

Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumları Dış Değerlendirme Verileriyle Tasarlanan Özdeğerlendirme ve Faaliyet Tavsiye Sistemi

Hüseyin ERÇİN¹, Ayşe Merve ACILAR^{2,3*}

¹Nesibe Hatun Özel Eğitim Meslek Okulu, Konya, 42070, Türkiye

²Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, 42090, Türkiye

³Necmettin Erbakan Üniversitesi, Travma Uygulama ve Araştırma Merkezi, Konya, 42090, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-4091-0936>

^{2,3}<https://orcid.org/0000-0002-0133-2694>

*Sorumlu yazar: m.acilar@erbakan.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 11.10.2024

Kabul tarihi: 17.04.2025

Online Yayınlanma: 16.09.2025

Anahtar Kelimeler:

Dış değerlendirme

Mesleki ve teknik eğitim

Öz değerlendirme

Tavsiye sistemi

Veri analizi

Çoklu doğrusal regresyon

ÖZ

Mesleki ve teknik eğitim kurumları (MTEK) istihdamın artırılmasında ve toplumsal refahın yükseltilmesinde kritik bir role sahip olduğundan kurumlar için kalite güvence sistemi bir zorunluluk olarak görülmektedir. Bu sebeple, Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünün kalite güvencesi yönergese göre kurumlar öz değerlendirme raporları hazırlamakta ve beş yıl içerisinde en az bir defa müdürlük tarafından dış değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Dış değerlendirmeler, okulların eğitim kaliteleri hakkında geri dönüş almaları ve kendilerini geliştirmeleri açısından önemli bir fırsattır. Ancak kurumlarının sayısının fazla olması, dış değerlendirmeyi gerçekleştirecek kalite tetkikçisi yetiştirme süreci, eğitim kurumunun kalite indeks puanını geri bildirim olarak alabilmesini geciktirmektedir. Bu çalışmada, MTEK'deki idareci ve öğretmenlerin eğitim kalitesini istedikleri zaman değerlendirebilmelerini sağlamak amacıyla makine öğrenmesi tabanlı bir özdeğerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi geliştirilmiştir. Çalışma, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünün izniyle Türkiye genelinde belirlenen MTEK'lere ait gerçek veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dış değerlendirme raporlarından elde edilen veriler, ön işleme süreçlerinden geçirilmiş ve veri setindeki dengesizlikler Tomek bağlantıları yöntemi ile giderilmiştir. Dengelenmiş ve dengelenmemiş veri kümeleri üzerinde Lineer, Ridge, Lasso ve ElastikNet regresyon algoritmaları ile deneysel çalışmalar yürütülmüş, her bir model 100 kez çalıştırılmıştır. En düşük Ortalama Mutlak Hata (OMH) değeri, dengelenmiş veri setinde Çoklu Lineer regresyon yöntemi ile 5,00 ve 100 çalıştırmanın OMH değerlerinin ortalaması ve standart sapma değerleri sırasıyla 7,99 ve 1,04 olarak elde edilmiştir. Bu nedenle özdeğerlendirme ve tavsiye sisteminde Çoklu Lineer regresyon yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca, Spearman korelasyonu kullanılarak izleme göstergeleri arasındaki ilişkiler belirlenmiş ve anlamlı sonuçlar doğrultusunda faaliyet tavsiyeleri oluşturulmuştur. Kurumlara özel faaliyet önerileri ve destekleyici tavsiyeler sunulmuş, bu süreci desteklemek amacıyla bir web arayüzü geliştirilmiştir. Sonuçlar, geliştirilen sistemin MTEK'de kalite izleme ve değerlendirme süreçlerini hızlandırarak kurumsal etkinliği ve verimliliği artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Self-Assessment and Activity Recommendation System Designed Using External Quality Evaluation Data of Vocational and Technical Education Institutions

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 11.10.2024

Accepted: 17.04.2025

Published online:16.09.2025

Keywords:

Data analysis

External evaluation

Multiple linear regression

Recommender system

Self-assessment

Vocational and technical education

A quality assurance system is essential since vocational and technical education institutions (VTEIs) are crucial in enhancing employment and social welfare. According to the quality assurance directive of the General Directorate of Vocational and Technical Education, institutions must prepare self-assessment reports and undergo external evaluations at least once every five years. While these evaluations provide valuable feedback for institutional improvement, the high number of institutions and the lengthy process of training quality auditors often delay the delivery of quality index scores. This study proposes a machine learning-based self-assessment and activity recommendation system to enable administrators and teachers in VTEIs to assess educational quality at their convenience. Accurate world data from selected institutions across Türkiye were obtained with official authorization, external evaluation reports were preprocessed, and dataset imbalances were addressed using the Tomek links method. Experimental analyses were conducted on balanced and unbalanced datasets using Linear, Ridge, Lasso, and ElasticNet regression algorithms, with each model executed 100 times. The lowest Mean Absolute Error (MAE) was achieved with the Multiple Linear Regression method on the balanced dataset, yielding a value of 5.00, while the mean and standard deviation of MAE across 100 runs were 7.99 and 1.04, respectively. Consequently, the Multiple Linear Regression method was selected for the self-assessment and recommendation system. Additionally, Spearman correlation analysis was applied to identify significant relationships among monitoring indicators, forming the basis for institution-specific activity recommendations. These recommendations and supporting suggestions are accessible through a web-based interface to facilitate decision-making. The findings demonstrate that the proposed system has the potential to enhance institutional effectiveness and efficiency by streamlining quality monitoring and evaluation processes in VTEIs.

To Cite: Erçin H., Acılar AM. Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumları Dış Değerlendirme Verileriyle Tasarlanan Özdeğerlendirme ve Faaliyet Tavsiye Sistemi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2025; 8(4): 1689-1710.

1. Giriş

Günümüzün karmaşık ve hızla değişen ekonomik ortamında, hem teorik bilgiyi hem de pratik becerileri öğrencilere veren, iş dünyasında talep gören nitelikli işgücünün yetiştirilmesine, istihdamın artırılmasına ve sektörel gelişimin desteklenmesine önemli katkılarda bulunan Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumlarının (MTEK) önemi giderek artmaktadır. Teknolojik gelişmelerin hız kazandığı bu dönemde, yenilikçi düşünme ve problem çözme becerilerini öğrencilerine kazandırmayı hedefleyen bu kurumların güçlendirilmesi, ülkenin rekabet gücünü artırarak ekonomik büyümeyi sürdürülebilir şekilde desteklemektedir (Ye ve ark., 2024). MTEK'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi sadece işgücü piyasasını değil, aynı zamanda girişimcilik ve yenilikçilik alanlarını da kapsamakta ve gençleri kendi işlerini kurmaya teşvik etmektedir (UNESCO, 2022). Bu sebeple MTEK'nin kalitesinin değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi Millî Eğitim Bakanlığının (MEB) en önemli önceliklerinden birisi haline gelmiş ve MTEK'de, 2016 yılından itibaren Avrupa Mesleki Eğitim Kalite Göstergeleri (EC – EQAVET, 2020) ile uyumlu Kalite Güvence Sistemi uygulanmaya başlanmıştır (Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, 2020).

MTEK'de Özdeğerlendirme ve Dış Değerlendirmeden oluşan Kalite Güvence Sistemi kullanılmaktadır. Dış değerlendirme raporu, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (MTEGM) tarafından görevlendirilen tetkikçiler tarafından kanıt dokümanları baz alınarak hazırlanmaktadır. Kalite güvencesi yönergesinde, dış değerlendirme faaliyetlerinin MTEGM'nin belirlediği takvim doğrultusunda beş yıl

içerisinde en az bir defa gerçekleştirilmesi ve raporların MTEK ile paylaşılması planlanmıştır (MTEGM, 2016). Raporda eğitim kurumuna ait izleme göstergeleri bir ile beş arasında puanlanmaktadır. Her okul için izleme göstergeleri verileri bu puanlamada dikkate alınmaktadır. Standart alan puan değerlerinin ortalamaları dış değerlendirme kalite indeks puanını oluşturmaktadır. Bu çalışmada makine öğrenmesi ile gerçek izleme göstergeleri verileri kullanılarak kalite puanı tahmin edilmekte ve kalite gelişimi için öneriler sunulmaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı, Kısıtı ve Araştırma Soruları

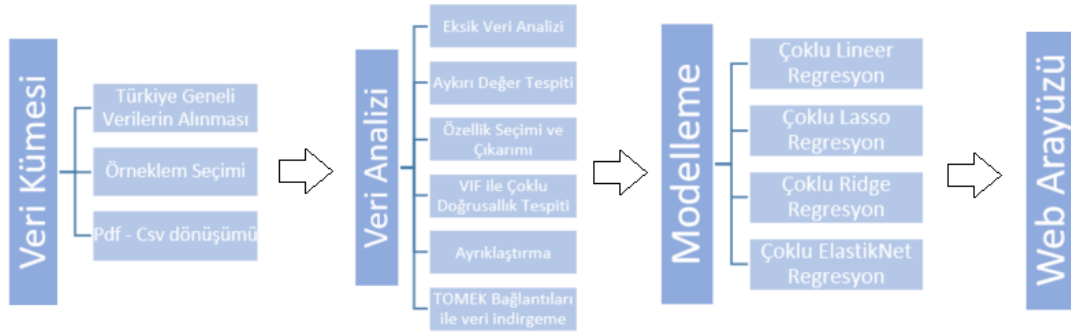
Bu çalışmanın amacı, mesleki ve teknik eğitim kurumlarında eğitim kalitesinin izlenmesi ve iyileştirilmesi sürecine katkı sağlayacak makine öğrenmesi tabanlı bir özdeğerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi geliştirmektir. Bu sistem, kurumların eğitim kalitesini zaman kaybı yaşamadan istedikleri an değerlendirebilmelerini sağlayarak, kalite değerlendirme süreçlerini hızlandırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, sistem, eğitim kurumlarının ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş faaliyet önerileri sunarak, verimliliklerini artırmayı amaçlamaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı Kalite Güvence Sistemini sadece Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğüne bağlı okullarda uygulamaktadır. İzleme göstergeleri verileri de mesleki ve teknik okullar ile uyumludur. Bu sebeple çalışma Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumları verileri üzerinde gerçekleştirilmesi çalışmanın kısıtıdır.

