

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2025
Sayı:39

CİLT I
SOMA

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Bilimsel Yayın Koordinatörü
Prof. Dr. Kamil ŞİRİN

Baş Editör:
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN

Editörler:
Öğr. Gör. Fırat TEKİN
Öğr. Gör. Fatih SUVAYDAN

Alan Editörleri:
Prof. Dr. Ayşe ÖNDÜRÜCÜ
Prof. Dr. Mete HANÇER
Prof. Dr. İsrail ŞABİKOĞLU
Doç Dr. İbrahim AYDIN
Doç Dr. Seda DURUKAN
Doç Dr. Mehmet Emin USLU
Doç Dr. İlker Çetin KESKİN
Doç. Dr. Ali Murat ATEŞ
Doç. Dr. Ahmet Kumanlıoğlu
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Karataş
Dr. Öğr. Üyesi Emine Dişat Yeğenoğlu
Dr. Öğr. Üyesi Coşkun Harmanşah

Teknik Editör:
Öğr. Gör. Dr. Mustafa Oğuz NALBANT

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi
yılda iki sayı olarak yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir.**

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

BU SAYIDAKİ HAKEM KURULU:

Prof. Dr. Nazan Avcıoğlu Kalebek
Doç. Dr. Can Gönenli
Doç. Dr. Mesut Yılmazoğlu
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Murat Yavuz
Dr. Öğr. Üyesi Merve Nazlı Borand
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Özdemir
Öğr. Gör. Dr. Burak Emre Yapanmış
Arş. Gör. Dr. Taner Yılmaz

Dergide yayınlanan tüm makaleler ve ileri sürülen görüşlerde, sorumluluk yazar ve hakemlere aittir.

İletişim Adresi:

Fırat TEKİN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Soma Meslek Yüksekokulu, Soma-Manisa /TÜRKİYE
Tel: 0 236 612 00 63
Fax: 0 236 612 20 02
e-mail: somamyo-dergi@cbu.edu.tr
firat.tekin@cbu.edu.tr

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

İÇİNDEKİLER

1-ISIL İŞLEM UYGULANAN 1040, 41Cr4 VE 42CrMo4 ÇELİKLERİNİN MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Caner TUNA, Celal Erkal KAHRAMAN, Hakan ERÇAY, Tuncay DİKİCİ
.....1-8

2- ASTM D975 DİZEL YAKIT STANDARDI VE UYGULAMALARI: YAKIT KALİTESİ, MOTOR PERFORMANSI VE ÇEVRESEL ETKİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Cemil Koyunoğlu, İsmail Ekmekçi.....9-16

3- TEKSTİL SEKTÖRÜNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIM: HAND TUFT DOKUMA İLE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Öznur Özdiñç, Tugba Tölek.....17-26

4- TUZLULUK DAĞILIMLARININ BELİRLENMESİNDE KÜMELEME ALGORİTMALARININ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Perihan Karaköse.....27-37

5- Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....38

ISIL İŞLEM UYGULANAN 1040, 41Cr4 VE 42CrMo4 ÇELİKLERİNİN MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Caner TUNA¹, Celal Erkal KAHRAMAN², Hakan ERÇAY³, Tuncay DİKİCİ⁴

Accepted: 29 Haziran 2025
DOI: 10.47118/somatbd.1610118

ÖZET

Bu çalışmada; otomotiv, makine, havacılık enerji ve madencilik alanlarında yaygın olarak kullanılan 1040, 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklerine aynı şartlar altında uygulanan ısıtıl işlemin mikroyapı ve mekanik özelliklere olan etkileri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Isıl işlem aşamaları; 840 C'de östenitleme, yağda su verme ve 600 C'de temperleme aşamalarından oluşmaktadır. Numunelerin mikroyapı incelemeleri optik mikroskop aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem sonrası numunelerin mekanik özellikleri ise çekme testi, sertlik ölçümü ve darbe deneyi ile tespit edilmiştir. Deneysel çalışma sonrası; mikroyapı analizinde 1040 çeliğinde ferrit ve perlit yapısı, 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklerinde ise martenzit ve temperlenmiş martenzit yapıları tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, 41Cr4 ve 42CrMo4 numuneler benzer sertlik ve darbe dayanımı sonuçlarına sahip iken, 1040 çelikte bu sonuçlar yarı oranında düşük bir değer sergilemiştir. Su verme ve temperleme işleminden sonra yapılan çekme testi sonucunda üç çelik türünde de akma ve çekme dayanımı değerleri farklı sonuçlar göstermiştir. Sonuç olarak, 42CrMo4 çeliğin mekanik özellikler açısından daha iyi bir performans sergilediği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orta karbonlu çelikler, Su verme, Temperleme, Mekanik özellik

INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF HEAT-TREATMENT APPLIED 1040, 41Cr4 AND 42CrMo4 STEELS

ABSTRACT

In this study, the effects of heat treatment on the microstructure and mechanical properties of 1040, 41Cr4 and 42CrMo4 steels, which are widely used in automotive, machinery, aerospace energy and mining fields, were investigated and compared. The heat treatment stages consist of austenitizing at 840 C, oil quenching and tempering at 600 C. Microstructure examinations of the samples were carried out by optical microscope. The mechanical properties of the samples after heat treatment were determined by tensile test, hardness measurement and impact test. After the experimental study, ferrite and pearlite structure in 1040

¹ Özkan Demir Çelik Sanayi A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Aliağa, İzmir, Türkiye, email: caner.tuna@ozkansteel.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7385-5227>

² Özkan Demir Çelik Sanayi A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Aliağa, İzmir, Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0291-6971>

³ Özkan Demir Çelik Sanayi A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Aliağa, İzmir, Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3858-4246>

⁴ Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, 35860, Torbalı/İZMİR, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7004-9788>

steel, martensite and tempered martensite structures in 41Cr4 and 42CrMo4 steels were determined in microstructure analysis. According to the results, 41Cr4 and 42CrMo4 samples had similar hardness and impact strength results, while these results were half lower in 1040 steel. As a result of the tensile test performed after quenching and tempering, the yield and tensile strength values of the three steel types showed different results. As a result, it was observed that 42CrMo4 steel showed a better performance in terms of mechanical properties.

Keywords: Medium carbon steels, Quenching, Tempering, Mechanical properties

1. GİRİŞ

Demir (Fe) bilinen en eski metallerden biridir. Karbon (C) ise düşük maliyetli ve demiri sertleştirmek için en çok kullanılan etkili bir alaşım elementidir. Demir karbon alaşımı olarak bilinen çelik, mühendislik uygulamaları için kullanılan metalik malzemelerin %70'inden fazlasını oluşturmaktadır. Düşük, orta ve yüksek karbonlu çelik yapmak için demire %0,04 ile %2 arasında C ilave edilir. Çeliklerin mikroyapısı ve mekanik özelliklerini ısıtma işlemi yoluyla değiştirmek mümkündür. Isıtma ve soğutma döngülerinin uygun varyasyonları ile çok çeşitli mekanik özellikler elde edilebilir [AISI, 2017; Bhateja et al., 2012]. Çelik, günümüzde birçok endüstrinin bel kemiğidir. Bunun temel nedeni, kimyasal bileşimini tasarlayarak ve mekanik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan ısıtma işlemi kontrol ederek çok farklı özellikler ve seçenek sağlanabilir [Çalık et al., 2020].

Orta karbonlu çeliklerde karbon içeriği %0,30 ile %0,60 ve manganez %0,60 ile %1,65 aralığındadır. Artan karbon içeriği sayesinde orta karbonlu çelikler su verilmiş ve temperlenmiş koşullarda kullanılabilir. Bu çelikler miller, akslar, dişliler, krank milleri, kaplinler ve dövme parçaların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Karbon içeriği %0,40 ile %0,60 arasında olan karbon çelikleri de raylar, demiryolu tekerlekleri ve demiryolu aksları için kullanılır. Isıtma işlemi, karbon çeliğinin mekanik özelliklerinin geliştirilmesinde ve böylece performansının artırılmasında önemli bir rol oynar [Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels, 2004] 1040, 41Cr4 ve 42CrMo4 kalite orta karbonlu çelikler, endüstrinin birçok alanında yaygın olarak kullanılan çelik türleri arasındadır.

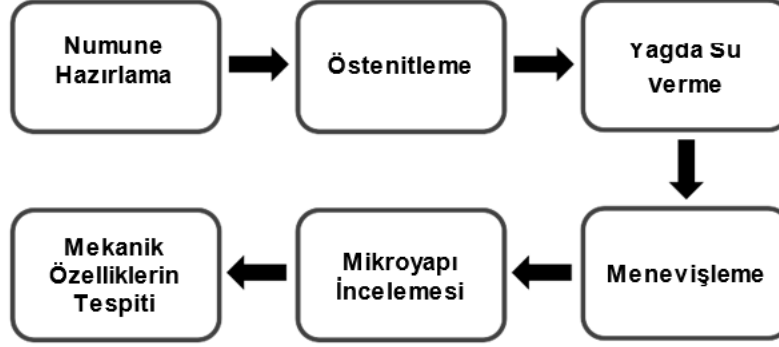
Bu çalışmada, 1040, 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklerine bir dizi ısıtma işlemi uygulanmış ve numuneler test - karakterizasyon işlemlerine tabi tutulmuştur. Çelik numuneler öncelikle uygun sıcaklıkta östenitlemiş ve sonrasında yağda su verme işlemi uygulanmıştır. Sertleşen çeliğin gevrekliğini gidermek ve tokluğunu artırmak amacıyla numuneler temperlenmiştir. Isıtma işlemi sonrasında numunelerin mikroyapıları incelenmiş ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

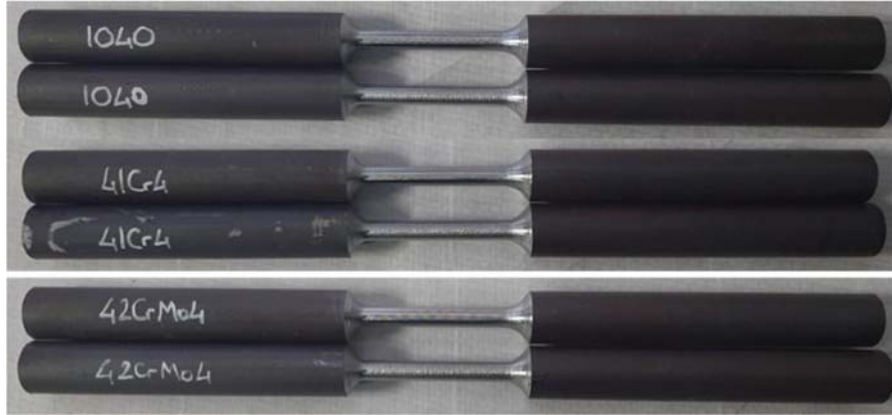
Çalışmada, 30 mm çapında yuvarlak kesitli 1040, 41Cr4 ve 42CrMo4 numuneler kullanılmıştır. Numunelerin spektrometre ile yapılan analiz sonucu çıkan kimyasal kompozisyonlarına ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Uygulanan işlemlere ait akış şeması ise Şekil 1'de gösterilmiştir. Numuneler öncelikle 880C'de 45 dakika östenitlenmiş ve sonrasında yağda su verme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sertleştirme işleminden sonra tüm numuneler 600C'de 90 dakika boyuncateemperlenmiştir.

Tablo 1. Çeliklerin kimyasal kompozisyonu (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Sn	Mo	Al
1040	0,40	0,20	0,75	0,011	0,004	0,15	0,11	0,21	0,013	0,031	0,021
41Cr4	0,40	0,20	0,73	0,011	0,004	1,02	0,10	0,15	0,009	0,02	0,023
42CrMo	0,40	0,20	0,82	0,012	0,004	1,02	0,11	0,20	0,014	0,178	0,021

**Şekil 1.** DeneySEL aşamaları içeren akış şeması

Metalografik olarak incelenecek numunelerin yüzeyleri nital çözeltisi ile dağlanmış ve optik mikroskop (OM) yardımıyla mikroyapıları incelenmiştir. Isıl işlem sonrası numuneler, çekme testi ve darbe dayanım testi için standartlarda belirtilen ölçülerde hazırlanmış ve test edilmiştir. Çekme testi, ISO 6892-1 standardına uygun olarak 100 ton kapasiteli Instron marka cihazda 10MPa/sn çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Çekme numunelerine ait örnekler Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Sertlik ölçümleri, ISO 6508-1 standardına uygun olarak BMS-150/C marka cihazda 120° konik elmas uç ile 150kg yük uygulanarak tespit edilmiştir. Darbe tokluğu testleri ise ISO 148 standardına uygun olarak 450J kapasiteli Instron marka cihazda oda sıcaklığında tespit edilmiştir. Darbe deneyinde kullanılan örnekler Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6' verilmiştir.

