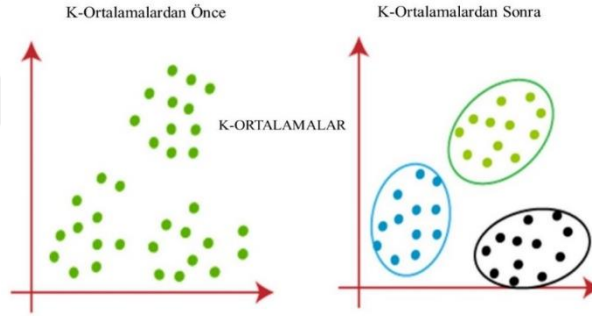
2.2.2. K-ortalama kümeleme metodu

K-ortalama kümeleme metodu, veri analizi ve madde keşfi alanında yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu algoritma, Şekil 2.3’te gösterildiği gibi N adet veri nesnesinden oluşan bir veri kümesini belirtilen K adet kümelerle bölmek için kullanılır.

Temel amacı, oluşturulan kümelerin içindeki benzerlikleri maksimize etmek ve kümeler arasındaki benzerlikleri minimize etmektir. K-Ortalama algoritması oldukça popülerdir çünkü kolayca uygulanabilir ve büyük ölçekli verileri hızlı ve etkin bir şekilde kümelere ayırabilir. K-Ortalama kümelemesi sonrası elde edilecek kümeler Şekil 2.4'teki gibi gösterilebilir.



Şekil 2.3. Basit K-ortalama kümeleme mantığının şeması



Şekil 2.4. K-ortalama kümeleme işlemi öncesi ve sonrası

Algoritma şu adımları içerir:

1. Küme Merkezlerinin Belirlenmesi: İlk olarak, belirlenen K adet küme için rastgele merkez noktaları seçilir.

2. Nesnelerin Kümelenmesi: Her veri nesnesi, en yakın olan küme merkezine atanır. Bu, veri noktalarının kümelerle ne kadar benzer olduğunu belirlemek için kullanılan mesafe metriklerine dayanır.

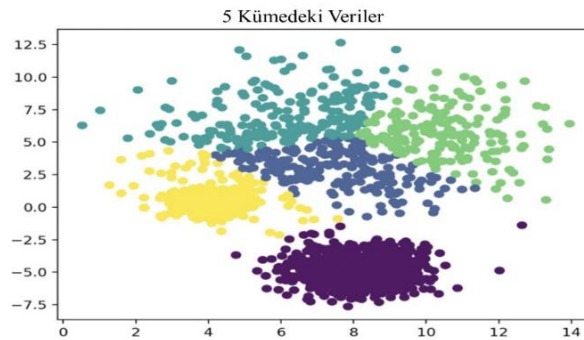
3. Yeni Küme Merkezlerinin Belirlenmesi: Her kümenin yeni merkezi, o kümeye ait veri noktalarının ortalaması olarak belirlenir. Bu, küme içi benzerliği artırmak için yapılır.

4. Stabil Duruma Ulaşılan Kadar Tekrarlama: Yeni merkezler belirlendikten sonra, her veri noktası tekrar en yakın merkeze atanır. Bu işlem, küme merkezlerinde bir değişiklik olmayana kadar tekrarlanır.

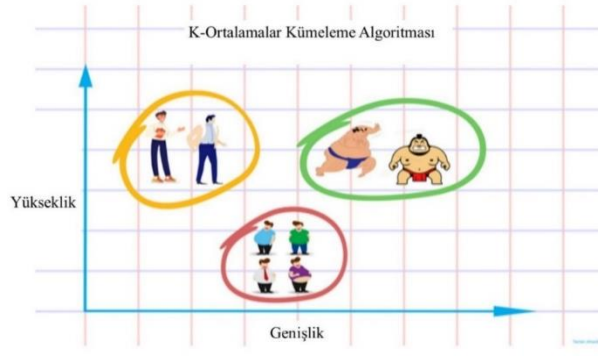
Algoritmanın Başlıca Avantajları:

- Kolay Uygulanabilirlik: Algoritma oldukça basit ve anlaşılır bir yapıya sahiptir, bu yüzden geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından tercih edilir.
- Hız ve Verimlilik: Büyük veri setlerinde bile hızlı ve etkili bir şekilde çalışabilir.
- Yüksek Başarı Oranı: Genellikle doğru sonuçlara yaklaşır ve genellikle pratikte iyi sonuçlar verir.

Ancak, K-Ortalama belirli parametrelerin (örneğin, başlangıç merkez noktalarının) rastgele seçilmesine dayanması, farklı başlangıç noktalarının farklı sonuçlara yol açabileceği anlamına gelir. Bu nedenle, algoritmanın sonuçlarına güvenilirlik kazandırmak için genellikle farklı başlangıç noktaları kullanılarak algoritma birkaç kez çalıştırılır ve en iyi sonuçlar seçilir



Şekil 2.5. Beşli kümeleme örneği



Şekil 2.6. *K-ortalama kümeleme algoritmasının amacının şekil kullanılarak açıklanması*

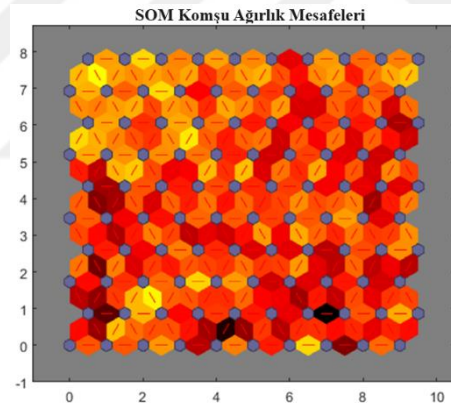
3. BULGULAR

3.1. Kendini Yenileyen Harita Bulguları

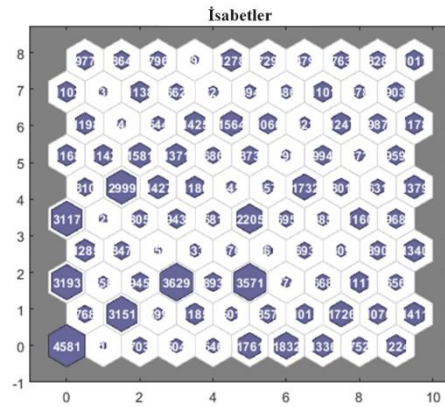
Kendini yenileyen harita yönteminde 100 küme oluşturulmuş ve bu 100 kümeden en çok eleman sahibi 10 küme seçilmiştir.

Tablo 3.1 ve 3.2’de Vagon Tipi, Tamire Tutulma Yeri ve Komponent Adı birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki gruptamada en az belirleyici öznitelik vagon tipi olmuştur. Gruplar arasındaki en büyük fark Komponent Adı’nda görülmektedir.

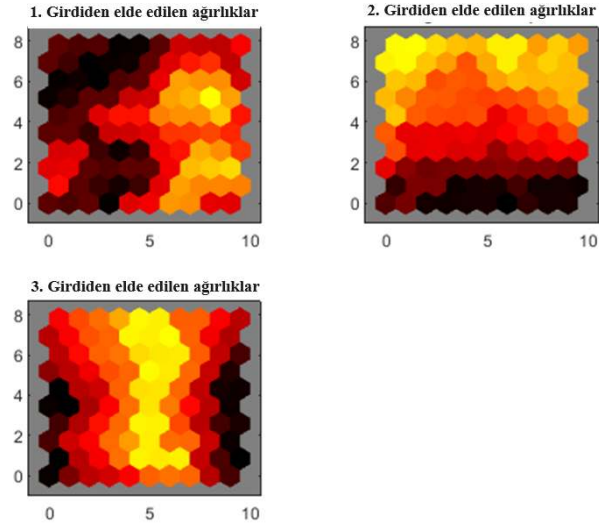
Ayrıca Şekil 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4’te seçilen bu öznitelikler kullanılarak sırasıyla çıkartılan haritalar, sırasıyla harita komşu ağırlık uzaklıkları, harita örnek isabetleri, harita ağırlık düzlemleri ve harita ağırlık konumları olarak resmedilmiştir. Özellikle Şekil 3.2’de verilerin hangi kümelerde öbeklendiği sayılarla açık bir şekilde görülmektedir. Şekil 3.3’te her bir özniteliğin ilgili hücre ile olan ağırlıklı ilişkisi renklerle belirtilmiştir. Şekil 3.4’te küme ağırlık merkezlerinin birbirlerine olan uzaklıkları resmedilmiştir.