Dış değerlendirmeler, okulların eğitim kaliteleri hakkında geri dönüş almaları ve kendilerini geliştirmeleri açısından önemli bir fırsattır. Ancak kurumlarının sayısının fazla olması, dış değerlendirmeyi gerçekleştirecek kalite tetkikçisi yetiştirme süreci, eğitim kurumunun kalite indeks puanını geri bildirim olarak alabilmesini geciktirmektedir. Bu sebeple çalışma aşağıda verilen araştırma sorularına odaklanmıştır.

- MTEK’lerin dış değerlendirme sürecinde yaşanan denetçi eksikliği ve gecikmeler, makine öğrenmesi tabanlı bir özdeğerlendirme sistemi ile azaltılabilir mi?
- Veri dengeleme teknikleri, özdeğerlendirme modelinin doğruluğunu etkiler mi?
- Farklı regresyon algoritmaları karşılaştırıldığında, en düşük Ortalama Mutlak Hata (OMH) değerini veren model hangisidir?
- Spearman korelasyonu kullanılarak, izleme göstergeleri arasındaki anlamlı ilişkiler belirlenebilir mi?
- MTEK’lerin özdeğerlendirme ve dış değerlendirme süreçlerine katkı sağlamak için web tabanlı bir faaliyet tavsiye sistemi gerçekleştirilebilir mi?

1.2. Çalışmanın Metodolojisi

Çalışmada, Türkiye genelinde zümrelere göre örnekleme yöntemi ile belirlenen Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumlarına ait gerçek veriler kullanılarak bir özdeğerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem geliştirilirken izlenen adımların blok diyagramı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın blok diyagramı

Şekil 1’de görüldüğü üzere çalışmanın ilk adımı olarak, MTEGM’ nün dış değerlendirme portalından indirilen dış değerlendirme raporları kullanılarak veri kümesi hazırlanmış ve daha verimli bir tahminleme modeli oluşturmak için veri analizi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veri kümesine farklı çoklu regresyon algoritmaları tatbik edilerek, en uygun tahmin modeli araştırılmıştır. Elde edilen model için bir web arayüzü programı yazılmış ve mesleki ve teknik eğitim kurumları tarafından kullanılmasının alt yapısı oluşturulmuştur. Son olarak, yazılan web programı ile, eğitim kurumlarının kalite puanlarını yükseltebilmeleri için odaklanabilecekleri faaliyetler tavsiye olarak kuruma sunulmuştur. Böylece eğitim kurumları kalite indeks puanlarını, tetkikçi etkisinden bağımsız faaliyet göstergelerine göre öğrenilebilmesi hedeflenmiştir. Özdeğerlendirme sisteminde veri önışlem adımları ve çoklu lineer regresyon analizi, faaliyet tavsiye sisteminde spearman korelasyon katsayısı kullanılmıştır.

1.3. Organizasyon

Çalışmanın literatür araştırması ve literatüre katkısı ikinci bölümde, MTEGM tarafından uygulanan değerlendirme süreci ile ilgili temel bilgiler üçüncü bölümde verilmiştir. Dördüncü bölümde materyal ve metot başlığı altında, gerçekleştirilen çalışmada kullanılan veri kümesinin hazırlanması için örneklem seçimi, veri kümesine uygulanan ön işleme adımları ve kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. Beşinci bölümde elde edilen bulgular sunulmuş ve geliştirilen özdeğerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi açıklanmıştır. Altıncı bölümde web arayüzü anlatılmış ve son bölümde ise sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Literatür Araştırması ve Çalışmanın Literatüre Katkısı

Literatür incelendiğinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmalarının mesleki eğitimde, kurumların performansını değerlendirmekten ziyade öğretmen veya öğrencilerin verdiği/aldığı eğitimin sonucundaki performanslarını ölçmeye ve tahmin etmeye odaklandığı görülmüştür (Ayazgök ve Yalçın, 2014; González-Calatayud ve ark., 2021; Namoun ve Alshanqiti, 2021; Houngue ve ark., 2022; Ma, 2022; Rodzalan ve ark., 2022; Smyshlyayeva ve ark., 2022; Nadzinski ve ark., 2023; Wang ve Li, 2024). Wang ve Li (Wang ve Li, 2024), yapay zekanın mesleki eğitimde öğretim kalitesini değerlendirmede etkili bir çözüm olarak öne çıktığını belirtmişler ve Çin mesleki beceri eğitimi kalite değerlendirmesi

için "Dikkatli Çift Kalıtlı Üretici Karşıt Ağ" (ADRGAN) ve "Ceylan Optimizasyon Algoritması" (GOA) ile optimize edilmiş bir yöntem önermişlerdir. Ma (Ma, 2022), öğrencilerin öğretmenlerin yetkinlik seviyelerinin değerlendirilmesi hakkında geri bildirimlerine dayalı olarak ders seçimlerini yapay zekâ ile optimize eden bir model geliştirmiştir. Smyshlyayeva ve ark. (Smyshlyayeva ve ark., 2022), öğretmenlerin mesleki yetkinlikleri ile öğrencilerin öğrenme sonuçları arasındaki ilişkileri incelemek için makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmalarında öğretmenlerin eksikliklerinin tespit edilmesi ve bu eksikliklerin öğrenci başarısı üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi konusunu ele almışlar ve eğitimde bütüncül bir kalite değerlendirme sistemi geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamışlardır. Namoun ve Alshanqiti (Namoun ve Alshanqiti, 2021), öğrenci performansını tahmin etmek için kullanılan yapay zeka tabanlı teknikler ile 2010 ile 2020 yılları arasında gerçekleştirilen araştırma çalışmalarını incelemiştir. ACM, IEEE Xplore, Google Scholar, Science Direct, Scopus, Springer ve Web of Science elektronik veri tabanları taramışlardır. Öğrenme çıktılarının hangi biçimlerde tahmin edildiği, öğrenci öğrenmesini tahmin etmek için geliştirilen analitik modeller ve öğrenci sonuçlarını etkileyen baskın faktörler olarak üç ana perspektiften odaklanılarak toplamda 62 ilgili çalışmayı sentezlemiş ve analiz etmişlerdir. Gonzalez ve ark. (González-Calatayud ve ark., 2021), öğrenci değerlendirmesinde yapay zeka kullanımını inceleyen sistematik bir derleme yapmışlardır. Araştırma kapsamında Scopus ve Web of Science veri tabanlarında tarama gerçekleştirilmiş ve toplamda 454 makale bulmuşlar ve PRISMA yöntemine göre bu çalışmaları analiz edip 22 adet makale seçerek incelemişler ve raporlamışlardır. Nadzinski ve ark. (Nadzinski ve ark., 2023), veri bilimi ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının mesleki eğitimde öğretim süreçlerinin geliştirilmesindeki rolünü vurgulamışlardır. Houngue ve ark. (Houngue ve ark., 2022) Benin’de Teknik ve Mesleki Eğitim ve Öğretiminde doğru alanı seçebilmesine yardımcı olmak için, 325 öğrencinin notlarına dayanarak makine öğrenmesi algoritmalarından rastgele orman ve doğrusal destek vektör makinesi ile öğrencilerin yeteneklerini tahmin etmişlerdir. Rodzalan ve ark. (Rodzalan ve ark., 2022) Malezya’da elektrik ve elektronik alanında sektörde ve akademide bulunan 55 kişiye anket uygulamıştır. Anket sonuçlarına dayanarak, teknik ve mesleki eğitimde önemli olan mesleki becerileri tespit etmeyi hedeflemişlerdir. Özdeğerlendirmenin kalite gelişimine etkisi, Bütün ve ark. (Bütün ve Aslanargun, 2016) tarafından incelenmiş, MTEK’de öz değerlendirme aracı olarak toplam kalite yönetiminin kullanılmasını analiz etmiştir.

Literatürde özellikle makale derleme çalışmaları incelendiğinde, makine öğrenmesi algoritmalarını eğitmek için öğrencilerin derslerden aldıkları notlar, doldurdıkları anketler vb. yöntemler ile öğrenciden elde edilen geri dönüş bilgilerinin kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmaların çoğunda elde edilen çıktı özdeğerlendirme ile gelişimi beklenen bilgi ve beceriler, özdeğerlendirme alanları ve göstergelerinin tespit edilmesi, öğrenci/eğiticinin performansının tahmini iken az sayıda çalışmada kurumun hangi alanlarının geliştirilmesi gerektiğin tespiti üzerinedir. Diğer bir ifade ile kurumların kalite güvence sistemlerine makine öğrenmesi ile katkı sağlanırken özdeğerlendirme yoluyla elde edilen verilere

odaklanılmaktadır (Grech ve Camilleri, 2020; Waweru, 2021; Ahadi ve ark., 2022; Windelband, 2023; Yazgın, 2024). Yapılan literatür taraması sonucu, çalışmanın literatüre katkısı aşağıda listelenmiştir.