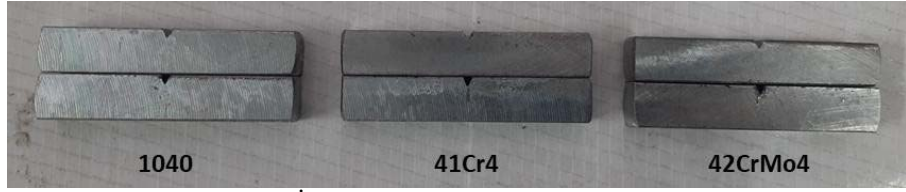
**Şekil 2.** Test öncesi çekme numuneleri



Şekil 3. Test sonrası çekme numuneleri



Şekil 4. İşleme öncesinde, kesilmiş darbe tokluğu test numuneleri

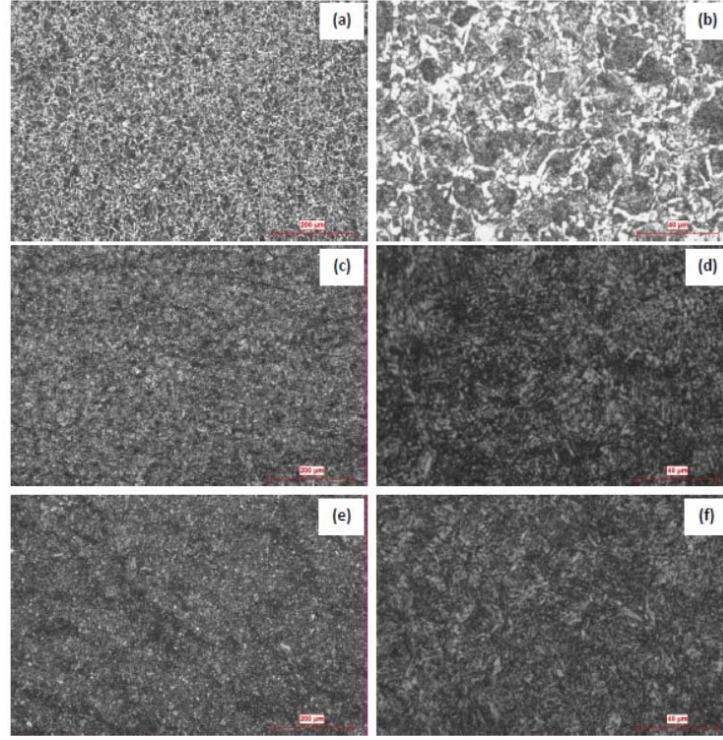


Şekil 5. İşlenmiş darbe tokluğu test numuneleri



Şekil 6. Test sonrası darbe tokluğu numuneleri

3. BULGULAR VE SONUÇLAR



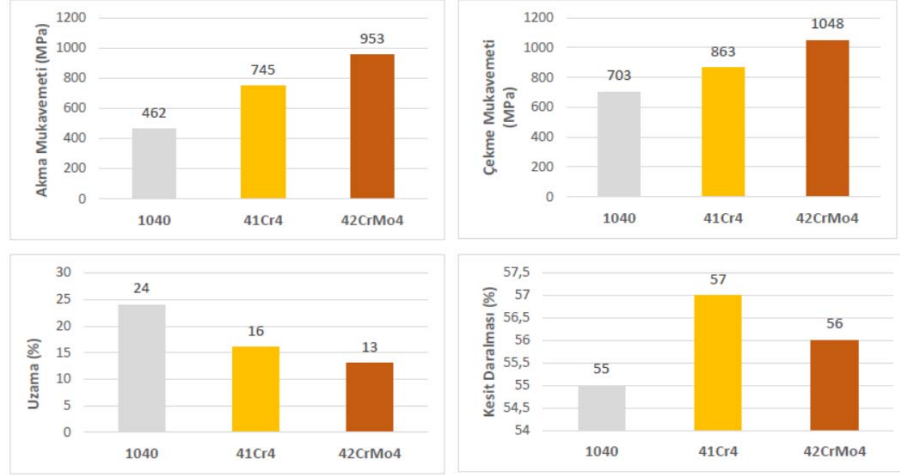
Şekil 7. Optik mikroskop (OM) görüntüleri (a, b) 1040 (c,d) 41Cr4 ve (e,f) 42CrMo4

1040 kalite çelikte ısıtılma işlemi sonrasında elde edilen mikroyapı görüntüleri Şekil 7 (a,b) 'de verilmiştir. Temperleme sonrası ferrit (beyaz renkli bölgeler) ve perlit (lamelli yapı bölgeler) yapıları görünürken bir miktar beyaz (lamel yapılı görünmeyen koyu renkli ara bölgeler) faz oluştuğu da görülmektedir. 41Cr4 kalite çelikte ısıtılma işlemi sonrasında bazı bölgelerde düşük oranda ferrit fazı mevcuttur (Şekil 7 c,d). Yapının genelinde ise martenzit fazı ve temperlenmiş martenzit fazı birlikte görülmektedir. Şekil 7 (e,f)'de gösterildiği üzere, 42CrMo4 kalite çelikte homojen bir temperlenmiş martenzit yapısı oluşmuş ve literatür sonuçları ile uyum sergilemektedir [İsmail et al., 2019; Mahmood, 2014; Özbek and Saraç, 2021].

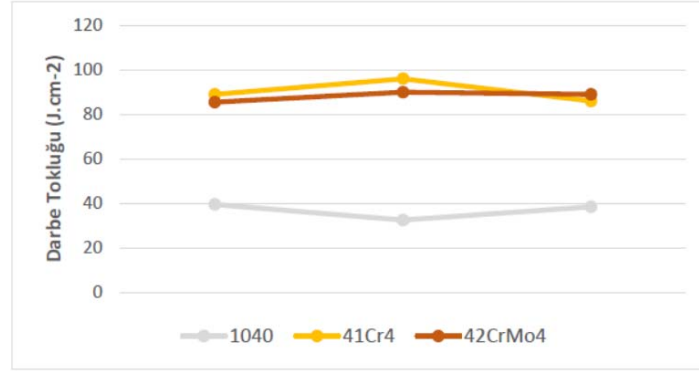
Tablo 2. Sertlik sonuçları (HRC)

	1040	41Cr4	42CrMo4
Su verme	22,5 ±0,5	51±0,5	52±0,3
Su verme+Temperleme	14,5±0,5	31±0,3	32±0,3

Tablo 2’de 1040, 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklerine ait su verme ve temperleme işlemlerinden sonra yapılan sertlik ölçüm sonuçları verilmiştir. En düşük sertlik değeri 1040 kalite çelikte, en yüksek sertlik değerleri ise 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklerinde ölçülmüştür. Bu farkın en önemli sebebi; alaşım içindeki Cr elementinin mevcudiyetidir ve yapı içinde oluşan CrC bileşikleridir. Cr elementinin çeliğin sertliği üzerindeki etkisi yapılan ölçüm sonuçları ile ortaya konmuştur [Wang et al., 2023, Xia et al., 2024].



Şekil 8. Çekme testi sonuçları: akma mukavemeti, çekme mukavemeti, yüzde uzama ve yüzde kesit daralması verileri



Şekil 9. Charpy darbe dayanımı testi verileri

Su verme ve temperleme işlemi sonrası çeliklerin mekanik özelliklerindeki değişim oda sıcaklığında çekme ve Charpy darbe testi ile belirlenmiştir. Malzemelere ait akma mukavemeti (MPa), çekme mukavemeti (MPa), yüzde uzama (%), yüzde kesit daralması (%) ve darbe dayanım sonuçları bulunmuştur. En düşük akma ve çekme dayanımı 1040 çeliğinde 462 MPa ve 703 MPa olarak tespit edilmiştir. 42CrMo4 çeliğinde ise en yüksek mukavemet değerleri ölçülmüştür. Yüzde uzama değerleri ise beklenildiği gibi çeliklerin çekme dayanımına ters yönde eğilim göstermiştir. Isıl işlem sonrası mekanik özelliklerden biri olan kesit daralmasındaki değişimde en belirgin fark 41Cr4 örneğinde tespit edilmiştir.

Cr elementinin çeliğe ilavesi, östenit dönüşüm bölgesini küçültebilmekte, östenit oluşum hızını düşürebilmektedir. Düşük sıcaklık faz dönüşümünün meydana gelmesini desteklemektedir. Çeliğe Mo elementinin eklenmesi ferrit ve perlit dönüşümünü etkili bir şekilde baskılamakta, martenzitik dönüşüm sıcaklığını düşürebilmekte ve tam martenzitik dönüşüm için kritik soğutma hızını düşürebilmektedir. Böylece martenzitik dönüşüm desteklenebilmektedir. Mo elementinin darbe dayanımını koruyarak mukavemeti arttırmada iyi bir etkiye sahip olduğu ve Cr elementinin mukavemet ve sertlikte önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Nitekim yapılan testler neticesinde de 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklerinin mekanik değerleri karşılaştırıldığında 42CrMo4 çeliğinde 41Cr4 çeliğine göre daha yüksek mukavemet değerleri

tespit edilmiştir. Buna karşılık oda sıcaklığında darbe dayanımında kayıp yaşanmamıştır. Ayrıca 42CrMo4 çeliğinde tespit edilen homojen mikroyapı da mekanik test sonuçlarını desteklemektedir [9].

4. SONUÇ

Bu çalışmada orta karbonlu çelik grubundan olan 1040, 41Cr4 ve 42CrMo4 çeliklere uygulanan su verme ve temperleme işleminin mekanik özelliklere olan etkileri incelenmiştir. Isıl işlem sonucu, en düşük sertlik, çekme ve darbe dayanımı sonuçları 1040 çelikte ölçülmüştür. 41Cr4 ve 42CrMo4 “çeliklerinde sertlik ve darbe dayanımı sonuçları oldukça birbirine yakındır. Fakat bu iki çelik arasından 42CrMo4 daha yüksek akma ve çekme dayanımına sahiptir. Orta karbonlu bu üç farklı çeliğe yağda su verme ve sonrasında uygulanan temperleme işleminin mikroyapı ve mekanik özelliklere olan etkisine dair sonuçlar ve yorumlar, mühendislik hesaplamaları ve malzeme seçiminde bizlere önemli veriler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

American Iron and Steel Institute (AISI). 2017. Available online: <http://www.steel.org/> (accessed on 20/11/2017).

Bhateja A, Varma A, Kashyap A, Singh B (2012). Study the effect on the hardness of the three sample grades of tool steel ie EN-31, EN-8 and D3 after heat treatment processes such as annealing, normalizing and hardening and tempering. International Journal of Engineering and Science. 1(2):253-9.

Çalık, A., Dokuzlar, O., & Uçar, N. (2020). The effect of heat treatment on mechanical properties of 42CrMo4 steel. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 98(1), 5-10.

Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels (2004). Effects on Macroscopic Mechanical Properties, Massachusetts Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering Cambridge, MA 02139, 2.002 Mechanics and Materials II Spring, Laboratory Module No. 5.

Ismail, A., Zenasni, R., Amine, K. S. M., & Ahmed, S. (2019). Effect of tempering temperature on the mechanical properties and microstructure of low alloy steel DIN 41Cr4. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 13(1), 9-14.

Mahmood, S. N. (2014). Study the effect of surface and internal heat treatment on mechanical properties of C40 steel alloy. Engineering and Technology Journal, 32(4), 922-931.

Özbek, N. A., & Saraç, E. (2021). Temperleme ısı işlem sıcaklıklarının AISI 1020 ve AISI 1040 karbon çeliklerin mekanik özellikleri üzerine etkileri. Gazi Mühendislik Bilim. Derg, 7(1), 17-25.,

Wang, D., Zhong, Q., Yang, J., & Zhang, S. (2023). Effects of Cr and Ni on the microstructure and corrosion resistance of high-strength low alloy steel. Journal of Materials Research and Technology, 23, 36-52.

Xia, T., Ma, Y., Zhang, Y., Li, J., & Xu, H. (2024). Effect of Mo and Cr on the Microstructure and Properties of Low-Alloy Wear-Resistant Steels. Materials, 17(10), 2408.