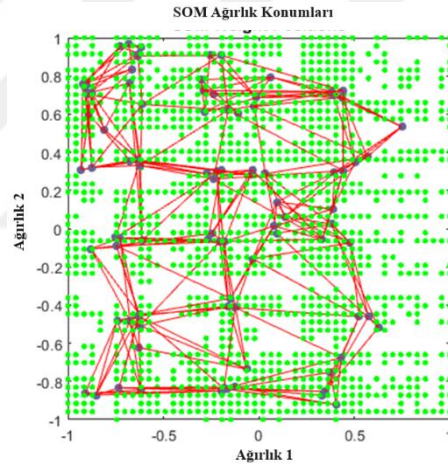
Şekil 3.1. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-1



Şekil 3.2. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-1



Şekil 3.3. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-1



Şekil 3.4. Kendini düzenleyen harita ağırlık konumları-1

Tablo 3.2 incelendiğinde bu üç öznitelik kullanıldığında Vagon Tipi'nin çoğunlukla Fals (665 0 331/2708) merkezinde öbeklendiği görülmektedir. Tamire tutulma yeri 10 grup için 6 farklı lokasyon olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonlar Demirbağ, Kayseri, Çatalağzı, Eskişehir, Alsancak ve Soma olarak sıralanabilir. 10 grup için 8 farklı Komponent Adı belirlenmiştir. Bunlar Yan veya Alın Duvar, Yan Duvar Kapağı, Fren Pnömatik Kısım, Boden, Tekerleğin Bandaj Kısım, Dikme ve Fren Mekanik Kısım olarak listelenebilir. Tamire Tutulma Yeri ile Komponent Adı'nın ilişkisi zayıf görülmektedir. Vagon Tipi'nde çeşitlilik olmadığı için diğer özniteliklerle ilişkisi hakkında net bir şey söylenememektedir.

Tablo 3.1. Birinci grup öznitelikler için kendini yenileyen harita yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	VT Ortalama	VT Std	VT Mod	TTY Ortalama	TTY Std	TTY Mod	KA Ortalama	KA Std	KA Mod
1	9,59	1,38	10	13,42	1,82	14	49,35	0,77	49
2	9,86	0,81	10	32,82	1,07	33	21,20	1,58	22
3	9,68	1,26	10	33,04	1,16	33	5,13	1,19	5
4	8,56	1,54	10	13,17	0,66	13	38,28	0,75	38
5	20,17	0,86	20	22,95	0,64	23	11,38	1,35	11
6	9,69	0,96	10	13,62	0,60	14	5,05	1,01	5
7	32,39	2,06	34	4,13	2,03	3	7,22	3,46	11
8	3,36	0,92	4	41,77	1,49	41	19,20	2,52	21
9	20,33	1,07	20	22,85	0,97	23	48,28	1,50	48
10	10,02	0,28	10	13,91	0,32	14	21,63	0,55	22

Tablo 3.2. VT, TTY ve KA öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçların açıklamaları

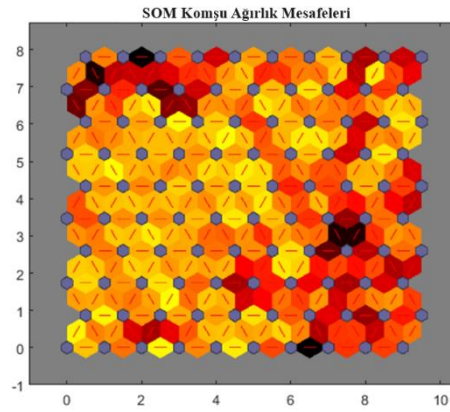
Küme No	VT Mod	TTY Mod	KA Mod
1	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Yan veya Alın Duvar (Açık Vagon)
2	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Fren Pnömatik Kısım
3	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Boden
4	Fals (665 0 331/2708)	Çatalağzı	Tekerleğin Bandaj Kısım
5	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Dikme (Platform Vagon)
6	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Boden
7	Sgss (456 8 923/9772)	Alsancak	Dikme (Platform Vagon)
8	Es (552 0 002/1902)	Soma	Fren Mekanik Kısım
9	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Yan Duvar Kapağı (Platform Vagon)
10	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Fren Pnömatik Kısım

Tablo 3.3 incelendiğinde sınıfların büyük çoğunluğunda Vagon Tipi ve Komponent adı öznitelikleri arasındaki korelasyonun 0'a yakın olduğu gözlemlenmektedir. Tamire tutulma yeri ve vagon tipi arasında da benzer şekilde düşük katsayılı bir korelasyon bulunmaktadır. Komponent adı ve tamire tutulma yerleri de yine birbiriyle düşük ilişkilidir. Bu sonuçlar bize bu üç öznenliğin birbirinden bağımsız olduğunu ve küme seçiminde birbirinden farklı etkilerinin olduğunu göstermektedir.

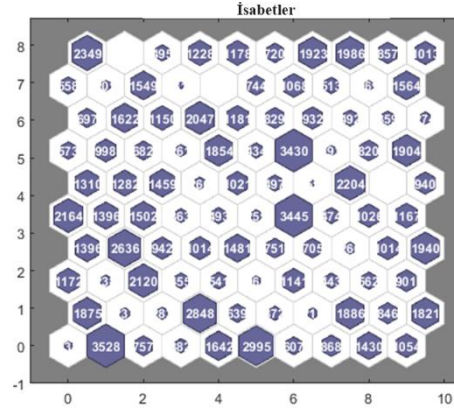
Şekil 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8'de seçilen bu öznitelikler kullanılarak sırasıyla çıkartılan haritalar, sırasıyla harita komşu ağırlık uzaklıkları, harita örnek isabetleri, harita ağırlık düzlemleri ve harita ağırlık konumları olarak resmedilmiştir. Özellikle Şekil 3.6'da verilerin hangi kümelerde öbeğlendiği sayılarla açık bir şekilde görülmektedir. Şekil 3.7'de her bir öznenliğin ilgili hücre ile olan ağırlıklı ilişkisi renklerle belirtilmiştir. Şekil 3.8'de küme ağırlık merkezlerinin birbirlerine olan uzaklıkları resmedilmiştir.

Tablo 3.3. Birinci grup öznelilikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları

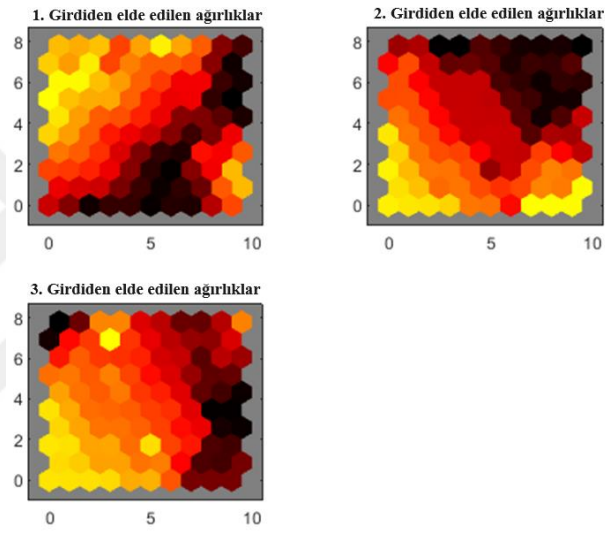
Birinci Küme				İkinci Küme			
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA	
VT	1	0,1022	-0,0225	VT	1	-0,0121	-0,0019
TTY	0,1022	1	-0,2081	TTY	-0,0121	1	-0,0095
KA	-0,0225	-0,2081	1	KA	-0,0019	-0,0095	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA	
VT	1	-0,1136	0,0406	VT	1	-0,2278	-0,0899
TTY	-0,1136	1	-0,2763	TTY	-0,2278	1	0,261
KA	0,0406	-0,2763	1	KA	-0,0899	0,261	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA	
VT	1	0,039	0,3486	VT	1	-0,0679	0,0567
TTY	0,039	1	0,0007	TTY	-0,0679	1	0,0988
KA	0,3486	0,0007	1	KA	0,0567	0,0988	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA	
VT	1	-0,1399	0,0219	VT	1	0,0424	-0,2843
TTY	-0,1399	1	0,0086	TTY	0,0424	1	0,0516
KA	0,0219	0,0086	1	KA	-0,2843	0,0516	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA	
VT	1	-0,0282	-0,2587	VT	1	0,033	0,0828
TTY	-0,0282	1	0,0196	TTY	0,033	1	0,1026
KA	-0,2587	0,0196	1	KA	0,0828	0,1026	1