- Literatürde, bir uzman tarafından gerçekleştirilen kurum dış değerlendirme verilerine dayalı tasarlanmış bir özdeğerlendirme sistemine rastlanmamıştır. Bu çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye genelinde dış değerlendirme sonucu elde edilen verilerden oluşturulmuştur. Dış değerlendirme, değerlendirilmesi yapılacak eğitim kurumunda görev yapmayan ve Millî Eğitim Bakanlığı tarafından görevlendirilen, alanında uzman kalite tetkikçileri tarafından kanıtlara dayalı olarak gerçekleştirilmektedir.
- Denetlenecek kurum sayısının fazla oluşu, dış değerlendirmeyi gerçekleştirecek kalite tetkikçilerinin yetiştirilme süreci ve pandemi gibi zorunlu sebepler, kalitede sürekliliği engelleyebilmektedir. Bu sorunlara bir çözüm önerisi olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, öğretmen ve idarecilerin kurumun kalitesini sürekli takip edebilmesini sağlayacaktır. Kalite iyileştirmede rehber olabilecek gerçek dış değerlendirme verileri ile eğitilmiş makine öğrenmesi tabanlı bir özdeğerlendirme ve tavsiye sistemi geliştirilmiştir.

3. Özdeğerlendirme ve Dış Değerlendirme Süreci

Öz değerlendirme ve dış değerlendirme, MTEK’te kalite takibinin gerçekleştirilmesi açısından önem arz eden süreçlerdir. Bu sayede kalite seviyesinin yükseltilmesi ve kalite güvence sisteminin desteklenmesi hedeflenir. Özdeğerlendirme ve Dış Değerlendirme Şekil 2’de sunulan kalite standartlarını değerlendirmek ve standartları ne kadar sağlandığını tespit etmek için uygulanmaktadır. MTEK’da 2016 yılından itibaren Özdeğerlendirme raporları hazırlanmaktadır. Özdeğerlendirme, Şekil 2(a)’da verilen standartlar doğrultusunda kurumların kendilerini değerlendirmeleridir. MTEGM tarafından kurum dışından görevlendirilen tetkikçilerin bu raporları ve yapılan görüşmelerden elde edilen sözlü verileri kanıt evrakları ile teyit ederek değerlendirmesine dış değerlendirme süreci ismi verilmektedir (MTEGM, 2016). Dış değerlendirme sürecinde bulunan ve Şekil 2(b)’de verilen beş standart alan, Avrupa Mesleki Eğitim Kalite Göstergeleri ile uyumlu 30 gösterge içerir (EC - EQAVET, 2020). Bu göstergeler, eğitim kurumunun mevcut durumunu değerlendirmeye yardımcı olur iken geliştirilebilir alanları belirlemeye de katkı sağlar ve kurumların eylem planları oluşturmada kullanılabilirler.



Şekil 2. (a) Özdeğerlendirme (b) Dış Değerlendirme Kalite Standartları (MTEGM, 2016)

Dış değerlendirme sürecinin işleyişinde, MTEGM tarafından belirlenen dış değerlendirme ekipleri görevlendirilir. Sektör temsilcileri veya MEB personeli gerekli eğitimleri almışlar ise ekiplerde görevlendirilebilirler. Dış değerlendirme için istenilenler dış değerlendirme portalına (MTEGM, 2000) kaydedilir ve onaylanır. Dış Değerlendirme Portalından Okul Öz Değerlendirme Kapasitesi ve İzleme Göstergeleri 'ne ait örnek ekran görüntüleri sırası ile Şekil 3(a) ve (b)'de gösterilmiştir.

Görevlendirilen dış değerlendirme ekibi, değerlendirme aşamasından önce okula ait özdeğerlendirme rapor ve planları inceler. Okulu ziyaret ederek yürütülen çalışmaları yerinde gözlemler. Standart alanların puanlanmasına esas kanıt belgelerini inceler ve dış değerlendirme taslak raporunu dış değerlendirme portalı üzerinden hazırlar. Taslak rapor ilgili eğitim kurumu ile paylaşılır ve geri dönüşler alındıktan sonra portal üzerinden onaylanır.

OKUL/KURUM ÖZ DEĞERLENDİRME KAPASİTESİ			
Öz Değerlendirme Hazırlık Süreci			
Ölçüt	Yeterli	Yetersiz	
Öz değerlendirmeye ilişkin görev dağılımının güncellenmesi ve duyurulması	☒	☐	
Öz değerlendirme süreci için okul/kurum yönetimi, alanlar ve genel bilgi dersi zümrelerce katılımcıların bilgilendirilmesi ve toplantıya çağırılması	☒	☐	
İlgili paydaşların öz değerlendirme toplantılarına yazı ile davet edilmesi	☐	☒	
Öz değerlendiriminin kurul toplantılarında gündeme alınması ve değerlendirilmesi	☐	☒	
Öz değerlendirme sürecinde kullanılacak veri, rapor ve tutanakların hazırlanması	☐	☒	
Öz Değerlendirme Uygulama Süreci			
Ölçüt	Yeterli	Yetersiz	
Öz değerlendirmede yer alan standartlara ait soruların kanıt temelli rasyonel olarak değerlendirilmesi ve buna ilişkin eylem planları ve faaliyetlerin oluşturulması	☒	☐	
Öz değerlendirmede kapsamlı bir analiz çalışması yapılarak veriler ile değerlendirmelerin uyumu <i>(Bu süreçte tutanaklar ve kullanılan kanıt dosyalarındaki veriler incelenecek. Ayrıca web sayfasında yer alan öz değerlendirme raporları kullanılacak.)</i>	☐	☒	
Öz değerlendirme toplantı tutanaklarının hazırlanması ve dosyalanması	☐	☒	
Öz değerlendirme rapor ve eylem planlarının oluşturulması	☒	☐	
Öz Değerlendirme Sürecinde Planlanan Faaliyetlerin Amaca Uygunluğu ve Gerçekleşme Durumu			
Ölçüt	Yeterli	Yetersiz	
Öz değerlendirme raporunda yer alan faaliyetlerin okulun mevcut ve potansiyel kaynaklarının sevk ve idaresine uygunluğu	☒	☐	
Faaliyetlerin öğrencilerin nitelikli eğitim almasına katkılarının değerlendirilmesi <i>(Örneğin; öğrencilerin iş yeri tabanlı eğitime başlamadan önce işletmelerde ve okulda ilgili öğretmenlerin nezaretinde uyum programına dahil edilmesi, akademik başarıları düşük olan öğrenciler için zümrelerce zenginleştirilmiş öğretim tekniklerinin hazırlanması ve uygulanması vb.)</i>	☐	☒	
Öz değerlendirme faaliyet planında yer alan faaliyetlerin belirli aralıklarla gerçekleşme durumunun raporlanması	☐	☒	
Öz değerlendirme raporlarının incelenmesi ve eylem planlarının gerçekleşme durumlarının değerlendirilmesi	☐	☒	

OKUL/KURUM ÖZ DEĞERLENDİRME KAPASİTESİ

Öz Değerlendirme Hazırlık Süreci

Ölçüt	Yeterli	Yetersiz
Öz değerlendirmeye ilişkin görev dağılımının güncellenmesi ve duyurulması	●	○
Öz değerlendirme süreci için okul/kurum yönetimi, alanlar ve genel bilgi dersi zümrelerince katılımcıların bilgilendirilmesi ve toplantıya çağırılması	●	○
İlgili paydaşların öz değerlendirme toplantılarına yazı ile davet edilmesi	○	●
Öz değerlendirmenin kurul toplantılarında gündeme alınması ve değerlendirilmesi	○	●
Öz değerlendirme sürecinde kullanılacak veri, rapor ve tutanakların hazırlanması	○	●

Öz Değerlendirme Uygulama Süreci

Ölçüt	Yeterli	Yetersiz
Öz değerlendirmede yer alan standartlara ait soruların kanıt temelli rasyonel olarak değerlendirilmesi ve buna ilişkin eylem planları ve faaliyetlerin oluşturulması	●	○
Öz değerlendirmede kapsamlı bir analiz çalışması yapılarak veriler ile değerlendirmelerin uyumu (Bu süreçte tutanaklar ve kullanılan kanıt dosyalarındaki veriler incelenecek. Ayrıca web sayfasında yer alan öz değerlendirme raporları kullanılacak.)	○	●
Öz değerlendirme toplantı tutanaklarının hazırlanması ve dosyalanması	○	●
Öz değerlendirme rapor ve eylem planlarının oluşturulması	●	○

Öz Değerlendirme Sürecinde Planlanan Faaliyetlerin Amaca Uygunluğu ve Gerçekleşme Durumu

Ölçüt	Yeterli	Yetersiz
Öz değerlendirme raporunda yer alan faaliyetlerin okulun mevcut ve potansiyel kaynaklarının sevk ve idaresine uygunluğu	●	○
Faaliyetlerin öğrencilerin nitelikli eğitim almasına katkılarının değerlendirilmesi (Örneğin; öğrencilerin iş yeri tabanlı eğitime başlamadan önce işletmelerde ve okulda ilgili öğretmenlerin nezaretinde uyum programına dahil edilmesi, akademik başarıları düşük olan öğrenciler için zümrelerce zenginleştirilmiş öğretim tekniklerinin hazırlanması ve uygulanması vb.)	○	●
Öz değerlendirme faaliyet planında yer alan faaliyetlerin belirli aralıklarla gerçekleşme durumunun raporlanması	○	●
Öz değerlendirme raporlarının incelenmesi ve eylem planlarının gerçekleşme durumlarının değerlendirilmesi	○	●

Şekil 3. Dış değerlendirme portalı “Öz Değerlendirme Kapasitesi” ve “İzleme Göstergeleri” için örnek ekran görüntüleri (MTEGM, 2000)