ASTM D975 DİZEL YAKIT STANDARDI VE UYGULAMALARI: YAKIT KALİTESİ, MOTOR PERFORMANSI VE ÇEVRESEL ETKİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Cemil Koyunoğlu¹, İsmail Ekmekçi²

Accepted: 23 Temmuz 2025
DOI: 10.47118/somatbd.1685597

ÖZET

Bu çalışma, ASTM D975 standardının dizel yakıtlar üzerindeki temel gerekliliklerini ele almakta ve söz konusu standardın yakıt kalitesi, motor performansı ve çevresel etkiler bakımından önemini vurgulamaktadır. Dizel yakıtın setan sayısı, kükürt içeriği, viskozite, parlama noktası ve tortu-su gibi kritik parametrelerinin motorun çalışma verimi, bakım masrafları ve emisyonlar üzerindeki yansımaları tartışılmaktadır. Ayrıca, gerçek dünya uygulama örnekleriyle birlikte, standart dışı yakıt kullanımının yaratabileceği riskler ve maliyetler gösterilmektedir. Sonuç olarak, ASTM D975'in, dizel motorların sürdürülebilirliğine ve çevre dostu yakıt kullanımına büyük katkı sağladığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dizel Yakıt, ASTM D975, Motor Performansı, Kükürt İçeriği, Setan Sayısı, Emisyon, Viskozite, Yakıt Kalitesi, Çevre, Uygulama Örnekleri

ASTM D975 DIESEL FUEL STANDARD AND ITS APPLICATIONS: A REVIEW ON FUEL QUALITY, ENGINE PERFORMANCE, AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

ABSTRACT

This study focuses on the core requirements of the ASTM D975 standard for diesel fuels, highlighting its significance in terms of fuel quality, engine performance, and environmental effects. The discussion covers the influence of critical parameters such as cetane number, sulfur content, viscosity, flash point, and water-sediment levels on engine efficiency, maintenance costs, and emissions. In addition, real-world case studies are provided to illustrate the risks and expenses associated with using non-compliant fuels. The findings indicate that ASTM D975 plays a vital role in enhancing the sustainability of diesel engines and promoting environmentally responsible fuel use.

Keywords: Diesel Fuel, ASTM D975, Engine Performance, Sulfur Content, Cetane Number, Emissions, Viscosity, Fuel Quality, Environment, Case Studies

¹ Yalova University, Faculty of Engineering, Yalova, TURKİYE, email: cemil.koyunoglu@yalova.edu.tr ORCID: 0000-0001-6309-1569

² İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. İstanbul, TURKİYE, ORCID: 0000-0002-2247-2549

1. GİRİŞ

Dizel motorlar; ulaştırma, tarım, enerji ve savunma sektörlerinde yaygın olarak kullanılan, yüksek verimlilik ve dayanıklılık özellikleri ile öne çıkan içten yanmalı motorlardır. Bu motorların uzun ömürlü, verimli ve çevre dostu bir şekilde çalışabilmesi, büyük ölçüde kullanılan yakıtın kalitesine bağlıdır. Bu nedenle, dizel yakıtların kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirleyen uluslararası standartlar, motor performansı ve çevresel etki açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, ASTM D975 standardı, dizel yakıtların teknik özelliklerini belirleyen en yaygın kullanılan referans dokümanlardan biridir. Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM International) tarafından yayımlanan bu standart, dizel yakıtları kükürt seviyesi ve distilasyon karakteristiklerine göre sınıflandırarak, motor uyumluluğu ve yakıt kalitesi açısından teknik sınır değerler belirlemektedir. No.1-D, No.2-D ve No.4-D olarak tanımlanan yedi ayrı sınıfta (S15, S500, S5000 kükürt dereceleri dahil) dizel türleri; viskozite, setan sayısı, parlama noktası, su-tortu oranı gibi kritik parametreler üzerinden değerlendirilir.

ASTM D975'in tarihsel gelişimi, motor teknolojilerindeki ilerlemeler ve çevre regülasyonlarının sıkışması ile birlikte şekillenmiştir. Özellikle son güncellemelerde düşük sülfür içeriği, biyoyakıt karışım toleransı (örneğin B5 düzeyinde biyodizel uyumluluğu) ve soğuk hava performansı gibi özelliklere odaklanılmıştır. Bu yönleriyle ASTM D975, yalnızca Amerika'da değil, dünya genelinde motor üreticileri ve yakıt sağlayıcıları için referans noktası haline gelmiştir. Aynı zamanda EN 590 (Avrupa dizel standardı) ve ISO 8217 (denizcilik yakıt standardı) gibi diğer uluslararası standartlarla da karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilir.

Standart sadece teknik parametreleri değil; bu parametrelerin motor performansı, egzoz emisyonları ve sistem uyumluluğu üzerindeki etkilerini de kapsamaktadır. Örneğin, düşük setan sayısı geç yanma ve vibrasyon sorunlarına neden olabilirken; yüksek aromatik içerik partikül emisyonlarını artırır. Buna karşılık, düşük sülfür içeriği, egzoz arıtma sistemlerinin (örneğin DPF ve SCR) ömrünü uzatır ve emisyonların kontrol altına alınmasına katkı sağlar.

Bu çalışmanın amacı, ASTM D975 dizel yakıt standardını teknik detaylarıyla incelemek, söz konusu parametrelerin motor sistemlerine etkilerini analiz etmek, ayrıca uygulama örnekleri ve saha gözlemleriyle bu standardın sektörel pratiğe yansımalarını ortaya koymaktır. Özellikle Türkçe literatürde bu denli bütüncül bir teknik analiz sunan kaynakların azlığı göz önüne alındığında, bu makale hem bilimsel katkı hem de mühendislik pratiğine destek yönüyle özgün bir nitelik taşımaktadır.

2. YÖNTEMLER

Bu çalışma, nitel bir literatür taraması ve karşılaştırmalı standart analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Çalışmanın temel amacı, ASTM D975 standardının teknik içeriğini sistematik biçimde incelemek, bu standardın motor performansı, çevreye etkisi ve yakıt kalitesi üzerindeki yansımalarını açıklamak, aynı zamanda EN 590 ve ISO 8217 gibi uluslararası dizel yakıt standartları ile teknik karşılaştırmalar yapmaktır.

2.1. Literatür Tarama Stratejisi

Akademik veritabanları olarak ScienceDirect, SpringerLink, Scopus, Google Scholar ve ASTM International standart arşivi kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: ASTM D975, diesel fuel standard, cetane number, sulfur content, viscosity, fuel quality, EN 590, ISO 8217, biodiesel blends, ULSD (ultra-low sulfur diesel), engine wear and emission.

2005–2024 yılları arasında yayımlanmış, hakemli ve teknik rapor niteliğindeki kaynaklar öncelikli olarak seçilmiştir.

Türkçe kaynaklar için ayrıca TÜBİTAK ULAKBİM, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve sektör raporları taranmıştır.

2.2. Standartların Karşılaştırmalı İncelemesi

ASTM D975 standardının güncel versiyonu (ASTM D975-22a) teknik parametreler açısından detaylı olarak incelenmiştir. Karşılaştırmalı analiz için EN 590 (Avrupa standardı) ve ISO 8217 (gemi yakıtları standardı) teknik özellik tabloları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda özellikle şu parametreler dikkate alınmıştır:

- Setan sayısı
- Kükürt içeriği
- Parlama noktası
- Viskozite sınırları
- Soğuk hava özellikleri (CFPP – Cold Filter Plugging Point)
- Aromatik madde sınırları

2.3. Saha Verisi ve Uygulama Gözlemleri

Saha örnekleri, literatürde raporlanmış vakalar ve dizel motor üreticilerinin teknik dökümanları doğrultusunda analiz edilmiştir. Özellikle standart dışı yakıtların kullanımı, emisyon kontrol sistemlerine etkisi, filtre tıkanma örnekleri, soğuk iklim senaryoları gibi konulara odaklanılmıştır. Ayrıca, bazı üretici firmaların kullanıcı rehberleri ve motor garanti koşulları incelenerek, yakıt kalitesinin motor ömrüne etkisine dair teknik değerlendirmeler yapılmıştır.

2.4. Sınırlılıklar

Çalışma deneysel değil, teorik ve belgesel analiz temellidir. Yalnızca açık erişimli veya kurumsal lisans kapsamında ulaşılabilen kaynaklarla sınırlandırılmıştır.

Saha verileri, literatürde raporlanmış ampirik gözlemlerle sınırlıdır; doğrudan ölçüm içeren deneysel veri içermemektedir.

3. YAKIT ÖZELLİKLERİ VE MOTOR PERFORMANSI

3.1. Setan Sayısı ve Yanma Kalitesi

Dizel motorlarda, yakıtın çabuk tutuşması ve verimli yanması için setan sayısı kritik bir göstergedir (Chukwuezie ve ark., 2017). ASTM D975 genellikle minimum 40 setan sayısını yeterli görür; bu değer, motorun titreşimsiz ve verimli çalışmasını sağlamak için alt sınır kabul

edilir. Düşük setan sayılı yakıtlar, uzun tutuşma gecikmesine ve düzensiz yanmaya yol açarak hem performans hem de emisyonlar açısından sorun çıkarabilir.

3.2. Kükürt İçeriği

Standart, dizel yakıtlardaki kükürdü en fazla 5000 ppm (S5000) ile sınırlandırırken, günümüzdeki çevre düzenlemeleri çoğunlukla 15 ppm (ULSD) kullanımı zorunlu kılar (Gabel, 2024). Yüksek kükürt, yanma esnasında asidik bileşikler ve SO₂ oluşumuna neden olurken, düşük kükürtlü yakıt hem motor aksamının ömrünü uzatır hem de emisyon azaltım teknolojilerinin (SCR, DPF vb.) daha etkili çalışmasına imkân tanır.

3.3. Viskozite ve Püskürtme Sistemi

Viskozite, yakıtın püskürtme kalitesini ve pompa yağlamasını doğrudan etkiler (Chevron, 2007). ASTM D975, No.2-D tipi yakıtlar için 1.9–4.1 mm²/s aralığında bir viskoziteyi hedef alır. Çok yüksek viskoziteli yakıt püskürtme verimini düşürürken, çok düşük viskozite ise enjektörlerde iç kaçaklara ve yetersiz yağlamaya sebebiyet verebilir.

3.4. Parlama Noktası ve Güvenlik

Dizel yakıtın parlama noktası, yangın güvenliği açısından değerlidir. Standartta genellikle 52 °C (No.2-D) veya 38 °C (No.1-D) alt sınırları belirlenmiştir. Bu değerler, yakıtın depolama ve taşıma sırasında patlayıcı buharlar oluşturmamasını engelleyecek düzeyde ayarlanır.

3.5. Su ve Tortu (Temizlik)

Standart, dizel yakıtta su ve tortu oranını %0.05 ile sınırlandırır. Bu sınıra uyulmadığında, yakıt filtrelerinde tıkanma, korozyon ve enjektör arızaları sıklıkla ortaya çıkabilir (Polaris Laboratories, 2018).

3.6. Yağlayıcılık

Düşük kükürtlü yakıtların doğal yağlama özelliği azaldığından, ASTM D975 yağlayıcılık için HFRR testinde en fazla 520 µm aşınma izine izin verir. Bu gereklilik, enjeksiyon pompası ve enjektör parçalarının aşınmasını önlemeye yöneliktir.

4. ÇEVRESEL ETKİLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

4.1. Emisyon Azaltımı

ASTM D975, özellikle kükürt içeriğini düşük tutarak SO₂ ve partikül madde emisyonlarının ciddi ölçüde azalmasına katkıda bulunur. ULSD kullanımı, gelişmiş egzoz arıtma sistemleriyle birleştiğinde NO_x ve PM emisyonlarında önemli düşüşler sağlamıştır (Gabel, 2024).

4.2. Motor Ömrü ve Bakım Maliyetleri

Yakıtın tortu, su ve kükürt gibi parametrelerinin düşük olması, enjeksiyon ekipmanlarının ömrünü uzatır ve bakım aralıklarını seyrekleştirir. Örneğin, standart dışı yakıt kullanan bazı filolarda sıkça filtre tıkanması ve enjektör arızaları rapor edilirken, ASTM D975 uyumlu yakıtlarla bu problemler büyük oranda azalır.

4.3. Saha Uygulamaları

Soğuk İklim: Kış mevsiminde No.1-D ve No.2-D karışımları, düşük sıcaklıklarda yakıtın akışkanlığını koruyarak donma sorununu hafifletir.

Yüksek Kükürtlü Yakıtın Zararları: Gelişmiş emisyon sistemine sahip araçlarda, S5000 yakıtın kullanılması DPF ve SCR gibi ekipmanlarda ciddi hasara yol açabilir.