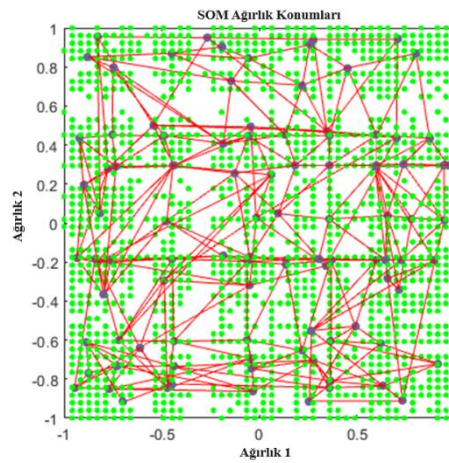
Şekil 3.5. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-2



Şekil 3.6. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-2



Şekil 3.7. Kendini düzenleyen harita ağırlık düzlemleri-2



Şekil 3.8. Kendini düzenleyen harita ağırlık konumları-2

Tablo 3.4 ve 3.5’de Tamire Tutulma Yeri, Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki gruplamada en az belirleyici öznitelik Tamire Tutulma Yeri olmuştur. Gruplar arasındaki en büyük fark Tamire Tutulma Nedeni’nde görülmektedir. Tablo 3.5 incelendiğinde bu üç öznitelik kullanıldığında en çok vagonların tamire tutulduğu yer Demirbağ olmuştur. Tamire Tutulma Yeri için 10 grup için 6 farklı lokasyon belirlenmiştir. Komponent Adı’na gelince 10 grup için 7 farklı Komponent Adı belirlenmiştir. Gruplar arasındaki en büyük fark Tamire Tutulma Nedeni’nde görülmektedir. Burada 10 grup için 8 farklı neden söz konusudur. Tamire Tutulma Yeri ile diğer öznitelikler arasındaki ilişki hakkında net bir şey söylenemez. Fakat Komponent Adı ile Tamire Tutulma Nedenleri arasında incelendiği takdirde ilişkiyi görmek mümkündür.

Tablo 3.4. İkinci grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	TTY Ortalama	TTY Std	TTY Mod	KA Ortalama	KA Std	KA Mod	TTN Ortalama	TTN Std	TTN Mod
1	23,07	0,63	23	11,21	0,42	11	51,76	1,43	51
2	14,04	0,51	14	21,84	0,63	22	68,80	3,51	66
3	13,92	0,36	14	48,99	0,13	49	104,97	0,25	105
4	2,87	0,96	2	37,58	1,40	38	94,68	4,72	95
5	13,05	0,55	13	37,92	0,49	38	91,39	1,25	91
6	3,49	2,02	2	4,91	0,46	5	27,59	2,90	28
7	33,05	0,23	33	37,86	0,64	38	92,34	1,77	91
8	41,28	2,45	41	17,80	1,74	19	7,95	1,76	9
9	13,44	0,78	14	4,96	0,51	5	27,89	2,33	28
10	22,82	1,28	23	47,72	1,26	48	102,95	1,48	103

Tablo 3.5. TTY, KA ve TTN öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçların

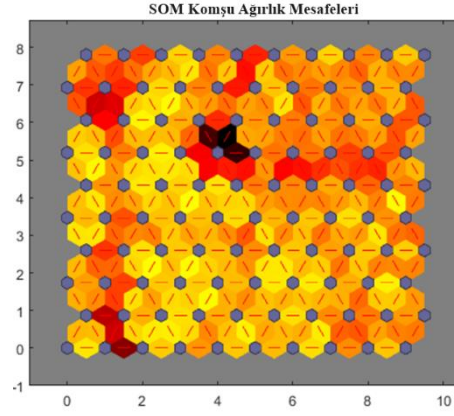
Küme No	TTY Mod	KA Mod	TTN Mod
1	Eskişehir	Dikme (Platform Vagon)	Dikme - Muhtelif Arızalar (Platform Vagon)
2	Demirbağ	Fren Pnömatik Kısım	Fren Hava Hortumu - Muhtelif Arızalar
3	Demirbağ	Yan veya Alın Duvar (Açık Vagon)	Yan veya Alın Duvarlar Hasarlı (Açık Vagon)
4	Afyon	Tekerleğin Bandaj Kısım	Tekerlek Yuvarlanma Yüzeyinde Yer Yer Ezilme
5	Çatalağzı	Tekerleğin Bandaj Kısım	Tekerlek Apleti
6	Afyon	Boden	Boden Kalınlığı 22mm Altında
7	Kayseri	Tekerleğin Bandaj Kısım	Tekerlek Apleti
8	Soma	Duvar	Duvar Hasarlı
9	Demirbağ	Boden	Boden Kalınlığı 22mm Altında
10	Eskişehir	Yan Duvar Kapağı (Platform Vagon)	Yan Duvar Kapağı - Muhtelif (Platform Vagon)

Tablo 3.6. İkinci grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları

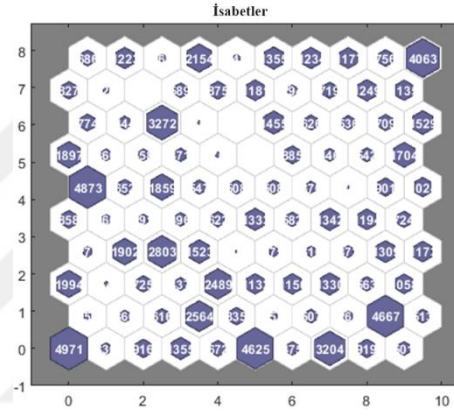
Birinci Küme				İkinci Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,2323	0,3537	TTY	1	-0,1755	-0,0399
KA	0,2323	1	0,4646	KA	-0,1755	1	0,1482
TTN	0,3537	0,4646	1	TTN	-0,0399	0,1482	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,1882	0,1408	TTY	1	-0,6305	0,1097
KA	0,1882	1	0,9146	KA	-0,6305	1	-0,2512
TTN	0,1408	0,9146	1	TTN	0,1097	-0,2512	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,0588	-0,0549	TTY	1	0,0478	0,0284
KA	0,0588	1	0,751	KA	0,0478	1	0,9899
TTN	-0,0549	0,751	1	TTN	0,0284	0,9899	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,3714	0,023	TTY	1	-0,0004	-0,0132
KA	0,3714	1	-0,3349	KA	-0,0004	1	0,9739
TTN	0,023	-0,3349	1	TTN	-0,0132	0,9739	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	-0,109	-0,1297	TTY	1	-0,1169	-0,0831
KA	-0,109	1	0,9484	KA	-0,1169	1	0,4573
TTN	-0,1297	0,9484	1	TTN	-0,0831	0,4573	1

Tablo 3.6 incelendiğinde Tablo 3.3'ten farklı olarak özellikle Komponent adı ve Tamire Tutulma Nedeni öznitelikleri arasında güçlü bir korelasyon olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum da bize Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni özniteliklerinin küme seçiminde çoğunlukla aynı yönde etki ettiğini göstermektedir.