Dış değerlendirme raporunda, muhtemel kanıt belgeleri ile uyumlu olan, eğitim öğretim faaliyetleri içerisinde gerçekleştirilen izleme gösterge verileri bulunur. Toplamda 94 adet “izleme gösterge verisi” raporda yer almaktadır. İzleme gösterge verilerine örnek olarak Toplam Öğrenci Sayısı, Disiplin Cezası Alan Öğrenci Sayısı, Paydaşların öğrenci ve öğretmenlere yönelik yapılan sosyal ve kültürel etkinliklere sponsor olma durumu, Öğrencilerin mesleki bilgi ve görgülerini artırmak için yapılan sektör ziyaretleri, Erasmus+ Mesleki Eğitim Hareketliliği Akreditasyon Belgesinin olması, Kütüphanede bulunan kitap sayısı, Kütüphaneden yararlanan öğrenci sayısı, Okulda eğitimi yapılan alanlarla ilgili kitap sayısı, Öğrenciye yönelik düzenlenen Kariyer günlerinin sayısı, Veliye yönelik düzenlenen Kariyer günlerinin sayısı, Öğrencilere yönelik aile Bilgilendirme Toplantı Sayısı, Velilere yönelik aile Bilgilendirme Toplantı Sayısı, İşveren ziyaretleri (Sadece Mesleki Eğitim Merkezleri) vb. alanlar sayılabilir. Göstergeler ile uyumlu muhtemel kanıt belgelerine örnek olarak; Misyon Bildirisi, Rehberlik Kayıtları, Sektörle İşbirliğine Dair Kanıtlar, Sektörle Yapılan İşbirliğine Dair Kayıtlar, İstihdam Göstergeleri, Personel Toplantı Kayıtları, Haberler/Duyurular, Müfredat ve Eğitim Programlarının Değerlendirilmesine İlişkin Kayıtlar, Belge Kontrol Sistemi, Kurumun Web Sitesi, Dilek ve Şikâyet Kutusu Kayıtları, Staj Kontrol Kayıtları, vb. verilebilir.

4. Materyal ve Metot

Bu bölümde öncelikle veri kümesini oluşturma ve veri ön işleme adımları anlatılmış, devamında çalışmada kullanılan metotlar açıklanmıştır. Çalışma, MTEGM’nin 06.11.2020 tarihli ve 20880154-605.01-E.16232263 Numaralı izni ile Türkiye genelinde zümrelere göre örnekleme yöntemi ile belirlenen MTEK’na ait gerçek veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen eğitim kurumlarına ait dış

değerlendirme raporları, kendisi de dış değerlendirici olan ilk yazar tarafından, dış değerlendirme portalından kendisine verilen izin ile .pdf formatında indirilmiştir. Her bir pdf dosyasında yer alan göstergeler, araştırmacı tarafından elektronik tablo uygulamasına geçirilmiştir. Her bir eğitim kurumu için, raporda bulunan Kurum Kalite indeks puanı da çıkış olarak eklenmiş ve .csv uzantılı olarak dosya kaydedilmiştir. Bu sayede çalışmada kullanılacak olan veri kümesinin oluşturulması sağlanmıştır.

4.1. Zümrelere göre Örneklem Yöntemi ile Eğitim Kurumlarının Seçimi ve Veri Kümesinin Oluşturulması

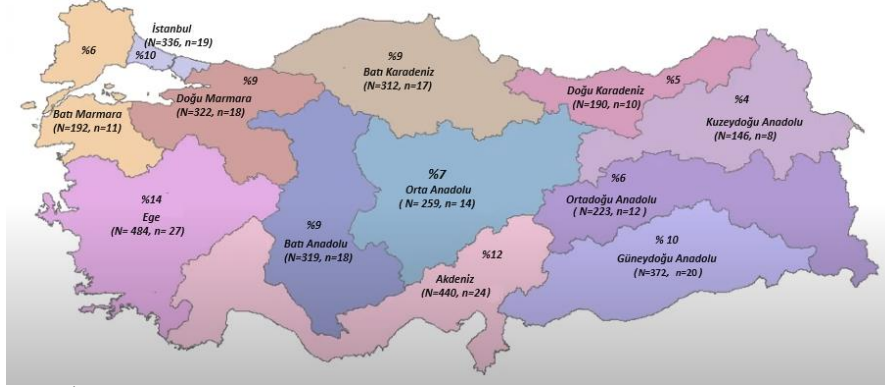
Evrenin geniş bir coğrafyaya yayılması ve hacminin büyük olması durumunda, rastgele örneklem yöntemlerini kullanılması yerine zümre (tabaka) adı verilen ve evreni kendi içinde homojen alt gruplara ayırarak kullanmak daha pratik ve uygulanabilir bir yöntem olmaktadır (Tashakkori ve Teddlie, 2010). Bu alt gruplardan, örnek birimlerin seçilmesi ile oluşturulan örneklem yöntemi zümrelere göre örneklem denir. Ana kütle zümrelere ayrılırken, ele alınan sorun kriterlerine göre zümreler oluşturulur (İslamoğlu ve Alınacak, 2016).

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Müsteşarlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından Türkiye’de İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) tanımlanmıştır. Üç düzeyden oluşan bu sınıflandırma, 28 Ağustos 2002 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe girmiştir. Yapılan sınıflandırmada, iller düzey 3 seviyesi olarak kabul edilmiş, ekonomik, sosyal ve coğrafi yönden benzerlik gösteren komşu iller ise bölgesel kalkınma planları ve nüfus büyüklükleri dikkate alınarak "Düzey 1" ve "Düzey 2" olarak gruplandırılmıştır (TC Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023). Bu çalışmada zümre olarak, 12 farklı Türkiye istatistiki bölge birimini içeren Düzey 1 bölgelerinde yer alan mesleki eğitim kurumları (okulları) kullanılmıştır. Zümrelere göre örneklem boyutu Eş. 1’de verilen Orantılı Dağıtım Yöntemi ile belirlenmiştir.

$$n_h = n * \frac{N_h}{N} \quad (1)$$

Bu eşitlikte, n_h : h . no’lu zümreden çekilecek örnek sayısını, n : örneklem büyüklüğünü, N_h : h . zümredeki birim (bu çalışma için okul) sayısını, N : ana kütle büyüklüğünü, h : zümre numarasını ($h=1, \dots, H$), H : zümre sayısını göstermektedir. Bu çalışmada, zümrede yer alan birimler mesleki ve teknik eğitim okullarıdır. Toplam okul sayısı $N=3595$ ’tir. Örneklem büyüklüğü dış değerlendirme raporları bulunan eğitim kurumlarından en fazla sayıda okul dahil edilerek belirlenmiş ve $n = 198$ olarak seçilmiştir. Her bir zümreye düşen örnek sayısı n_h Eş. 1’e göre hesaplanmıştır (Er ve Kesintürk, 2006). Zümre olarak kullanılan İBBS Düzey-1 bölge isimleri, her bir bölgede yer alan okul sayısı (N), zümrelere göre hesaplanan örnek sayıları (n) ve her bir zümreden seçilen örnek sayısının örneklem yüzde kaçına karşılık geldiği Şekil 4’te verilen harita üzerinde gösterilmiştir. Bu çalışmada 2018 ve 2019 yıllarına ait Dış değerlendirme verileri kullanıldığı için MEB 2018-2019 yılına ait okul sayıları gösterilmiştir. 2020 yılında pandemi nedeniyle dış değerlendirme faaliyetlerine ara verilmiş ve

sonrasında kalite tetkikçisi yetiştirme sürecinde oluşan sorunlar ve tasarruf tedbirleri nedeniyle o tarihten sonra dış değerlendirme yapılamamıştır. Çalışmamızda kullanılan veriler Milli Eğitim Bakanlığı'nın güncel verileridir.



Şekil 4. Türkiye İBBS Düzey-1 Bölge isimleri, 2018-2019 eğitim öğretim yılı için zümrelerde yer alan okul sayısı (N), zümrelere göre örnek sayıları (n), örneklem yüzdeleri

Seçilen 198 okulun dış değerlendirme raporunda yer alan 94 adet *izleme gösterge verisi*, veri kümesinin giriş niteliklerini oluştururken bu okullara ait *kalite indeks değeri* veri kümesinin çıkış değerini oluşturmaktadır. Bölüm 4.2’de açıklanan veri ön işleme adımları uygulandıktan sonra nihai veri seti 181 okula ait 62 öznitelik verisinden oluşur hale gelmiştir. Her bir öznitelikğin ortalamasının sunulduğu Şekil 7’den öznitelik isimlerine ulaşılabilir.

4.2. Veri Ön İşleme Adımları

Makine öğrenmesi algoritmalarının, oluşturulan veri kümesine etkili bir şekilde uygulanabilmesi için uygulanan veri ön işleme adımları bu bölümde açıklanmıştır. Bu çalışmada veri ön işleme adımları olarak, eksik verilerin bulunması ve işlenmesi, nitel (kategorik) verilerin nicelleştirilmesi, aykırı verilerin veri setinden çıkarılması ve belirlenen alanların oransal olarak dönüştürülmesi gerçekleştirilmiştir. Devamında çoklu doğrusal bağlantılar tespit edilmiş ve veri seti dengelenmiştir.

Eksik veri, ölçüm veya kayıt hataları, yanlış veya yanlış örnek kullanımı gibi çeşitli nedenlerle, veri setindeki özniteliklere ait bazı girdilerin bulunmaması durumudur (Aydın, 2021). Bir veri setinde eksik verilerin varlığı söz konusu olduğunda, bu eksikliklerin nedenlerini anlamak kritik öneme sahiptir. Eksikliğin sebebi anlaşıldığında, eksik verilere uygun değerler atamak için doğru bir yöntem seçilebilir veya geliştirilebilir (Doger, 2020). Raporlar incelendiğinde, okullarda yapılmayan ya da olmayan göstergelerin boş bırakıldığı görülmüştür. Örneğin boş bırakılan sportif faaliyetler ödül sayısı bilgi eksikliğinden değil, sportif bir faaliyette daha önce herhangi bir ödül alınmadığından dolayı boş bırakıldığı görülmüştür. Bu sebeple eksik bilgilere 0 (Sıfır) ataması yapılmıştır. Başka tür bir eksik bilgiye rastlanılmamıştır.