Elbette, aşağıda belirttiğiniz tüm unsurları içeren detaylı ve analitik bir değerlendirme paragrafı hazırladım. Bu paragrafı çalışmanızın "Tartışma" ya da "Sonuçlar ve Değerlendirme" bölümüne ekleyebilirsiniz:

4.4. Parametreler Arası Etkileşim ve Uluslararası Standartlarla Karşılaştırma

Dizel yakıtların performansını belirleyen başlıca parametreler olan viskozite, setan sayısı, kükürt içeriği ve aromatik madde oranı çoğu zaman bağımsız değerlendirilse de, bu parametrelerin motor sistemleri üzerindeki etkileri birbirleriyle etkileşimli biçimde ortaya çıkar. Örneğin, düşük viskozite değerleri, özellikle yüksek basınçlı enjeksiyon sistemlerinde yakıt filmi yeterince oluşmadan enjeksiyonun tamamlanmasına neden olabilir. Bu durum, hem enjektör aşınmasını artırabilir hem de silindir içi hava-yakıt karışımında düzensizliklere yol açarak geç yanma (delayed ignition) problemleri oluşturabilir. Bu tür geç yanma eğilimi ise çoğu zaman düşük setan sayısı ile birlikte gözlenir. Düşük setan sayısı, dizel yakıtın tutuşma gecikmesini artırır; bu da hem vibrasyon artışı hem de kontrolsüz yanma bölgeleri nedeniyle partikül madde (PM) ve hidrokarbon (HC) emisyonlarında artış ile sonuçlanır.

Kükürt içeriğinin azaltılması, çevresel regülasyonlar açısından önemli bir kazanım olmakla birlikte, yakıtın yağlayıcılık özelliğini azaltır. Bu durum, pompa ve enjektör sistemlerinde metal-metal sürtünmesini artırarak, ekipman ömrünü kısaltabilir. Bu nedenle düşük sülfür içerikli dizel yakıtların, yağlayıcılık artırıcı katkılarla (örneğin yağ esteri türevleriyle) desteklenmesi zorunlu hale gelmiştir.

ASTM D975 standardı, bu parametrelere dair minimum ve maksimum sınır değerleri belirlemiş olsa da, Avrupa dizel standardı EN 590 ve denizcilikte kullanılan ISO 821 gibi diğer uluslararası standartlarla karşılaştırıldığında, bazı farklar gözlemlenmektedir. Örneğin EN 590 standardı, yakıtın soğuk filtre tıkanma noktası (CFPP) gibi düşük sıcaklık performans parametrelerine daha fazla önem verirken, ASTM D975 daha geniş bir bölgesel iklim yelpazesine hitap ettiği için iklim bölgesi sınıflandırmasına göre alt standartlar içerir. ISO 8217 ise viskozite ve kül içeriği gibi parametreleri özellikle gemi motorlarına uygunluk açısından sınıflandırır ve ASTM D975'ten daha esnek toleranslara sahiptir.

Son yıllarda geliştirilen HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) ve GTL (Gas-to-Liquid) gibi yeni nesil dizel yakıtlar, özellikle aromatik içermemeleri ve yüksek setan sayıları ile dikkat çekmektedir. Bu sentetik yakıt türleri, ASTM D975 ile tanımlı mineral dizellere kıyasla daha temiz yanma, daha düşük egzoz emisyonları ve daha düşük depo tortusu üretmektedir. Nitekim, birçok güncel çalışmada bu yakıtların klasik dizellere oranla motor ömrü ve verimi üzerinde olumlu etkileri olduğu rapor edilmiştir. Ancak bu alternatif yakıtların da bazı fiziksel parametrelerde standartların dışında kalabildiği ve katkı gereksinimi doğurduğu unutulmamalıdır.

Dolayısıyla ASTM D975 standardı, geleneksel dizel yakıtların performans ve emisyon uygunluğunu güvence altına alsa da, gelecekte daha esnek, katkı toleranslı ve sürdürülebilir yakıtları kapsayan güncellenmiş versiyonlarının hazırlanması gerekliliği açıktır.

4. SONUÇLAR

Bu makalede, ASTM D975 standardının dizel yakıtlar üzerindeki belirleyici etkisi detaylı biçimde incelenmiş; yakıt kalitesi, motor performansı ve çevresel etkiler bakımından ne denli kritik olduğu gösterilmiştir. Setan sayısından kükürt içeriğine, viskoziteden su-tortu sınırlarına kadar her parametrenin dizel motorların ömrü ve verimliliği üzerinde doğrudan rol oynadığı ortaya konmuştur. Aynı zamanda, düşük kükürtlü yakıtların kullanımıyla birlikte egzoz emisyon kontrol sistemlerinin etkinliğinin arttığı, çevresel kirliliğin ise azaldığı vurgulanmıştır.

Yapılan teknik analizler, düşük viskozite ile düşük setan sayısının birlikte enjektör aşınması ve geç yanma problemlerini tetiklediğini; yüksek kükürt oranlarının ise hem motor aksamı hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler taşıdığını göstermiştir. ASTM D975'in bu parametreleri belirli sınırlar içinde tanımlaması, motor üreticileri ile yakıt tedarikçileri arasında teknik bir köprü işlevi görmektedir; aynı zamanda kullanıcı güvenliği ve sistem verimliliği açısından kritik bir referans sunmaktadır.

Saha uygulamalarından elde edilen deneyimler de, standarda uyumun işletme maliyetlerini düşürüp arıza oranlarını azaltarak kullanıcıya ekonomik fayda sağladığını doğrulamaktadır. Örneğin, ULSD (Ultra Low Sulfur Diesel) kullanımı, gelişmiş emisyon kontrol ekipmanlarının ömrünü uzatmakta ve daha temiz yakma süreçleri sağlamaktadır.

Gelecekte dizel yakıtların yenilenebilir ve sentetik kaynaklarla karışımı — örneğin HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), GTL (Gas-to-Liquid) ve biyodizel katkıları — veya tamamen bu kaynaklardan üretilmesi gündeme geldikçe, ASTM D975'in kapsam ve koşullarında da güncellemeler beklenmektedir. Özellikle katkı maddelerine yönelik alt standartların oluşturulması, yağlayıcılık toleranslarının yeniden tanımlanması ve düşük sıcaklık özelliklerinin bölgesel bazda düzenlenmesi bu güncellemeler arasında yer alabilir.

Ancak bugünkü haliyle bile, ASTM D975 dizel motor teknolojisinin temel taşı konumundadır. Bu standart, motor üreticilerinden filo yöneticilerine, çevre mühendislerinden akaryakıt dağıtıcılarına kadar tüm paydaşların ortak teknik ve kavramsal dilini oluşturarak, dizel sistemlerin güvenli, ekonomik ve sürdürülebilir çalışmasına katkı sağlamaktadır.

5. GELECEK PERSPEKTİFİ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

ASTM D975 standardı, dizel yakıtların minimum kalite gerekliliklerini tanımlayan küresel bir referans çerçevesi sunmakta ve motor teknolojileriyle yakıt uyumluluğu açısından önemli bir standart işlevi görmektedir. Ancak yakıt teknolojilerindeki gelişmeler, çevre regülasyonlarındaki sıkılaşıma ve sürdürülebilirlik baskıları, bu standardın kapsamının gelecekte yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Yeni nesil alternatif yakıtlar — örneğin HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), GTL (Gas-to-Liquid) ve ileri biyodizel türevleri — düşük aromatik içerikleri ve yüksek setan sayıları ile daha temiz ve verimli yanma vaat etmekte; ancak mevcut ASTM D975 standardı bu yakıtların bazı fiziksel özelliklerine dair düzenlemeler içermemektedir. Bu nedenle, aşağıdaki somut revizyon ve politika önerileri gündeme gelmelidir:

Standardın genişletilmesi: ASTM D975'e, sentetik ve yenilenebilir dizel türevleri için ayrı alt sınıflar eklenmeli; HVO, GTL gibi katkısız alternatiflerin teknik kriterleri tanımlanmalıdır.

Katkı maddesi regülasyonları: Yakıt katkılarının (yağlayıcı, kış katkısı, mikrobiyel inhibitör vs.) etkilerine yönelik sınır değerler oluşturulmalı; bu katkıların motor sistemleri üzerindeki uzun vadeli etkileri standart kapsamına alınmalıdır.

Soğuk iklim düzenlemeleri: Avrupa'daki EN 590 standardına benzer şekilde CFPP (Cold Filter Plugging Point) ve yakıt akışkanlığı ile ilgili bölgesel limitler tanımlanmalı; ASTM D975'in bu yönüyle iklim farklılıklarına daha duyarlı hale getirilmesi sağlanmalıdır.

Depolama stabilitesi ve mikrobiyolojik güvenlik: Uzun süreli stoklama durumları için mikrobiyel büyüme, oksidatif bozulma ve su kontaminasyonu gibi faktörleri içeren yeni bir "depolama standardı eklentisi" oluşturulmalıdır.

Ulusal adaptasyon önerisi: Türkiye gibi ülkelerde, ASTM D975'in Türk şartlarına uygun olarak uyarlanması için ulusal bir alt versiyon (örneğin "TS EN-975/TR") geliştirilmeli; bu kapsamda yerli dizel kalitesi, rafineri yapıları ve iklim koşulları göz önünde bulundurulmalıdır.

ASTM D975'in mevcut hali motor uyumluluğu ve yakıt güvenliği açısından temel bir çerçeve sunmakla birlikte; enerji dönüşüm süreci, alternatif yakıtların artan kullanımı ve emisyon azaltım hedefleri doğrultusunda revize edilmeye ve genişletilmeye açık hale gelmiştir. Bu tür stratejik güncellemeler, yalnızca teknik değil aynı zamanda ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

ASTM International. (2022). ASTM D975-22a Standard specification for diesel fuel oils. ASTM International.

Chevron Corporation. (2007). Diesel fuels technical review. Chevron Global Marketing.

Chukwuezie, O. C., Nwakuba, N. R., Asoegwu, S. N., & Nwaigwe, K. N. (2017). Cetane number effect on engine performance and gas emission: A review. *American Journal of Engineering Research*, 6(1), 56–67.

Gabel, E. (2024, May 24). The evolution of ultra-low sulfur diesel (ULSD) and its environmental impact. *Environmental Protection Online*. <https://www.eponline.com/articles/2024/05/24/the-evolution-of-ultra-low-sulfur-diesel.aspx>

Polaris Laboratories. (2018). What you need to know about ASTM D975. Polaris Laboratories. <https://polarislabs.com/decoding-astm-d975>

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIM: HAND TUFT DOKUMA İLE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Öznur Özding¹, Tugba Tölek²

Accepted: 22 Temmuz 2025
DOI: 10.47118/somatbd.1709007

ÖZET

Günümüzde tekstil tasarımı ve üretimi, teknolojik gelişmelere paralel olarak boyut değiştirerek geniş bir alana yayılmıştır. İçinde bulunduğumuz bu yüzyılda en önemli gelişmelerden biri ise tafting (tufting) dokumadır. Tafting (tufting) tekniği, geleneksel dokuma yöntemlerinden farklı olarak daha fazla yaratıcılık, özgürlük ve hızlı üretim imkânı sunarak tasarımcıların ilgisini çekmiştir. Hand tuft dokuma ürünü olarak çok çeşitli ürün örnekleri fazlaca görülmektedir. Çalışma kapsamında “hand tuft” üretim yöntemi ile akrilik iplik kullanılarak tekstil yüzeyleri üretilmesi amaçlanmıştır. Üretim aşamasında tafting (tufting) tabancası kullanılarak farklı renklerdeki akrilik iplikler ile hem kesik havlı (cut pile) hem de bukle havlı (loop pile) tekstil yüzeyleri elde edilerek karşılaştırmalar yapılmış ve kullanım olanakları incelenmiştir. Kesik hav (cut pile) hand tuft tabancası ile tufting halı dokunduğunda oluşturulan doku; şönil veya kadifemsi bir yüzey sergilediği için yumuşak tuşe, lüks bir görünüm sergilediği ancak kesik havlı halının yoğun ayak trafiğine dayanıklı olmadığı tespit edilirken, bukle havlı (loop pile) hand tuft tabancası ile tufting halı dokunduğunda oluşturulan doku; tüysüz bir yüzey sergilerken daha belirgin desenler elde etmenin daha mümkün olduğu ve bu hav tipinin aşınmaya karşı oldukça dayanıklı olduğu kanısına varılmıştır.

Keywords: Tufting, Hand Tuft, Halı, Hav, Tasarım

INNOVATIVE APPROACH IN TEXTILE SECTOR: EXPERIMENTAL STUDIES WITH HAND TUFT WEAVING

ABSTRACT

Textile design and production have changed dimensions and spread over a wide area in parallel with technological developments in our present day. One of the most important developments in this century is tufting weaving attracting the attention of designers by offering more creativity, freedom, and fast production opportunities, unlike traditional weaving methods. In the present study, the purpose was to produce textile surfaces using acrylic yarn with the “hand tuft” production method during which cut pile and loop pile textile surfaces were obtained with acrylic yarns in different colors using a tufting gun, and comparisons were made and usage possibilities were investigated. When a tufted carpet is woven with a cut pile hand tuft gun, the texture has a soft touch and a luxurious appearance because it shows a chenille or velvety surface, but it has also been found that a cut pile carpet is not resistant to heavy foot traffic, while when a tufted carpet is woven with a loop pile hand tuft gun, it is more possible to obtain more distinct

¹ Gaziantep Üniversitesi, Teknik Bilimler Myo El Sanatları Bölümü, Gaziantep, TÜRKİYE. Email: oznurtan@gantep.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6562-408X

² Gaziantep Üniversitesi, Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu, Gaziantep, TÜRKİYE. ORCID: 0000-0002-9272-6241

patterns while showing a hairless surface and it has been concluded that this type of pile is quite resistant to abrasion.