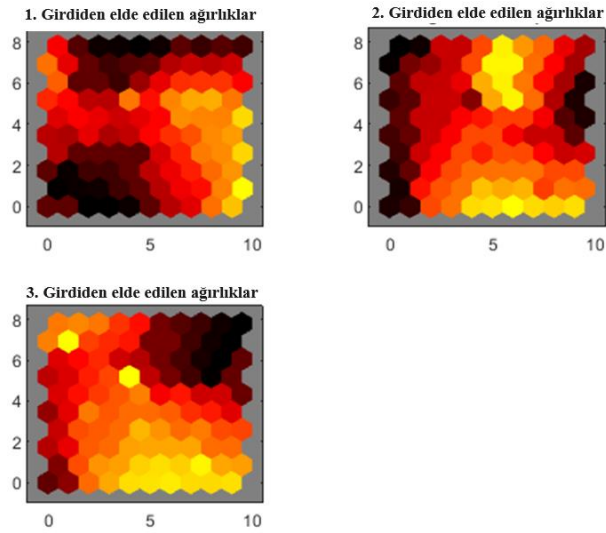
Şekil 3.9, 3.10, 3.11 ve 3.12'de seçilen bu öznitelikler kullanılarak sırasıyla çıkartılan haritalar, sırasıyla harita komşu ağırlık uzaklıkları, harita örnek isabetleri, harita ağırlık düzlemleri ve harita ağırlık konumları olarak resmedilmiştir. Özellikle Şekil 3.10'da verilerin hangi kümelerde öbeklendiği sayılarla açık bir şekilde görülmektedir. Şekil 3.11'de her bir özniteliğin ilgili hücre ile olan ağırlıklı ilişkisi renklerle belirtilmiştir. Şekil 3.12'de küme ağırlık merkezlerinin birbirlerine olan uzaklıkları resmedilmiştir.



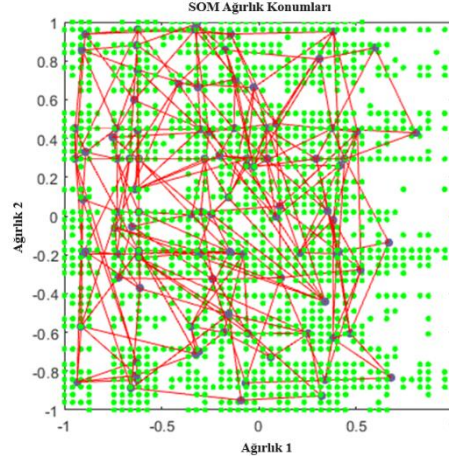
Şekil 3.9. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-3



Şekil 3.10. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-3



Şekil 3.11. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-3



Şekil 3.12. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-3

Tablo 3.7 ve 3.8’de Vagon Tipi, Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki grupta en az belirleyici öznitelik vagon tipi olmuştur. Gruplar arasında en büyük fark Tamire Tutulma Nedeni’nde görülmektedir. Bu üç öznitelik incelendiğinde vagon tipi en çok Fals (665 0 331/2708) merkezinde öbeklenmektedir. Komponent Adı’nda 10 grup için 8 farklı Komponent Adı belirlenmiştir. Tamire Tutulma Nedeni’nde ise 10 grup için 9 farklı neden belirlenmiştir. Vagon Tipi ile diğer öznitelikler arasındaki ilişki hakkında net bir şey söylenemez. Fakat Komponent Adı ile Tamire Tutulma Nedeni arasında gayet mantıklı bir ilişki vardır.

Tablo 3.7. Üçüncü grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	VT Ortalama	VT Std	VT Mod	KA Ortalama	KA Std	KA Mod	TTN Ortalama	TTN Std	TTN Mod
1	9,86	0,83	10	4,98	0,35	5	27,96	1,46	28
2	9,90	0,60	10	48,98	0,16	49	104,96	0,30	105
3	20,47	0,86	20	10,99	0,22	11	51,07	0,49	51
4	10,06	0,40	10	21,51	0,50	22	66,49	2,84	68
5	34,14	0,88	34	37,98	0,29	38	92,77	1,87	91
6	20,33	0,56	20	48,11	0,58	48	103,43	0,83	103
7	19,96	1,83	20	21,56	0,68	22	69,02	4,56	70
8	9,98	0,45	10	26,98	0,18	27	77,66	0,79	77
9	9,67	0,99	10	18,83	1,02	19	8,85	1,01	9
10	7,30	0,46	7	38,00	0,00	38	91,64	1,32	91

Tablo 3.9’da Vagon Tipi ve Komponent Adı arasında düşük korelasyon vardır. Aynı şekilde Vagon Tipi ve Tamire Tutulma Nedeni arasında da düşük korelasyon vardır. Fakat Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni arasında ilişki kuvvetlidir. Yani korelasyon yüksektir. Yani Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni küme seçiminde aynı yönde etkilenebilir.

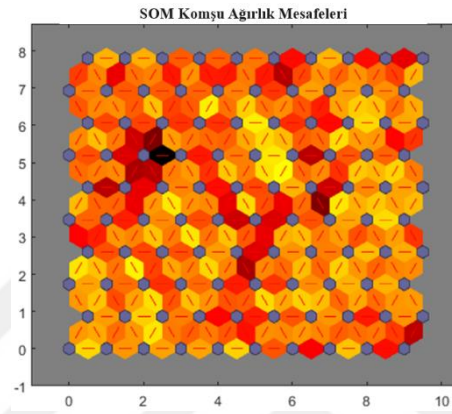
Tablo 3.8. VT, KA ve TTN öznitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçları açıklamaları

Küme No	VT Mod	KA Mod	TTN Mod
1	Fals (665 0 331/2708)	Boden	Boden Kalınlığı 22mm Altında
2	Fals (665 0 331/2708)	Yan veya Alın Duvar (Açık Vagon)	Yan veya Alın Duvarlar Hasarlı (Açık Vagon)
3	Ks (330 1 001/2650)	Dikme (Platform Vagon)	Dikme - Muhtelif Arızalar (Platform Vagon)
4	Fals (665 0 331/2708)	Fren Pnömatik Kısım	Fren Hava Hortumu Hasarlı/Noksan
5	Sgss (456 8 923/9772)	Tekerleğin Bandaj Kısımı	Tekerlek Apleti
6	Ks (330 1 001/2650)	Yan Duvar Kapağı (Platform Vagon)	Yan Duvar Kapağı - Muhftelif (Platform Vagon)
7	Ks (330 1 001/2650)	Fren Pnömatik Kısım	Fren Mekanik Parçası Sarkık veya Kırık
8	Fals (665 0 331/2708)	Kapı ve Sürme Duvar	Kapı Çerçevesi, Menteşe, Kilit, Mandal Kancası, Tutamak vb Noksan/Kırık/Hasarlı
9	Fals (665 0 331/2708)	Duvar	Duvar Hasarlı
10	Falns (644/664 1 001/531)	Tekerleğin Bandaj Kısımı	Tekerlek Apleti

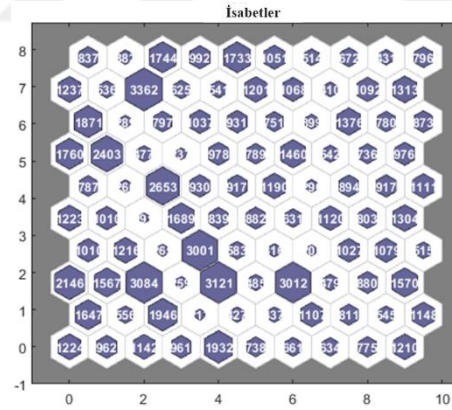
Tablo 3.9. Üçüncü grup öznitelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları

Birinci Küme				İkinci Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	-0,1426	-0,2182	VT	1	0,3364	0,3687
KA	-0,1426	1	0,8283	KA	0,3364	1	0,9084
TTN	-0,2182	0,8283	1	TTN	0,3687	0,9084	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,4837	0,6186	VT	1	0,1154	0,0151
KA	0,4837	1	0,9146	KA	0,1154	1	0,5288
TTN	0,6186	0,9146	1	TTN	0,0151	0,5288	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,3269	-0,2096	VT	1	-0,0222	0,05
KA	0,3269	1	0,5525	KA	-0,0222	1	-0,1781
TTN	-0,2096	-0,5525	1	TTN	0,05	-0,1781	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	-0,0661	0,0092	VT	1	-0,0917	-0,1892
KA	-0,0661	1	0,2007	KA	-0,0917	1	0,0644
TTN	0,0092	0,2007	1	TTN	0,1892	0,0644	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,0204	0,055	VT	1	0,9766	0,3878
KA	0,0204	1	0,9813	KA	0,9766	1	0,9822
TTN	0,055	0,9813	1	TTN	0,3878	0,9822	1