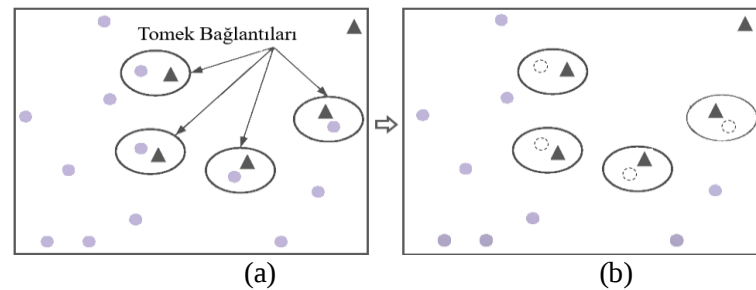
Bir veri kümesinde, diğer gözlemlerden önemli ölçüde farklı olan ve genellikle beklenmeyen veya nadir bir durumu temsil eden veri noktasına aykırı değer denir (Ovla ve Taşdelen, 2012). Aykırı veri tespiti için bu çalışmada kutu grafikleri (box plots) kullanılmıştır.

Kategorik türde olan değişkenlerin, çoklu regresyon yöntemlerinde kullanılabilmesi için kategorik kodlama (encoding) ön işlemi gerçekleştirilmiştir. Çoklu regresyon yönteminin uygulanabilmesi için, kategorik değişkenlere one hot kategorik dönüşümü uygulanmıştır. Dönüşüm sonucu oluşan kukla değişkenler veri setinden çıkarılmıştır.

Veri setinde bulunan disiplin cezası, paydaşların desteği ile burs alan öğrenci sayısı, sektör ziyaretlerine katılan öğrenci sayısı ve Ödül, Başarı ve üstün başarı belgesine sahip personel sayı değerleri eğitim kurumunun öğrenci ve personel sayılarından etkilenmektedir. Çok öğrenciye sahip olan okullar için yüksek değerler çıkarken, az öğrencili okullar için düşük değerler çıkabilmektedir. Çözüm olarak sayılar yerine, bu alanların öğrenci sayısı veya personel sayısından uygun olanına oranlanarak kullanılmıştır.

Çoklu doğrusal bağlantının saptanmasında Varyans Şişkinlik Faktörü (VIF, Variance Inflation Faktor) kullanılarak, sistemdeki her bir bağımsız değişken için VIF değeri hesaplanmıştır. VIF değeri 5'ten büyük 10'dan küçükse çoklu doğrusal bağlantı, VIF 10'a eşit veya daha büyük ise yüksek düzeyde çoklu doğrusal bağlantı problemi söz konusudur (Albayrak, 2005). “Bilimsel Derece Sayısı-Bölgesel Alanı” özneliğin 7,36 VIF değerine sahip olduğu için veri kümesinden çıkarılmıştır.

Dış değerlendirme belgelerindeki okullara ait “kurum kalite indeks puanı” verileri incelendiğinde dağılımın dengesiz olduğu görülmüştür. Dengesizliği gidermek için Tomek bağlantıları (Pereira ve ark., 2020) kullanılarak veri azaltılmıştır. Şekil 5'te bu sürece bir örnek verilmiştir. Şekil 5(a)'da, azınlık sınıfına ait veriler üçgen, çoğunluk sınıfına ait veriler daire ile gösterilmiştir. Komşu olan çiftler belirlenmiş ve çoğunluk sınıfına dahil olanlar veri kümesinden çıkarılmıştır. Veri setinden çıkarılan veriler kesikli çizgi ile Şekil 5(b)'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Tomek Bağlantıları ile veri azaltarak dengelemeye bir örnek (a) Öncesi (b) Sonrası

“Kurum kalite indeks puanı” sürekli nicel bir veri türünde olduğu için, Tomek bağlantıları yöntemi direkt veri kümesine uygulanamamıştır. Bu sebeple “Kurum kalite indeks puanı” Eşit Genişlikli Ayırıklaştırma (EGA) yöntemi ile beş sınıfa ayrılarak, kategorik türe dönüştürülmüştür. EGA yönteminde sınıf genişlikleri ve her bir sınıfa ait kesme noktaları sırası ile Eş. 2 ve Eş. 3 kullanılarak belirlenmiştir.

$$SG = \frac{V_{max} - V_{min}}{K} \quad (2)$$

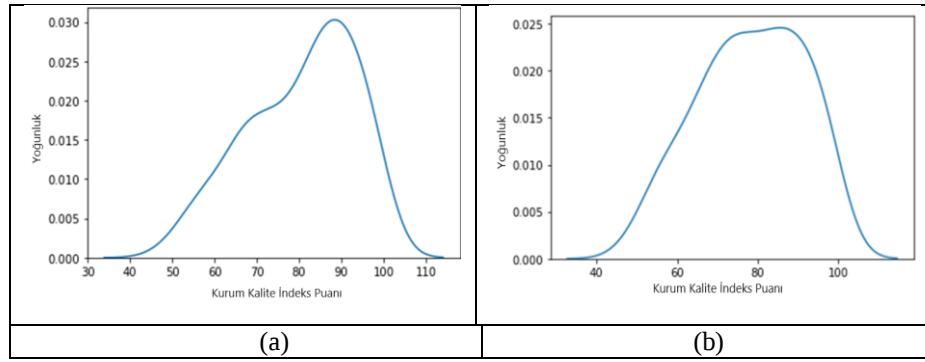
$$KesmeNoktası_k = V_{min} + \sum_{i=1}^k SG \quad (3)$$

Burada, V_{min} : minimum Kurum kalite indeks puanını, V_{max} : maksimum Kurum kalite indeks puanını, K : sınıf sayısını, k : sınıf numarasını ($k=1,...,K$), SG : sınıf genişliğini göstermektedir. EGA yöntemi ile elde edilen Kurum Kalite İndeks puanı için sınıf aralıkları Tablo 1’de verilmiştir. Bu sayede sürekli olan çıkış değeri ayırıştırılarak, Tomek bağlantı linklerinin kullanılabilmesi sağlanmıştır.

Tablo 1. Eşit genişlikli ayırıştırma ile elde edilen sınıf aralıkları

k	Puan Aralıkları
1	48,00 – 58,40
2	58,41 – 68,80
3	68,81 – 79,20
4	79,21 – 89,60
5	89,61 – 100

Dengeleme işleminden önce ve sonraki eğitim kurumlarının “Kurum kalite indeks puanları” yoğunluk grafikleri sırası ile Şekil 6(a) ve (b)’de gösterilmiştir.



Şekil 6. “Kurum Kalite indeks puanları” yoğunluk grafikleri (a) Dengeleme öncesi (b) Dengeleme sonrası

Veri ön işleme adımları tamamlandıktan sonra tasarlanacak özdeğerlendirme ve tavsiye sistemi için kullanılacak nihai veri kümesinde Tomek ile indirgendiği için 181 veri kaydı ve 62 öznitelik değeri kalmıştır.

Devamında 62 öznitelik verilerin ayrı ayrı normal dağılıma uyup uymadığını test etmek için % 95 güven seviyesinde shapiro-wilk istatistiki testi uygulanmış ve dönen p-değerleri incelenmiştir. Tüm değişkenler için geriye dönen p-değerleri 0,05’ten küçük olduğu için değişkenlerin normal dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır. Bu sebeple non parametrik bir yöntem olan Spearman sıra korelasyon fonksiyonu ile değişkenler arası korelasyon katsayıları hesaplanmış ve bulgular Bölüm 5.3’te sunulmuştur.

Spearman sıra korelasyon katsayısının formülü Eş.4’te verilmiştir. Hesaplanan sıra korelasyon katsayılarının anlamlılığı, %99 güven seviyesi için Eş.5’te verilen test istatistiği kullanılarak test edilmiştir.

$$\rho_s = 1 - \left(\frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \right) \quad (4)$$

$$t = \frac{\rho \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-\rho^2}} \quad (5)$$

Burada; ρ = spearman sıra korelasyon katsayısını, $d_i = x_i$ ve y_i 'ye ait sıra farkını, n = gözlem sayısını, x ve y korelasyonu hesaplanacak değişkenleri, $i=1 \dots n$ olacak şekilde sıra numarasını göstermektedir. Eşitlik (5)'de yer alan t hesaplanan test istatistiği değerini, ρ hesaplanan Spearman sıra korelasyon katsayısı değerini, n ise örneklem sayısını, $(n-2)$ serbestlik derecesini ifade etmektedir.