Anahtar Kelimeler: Tufting, Hand Tuft, Carpet, Pile, Design.

1. GİRİŞ

Tufting (veya *tafting*) terimi, İngilizce “tuft” sözcüğünden türetilmiştir ve eski Avrupa halı işçiliğinden gelişen bir teknik olarak tanımlanabilir. Avrupa'dan Amerika'ya göç eden zanaatkarlar tarafından, üç boyutlu tekstil yüzeyleri oluşturma süreci olarak tanımlanan bu yöntem, zamanla endüstriyel halı üretiminde önemli bir yer edinmiştir (Beckert, 2017). Tufting, dünyadaki birçok halı üreticisi tarafından yaygın olarak kullanılan bir tekniktir ve temel olarak zemin dokuya hav ipliklerinin daldırılması, ardından yapıştırıcı veya kaplama yöntemi ile dokunun sabitlenmesi işlemlerini içerir (TS 5627, 1996). Bu yöntemin basit çalışma prensibi ve düşük maliyeti, onu oldukça yaygın ve popüler bir üretim tekniği haline getirmiştir.

Tufting'in tarihsel gelişimi, 19. yüzyılın sonlarında ilk tufting makinesinin icadıyla başlamıştır. Ancak bu teknik, 1950'lerde sentetik elyafların piyasaya sürülmesiyle büyük bir devrim yaşamıştır (Phoenix, 2023). Tufting tekniği için önemli bir dönüm noktası, bu üretim yönteminin Amerika'da yaygınlaşmasıdır. 1950'lerde Amerika'da başlayan tuft halı üretimi, kısa süre içinde Avrupa'ya da yayılmıştır. Özellikle İngiltere'de, desensiz beyaz zemin üzerine desen uygulama yöntemi, halı sektöründe önemli bir dönüşüm yaratmıştır. 1970'lere gelindiğinde, dokuma halı üretimi İngiltere'de %70 oranında azalırken, tuft halı üretimi %300 oranında bir artış göstermiştir (Özkendirci, 2016).

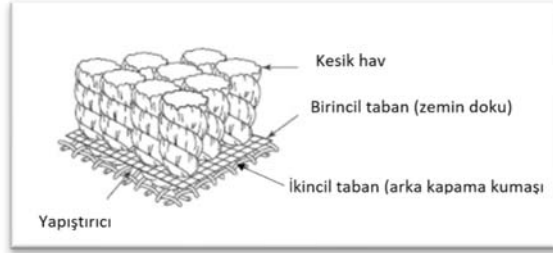
20. yüzyılda, tasarımcılar ve sanatçılar arasında hızla popülerlik kazanan tufting, geleneksel dokuma yöntemlerinden farklı olarak daha fazla yaratıcılık ve özgürlük sunmuş, hızlı üretim imkânı sağlamıştır. Bu özellikleriyle, tasarımcıların ilgisini çekmiş ve halı üretimi üzerinde önemli değişikliklere yol açmıştır. Bu süreç, geleneksel halı yapımının zaman alıcı ve emek yoğun yapısını değiştirmiş, modern ve hızlı bir üretim süreci ortaya çıkarmıştır. Günümüzde tafting (tufting) halıları, modern sanat ve tasarım dünyasında yaygın olarak kullanılan bir unsur haline gelmiştir (Omirug, 2023) (Şekil 1).



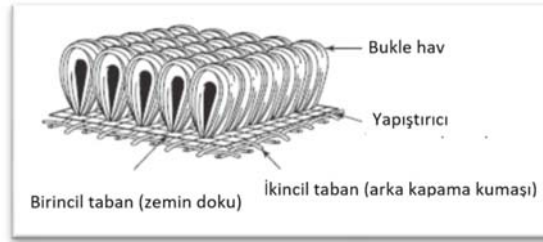
Şekil 1. Yaratıcı tufting (Wageningen, 2024)

Son yıllarda, tufting yönteminin temel prensiplerinden yola çıkılarak "hand tuft" (el tufting) olarak adlandırılan yeni bir halı dokuma yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem, el ile kontrol edilen tek iğneli makineler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir ve geleneksel tufting yöntemine alternatif

olarak ortaya çıkmıştır. Hand tuft tekniği; halı, kilim ve döşemelik kumaş gibi farklı ürün gruplarının üretiminde kullanılan yenilikçi bir tekstil üretim yöntemidir. Yöntemin temelinde, kasnak üzerine gerilmiş zemin dokuma kumaş üzerine, "tufting tabancası" olarak bilinen elektrikli bir tabanca yardımıyla ilmeklerin oluşturulması yer almaktadır. Tamamen el becerisi gerektiren bu teknikle üretilen ürünler genellikle özel alanlarda kullanılmakta olup, kullanım alanları oldukça geniştir. Vurgu yöntemiyle tasarlanan hand tuft ürünler, farklı tarzlarda ve sonsuz renk ile desen seçeneğiyle kişiye özel olarak üretilebilmektedir. Ayrıca, tufting tabancası hem kesik hav (cut pile) hem de bukle hav (loop pile) oluşturma imkânı sunarak, yüzey dokusu bakımından çeşitlilik sağlamaktadır (Şekil 2, Şekil 3). Bu özellik, hem estetik hem de işlevsel açıdan farklı talepleri karşılayabilen ürünlerin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır.



Şekil 2. Kesik havlı tufting halı yapısı (www.dcw-ltd.com)



Şekil 3. Bukle havlı tufting halı yapısı (www.dcw-ltd.com)

Hand tuft yönteminin farklı yaratıcı şekillerde deneme imkânı sunması sanatçılar ve zanaatkarlar için de çok fazla kullanım alanı bulmasına olanak tanımıştır. Türkiye’de tufting, özellikle gençler arasında yeniden popülerlik kazanmış, sosyal medyanın da etkisiyle bu tür el işi tekniklerinin tanıtımı ve paylaşımı da artmıştır.

Günümüzde kültürel birikimimizdeki zenginlik, teknolojiye gelişmeler müşterilerde farklılık arayışını beraberinde getirmiştir. Bu nedenlerden ötürü hand tuft tekniği estetik, kişiye göre farklılık gösteren ürün seçenekleri, zengin tasarım çeşitliliği, sonsuz renklendirme seçenekleri, daha önce var olmayan-yenilik içeren işlevsel nesneler yaratması ve zarif stili ile hem halı pazarının hem de tekstil sektörünün ana ürünü haline gelmiştir.

İşıldar Hekim (2024), yapılan araştırmada halı tekniği ile üretilen paspasların günümüzde hem yenilik hem de işlevsellik bakımından dikkat çeken ürünler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca çalışmada güncel tasarımlar incelenerek farklı tür malzemeler kullanılarak tafting (tufting) tekniği ile üretilen ürünlerin hem görsel hem teknik açıdan yenilik içeren işlevsel alternatif ürünler geliştirildiğine değinmiştir. Hashem, Ashmawy ve Ahmed (2022), Tasarım çeşitliliği, yüzey dokusu, kullanılan malzemeler ve renkler arasındaki estetik uyum hakkında çalışmalar yapmıştır. Çalışma sonucunda hand tuft yöntemi ile tekstil yüzeylerinde gravür yöntemi kullanılarak

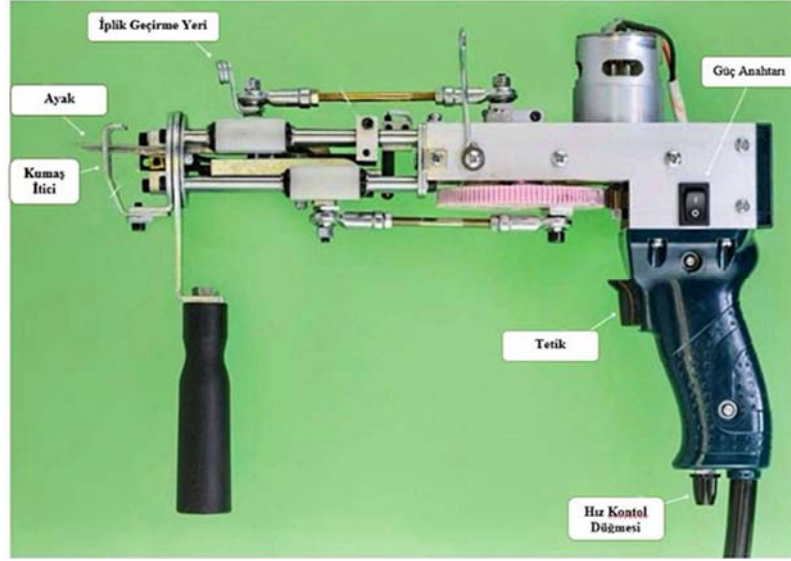
kabartma ve çökük efektinin açıkça elde edildiğini ve yenilikçi tasarım fikirleri uygulanarak ve estetik etkiler elde edilerek çağdaş özellik ve modern düşünceye uyum sağladığını belirtmiştir. Rarh, Bhandari ve Gupta (2022), Araştırmasında hand tuft tekniği ile üretilen tekstil yüzeylerini görünüm açısından halı, kilim gibi havlı dokumalar ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada hand tuft tekniği ile oluşturulan dokumaların sonuç olarak görsel izleniminin havlı dokumalar ile aynı olduğunu fakat fark yaratan olgunun ise teknik üretim yöntemleri olduğunu belirtmiştir. Firdausi ve Ciptandi (2020), tufting üzerine araştırmalar yapmış ve hand tuft tekniği kullanılarak Gedog Tuban dokuma kumaşının geliştirilmesine odaklanmıştır. Gedog dokuma ve tukel ipliği, hand tuft tasarımında ve çalışmalarında birincil malzemeler olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varmıştır. Özkendirici (2016), yaptığı çalışmada tafting (tufting) işlemi ile daha hızlı ve daha verimli bir şekilde halı üretilebileceğini ve tafting (tufting) yöntemi ile hem daha yumuşak hem de daha kalın bir yapı oluşturulduğu için konfor ve ısı yalıtımı sağladığını değinmiştir. Goswami (2009), yaptığı çalışmada 21. yüzyılda tafting (tufting) makineleri halı sektörünün en yaygın ve gelişmiş üretim yöntemlerinden biri haline geldiğini ve bu makinelerin halı tasarımı, kalitesi, dayanıklılığı ve sürdürülebilirliği konusunda yüksek standartlar sağladığını ifade etmiştir. Günümüzde tafting (tufting) makinelerinin kullanım alanlarının genişlediğini de belirtmiştir. Shoshani (1991), hav yükseklikleri, yoğunlukları ve ikinci taban kaplamasındaki değişiklikleri inceleyerek, tafting (tufting) halıların ses emilim katsayısı üzerinde bir çalışma yürütmüştür. Bulgular, destek olarak dokunmamış malzeme katmanlarının dâhil edilmesinin halıların ses emilim katsayısını artırdığını, pamuklu desteklerin akrilik desteklere kıyasla daha üstün bir gelişme sağladığını göstermiştir.

Bu doğrultuda yürütülen çalışma kapsamında günümüzün inovatif teknolojik proseslerinden biri olan hand tuft üretim yöntemini deneyimleyerek bu tekniğin detaylı incelenmesi sağlanmıştır. Aynı zamanda tafting (tufting) tabancası kullanılarak tekstil yüzeyleri oluşturarak farklı doku tiplerini tanımak, incelemek ve tekstil tasarımı alanındaki önemini vurgulamak amaçlanmıştır. Bu amaçla tasarımlar seçilerek hand tuft tekniği ile hem loop pile (bukle havlı) hem de cut pile (kesik havlı) dokumalar üretilerek, tekstil yüzeyinde farklı dokular oluşturulmuş ve karşılaştırmaları yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada, hand tuft teknolojisinin kullanımıyla tekstil yüzeylerinin üretilmesi ve bu teknolojinin farkındalığının artırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, tasarımların dokuya dönüştürülmesinde elektrikli tafting (tufting) tabancası kullanılmıştır (Şekil 4). Bu tabanca, profesyonel halı üretiminde yaygın olarak kullanılan elektrikli bir dokuma makinesi olup, manuel tafting tabancalarına kıyasla daha gelişmiş özellikler sunmaktadır. Elektrikli tafting tabancası, kişisel ve ticari kullanım için uygun olup, verimli bir üretim süreci sağlamaktadır.



Şekil 4. Tufting tabancası ve parçaları (Alexander and Eads, 2024).