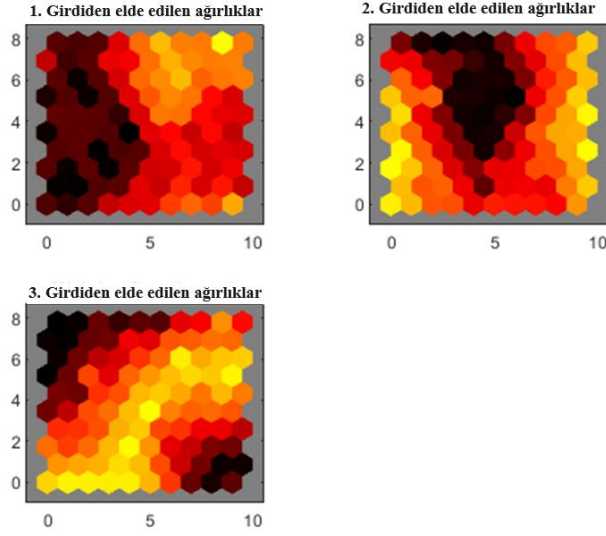
Şekil 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16’da seçilen bu öznelilikler kullanılarak sırasıyla çıkartılan haritalar, sırasıyla harita komşu ağırlık uzaklıkları, harita örnek isabetleri, harita ağırlık düzlemleri ve harita ağırlık konumları olarak resmedilmiştir. Özellikle Şekil 3.14’te verilerin hangi kümelerde öbeklendiği sayılarla açık bir şekilde görülmektedir. Şekil 3.15’te her bir özneliliğin ilgili hücre ile olan ağırlıklı ilişkisi renklerle belirtilmiştir. Şekil 3.16’da küme ağırlık merkezlerinin birbirlerine olan uzaklıkları resmedilmiştir.



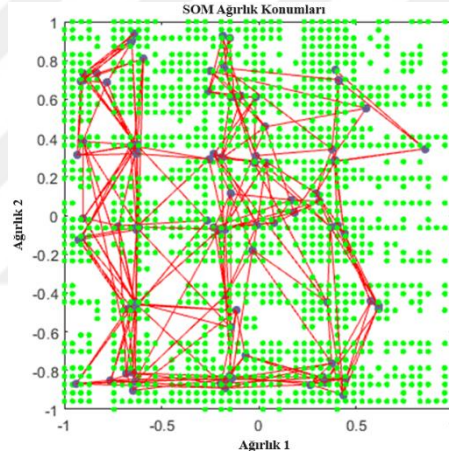
Şekil 3.13. Kendini düzenleyen harita komşu ağırlık uzaklıkları-4



Şekil 3.14. Kendini düzenleyen harita örnek isabetleri-4



Şekil 3.15. Kendini düzenleyen harita ağırlık düzlemleri-4



Şekil 3.16. Kendini düzenleyen harita ağırlık konumları-4

Tablo 3.10 ve 3.11’de Vagon Tipi, Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedeni birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki grulamada en az belirleyici öznitelik Vagon Tipi olmuştur. Gruplar arasındaki en büyük fark Tamire Tutulma Nedeninde görülmektedir. Tamire Tutulma Yeri özniteliğinde 10 grup için 6 farklı lokasyon görülmektedir. Tamire Tutulma Nedeni özniteliğinde ise 10 grup için 8 farklı Tamire Tutulma Nedeni belirlenmiştir. Vagon Tipi özniteliği incelendiğinde vagon tipinin Fals (665 0 331/2708) merkezinde öbeklendiği görülmektedir. Vagon Tipi’nde çeşitlilik olmadığı için diğer özniteliklerle ilişkisi hakkında net bir şey söylenememektedir. Tamire Tutulma Yeri ile Tamire Tutulma Nedeni’nin ise ilişkisi zayıf görülmektedir.

Tablo 3.10. Dördüncü grup öz nitelikler için SOM ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	VT Ortalama	VT Std	VT Mod	TTY Ortalama	TTY Std	TTY Mod	TTN Ortalama	TTN Std	TTN Mod
1	9,63	1,15	10	13,66	0,60	14	27,41	3,24	28
2	9,77	0,88	10	13,91	0,42	14	104,83	0,84	105
3	20,27	0,81	20	23,01	0,60	23	51,98	2,00	51
4	8,59	1,48	10	13,11	0,50	13	90,65	1,97	91
5	9,82	0,96	10	32,87	0,94	33	77,65	2,96	81
6	9,63	1,10	10	13,94	0,45	14	66,14	2,55	66
7	9,84	0,78	10	33,12	0,89	33	28,42	2,39	28
8	20,03	1,15	20	23,21	1,19	23	101,26	3,99	103
9	9,42	1,18	10	46,94	1,09	47	78,20	3,16	77
10	8,95	1,42	10	33,06	1,57	33	90,87	3,09	91

Tablo 3.11. VT, TTY ve TTN öz nitelikleri için kendini yenileyen harita sayısal sonuçları açıklamaları

Küme No	VT Mod	TTY Mod	TTN Mod
1	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Boden Kalınlığı 22mm Altında
2	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Yan veya Alın Duvarlar Hasarlı (Açık Vagon)
3	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Dikme - Muhtelif Arızalar (Platform Vagon)
4	Fals (665 0 331/2708)	Çatalağzı	Tekerlek Apleti
5	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak
6	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Fren Hava Hortumu - Muhtelif Arızalar
7	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Boden Kalınlığı 22mm Altında
8	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Yan Duvar Kapağı - Muhtelif (Platform Vagon)
9	Fals (665 0 331/2708)	Yakacık	Kapı Çerçevesi, Menteşe, Kilit, Mandal Kancası, Tutamak vb Noksan/Kırık/Hasarlı
10	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Tekerlek Apleti

Tablo 3.12’de Vagon Tipi ile Tamire Tutulma Yeri arasındaki ilişki zayıftır. Yani korelasyon düşüktür. Aynı şekilde Vagon Tipi ile Tamire Tutulma Nedeni arasındaki ilişkide zayıftır. Yani burada da korelasyon düşüktür. Yine aynı şekilde Tamire Tutulma Yeri ile Tamire Tutulma Nedeni arasındaki ilişkide zayıftır. Yani burada da korelasyon düşüktür. Tablo 3.12’den anlaşılacağı üzere buradaki üç öz nitelik birbirinden bağımsızdır.

Tablo 3.12. Dördüncü grup öznelikler için SOM ile elde edilen küme içi korelasyonları

Birinci Küme				İkinci Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	-0,1193	-0,0706	VT	1	0,0931	-0,3186
TTY	-0,1193	1	-0,239	TTY	0,0931	1	-0,2517
TTN	-0,0706	-0,239	1	TTN	-0,3186	-0,2517	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	-0,0243	0,3244	VT	1	-0,2816	-0,0753
TTY	-0,0243	1	0,0341	TTY	-0,2816	1	0,0594
TTN	0,3244	0,0341	1	TTN	-0,0753	0,0594	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,0903	0,0459	VT	1	0,0159	0,0048
TTY	0,0903	1	-0,3088	TTY	0,0159	1	0,1422
TTN	0,0459	-0,3088	1	TTN	0,0048	0,1422	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,1895	0,0369	VT	1	0,1354	0,3735
TTY	0,1895	1	0,4023	TTY	0,1354	1	-0,1414
TTN	0,0369	0,4023	1	TTN	0,3735	-0,1414	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,0357	0,1221	VT	1	0,0571	-0,1499
TTY	0,0357	1	0,0916	TTY	0,0571	1	0,0685
TTN	0,1221	0,0916	1	TTN	-0,1499	0,0685	1

3.2. K-Ortalama Bulguları

Burada K-Ortalama Yöntemi kullanılırken veri seti 10 gruba ayrılmıştır.

Tablo 3.13 ve 3.14’de Vagon Tipi, Tamire Tutulma Yeri ve Komponent Adı birer öznelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki gruplamada en az belirleyici öznelik vagon tipi olmuştur. Gruplar arasındaki en büyük fark Tamire Tutulma Yeri’nde görülmektedir. Tablo 3.14 incelendiğinde bu üç öznelik kullanıldığında Vagon Tipi’nde en çok Fals (665 0 331/2708) tipi vagonların varlığı görülmektedir. Vagon Tipi’nde 10 grup için 4 farklı vagon tipi ortaya çıkmaktadır. Tamire Tutulma Yeri’nde ise 10 grup için 7 farklı lokasyon ortaya çıkmaktadır. Komponent Adı’nda ise 10 grup için 6 birbirinden farklı Komponent Adı ortaya çıkmaktadır. Vagon Tipi için diğer öznelikler arasındaki ilişki hakkında net bir şey söylenemez. Tamire Tutulma Yeri ile Komponent Adı arasındaki ilişki ise zayıftır.