4.3. Çoklu Doğrusal Regresyon

Regresyon analizi, istatistiksel tabanlı bir makine öğrenmesi yöntemidir ve bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyerek tahminlerde bulunmamıza yardımcı olur. Gerçek izleme göstergeleri verileri kullanılarak kalite puanı tahmin edilebilmesi için hazırlanan veri setine regresyon analizi uygulanmıştır. Bu çalışmada, Eş. 6'da formülü verilen çoklu lineer regresyon yöntemi, bu formüle düzenleme terimi eklenerek elde edilen ve formülleri sırası ile Eş. (7), (8) ve (9)'da verilen Lasso, Ridge ve ElastikNet regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

$$Y = X\beta + e \quad (6)$$

$$\min_{\beta} \left(\frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (y_i - X_i\beta)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j| \right) \quad (7)$$

$$\min_{\beta} \left(\frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (y_i - X_i\beta)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2 \right) \quad (8)$$

$$\min_{\beta} \left(\frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (y_i - X_i\beta)^2 + \lambda_1 \sum_{j=1}^p |\beta_j| + \lambda_2 \sum_{j=1}^p \beta_j^2 \right) \quad (9)$$

Bu formüllerde, Y = bağımlı değişkeni, $X = N \times p$ boyutunda bağımsız değişkenleri temsil eden matrisi, $\beta = p \times 1$ boyutunda regresyon katsayılarını içeren vektörü, e = hata terimini, N = kayıt sayısını, p = öznitelik sayısını, λ =düzenleme katsayısını, $\lambda_1 = L_1$ normu (mutlak toplam) düzenleme teriminin katsayısını, $\lambda_2 = L_2$ normu (karesel toplam) düzenleme teriminin katsayısını temsil etmektedir.

Bu çalışmada Linear, Lasso, Ridge ve ElastikNet çoklu regresyon algoritmaları ayrı ayrı model kurmak için kullanılmış ve başarıları incelenmiştir. Veri kümesindeki her bir okula ait kalite indeks puanları ile regresyon modelinin tahmin ettiği kalite indeks puanları arasındaki farkların toplamının ortalaması, ortalama mutlak hata (OMH) metriği ile ölçülmüştür. Ortalama mutlak hatanın formülü Eş. 10'da verilmiştir.

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y - y_{hesap}) \quad (10)$$

Bu formülde, OMH = ortalama mutlak hatayı, y = okulun gerçek kalite indeks puanını, y_{hesap} = regresyon algoritması tarafından hesaplanan kalite indeks puanını sonucunu n = veri sayısını temsil etmektedir. Çoklu regresyon analiz yöntemlerinden elde edilen bulgulara sunulmuştur.

5. Öz değerlendirme ve Tavsiye Sistemi Tasarımı

5.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analiz Bulguları

MTEGM'in dış değerlendirmeleri okulların eğitim kaliteleri hakkında geri dönüş almaları ve kendileri bu doğrultuda geliştirmeleri açısından önemli bir fırsattır. Ancak tetkik edilecek okul sayısının yüksek olması, eğitim süreci tamamlanmış tetkikçi sayısının yeterli olmaması, tetkikçi yetiştirme prosedürü ve oluşabilecek bir pandemi vb. durumlar dış değerlendirme periyod aralıklarının uzamasına sebep olabilmekte ve eğitim kurumunun kalite değerlendirme bilgilerini geri bildirim olarak alabilmesini geciktirebilmektedir. Bu gibi durumlarda, okul yönetimi, dış değerlendirme kriterlerine göre kendi kalite indeks puanının tahmini değerini öğrenerek öz değerlendirmesini yapmak ve kendini geliştirmek için hangi faaliyetlere odaklanacağını belirlemek isteyebilir. Bu amaçla, bu çalışmada makine öğrenmesi tabanlı bir öz değerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi tasarlanmış ve okullar tarafından rahatça kullanılabilmesi için bir web arayüz programı yazılmıştır. Makine öğrenmesi için Lineer, Lasso, Ridge ve ElastikNet Regresyon algoritmaları ayrı ayrı kullanılmış ve performansları kıyaslanmıştır. Performansları kıyaslamak için, öncelikle hazırlanan veri kümesinin dengelenmeden önceki ve sonraki halleri %80 eğitim ve %20 test olmak üzere ikiye bölünmüştür. Eğitim kümeleri Lineer Regresyon, Lasso, Ridge ve ElastikNet yöntemleri ile ayrı ayrı eğitilmişlerdir. Bu süreç 100 kez tekrar edilmiş ve test kümeleri için ayrı ayrı OMH değerleri hesaplanmıştır. Çoklu regresyon analiz yöntemlerine göre en iyi diğer bir deyişle en düşük OMH sonuçları, OMH'lerin ortalama ile standart sapma değerleri, dengeleme öncesi için Tablo 2 içerisinde ve sonrası için Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Dengeleme öncesi çoklu regresyon analizlerine göre test kümesi için ortalama ve en düşük OMH sonuçları

	Ortalama OMH±std	En düşük OMH
Çoklu Lineer Regresyon	9,18±1,03	6,88
Çoklu Lasso Çoklu Regresyon	10,98±1,13	7,88
Çoklu Ridge Regresyon	8,79 ± 0,92	6,85
Çoklu ElastikNet Regresyon	10,98±1,13	7,88

Tablo 3. Dengeleme sonrası çoklu regresyon analizlerine göre test kümesi için ortalama ve en düşük OMH sonuçları

	Ortalama OMH±std	En düşük OMH
Çoklu Lineer Regresyon	7,99 ± 1,04	5,00
Çoklu Lasso Çoklu Regresyon	11,35 ± 1,18	8,08
Çoklu Ridge Regresyon	8,20±0,94	5,93
Çoklu ElastikNet Regresyon	11,35± 1,18	8,08

Dengeleme öncesi, 100 defa çalıştırma içerisinde en düşük OMH değerleri Ridge regresyon yöntemi ile **6,85** olarak elde edilmiştir. Dengeleme sonrası için ise 100 defa çalıştırma içerisinde en düşük OMH değerleri Lineer regresyon yöntemi ile **5,00** olarak bulunmuştur. Ortalama OMH ve standart sapma değerleri incelendiğinde en küçük değerlerinin çoklu lineer regresyon tarafından sırasıyla **7,99** ve **1,04** olarak bulunduğu görülmektedir. Yapılan deneysel çalışma sonuçlarına dayanarak, dengeleme sonrası Çoklu Lineer Regresyon algoritması ile elde edilen en düşük OMH'ya sahip modelin özdeğerlendirme ve tavsiye sistemlerinin geliştirilmesi için kullanılmasına karar verilmiştir.

5.2. Faaliyet Tavsiye Sistemi

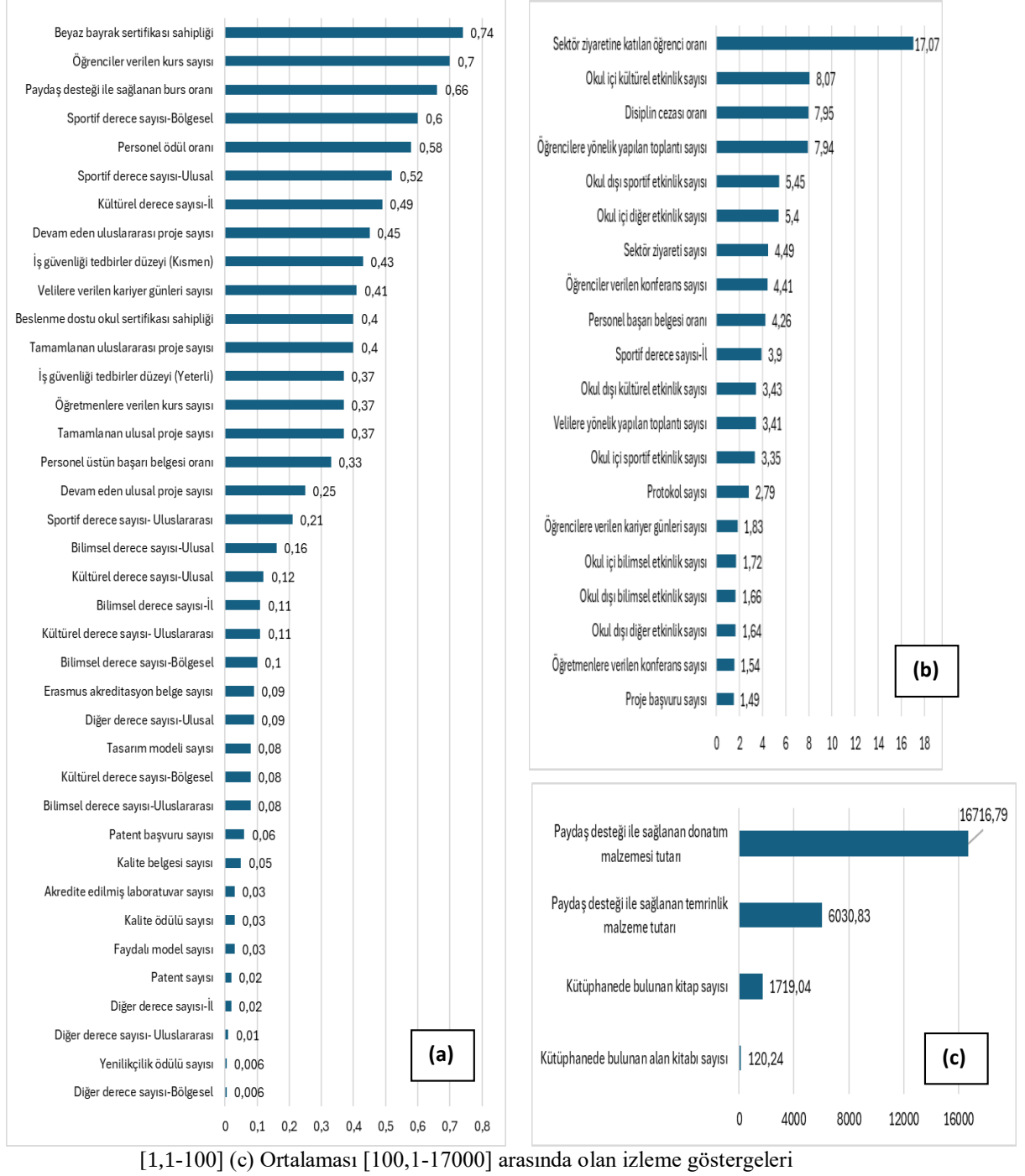
Bu bölümde eğitim kurumlarının kalitelerini artırmak için gerçekleştirecekleri faaliyetlerin seçiminde yardımcı olması amacıyla geliştirilen faaliyet tavsiye sistemi açıklanmıştır. İki aşamalı olarak tasarlanan faaliyet tavsiye sisteminin ilk aşamasında, filtreleme amacıyla kullanılmak üzere, veri setinde yer alan izleme göstergelerinin örneklem ortalamaları hesaplanmış ve bu değerler Şekil 7(a), (b) ve (c)'de gösterilmiştir.