Araştırmada kullanılan tufting tabancaları iki farklı modele sahiptir. Bunlardan biri kesik (cut pile) havlı dokular üretirken, diğeri bukle (loop pile) havlı dokular üretmektedir. Çalışmada, 2 adet kesik havlı (cut pile) ve 2 adet bukle havlı (loop pile) tekstil yüzeyi üretilmiştir.

2.2. Metot

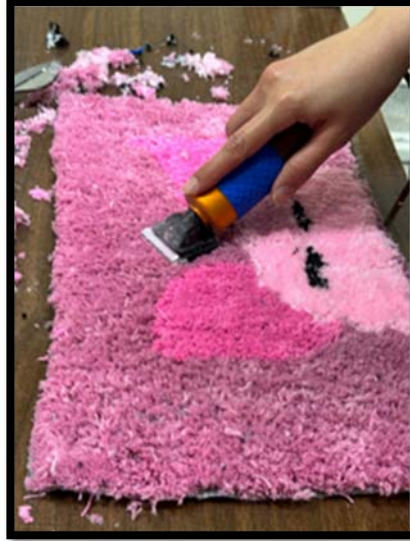
Bu çalışma kapsamında uygulanan dokuma işlemi Gaziantep Üniversitesi Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu Tufting Atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, tasarım seçimi yapılmış ve bu tasarıma uygun desen hazırlanmıştır. Hazırlanan desen, tufting işlemi için özel olarak üretilmiş çivili bir çerçeveye (Şekil 5) gerilmiş dokuma kumaş üzerine aktarılmıştır. Dokuma işleminde kullanılacak iplik rengine karar verildikten sonra, seçilen iplik tufting tabancasının iğnesine yerleştirilerek cihaz çalışmaya hazır hale getirilmiştir. Tufting tabancasının ucunda bulunan iğne, ileri-geri hareket ederek ipliği kumaşa işler ve bu sayede desenin dokuması gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince iplik türü olarak akrilik iplik kullanılmıştır. Akrilik iplik, hem renk canlılığı hem de kullanım kolaylığı açısından tercih edilmiştir.



Şekil 5. Tufting çerçevesi

Desendeki renk ayrımlarına uygun olarak, zemin kumaş üzerine farklı renklerde ipliklerle tuft işlemi gerçekleştirilmiştir. Makinenin hızı, alt kısmında yer alan hız ayar düğmesiyle kontrol edilmiştir. Tufting işlemi sırasında, hav ipliğini taşıyan iğne zemin kumaşının içine dalıp çıkarak dokuyu oluşturmuştur. Dokumanın kalitesinin sağlanabilmesi için ilmeklerin eşit sıklıkta olması, aralarda boşluk bırakılmaması ve yüzeyin düzgün olması büyük önem taşımaktadır.

Tufting işlemi tamamlandıktan sonra, halının arka yüzeyine tutkal uygulanmış ve kenar kısımları içe katlanarak arka kapama kumaşı yapıştırılmıştır. Bu işlem, halının dayanıklılığını ve yapısal bütünlüğünü artırmıştır. Son aşamada, halının yüzeyinde kesme ve tıraşlama işlemleri gerçekleştirilerek düzgün ve estetik bir yüzey elde edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Tıraşlama işlemi

Çalışma kapsamında dokunan tekstil yüzeylerinin tıraşlama öncesi görünümleri Şekil 7 gösterilmektedir.



Şekil 7. Tıraşlama işlemi öncesi

Dokunan tekstil yüzeylerinin tıraşlama sonrası görünümleri Şekil 8’de gösterilmektedir.





Şekil 8. Tıraşlama işlemi sonrası bukle havlı tufting doku

Bukle havlı (loop pile) hand tuft tabancası ile tufting halı dokunduğunda oluşturulan doku için tıraşlama işlemine ihtiyaç yoktur. Çalışmada elde edilen dokular Şekil 9’ da gösterilmektedir.



Şekil 9. Bukle havlı tufting doku

3. BULGULAR

Bu çalışmada, tekstil yüzeyi üretiminde kullanılan hand tuft teknolojisi incelenmiş; hem kesik havlı (cut pile) hem de bukle havlı (loop pile) tasarımlar üretilerek karşılaştırmalı analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda yapılan çıkarımlar aşağıda sunulmuştur.

... Basitlik, Hız ve Maliyet Açısından Avantaj

Tufting tekniği, geleneksel halı dokuma yöntemlerine kıyasla daha basit, hızlı ve düşük maliyetli bir üretim süreci sunmaktadır. Bu durum, tekstil tasarımında yenilikçi ve özgün çözümler geliştirme açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Literatürde de hand tufting'in, üretimde esneklik sağladığı ve prototipleme sürecini hızlandığı ifade edilmektedir.

... Yaratıcılık ve Kişiselleştirme Olanakları

Hand tuft teknolojisi, tasarımcılara sınırsız kişiselleştirme imkânı sunarak özgün ürün geliştirme süreçlerine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle tüketici taleplerine cevap verebilecek esnek bir üretim yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Özellikle özgün ve "handmade" ürünlere yönelik artan taleplerle paralel şekilde bu teknolojinin önemi daha da artmaktadır.

... Fonksiyonellik ve Ürün Çeşitliliği

Hand tuft teknolojisi, yalnızca halı üretimi ile sınırlı kalmayıp; kırlent, duvar panoları ve sanatsal dekorasyon ürünleri gibi çeşitli yüzey tasarımlarının da üretimine olanak tanımaktadır. Bu çok yönlülük, teknolojinin çağdaş sanatçılar tarafından da malzeme ve kavram çeşitliliğiyle yeniden yorumlanmasına zemin hazırlamaktadır.

... Kesik Hav ve Bukle Hav Karşılaştırması

Kesik havlı yüzeyler, hav ipliklerinin kesilmesiyle oluşan kalın, kabarık ve kadifemsi yapısıyla yumuşak bir tuşe ve lüks bir görünüm sunmaktadır. Ancak, bu yüzeyler yoğun ayak trafiğine karşı daha az dayanıklıdır. Bukle havlı yüzeyler ise sıkı, sert ve tüysüz yapısıyla daha fazla aşınma direnci gösterirken; daha belirgin desenler elde edilmesine imkân tanımaktadır. Ancak üretim süreci kesik havlıya kıyasla daha yavaş ilerlemektedir. Dayanıklılık açısından ticari kullanım alanları için daha uygun bir alternatiftir.

... Sektörel Yönelim ve Markalaşma Olanakları

Hand tuft teknolojisinin sahip olduğu estetik ve fonksiyonel potansiyel, tekstil markaları için farklılaşma ve özgünlük stratejilerinde önemli rol oynayabilir. Bu teknoloji ile geliştirilen ürünlerin, "niche" pazarlar ve butik üretim alanlarında markalaşmaya yönelik fırsatlar sunabileceği değerlendirilmektedir.

4. SONUÇ

Hand tuft teknolojisi hem tekstil tasarımcılarının hem de üreticilerinin yaratıcılık sınırlarını genişleterek geleneksel kumaş ve üretim yöntemlerine alternatif olabilecek yeni bir yöntem olacağı öngörülmektedir. Yenilikçi ve yaratıcı bir yaklaşım ile yaratıcılıkta sağladığı esneklik, kişiselleştirilmiş ürün olanağı, yenilikçi yaklaşımlar ve hızlı üretim süreci ile tufting (tufting) tekniği avantajlı üstünlük sağlamaktadır. Günümüzde insanların daha özgün ve hand made ürünlere olan talepleri ile birlikte tufting gibi el işi tekniklerinin popülerliğini artırmış ve daha da artarak geleceğin tekstil üretim metodları arasında önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Alexander, T., Eads, T. (2024). Tuft the World: An Illustrated Manual to Tufting Gorgeous Rugs, Decor, and More, Princeton Architectural Press.

Beckert, G. (2017). The Success Story of Tufted Carpet. <https://textile-network.com/en/Technical-Textiles/Textile-Flaechen/The-success-story-of-tufted-carpet>

Firdausi, T., Ciptandi, F. (2020). Pengolahan Teknik Hand Tufting Menggunakan Benang Tukel Dengan Media Tenun Gedog. E-Proceeding of Art & Design, 7(2), 3601–3620.

Goswami, K., K. (2009). Advances in Carpet Manufacture. Elsevier. U.K.

Hashem, A., M., Ashmawy, S., M., Ahmed, A., F. (2022). Applied Methods of Hand Tufting Carpets As A Source For Designing And Producing Textile Pendants With Egyptian Character And Identity, Published in Journal of Architecture, Art & Humanistic Science, Vol.7, No. 33, pp.113-142

<https://www.dcw-ltd.com/carpets-explained/>

Işıldar Hekim, F. (2024). Banyo Tekstili Tasarımı, Üretim Çözümlemeleri ve Uygulamalar: Bathroom Textile Design, Production Analyses and Applications. Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches, 10(48), 227–241. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14587743>

Omırug, (2023). The History of Tufting Rugs <https://omirug.com/en/blog/thehistory-of-tufting-rugs/?cn-reloaded=1>

Özkendirci, B. (2016). Geleceğin Zemin Tekstillerini Tasarlamak, İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı 1, Yaz 2016, ss. 23-53.

Phoenox, (2023). What Is Tufting in Textile Manufacturing? <https://phoenox.co.uk/what-is-tufting-in-textile-manufacturing/>

Rarh, N., Bhandari, A., Gupta, R. (2022). The Aesthetics Qualities of Fibre Art in Interior Design, Journal of Namibian Studies, 32: 551-557.

TS 5627 - ISO 2424. (1996). Tekstil Yer Döşemeleri-Sınıflandırma ve Terimler, Türk Standartlar Enstitüsü. Ankara.

Wageningen, B. (2024). Fungi Carpet in Zomersneeuw <https://lizanfreijssen.com/fungi-carpet-in-zomersneeuw/>

TUZLULUK DAĞILIMLARININ BELİRLENMESİNDE KÜMELEME ALGORİTMALARININ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Perihan Karaköse¹

Accepted: 11 Temmuz 2025
DOI: 10.47118/somatbd.1712594

ÖZET

Bu çalışmada, farklı kümeleme algoritmalarının tuzluluk verisi üzerindeki performansları karşılaştırılarak, karmaşık mekânsal desenleri sınıflandırmadaki başarıları incelenmiştir. Analizlerde KMeans, Agglomerative Clustering, DBSCAN, MeanShift, Birch, MiniBatch KMeans ve Spectral Clustering algoritmaları kullanılmıştır. Performans değerlendirmesi için silüet skoru temel ölçüt olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, MeanShift algoritması 0.79 silüet skoru ile en iyi sonucu verirken, KMeans ve MiniBatch KMeans algoritmaları 0.38 skoru ile orta düzeyde başarı göstermiştir. Agglomerative Clustering 0.34, Birch 0.31, DBSCAN 0.28 skoru elde etmiş, Spectral Clustering ise -0.35 skoruyla en düşük performansı sergilemiştir. Sonuçlar, özellikle heterojen ve sürekli değişim gösteren okyanus verilerinde yoğunluk adaptif yöntemlerin (örneğin MeanShift) üstün performans sunduğunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan deniz suyu tuzluluk verisi, NOAA World Ocean Database'den temin edilmiştir (<https://www.ncei.noaa.gov/products/world-ocean-database>).

Anahtar Kelime: Deniz Suyu Tuzluluğu, Kümeleme Analizi, Yapay Zeka

ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF CLUSTERING ALGORITHMS IN IDENTIFYING SALINITY DISTRIBUTIONS

ABSTRACT

In this study, the performances of various clustering algorithms were compared on salinity data to evaluate their effectiveness in classifying complex spatial patterns. The clustering methods applied included KMeans, Agglomerative Clustering, DBSCAN, MeanShift, Birch, MiniBatch KMeans, and Spectral Clustering. The silhouette score was used as the primary evaluation metric. According to the results, the MeanShift algorithm achieved the best performance with a silhouette score of 0.79, while KMeans and MiniBatch KMeans showed moderate success with scores of 0.38. Agglomerative Clustering, Birch, and DBSCAN yielded silhouette scores of 0.34, 0.31, and 0.28, respectively, whereas Spectral Clustering exhibited the poorest performance with a negative score of -0.35. These findings highlight that density-adaptive methods like MeanShift are particularly effective for analyzing heterogeneous and continuous oceanographic data. The sea water salinity dataset used in this study was obtained from the NOAA World Ocean Database (<https://www.ncei.noaa.gov/products/world-ocean-database>).