Tablo 3.13. Birinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	VT Ortalama	VT Std	VT Mod	TTY Ortalama	TTY Std	TTY Mod	KA Ortalama	KA Std	KA Mod
1	9,64	4,40	10	12,74	5,62	14	44,35	5,54	49
2	26,07	9,44	10	4,80	3,45	2	8,44	5,36	5
3	9,54	4,59	10	35,87	4,98	33	18,14	7,25	22
4	10,22	6,15	10	39,90	5,47	33	39,26	7,69	34
5	22,16	5,46	20	24,03	4,11	23	12,17	5,85	11
6	31,33	5,86	34	36,46	6,78	39	25,63	8,69	22
7	31,90	6,34	34	7,01	4,63	3	34,96	8,18	38
8	10,31	4,20	10	12,20	4,66	14	18,49	9,20	22
9	24,57	6,81	20	27,15	5,03	23	40,11	6,71	38
10	23,12	8,93	23	38,49	4,71	38	6,62	3,50	5

Tablo 3.14. VT, TTY ve KA öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları

Küme No	VT Mod	TTY Mod	KA Mod
1	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Yan veya Alın Duvar (Açık Vagon)
2	Fals (665 0 331/2708)	Afyon	Boden
3	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Fren Pnömatik Kısım
4	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Sabo
5	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Dikme (Platform Vagon)
6	Sgss (456 8 923/9772)	Mersin	Fren Pnömatik Kısım
7	Sgss (456 8 923/9772)	Alsancak	Tekerleğin Bandaj Kısım
8	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Fren Pnömatik Kısım
9	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Tekerleğin Bandaj Kısım
10	Rgns (TSI) (381 6 001/500)	Malatya	Boden

Tablo 3.15 incelendiğinde Tablo 3.3'ten farklı olarak aynı öznitelikler için (VT, TTY, KA) K-Ortalama yönteminde Kendini Düzenleyen Harita yöntemine göre daha yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bu sonuç bize K-Ortalama yönteminde seçilen özniteliklerin küme seçiminde daha fazla benzer yönde etki ettiğini göstermektedir.

Tablo 3.16 ve 3.17'de Tamire Tutulma Yeri, Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki gruplamada en az belirleyici öznitelik tipi Tamire Tutulma Yeri olmuştur. Gruplar arasındaki en büyük fark Tamire Tutulma Nedeni'nde görülmektedir. Tamire Tutulma Yeri'nde en çok görülen lokasyon çeşitleri Kayseri ve Demirbağ'dır. Tamire Tutulma Yeri 10 gruba ayrılmıştır ve burada 4 farklı lokasyon ortaya çıkmaktadır. 10 gruba ayrılan Komponent Adı'nda ise 7 farklı komponent adı ortaya çıkmaktadır. Yine 10 gruba ayrılan Tamire Tutulma Nedeni'nde ise 9 farklı tamire tutulma nedeni ortaya çıkmaktadır. Tamire Tutulma Yeri ile diğer öznitelikler arasında net bir ilişki olduğu söylenemez. Komponent Adı ile Tamire Tutulma Nedeni arasında ise kuvvetli bir ilişki vardır.

Tablo 3.15. Birinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları

Birinci Küme				İkinci Küme		
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA
VT	1	-0,1291	0,3507	VT	1	0,3387
TTY	-0,1291	1	0,1927	TTY	0,3387	1
KA	0,3507	0,1927	1	KA	0,1197	-0,1067
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme		
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA
VT	1	-0,1261	0,2022	VT	1	0,245
TTY	-0,1261	1	-0,0005	TTY	0,245	1
KA	0,2022	-0,0005	1	KA	0,0487	-0,0524
Beşinci Küme				Altıncı Küme		
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA
VT	1	0,1027	-0,0601	VT	1	-0,1796
TTY	0,1027	1	-0,0269	TTY	-0,1796	1
KA	-0,0601	-0,0269	1	KA	0,1305	0,281
Yedinci Küme				Sekizinci Küme		
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA
VT	1	0,3074	-0,0424	VT	1	-0,0721
TTY	0,3074	1	0,1231	TTY	-0,0721	1
KA	-0,0424	0,1231	1	KA	0,0785	-0,0276
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme		
VT	TTY	KA		VT	TTY	KA
VT	1	0,1232	0,1414	VT	1	-0,3414
TTY	0,1232	1	0,1818	TTY	-0,3414	1
KA	0,1414	0,1818	1	KA	-0,0198	0,1637

Tablo 3.16. İkinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	TTY Ortalama	TTY Std	TTY Mod	KA Ortalama	KA Std	KA Mod	TTN Ortalama	TTN Std	TTN Mod
1	38,71	5,91	33	23,16	5,18	22	72,44	6,65	74
2	31,36	9,58	33	21,22	5,30	19	9,82	2,99	9
3	25,27	11,33	14	48,65	1,35	49	104,40	1,45	105
4	36,03	6,94	41	47,45	5,42	51	29,05	4,50	32
5	7,82	5,41	14	7,16	4,14	5	36,90	16,90	28
6	31,39	6,87	33	7,98	3,40	11	46,87	15,75	51
7	13,49	6,58	14	23,22	5,62	22	71,99	7,71	66
8	7,07	4,29	13	37,77	4,51	38	92,13	8,09	91
9	12,57	6,78	14	42,31	7,41	51	25,83	6,49	32
10	34,35	6,88	33	36,77	3,13	38	88,55	7,01	81

Tablo 3.18 incelendiğinde Tablo 3.6'dakine benzer şekilde Komponent Adı ile Tamire Tutulma Nedeni arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu sonuç da bize yöntemden bağımsız olarak bu iki özneliliğin birbirleri arasında güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.17. VT, TTY ve KA öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları

Küme No	TTY Mod	KA Mod	TTN Mod
1	Kayseri	Fren Pnömatik Kısım	Hava Musluğu Arızalı/Noksan/Kaçırıyor
2	Kayseri	Duvar	Duvar Hasarlı
3	Demirbağ	Yan veya Alın Duvar (Açık Vagon)	Yan veya Alın Duvarlar Hasarlı (Açık Vagon)
4	Soma	Yarı Otomatik Koşum Takımı	Yarı Otomatik Koşum Takımı Hasarlı
5	Demirbağ	Boden	Boden Kalınlığı 22mm Altında
6	Kayseri	Dikme (Platform Vagon)	Dikme - Muhtelif Arızalar (Platform Vagon)
7	Demirbağ	Fren Pnömatik Kısım	Fren Hava Hortumu - Muhtelif Arızalar
8	Çatalağzı	Tekerleğin Bandaj Kısım	Tekerlek Apleti
9	Demirbağ	Yarı Otomatik Koşum Takımı	Yarı Otomatik Koşum Takımı Hasarlı
10	Kayseri	Tekerleğin Bandaj Kısım	Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak

Tablo 3.18. İkinci grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları

Birinci Küme				İkinci Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	-0,0861	0,0066	TTY	1	0,02	-0,0043
KA	-0,0861	1	-0,3976	KA	0,02	1	0,9543
TTN	0,0066	-0,3976	1	TTN	-0,0043	0,9543	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,2936	0,2053	TTY	1	-0,3794	-0,3698
KA	0,2936	1	0,6391	KA	-0,3794	1	0,9887
TTN	0,2053	0,6391	1	TTN	-0,3698	0,9887	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	-0,1801	-0,1494	TTY	1	-0,0278	-0,1792
KA	-0,1801	1	-0,498	KA	-0,0278	1	0,0092
TTN	-0,1494	-0,498	1	TTN	-0,1792	0,0092	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,008	0,0799	TTY	1	0,0716	0,0052
KA	0,008	1	-0,1867	KA	0,0716	1	0,3403
TTN	0,0799	-0,1867	1	TTN	0,0052	0,3403	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
TTY	KA	TTN		TTY	KA	TTN	
TTY	1	0,0207	0,0319	TTY	1	0,2796	0,2797
KA	0,0207	1	0,7897	KA	0,2796	1	0,5754
TTN	0,0319	0,7897	1	TTN	0,2797	0,5754	1

Tablo 3.19 ve 3.20’de Vagon Tipi, Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki grulamada en az belirleyici öznitelik Vagon Tipi olarak belirlenmiştir. Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni özniteliklerinde ise onar grup için sekizer birbirinden farklı Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni belirlenmiştir. Vagon Tipi için ise 10 grup içinde 4 birbirinden farklı vagon tipi belirlenmiştir. Yani burada en az belirleyici öznitelik vagon tipidir. Komponent adı ve Tamire Tutulma Nedeni özniteliklerinin ise farklılık seviyesi eşittir. Vagon

Tipi'nin diğer öznitelikler ile arasındaki ilişki hakkında net bir şey söylenemez. Oysaki Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni öznitelikleri arasında kuvvetli bir ilişki vardır.