İzleme gösterge alanlarına ait örneklem ortalama değerlerinin, dağılım grafiklerinde daha anlaşılır gözükmesi için ortalamalar [0-1], [1,1-100] ve [100,1-17000] şeklinde üç aralığa bölünerek sırası ile Şekil 7 (a), (b) ve (c)'de verilmiştir. Tavsiye almak isteyen eğitim kurumuna ait faaliyet değeri, ortalama değerinin altında ise ya da ilgili gösterge eğitim kurumunda bulunmuyorsa, bu alanlar tavsiye şeklinde döndürülmüştür. İkinci aşamada, tavsiye edilen bu faaliyetler ile %99 güven seviyesi için anlamlı korelasyonu olan alanlar destekleyici tavsiyeler olarak sunulmuştur.

6. Öz değerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi için Web ara yüzünün hazırlanması

Eğitim kurumlarının, geliştirilen özdeğerlendirme ve tavsiye sistemini kullanarak tahmini kalite indeks puanlarını öğrenebilmeleri ve faaliyet tavsiyeleri alarak ileriye dönük planlamalar yapabilmelerini mümkün kılan bir web arayüzü yazılmıştır. Web arayüzü için ASP.Net kullanılmıştır. Web ara yüzünün ana sayfasında, kurumun verilerini girebileceği ya da verilerini hazırlanan şablon dosyaya girip, oradan yükleyebileceği “Veri Girişi” ve “Dosyadan Yükle” isimli seçenekler sunulmuştur. Ara yüze ait ekran görüntüleri sırası ile Şekil 8, 9 ve 10'da verilmiştir.

Şekil 7. İzleme Gösterge Alanları Örneklem Ortalama Dağılım Grafikleri (a) Ortalaması [0-1] (b) Ortalaması



Şekil 8. Ana Sayfa Görünümü

Şekil 8’de karşılama ve bilgilendirme ekranının görüntüsü verilmiştir. Buradan eğitim kurumu “Veri Girişi” ve “Dosyadan Yükle” seçenekleri ile kurumlarına ait, gösterge değerlerinin girişi yapılabilirler.

Girişlerin yapıldığı ekranın bir kısmının görüntüsü Şekil 9’da verilmiştir. Modelde kullanılan 62 adet İzleme gösterge alanları ve açıklamaları bu sayfada yer almakta ve kullanıcıdan değerlerinin girmesini beklemektedir. Her hesaplama için tekrar tekrar elle girilmesi, zor olduğu için, kullanıcıya şablon dosyadan veri girişi yapabilme imkânı da sunulmuştur. Şekil 10’daki sayfa görüntüsünden görüldüğü üzere, kullanıcı elektronik tablo şeklindeki şablon dosyayı indirebilmekte ve izleme gösterge verilerinin kaydını yapabilmektedir. Devamında şekilden de görülen “Dosya Yükle- Kalite Puanını Hesapla” butonu tıklanarak regresyon modeline veriler aktarılır verilir ve tahmini kalite indeks puanı hesaplanır.

Veri		Okul İçi		Okul Dışı		İl Derecesi	Açıklamalar
Toplam Öğrenci Sayısı							
Disiplin Cezası Alan Öğrenci Sayısı							
Bilimsel							
Kültürel / Sanatsal							
Sportif							
Diğer Etkinlikler							

Açıklamalar
Son eğitim-öğretim yılı verileri kullanılacaktır.
Eğitim-öğretim yılında okul içinde düzenlenen veya okul dışında katılm sağlanan bilimsel, kültürel/sanatsal, sportif vb. etkinlik sayısı girilecektir.

Şekil 9. “Veri Girişi” Sayfa Görünümü

[Ana Sayfa](#)
[Veri Girişi](#)
[Dosyadan Yükle](#)

Dosya seç Dosya seçilmedi

Dosya şablon indirmek için [Şablon İndir](#)

Dosya Yükle - Kalite Sonuçlarını Göster

Şekil 10. “Dosyadan Şablon Yükleme” Sayfa Görünümü

İş güvenliği tedbirler düzeyi-Yeterli(0/1)	0
Beyaz Bayrak sertifikası sahipliği (0/1)	1
Beslenme dostu okul sertifikası sahipliği (0/1)	1
Disiplin cezası sayısı	30
Paydaş desteği ile sağlanan burs sayısı	0
Sektör ziyaretine katılan öğrenci sayısı	225
Personel ödül sayısı	0
Personel üstün başarı belgesi sayısı	0
Personel başarı belgesi sayısı	11
Personel Sayısı	36
Kalite Puanınız	95,2081657834589

Şekil 11. “Tahmini kalite indeks puanı hesaplama” sayfa görünümü

Kurum için tahmin edilen kalite puanının gösterildiği sayfa görüntüsünün bir kısmı Şekil 11’de verilmiştir. Kontrol amaçlı tüm girilen gösterge değerleri listelenmiş en alta da hesaplanan kalite indeks puanı gösterilmiştir. Faaliyet tavsiye sistemi için tasarlanan sayfa görüntüsü Şekil 12’de verilmiştir.

Türkiye Ortalamalarını Göster	
Okulda Yapılması Önerilen Faaliyetler	
Geliştirilmesi Tavsiye Edilen Alanlar	Geliştirilmesi Tavsiye Edilen Alanlar için Destekleyici Alanlar
Okul içi kültürel etkinlik faaliyetleri yapılmalıdır. Okul dışı kültürel etkinlik faaliyetleri yapılmalıdır. Okul dışı sportif etkinlik faaliyetleri yapılmalıdır. Okul içi diğer etkinlik faaliyetleri yapılmalıdır. Donatım malzemesi kazandırma faaliyetleri yapılmalıdır. Temrinlik malzeme kazandırma faaliyetleri yapılmalıdır. Paydaşların desteği ile burs kazandırma faaliyetleri yapılmalıdır. Bilimsel etkinlikler yapılmalı ve yarışmalara katılım sağlanmalıdır. Sportif yarışmalara bireysel veya ekip olarak katılım sağlanmalıdır. Diğer alanlarda yarışmalara bireysel veya ekip olarak katılım sağlanmalıdır. Başarı Belgesi için kriterler belirlenmeli ve personel motivasyonu sağlanmalıdır. Proje üretmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.	Okul dışı sportif etkinlikleri desteklemek için Sportif etkinlikler yapılmalı ve il yarışmalara katılım sağlanmalıdır. Okul içi diğer etkinlikleri desteklemek için Okul dışı diğer etkinlikler planlanmalıdır. Bilimsel Dereceleri desteklemek için Okul adına Faydalı Model alınabilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Bilimsel Dereceleri desteklemek için Okul adına tasarım alınabilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Akredite edilmiş laboratuvar çalışmalarını desteklemek için Bilimsel etkinlikler yapılmalı ve il yarışmalarına katılım sağlanmalıdır. Kalite ödülü çalışmalarını desteklemek için Yenilikçilik Ödülü alabilmek için çalışmalar yapılmalıdır. Yenilikçilik ödülü çalışmalarını desteklemek için Kalite Ödülü alabilmek için çalışmalar yapılmalıdır. Kalite belgesi çalışmalarını desteklemek için Akredite edilmiş laboratuvar için çalışmalar yapılmalıdır.

Şekil 13. Faaliyet tavsiye sistemi sayfa görünümü

Faaliyet tavsiye ekranında, kurum yetkilileri örneklem verisinden elde edilen Türkiye Ortalamalarının altında kalan faaliyet alanlarını “Geliştirilmesi Tavsiye Edilen Alanlar” başlığı altında görebilmektedirler. Geliştirilmesi tavsiye edilen alanlar ile korelasyona sahip olan alanlar da “Destekleyici Alanlar” başlığı altında listelenmektedir. Destekleyici alanlardan kasıt, neden sonuç ilişkisine sahip alanla değil, birlikte hareket etme eğiliminde olan alanlardır.

7. Sonuç

Ülkemizde nitelikli insan gücü yetiştirmek açısından mesleki ve teknik eğitime önem verilmekte ve kalitesinin izlenmesi ve artırılması için kalite güvence sistemi uygulanmaktadır. Kalite güvence sistemi özdeğerlendirme ve dış değerlendirme şeklinde uygulanmaktadır. Dış denetlemeyi gerçekleştirecek olan yetiştirilmiş denetçi eksikliği veya pandemi gibi olumsuzluklara karşı kalite sürekliliğini temin etmek gerekir. Bu çalışmada, idareciler ve öğretmenler tarafından kalitenin istenildiği zaman ölçülmesine yardımcı olabilecek makine öğrenmesi tabanlı bir özdeğerlendirme ve faaliyet tavsiye sistemi önerisi yapılmıştır.