Keywords: Sea Water Salinity, Clustering Analysis, Artificial Intelligence

¹ Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bartın, TÜRKİYE, email: pkarakose@bartin.edu.tr ORCID:0000-0002-8894-6997

1. INTRODUCTION

Clustering analysis is an effective data mining method used to identify meaningful structures within large datasets (Jain and Dubes, 1988; Xu and Wunsch, 2005). It is particularly utilized in oceanography to classify the distributions of physical parameters such as temperature and salinity (Maze et al., 2017). In this study, a diverse set of clustering algorithms was deliberately selected to represent different clustering strategies—including partition-based, hierarchical, density-based, and graph-based approaches—to comprehensively assess their performance on ocean salinity data. The K-means algorithm is one of the most popular methods due to its computational simplicity, fast execution, and ability to generate interpretable clusters (Ahmed, Seraj and Islam, 2020; Chong, 2021). It was included as a baseline due to its widespread usage in environmental data analysis. However, it can perform poorly on clusters with non-spherical shapes and in datasets with significant noise (Arbelaitz et al., 2013). Agglomerative (hierarchical) clustering was selected because it does not require a pre-specified number of clusters and provides a detailed representation of data structure through dendrograms. This method offers particular advantages when working with multiscale oceanographic data, where the number of distinct water masses may not be known a priori (Ranzinger et al., 2024). DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) is known for its robustness to noise and ability to detect clusters of arbitrary shape. Given the heterogeneous and dynamic nature of ocean salinity distributions, DBSCAN provides a density-adaptive approach suitable for capturing irregular patterns (Singh, Girdhar, and Dahiya, 2022). The Mean Shift algorithm identifies clusters by locating the modes of a density function and can determine the number of clusters automatically. This non-parametric nature makes it particularly valuable when the true number of water masses or salinity zones is unknown, which is often the case in exploratory oceanographic studies (Aidilof et al., 2025). Birch (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies) was included due to its ability to efficiently process large datasets in a single scan. Its hierarchical structure allows it to retain summary statistics, making it suitable for streaming or high-volume satellite-derived salinity datasets (Wahyuningrum et al., 2021). MiniBatch K-means, a faster variant of K-means, was chosen for its computational efficiency on large-scale data. Its inclusion allows assessment of how much performance is gained or lost when optimizing for speed over accuracy in ocean monitoring tasks (Hanji & Hanji, 2023). Spectral Clustering operates on similarity matrices and can capture non-convex clusters through graph partitioning methods. It is particularly useful when underlying patterns are better understood through network relationships rather than geometric proximity, which can apply to salinity gradients influenced by ocean currents and bathymetric constraints (Berahmand et al., 2022). To evaluate the accuracy of clustering results and the quality of the clusters, the Silhouette score was used. This metric provides an objective comparison of algorithm performance by measuring the balance between inter-cluster separation and intra-cluster cohesion (Topaloglu, 2024).

With the recent rise in the application of artificial intelligence, clustering methods have become increasingly widespread in environmental sciences. In this study, seven widely used clustering algorithms were systematically selected and compared on the same salinity dataset, each chosen for its unique strengths and relevance to the complex structure of oceanographic data.

2. MATERIAL AND METHODS

In this research, multiple clustering algorithms were implemented and evaluated to explore the structural characteristics of salinity datasets. The clustering processes were conducted using Python programming language and its associated machine learning libraries. The performance

of each method was assessed through silhouette score metrics to objectively compare the quality of the clustering results. A detailed description of the applied algorithms is presented below.

2.1. K-means Clustering

K-means clustering is a partitioning method that aims to divide a dataset into a predefined number of clusters by minimizing intra-cluster variance. Initially, random centroids are selected, and each data point is assigned to the nearest centroid based on Euclidean distance. Centroids are updated iteratively until convergence is achieved. Despite its simplicity and computational speed, K-means may struggle to accurately cluster data with non-spherical shapes or significant noise.

2.2. Agglomerative Clustering

Agglomerative clustering, a bottom-up hierarchical method, begins by treating each observation as an individual cluster. At each step, the two clusters with the smallest distance are merged until a single cluster encompassing all observations is formed or until the desired number of clusters is reached. This approach reveals the nested structure of data and does not require specifying the number of clusters in advance, making it suitable for complex datasets with varying scales.

2.3. DBSCAN

DBSCAN is a density-based clustering algorithm that groups together data points closely packed in space and identifies points in low-density areas as noise. Unlike K-means, it can discover clusters of arbitrary shape and does not necessitate specifying the number of clusters beforehand. Its resilience to noise and effectiveness in handling datasets with varying densities make it advantageous for analyzing heterogeneous oceanographic data.

2.4. Mean Shift Clustering

Mean Shift is a non-parametric clustering method that identifies clusters by shifting data points towards the nearest peak of the data density. It operates without requiring the number of clusters to be predetermined, adapting instead to the underlying structure of the data. This property makes it particularly useful for datasets where natural cluster boundaries are not well-defined, such as variations in salinity measurements across ocean regions.

2.5. Birch Clustering

Birch (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies) is an efficient clustering algorithm designed for large-scale datasets. It constructs a Clustering Feature (CF) tree that summarizes the data compactly and then applies clustering on this summary structure. Birch performs particularly well when memory resources are limited and offers rapid processing while maintaining a reasonable level of accuracy.

2.6. MiniBatch K-means

MiniBatch K-means is an extension of the K-means algorithm that updates cluster centroids based on small random subsets (mini-batches) of the data rather than the full dataset. This significantly speeds up the convergence process, making it particularly advantageous when working with massive datasets. Although it introduces slight approximations compared to

standard K-means, it achieves comparable clustering quality with greatly reduced computational cost.

2.7. Spectral Clustering

Spectral clustering transforms the original data into a new space using the eigenvectors of a similarity matrix derived from the data points. By clustering in this transformed space, it captures complex relationships between points that are not evident in the original feature space. Spectral clustering is especially powerful for identifying non-convex and intricate cluster structures, providing a flexible approach suitable for analyzing complex environmental data distributions.

2.8. Silhouette Score Calculation

To assess the effectiveness of the clustering algorithms applied, the silhouette score was chosen as the primary evaluation metric. The silhouette score evaluates how well each data point fits within its own cluster (cohesion) relative to other clusters (separation), offering a holistic view of the clustering quality.

For each data point i , two metrics are computed:

- ... $a(i)$: the average distance between point i and all other points within the same cluster (intra-cluster distance),
- ... $b(i)$: the average distance between point i and the closest point in any other cluster (nearest-cluster distance).

The silhouette coefficient $s(i)$ for each point is calculated using the Equation 1.

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max \{a(i), b(i)\}} \quad (1)$$

The silhouette coefficient $s(i)$ ranges from -1 to 1:

- ... Values close to 1 suggest that the point is well-matched to its own cluster and poorly matched to other clusters.
- ... Values near 0 indicate that the point lies on the boundary between two clusters.
- ... Negative values imply that the point may be incorrectly assigned to its current cluster.

The overall silhouette score for a clustering result is the average of the silhouette coefficients across all data points in Equation 2.

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s(i) \quad (2)$$

where n represents the total number of data points.

In this study, the silhouette score was used to objectively evaluate the clustering performance of various algorithms applied to the salinity dataset. A higher silhouette score indicates a more well-defined and meaningful clustering outcome.

3. Data SET

In this study, two distinct datasets—`bottle.csv` and `cast.csv`—were utilized for the analysis of salinity and other physical parameters. These datasets are based on measurement data provided by the NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) as part of the World Ocean Database (WOD) (NOAA, 2025). To enhance computational efficiency and reduce processing load, a random sample of 10,000 observations was extracted from each dataset. The `bottle.csv` dataset comprises in-situ measurements of seawater samples collected at various depths and geographical locations using bottle samplers. It includes a range of parameters such as temperature, salinity, pressure, and chemical composition. This dataset serves as a critical source for evaluating vertical ocean profiles and the spatial distribution of physical characteristics. Conversely, the `cast.csv` dataset provides supplementary metadata for each sampling event, including geographical coordinates (latitude and longitude), sampling dates and times, and sampling depths. This metadata facilitates the accurate spatial contextualization of the physical parameters under investigation. Prior to analysis, both datasets underwent preprocessing procedures. Irrelevant columns were removed, and selected variables were normalized to a range between 0 and 1 using the MinMaxScaler method. The integration of `bottle.csv` and `cast.csv` has established a robust foundation for clustering analyses aimed at characterizing the structural variability of salinity and classifying heterogeneity within oceanic environments. A representative spatial visualization of the sampled data points is presented in Figure 1. This 2D plot displays the geographic distribution of salinity values across the selected region, where the color scale corresponds to salinity levels. The figure effectively illustrates the spatial variability and gradient of salinity within the study area.

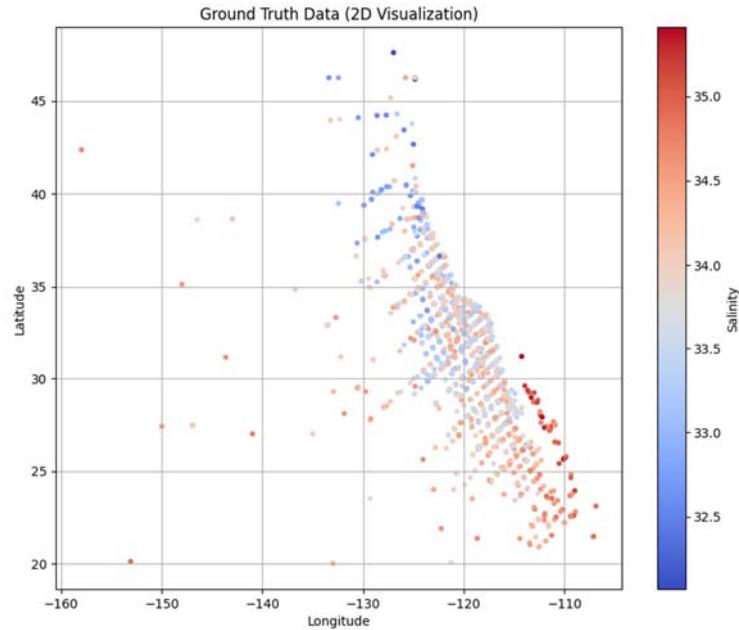
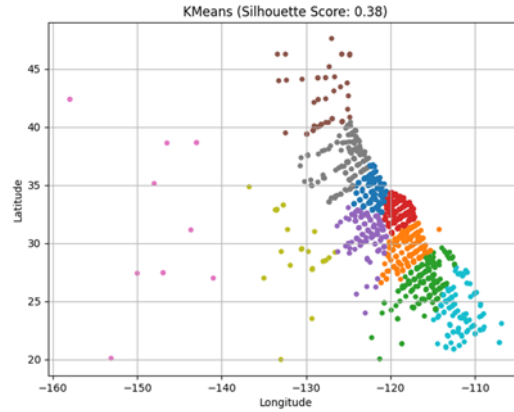


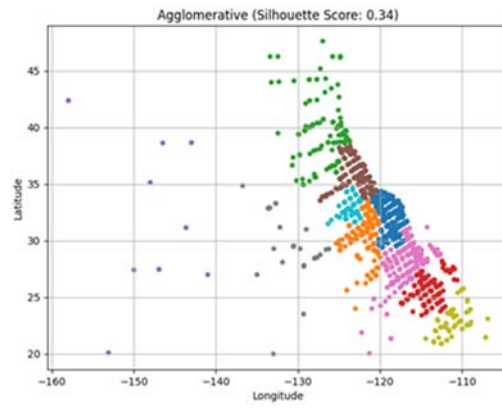
Figure 1. Ground Truth Salinity Data Map

4. SIMULATION AND DISCUSSIONS

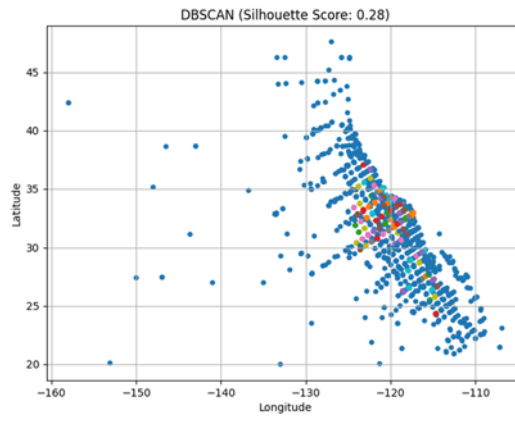
In Figure 2.a, the results of the KMeans clustering algorithm are presented. The method appears to generate compact and well-defined clusters, particularly in regions with dense sampling. The silhouette score of 0.38 indicates a moderate level of internal cohesion and separation between clusters. The algorithm successfully captures the underlying structure of the spatial salinity distribution, especially around the central region. However, in more sparsely populated areas, the cluster boundaries become less distinct. In Figure 2.b, the clustering output from the Agglomerative Clustering algorithm is illustrated. While the overall cluster configuration resembles that of KMeans, the silhouette score is slightly lower (0.34), suggesting less effective inter-cluster separation. Some clusters are elongated and less compact, particularly toward the northern and southern extents of the study region. This observation suggests that while the method is suitable for capturing hierarchical relationships, its performance may be limited when dealing with high variability in spatial density. In Figure 2.c, the DBSCAN algorithm reveals a scattered distribution of clusters, accompanied by a significant number of noise points. This density-based approach identifies dense regions as clusters and labels the rest as outliers, resulting in a silhouette score of 0.28. Although DBSCAN is capable of identifying arbitrary-shaped clusters, its performance in this application appears constrained due to the variable spatial distribution of sampling points. The prevalence of noise may reflect limitations in capturing continuous spatial gradients. In Figure 2.d, MeanShift clustering demonstrates superior performance with the highest silhouette score (0.79) among all methods evaluated. The algorithm effectively identifies meaningful cluster centers based on data density and provides a highly coherent segmentation of the spatial domain. The smooth transition between clusters and their alignment with geographic gradients of salinity suggest that MeanShift is particularly well-suited for this type of oceanographic data. In Figure 2.e, the Birch clustering algorithm yields moderately distinct groupings, with a silhouette score of 0.31. While clusters in the central regions are relatively compact, peripheral areas display more dispersed and weakly defined boundaries. Birch is known for its efficiency on large datasets, but in this case, its ability to differentiate between clusters in sparsely populated areas appears limited. In Figure 2.f, MiniBatch KMeans produces a cluster structure nearly identical to standard KMeans, achieving an identical silhouette score of 0.38. This algorithm offers faster computation by processing mini-batches of data, which is advantageous for large-scale applications. The consistency in performance and clustering quality indicates its viability as a faster alternative to KMeans without significant loss in accuracy.