Tablo 3.19. Üçüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	VT Ortalama	VT Std	VT Mod	KA Ortalama	KA Std	KA Mod	TTN Ortalama	TTN Std	TTN Mod
1	12,53	5,32	10	29,53	3,29	27	77,50	5,19	81
2	13,74	5,87	10	48,36	1,66	49	104,12	1,87	105
3	32,34	6,05	39	7,84	7,73	5	32,92	20,51	28
4	31,32	5,86	34	35,47	6,34	38	86,67	13,81	91
5	9,90	1,98	10	5,16	1,13	5	32,43	8,04	28
6	13,02	7,27	10	21,05	4,44	19	9,66	2,34	9
7	23,97	5,93	20	11,13	4,63	11	53,88	11,03	51
8	14,51	9,71	10	20,26	4,84	22	71,29	6,84	70
9	14,58	9,49	10	46,05	5,86	51	28,17	4,64	32
10	7,73	4,64	7	37,07	1,73	38	89,31	6,81	91

Tablo 3.20. VT, KA ve TTN öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları

Küme No	VT Mod	KA Mod	TTN Mod
1	Fals (665 0 331/2708)	Kapı ve Sürme Duvar	Kompozit İnce/Noksan/Çatlak Sabo
2	Fals (665 0 331/2708)	Yan veya Alın Duvar (Açık Vagon)	Yan veya Alın Duvarlar Hasarlı (Açık Vagon)
3	Talns (TSI) (066 5 001/300)	Boden	Boden Kalınlığı 22mm Altında
4	Sgss (456 8 923/9772)	Tekerleğin Bandaj Kısmı	Tekerlek Apleti
5	Fals (665 0 331/2708)	Boden	Boden Kalınlığı 22mm Altında
6	Fals (665 0 331/2708)	Duvar	Duvar Hasarlı
7	Ks (330 1 001/2650)	Dikme (Platform Vagon)	Dikme - Muhtelif Arızalar (Platform Vagon)
8	Fals (665 0 331/2708)	Fren Pnömatik Kısım	Fren Mekanik Parçası Sarkık veya Kırık
9	Fals (665 0 331/2708)	Yarı Otomatik Koşum Takımı	Yarı Otomatik Koşum Takımı Hasarlı
10	Falns (644/664 1 001/531)	Tekerleğin Bandaj Kısmı	Tekerlek Apleti

Tablo 3.21'de Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni arasında seçilen yöntemden bağımsız olarak güçlü bir ilişki vardır. Yani korelasyon yüksektir. Yani Komponent Adı ve Tamire Tutulma Nedeni küme seçiminde aynı yöne etkimektedir. Ayrıca Vagon Tipi'nin diğer iki öznitelikle ilişkisi zayıftır. Yani Vagon Tipi ile diğer iki öznitelik arasındaki korelasyon değerleri düşüktür.

Tablo 3.22 ve 3.23'de Vagon Tipi, Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedeni birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu şekildeki grulamada en az belirleyici öznitelik vagon tipi olarak belirlenmiştir. Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedenleri özniteliklerine gelince onar grup için yedişer birbirinden farklı Tamire Tutulma Yeri ve

Tamire Tutulma Nedeni mevcuttur. Vagon Tipine gelince 10 grup için 3 birbirinden farklı vagon tipi mevcuttur. Yani Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedeni, Vagon Tipinden daha farklıdır. Vagon Tipi özniteliğinde en çok Fals (665 0 331/2708) tipi vagonlar ağırlıklıdır. Vagon Tipi özniteliği ile Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedeni öznitelikleri arasındaki ilişkiler hakkında net bir şey söylenemez. Ayrıca Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedeni öznitelikleri arasındaki ilişkide zayıftır.

Tablo 3.21. Üçüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları

Birinci Küme				İkinci Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,0265	0,063	VT	1	0,0654	0,1249
KA	0,0265	1	-0,39	KA	0,0654	1	0,3085
TTN	0,063	-0,39	1	TTN	0,1249	0,3085	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,077	0,0812	VT	1	-0,0613	-0,1532
KA	0,077	1	-0,5503	KA	-0,0613	1	0,1359
TTN	0,0812	-0,5503	1	TTN	-0,1532	0,1359	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	-0,0953	-0,2787	VT	1	0,0424	0,0655
KA	-0,0953	1	0,599	KA	0,0424	1	0,9734
TTN	-0,2787	0,599	1	TTN	0,0655	0,9734	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,3544	0,0203	VT	1	0,2672	-0,1839
KA	0,3544	1	-0,1318	KA	0,2672	1	-0,5987
TTN	0,0203	-0,1318	1	TTN	-0,1839	-0,5987	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
VT	KA	TTN		VT	KA	TTN	
VT	1	0,3034	0,2938	VT	1	0,2207	0,2812
KA	0,3034	1	0,9853	KA	0,2207	1	0,4743
TTN	0,2938	0,9853	1	TTN	0,2812	0,4743	1

Tablo 3.22. Dördüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme istatistikleri

Küme No	VT Ortalama	VT Std	VT Mod	TTY Ortalama	TTY Std	TTY Mod	TTN Ortalama	TTN Std	TTN Mod
1	9,15	5,63	10	44,33	2,73	47	80,81	13,45	81
2	11,61	6,57	10	37,25	4,72	33	23,29	12,15	28
3	31,39	5,94	34	5,77	3,79	3	73,61	24,83	95
4	32,29	6,19	34	38,31	4,97	40	52,36	20,22	28
5	13,28	8,52	10	11,33	5,81	14	25,58	10,64	28
6	22,68	4,86	20	22,75	6,68	23	45,65	18,19	51
7	9,27	3,66	10	12,08	4,33	14	87,05	14,16	105
8	8,95	3,71	10	33,02	2,88	33	82,33	11,62	81
9	21,34	2,52	20	31,70	6,89	23	92,22	11,39	103
10	33,57	3,89	34	30,09	6,18	29	88,26	9,97	91

Tablo 3.23. VT, TTY ve TTN öznitelikleri için K-ortalama yöntemi sayısal sonuçları açıklamaları

Küme No	VT Mod	TTY Mod	TTN Mod
1	Fals (665 0 331/2708)	Yakacık	Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak
2	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Boden Kalınlığı 22mm Altında
3	Sgss (456 8 923/9772)	Alsancak	Tekerlek Yuvarlanma Yüzeyinde Yer Yer Ezilme
4	Sgss (456 8 923/9772)	Sivas	Boden Kalınlığı 22mm Altında
5	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Boden Kalınlığı 22mm Altında
6	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Dikme - Muhtelif Arızalar (Platform Vagon)
7	Fals (665 0 331/2708)	Demirbağ	Yan veya Alın Duvarlar Hasarlı (Açık Vagon)
8	Fals (665 0 331/2708)	Kayseri	Kompozit Sabo İnce/Noksan/Çatlak
9	Ks (330 1 001/2650)	Eskişehir	Yan Duvar Kapağı - Muhtelif (Platform Vagon)
10	Sgss (456 8 923/9772)	İskenderun	Tekerlek Apleti

Tablo 3.24. Dördüncü grup öznitelikler için K-ortalama yöntemi ile elde edilen küme içi korelasyonları

Birinci Küme				İkinci Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,2391	-0,1129	VT	1	0,0313	-0,0813
TTY	0,2391	1	-0,0111	TTY	0,0313	1	-0,0412
TTN	-0,1129	-0,0111	1	TTN	-0,0813	-0,0412	1
Üçüncü Küme				Dördüncü Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,2201	-0,1652	VT	1	-0,1671	-0,1
TTY	0,2201	1	0,1003	TTY	-0,1671	1	0,2847
TTN	-0,1652	0,1003	1	TTN	-0,1	0,2847	1
Beşinci Küme				Altıncı Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	-0,111	-0,12	VT	1	0,0356	-0,2537
TTY	-0,111	1	-0,1093	TTY	0,0356	1	-0,1845
TTN	-0,12	-0,1093	1	TTN	-0,2537	-0,1845	1
Yedinci Küme				Sekizinci Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,015	0,2099	VT	1	0,0549	-0,1454
TTY	0,015	1	0,0843	TTY	0,0549	1	0,0983
TTN	0,2099	0,0843	1	TTN	-0,1454	0,0983	1
Dokuzuncu Küme				Onuncu Küme			
VT	TTY	TTN		VT	TTY	TTN	
VT	1	0,0804	-0,1637	VT	1	0,0447	-0,0823
TTY	0,0804	1	-0,035	TTY	0,0447	1	0,263
TTN	-0,1637	-0,035	1	TTN	-0,0823	0,263	1

Tablo 3.24’de Vagon Tipi, Tamire Tutulma Yeri ve Tamire Tutulma Nedeni olmak üzere 3 tane öznitelik vardır. Burada 3 özniteliğin birbirleriyle aralarındaki ilişkiler zayıftır. Yani korelasyon değerleri düşüktür. Yani küme seçimindeki etkileri birbirinden bağımsızdır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye'deki vagon arıza kayıtları kullanılarak vagon cinsi ve arıza tipi bilgisi ile bakım atölyesi seçiminin ve arıza tipi kestiriminin kümeleme yöntemleri ile nasıl yapılabileceği araştırılmıştır. Kendini Organize Eden Haritalar (SOM) ve K-Ortalama yöntemleri kullanılarak yapılan analizler, vagon arızalarının doğru bir şekilde sınıflandırılabilmesini ve bakım süreçlerinin optimize edilebileceğini göstermiştir.

Verilerin analizi sonucunda şu önemli bulgular elde edilmiştir:

Veri Setlerinin Hazırlanması: Büyük veri setlerinin ön işlemden geçirilmesi, kümeleme yöntemlerinin performansını önemli ölçüde etkilemiştir. Verilerin düzenlenmesi ve özniteliklerin doğru seçilmesi, kümeleme yöntemlerinin etkin çalışmasını sağlamıştır.

Kümeleme Yöntemlerinin Performansı: SOM ve K-Ortalama yöntemleri, farklı veri setlerinde başarılı sonuçlar vermiştir. SOM yönteminde veriler 100 küme oluşturularak analiz edilmiş ve en büyük kümeler seçilmiştir. K-Ortalama yönteminde ise veri seti 10 gruba ayrılmıştır. Her iki yöntemin sonuçları, kümeleme işleminin doğru ve tutarlı olduğunu göstermiştir.

Özniteliklerin Etkisi ve Kombinasyonları: Vagon Tipi (VT), Tamire Tutulma Yeri (TTY), Tamire Tutulma Nedeni (TTN) ve Komponent Adı (KA) gibi öznitelikler arasındaki korelasyon analizleri, bu özniteliklerin küme seçiminde önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. Özellikle KA ve TTN arasındaki yüksek korelasyon, bu iki özneliğin aynı yönde etki ettiğini göstermiştir. Bu özniteliklerin üçlü kombinasyonları ile öznitelik vektörleri oluşturularak SOM ve K-Means ile kümelemeler yapılmıştır.

Küme İçindeki Korelasyonlar: Kümelerin kendi içinde özniteliklerin korelasyonlarına bakılmış ve belirli öznitelik kombinasyonlarının küme seçiminde daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Örneğin, KA ve TTN arasındaki korelasyonun yüksek olması, bu özniteliklerin aynı küme içinde benzer davranışlar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Performans Karşılaştırmaları:

Ortalama ve Standart Sapma: K-Ortalama yönteminde özniteliklerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve gruplar arası farklılıklar belirlenmiştir. Örneğin, VT ortalama değeri gruptan gruba değişmekte ve bu değişiklik, özniteliklerin belirleyiciliği hakkında bilgi vermektedir.

Kümeler Arası Çeşitlilik: SOM yönteminde kümeler arası çeşitlilik ve benzerlik analiz edilmiştir. Kümelerin ağırlık merkezlerinin birbirine olan uzaklıkları, verilerin homojenliğini ve heterojenliğini göstermektedir.

Sonuç olarak, SOM ve K-Ortalama yöntemlerinin her ikisi de vagon arıza verilerinin sınıflandırılması ve bakım atölyesi seçimi için etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. K-Ortalama yöntemi, özniteliklerin ortalama ve standart sapma değerlerini sağlayarak detaylı bir analiz sunarken, SOM yöntemi verilerin görselleştirilmesinde ve kümeler arası ilişkilerin anlaşılmasında güçlü bir araç olarak öne çıkmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, demiryolu sektöründe veri analitiği ve makine öğrenimi yöntemlerinin kullanımının önemini vurgulamaktadır. Elde edilen bulgular, bakım süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik önemli katkılar sunmakta ve gelecekte yapılacak çalışmalar için bir temel oluşturmaktadır. Geliştirilen yöntemlerin farklı veri setleri ve sektörlerde de uygulanabilirliği araştırılmalı ve bu alandaki çalışmaların devamı sağlanmalıdır.

Tezin bulguları, demiryolu sektöründe veri madenciliği ve kümeleme yöntemlerinin potansiyelini göstermiş ve bu alandaki literatüre önemli katkılar sunmuştur. Gelecekte, daha geniş veri setleri ve farklı kümeleme algoritmaları kullanılarak benzer analizlerin yapılması, bu alandaki bilgi birikimini daha da artıracaktır.

KAYNAKÇA

- Aljalbout, E., Golkov, V., Siddiqui, Y., Strobel, M., & Cremers, D. (2018). Clustering with deep learning: Taxonomy and new methods. *Arkiv*, 1-12. doi:10.48550/arXiv.1801.07648
- Atev, S., Miller, G., & Papanikolopoulos, N. (2010). Clustering of vehicle trajectories. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 11(3), 647-657. doi:10.1109/TITS.2010.2048101
- Bair, E. (2013). Semi-supervised clustering methods. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5(5), 349-361. doi:10.1002/wics.1270
- Feuillet, F., Bellanger, L., Hardouin, J.-B., Caroline, V.-V., & Sébille, V. (2015). On comparison of clustering methods for pharmacoepidemiological data. *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 25(4), 843-856. doi:10.1080/10543406.2014.920855
- Güteryüz, E. (2022). *Sınıflandırma performans değerlendirme kriterlerinin melez kümeleme yöntemleri kullanılarak iyileştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Madhulatha, T. (2012). An overview on clustering methods. *IOSR Journal of Engineering*, 2(4), 719-725. doi:10.48550/arXiv.1205.1117
- Monkhorst, H. (1977). Calculation of properties with the coupled-cluster method. *International Journal of Quantum Chemistry*, 12(11), 421-432. doi:10.1002/qua.560120850
- Reyes, G., Lanzarini, L., Waldo, H., & Bariviera, A. (2021). Proposal for a pivot-based vehicle trajectory clustering method. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 4, 281-295. doi:10.1177/03611981211058429
- Salkım, B. (2020). *Baskılı kumaşlarda K-ortalamalar kümeleme yöntemiyle desenlerin tespit edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sonay, Y. (2022). *Examination of principal component analysis on hierarchical clustering methods in terms of dimension reduction*. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yang, N., & Zhang, Y. (2022). Raiway fault text using improved dirichlet polynomial mix model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022 Volume(882396), 1-12. doi:10.1155/2022/7882396

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0009-0009-2398-5053

Ad Soyad : Ender GÜNHİR

Yabancı Dil : İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı :

E-Posta :

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2017-Devam Ediyor, Mühendis, Eskişehir Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü
- 2002-2008, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

- 2008, Ender GÜNHİR, Lisans Bitirme Tezi: Hidrolik Makinalarda Pompa Probleminin Çözümü

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

- 2024, TMMOB Eskişehir Şubesi Üyesi