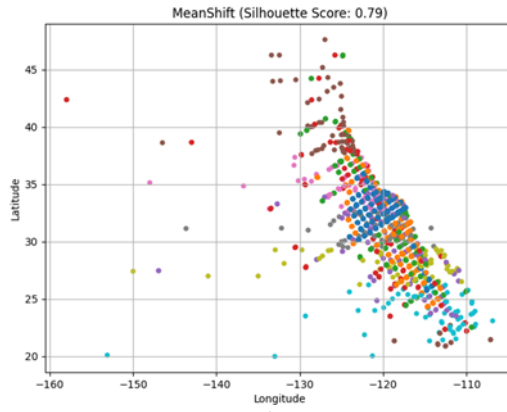
a)



b)



c)



d)

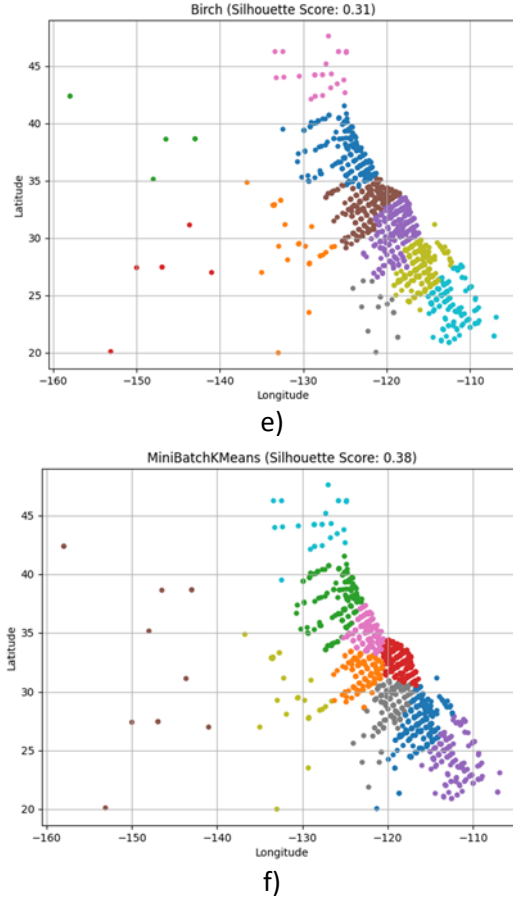


Figure 2. Spatial data clusters generated using different clustering algorithms. (a) KMeans (Silhouette: 0.38). (b) Agglomerative Clustering(Silhouette: 0.34). (c) DBSCAN (Silhouette: 0.28). (d) MeanShift(Silhouette: 0.79). (e) Birch (Silhouette: 0.31). (f) MiniBatch KMeans (Silhouette: 0.38).

5. CONCLUSIONS

In this study, the performances of various clustering algorithms were compared on salinity data to evaluate their ability to classify complex spatial patterns. Salinity was selected as the primary variable due to its fundamental role in determining marine physical processes. The clustering algorithms applied included KMeans, Agglomerative Clustering, DBSCAN, MeanShift, Birch, MiniBatch KMeans, and Spectral Clustering. Each algorithm was implemented following identical preprocessing steps (data normalization and sampling), and their performance was assessed using the silhouette score as the primary evaluation metric. According to the silhouette score results: The MeanShift algorithm achieved the highest silhouette score of 0.79, producing coherent clusters that best reflected the natural gradients of salinity data. KMeans and MiniBatch KMeans attained silhouette scores of 0.38, indicating moderate success, particularly in densely sampled regions. Agglomerative Clustering yielded a silhouette score of 0.34, producing clusters similar to KMeans but more dispersed. DBSCAN, due to its density-based structure, formed irregular clusters but achieved a lower silhouette score of 0.28, which can be attributed to the high number of noise points.

Birch produced relatively compact clusters in the central areas but more scattered clusters at the periphery, with a silhouette score of 0.31. Spectral Clustering exhibited the poorest performance, with a negative silhouette score of -0.35, indicating its inadequacy in successfully separating the clusters within the dataset.

These findings clearly demonstrate that the choice of clustering algorithm is critical in the analysis of environmental spatial datasets. Particularly for continuous and heterogeneous oceanographic data, density-adaptive methods such as MeanShift provide superior results.

For future studies, it is recommended to explore more advanced and flexible clustering approaches. For instance, Gaussian Mixture Models (GMM) can provide probabilistic soft clustering, which may better reflect gradual transitions in oceanographic parameters. In addition, deep learning-based methods such as autoencoder-based clustering (e.g., DEC – Deep Embedded Clustering) can be utilized to capture non-linear structures in high-dimensional spatiotemporal data. The integration of such methods may enhance the interpretability and accuracy of clustering results, especially in large-scale and multi-variable ocean datasets. Ultimately, future research should focus on developing customized clustering frameworks that account for the physical characteristics and spatial dynamics of marine data, potentially combining data-driven and physics-informed approaches for more robust spatial classification.

KAYNAKLAR

- Jain, A. K., & Dubes, R. C. (1988). Algorithms for clustering data. Prentice Hall.
- Xu, R., & Wunsch, D. (2005). Survey of clustering algorithms. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 16(3), 645–678.
- Maze, G., Mercier, H., Fablet, R., Tandeo, P., Radcenco, M. L., Lenca, P., ... & Le Goff, C. (2017). Coherent heat patterns revealed by unsupervised classification of Argo temperature profiles in the North Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography*, 151, 275–292.
- Ahmed, M., Seraj, R., & Islam, S. M. S. (2020). The k-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation. *Electronics*, 9(8), 1295.
- Chong, B. (2021). K-means clustering algorithm: a brief review. *Academic Journal of Computing & Information Science*, 4(5), 37–40.
- Arbelaitz, O., Gurrutxaga, I., Muguerza, J., Pérez, J. M., & Perona, I. (2013). An extensive comparative study of cluster validity indices. *Pattern Recognition*, 46(1), 243–256.
- Ranzinger, M., Heinrich, G., Kautz, J., & Molchanov, P. (2024). Am-radio: Agglomerative vision foundation model reduce all domains into one. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 12490–12500).
- Singh, H. V., Girdhar, A., & Dahiya, S. (2022, May). A literature survey based on DBSCAN algorithms. In *2022 6th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)* (pp. 751–758). IEEE.
- Aidilof, H. A. K., Rosnita, L., Kurniawati, K., & Ikhwan, M. (2025). Clustering of data monitoring water quality using mean-shift clustering method. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, 6(1).
- Wahyuningrum, T., Khomsah, S., Suyanto, S., Meliana, S., Yunanto, P. E., & Al Maki, W. F. (2021, December). Improving clustering method performance using K-means, mini batch K-means, BIRCH and spectral. In *2021 4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)* (pp. 206–210). IEEE.
- Hanji, S., & Hanji, S. (2023, January). Towards performance overview of mini batch K-means and K-means: Case of four-wheeler market segmentation. In *International Conference on Smart Trends in Computing and Communications* (pp. 801–813). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Berahmand, K., Mohammadi, M., Faroughi, A., & Mohammadiani, R. P. (2022). A novel method of spectral clustering in attributed networks by constructing parameter-free affinity matrix. *Cluster Computing*, 25(2), 869–888.
- Topaloğlu, F. (2024). Saldırı tespit sistemlerinde K-Means algoritması ve Silhouette metriği ile optimum küme sayısının belirlenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 17(2), 71–79.

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI). (2025). *World Ocean Database*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Retrieved from <https://www.ncei.noaa.gov/products/world-ocean-database>

T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOMA MESLEK YÜKSEKOKULU TEKNİK BİLİMLER DERGİSİ
YAZIM KURALLARI VE YAYIN İLKELERİ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi**, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu tarafından yılda iki kez yayımlanır. Dergide, Meslek Yüksekokulları Teknik Programlarında yeralan anabilim dallarıyla ilgili konularda özgün ve nitelikli çalışmalar, yabancı dillerden Türkçe'ye çeviriler ve güncel tez özetleri yayımlanabilir.

Dergiye gönderilen eserlerde aranacak yayın ilkeleri ve yazım kuralları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1-) Dergiye gönderilen yazı ve makaleler daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve yayın hakları verilmemiş olmalıdır.

2-) Dergide yayınlanacak yazı ve makaleler Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca'dan herhangi biriyle yapılabilir. Ancak Türkçe hazırlanan çalışmalarda Türk Dil Kurumunun belirlediği kurallar esas alınmalıdır. Çalışmanın başında Türkçe başlık ve en fazla 200 sözcükten oluşan Türkçe ve İngilizce özet ile en fazla 10 tane anahtar sözcük verilmelidir.

3-) Dergide yayınlanacak çalışmaların biçim sırası

- Türkçe başlık
- Özet
- Anahtar sözcükler
- İngilizce özet
- İngilizce anahtar sözcükler
- Metin
- Kaynaklar
- Ekler

şeklinde olmalıdır.

4-) Çalışmanın başlığı sol üst kenardan 6 cm. aşağıdan yazılmalıdır. Başlığın sağ alt tarafına yazar veya yazarların adları akademik ünvanlarla birlikte yazılmalı çalıştığı kurum, iletişim ve elektronik posta adresleri ise adların yanına konulacak dipnot işaretleriyle sayfa altına verilmelidir. Eğer çalışma başka bir kurumdan destek aldıysa başlık yanına verilecek dipnotla sayfa altına ilgili kurum yazılmalıdır.

5-) Dergiye gönderilecek yazı ve makaleler MS Word programında yazılmış üç kopya olarak eposta veya kargo yoluyla gönderilmelidir.

6-) Çalışmalar ekleriyle birlikte 15 sayfa geçmemelidir.

7-) Metin yazımı A4 boyutundaki kağıda tek aralıklı olarak times new roman tur karakteriyle 10 punto, dipnot ve açıklamalar 8 punto ile yazılmalıdır. Başlıklar 12 punto koyu, özet ve dipnotlar tek ara ile yazılmalıdır. Sayfa boyutları sol 5 cm, sağ 4 cm, üst 7 cm ve alt 5 cm. olacak şekilde ayarlanmalıdır.

8-) Metin içindeki alıntı ve aktarma yoluyla kullanılan kaynaklar; parantez sistemine göre soyadı, yılı ve sayfası olacak şekilde metin içinde cümle bitiminde gösterilmeli ve ayrıca kaynakçada da yer almalıdır. Açıklama ve diğer dipnotlar numaralandırma esasına göre metnin sonuna eklenmelidir.

9-) Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi** ulusal hakemli bir dergidir. Dergiye gönderilen yazı ve makaleler ilgili alandaki en az iki hakeme gönderilir. Oy birliği sağlanamazsa üçüncü bir hakeme gönderilerek sonuca karar verilir. Yazı ve makalelerin içeriğinden yazarlar ve hakemler sorumludur.

10-) Yazı ve makalesi yayımlanan her yazara derginin ilgili sayısından 1 adet gönderilir. Ayrıca telif ücreti ödenmez.

11-) Dergi yayın ilkelerine, yazım kurallarına ve bilimsel araştırma yöntemlerine uygun olmayan yazı ve makaleler yayın kurulunca dikkate alınmaz.