Çalışma, MTEGM’ nün 06.11.2020 tarihli izni ile Türkiye genelinde zümrelere göre örnekleme yöntemi ile belirlenen gerçek veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen eğitim kurumlarına ait dış değerlendirme raporları, kendisi de dış değerlendirici olan ilk yazar tarafından, her bir eğitim kurumu için, kurum kalite indeks puanı da çıkış olarak eklenerek csv uzantılı bir dosya şeklinde hazırlanmıştır. Bu sayede çalışmada kullanılacak olan veri kümesinin oluşturulması sağlanmıştır. Gerçek dış değerlendirme verilerine dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmada cevabı aranan araştırma sorularının cevapları, elde edilen bulgulara göre cevaplandırılmıştır.

- **MTEK’lerin dış değerlendirme sürecinde yaşanan denetçi eksikliği ve gecikmeler, makine öğrenmesi tabanlı bir özdeğerlendirme sistemi ile azaltılabilir mi?**

Çalışma bulguları, makine öğrenmesi destekli özdeğerlendirme yaklaşımının, kurumsal düzeyde dış değerlendirme mekanizmalarına olan bağımlılığı azaltabileceğini göstermektedir. MTEK yöneticilerinin, kurumlarına ilişkin kalite indeks puanlarını tahmin edebilmesini ve bu sayede kalite güvence sürecine daha proaktif bir şekilde katılım sağlamalarını mümkün kılmaktadır.

Oluşturulan veri kümesi üzerinde Python programlama dili kullanarak ön işlem adımları gerçekleştirilmiştir. Bunun için eksik ve aykırı veriler tespit edilmiş ve giderilmiştir. Kategorik veriler kodlanmıştır. Veri seti içindeki çoklu doğrusal bağlantılar VIF faktörü kullanılarak tespit edilmiştir. Kurum kalite indeks puanları eşit aralıklı ayırıştırma yöntemi ile kategorik hale getirilmiş, kategorilere düşen veriler de dengesiz dağılım olduğu gözlemlenmiş ve çözümü için Tomek bağlantıları yöntemi kullanılarak veri kümesi dengelenmiştir.

- **Veri dengeleme teknikleri, özdeğerlendirme modelinin doğruluğunu etkiler mi?**

Yapılan deneysel analizler, özellikle Tomek bağlantıları kullanılarak gerçekleştirilen veri dengeleme sürecinin, model performansı üzerinde belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı bir iyileştirme sağladığını ortaya koymuştur. Dengeleme sonrası elde edilen modellerde daha düşük Ortalama Mutlak Hata (OMH) değerlerine ulaşılmış olup, bu durum veri setindeki dağılım adaletsizliklerinin, tahmin doğruluğu açısından olumsuz etkiler doğurabildiğini ve bu etkinin veri ön işleme ile bertaraf edilebileceğini göstermektedir.

- **Farklı regresyon algoritmaları karşılaştırıldığında, en düşük Ortalama Mutlak Hata (OMH) değerini veren model hangisidir?**

Tüm bu işlemler sonucunda elde edilen dengelenmiş veri kümesine ve dengelenmeden önceki haline ayrı ayrı Lineer, Ridge, Lasso ve ElastikNet çoklu regresyon algoritmaları uygulanarak deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Her bir deneysel çalışma 100 kez tekrar edilmiştir. Dengelenmiş veri kümesi ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Dengeleme sonrası 100 çalıştırma içerisinde en düşük OMH değerleri Lineer regresyon yöntemi ile 5,00 olarak bulunmuştur. 100 çalıştırmanın ortalama OMH ve standart sapma değerleri incelendiğinde en küçük değerlerinin çoklu lineer regresyon tarafından sırasıyla 7,99 ve 1,04 olarak bulunduğu görülmektedir. Bu bağlamda, önerilen özdeğerlendirme sisteminde Çoklu Lineer Regresyon modelinin kullanımı, hem doğruluk hem de güvenilirlik açısından rasyonel bir tercih olarak öne çıkmıştır.

- **Spearman korelasyonu kullanılarak, izleme göstergeleri arasındaki anlamlı ilişkiler belirlenebilir mi?**

Veri setinde normal dağılım varsayımının bulunmaması nedeniyle, faaliyet tavsiye sisteminde kullanılmak üzere izleme gösterge alanlarının ortalamaları ve alanlar arası korelasyon Spearman sıra korelasyon fonksiyonu kullanılarak hesaplanmış ve anlamlılıkları test edilmiştir. Uygulanan Spearman sıra korelasyonu analizi, izleme göstergeleri arasında güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu sebeple faaliyet tavsiye sistemine entegre edilen destekleyici önerilerin belirlenmesinde de kullanılmıştır.

- **MTEK'lerin özdeğerlendirme ve dış değerlendirme süreçlerine katkı sağlamak için web tabanlı bir faaliyet tavsiye sistemi gerçekleştirilebilir mi?**

Eğitim kurumlarının, geliştirilen özdeğerlendirme ve tavsiye sistemini kullanarak tahmini kalite indeks puanlarını öğrenebilmeleri ve faaliyet tavsiyeleri alabilmesi bir web ara yüzü oluşturulmuştur. ASP.NET tabanlı olarak geliştirilen web uygulaması, eğitim kurumlarının hem

gösterge verilerini hızlı biçimde sisteme giriş olarak verilebilmesine, hem de tahmini kalite indeks puanlarını anlık olarak görüntüleyerek özelleştirilmiş faaliyet önerilerine erişebilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, önerilen faaliyetlerle anlamlı korelasyona sahip alanların da “destekleyici tavsiyeler” başlığı altında sunulması, sistemin rehberlik kapasitesini artırmakta ve bütüncül bir gelişim yaklaşımını mümkün kılmaktadır.

Sonuç olarak, MTEK’de kalitenin izlenmesi ve artırılmasına yardımcı olabilecek bu uygulama, kurumların etkinliği ve verimliliği artırmada kullanılabilir. Gelecek çalışmalar kapsamında, önerilen özdeğerlendirme ve faaliyet tavsiye sisteminin mevcut veri setinden daha büyük ve çeşitli veri kümeleriyle eğitilerek genelleme yeteneğinin artırılması planlanmaktadır. Öneri sisteminin doğruluğunu artırmak amacıyla daha gelişmiş makine öğrenmesi ve derin öğrenme modellerinin entegrasyonu değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra, sistemin kullanıcı deneyimini geliştirmek için dinamik bir web arayüzü veya mobil uygulama desteği sunulması bir geliştirme alanı olarak görülmektedir. Böylelikle kalite tetkikçilerinin dış değerlendirme süreçlerinde, bu uygulamadan yararlanması ve kalite tetkikçileri arasında bulunan değerlendirme farklılıklarının minimum seviyeye yaklaşmasına yardımcı olması öngörülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Yazarlar Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü’ne, Dış Değerlendirme Raporlarını paylaştıkları için teşekkür eder. Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında tamamladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynakça

- Ahadi A., Singh A., Bower M., Garrett M. Text mining in education a bibliometrics-based systematic review. *Education Sciences* 2022; 12(3): 1-17.
- Albayrak SA. Çoklu doğrusal bağlantı halinde en küçük kareler tekniğinin alternatifi yanlı tahmin teknikleri ve bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi* 2005; 1(1): 105-126.
- Ayazgök B., Yalçın N. The investigation of the metacognitive awarness and the academic achievement about simple machine in 7th grade students in primary education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2014; 141: 774-780.

- Aydın ZE. Balina optimizasyonu algoritması ve rastgele alt uzaylar temelli eksik veri tamamlama yöntemleri. Eskişehir Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi; sayfa no:3-9, Eskişehir, Türkiye, 2021.
- Bütün H., Aslanargun E. Mesleki ve teknik eğitim kurumlarında toplam kalite yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi. Anadolu Eğitim Liderliği ve Öğretim Dergisi 2016; 4(1): 40-57.
- Doger Ş. Veri kalitesinde eksik veri sorunlarının derin öğrenme yöntemi ile çözülmesi: Üretici çekişmeli ağlar ile bir uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Yüksek Lisans Tezi; sayfa no:37-42, İzmir, Türkiye 2020.
- EC - EQAVET. EQAVET - European quality assurance in vocational education and training - employment, social affairs & inclusion - European commission. Employment, Social Affairs & Inclusion. <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1536&langId=en>
- Er Ş., Keskintürk T. Zümrelere göre örneklemede zümre sınırlarının ve örnek büyüklüklerinin genetik algoritma kullanılarak belirlenmesi. YA/EM 2006 – Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği – 26.Ulusal Kongresi, 1- 04 Temmuz 2006, sayfa no:386-389, Kocaeli, Türkiye.
- González-Calatayud V., Prendes-Espinosa P., Roig-Vila R. Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. Applied Sciences 2021; 11(12): 1-15.
- Grech A., Camilleri AF. The digitization of tvet and skills systems. International Labour Organization; 2020. <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/108201>
- Houngue P., Hountondji M., Dagba T. An effective decision-making support for student academic path selection using machine learning. International Journal of Advanced Computer Science and Applications 2022; 13(11): 727-734.
- İslamoğlu AH., Alınacak Ü. Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri (Spss uygulamalı). 5. Baskı Beta Basım Yayın 2016;196-201.
- Ma X. English teaching in artificial intelligence-based higher vocational education using machine learning techniques for students' feedback analysis and course selection recommendation. Journal of Universal Computer Science 2022; 28(9): 898–915.
- MTEGM. Mesleki ve teknik eğitim genel müdürlüğü dış değerlendirme portalı. MEB. 2000. <http://ozdegerlendirme.meb.gov.tr/disdegerlendirme>
- MTEGM. Mesleki ve teknik eğitim kurumları kalite güvencesi dış değerlendirme uygulama rehberi. MEB. 2016. https://ozdegerlendirme.meb.gov.tr/dosya/Dis_Degerlendirme_Uyg.Reh.2019-1.pdf
- Nadzinski G., Gerazov B., Zlatinov S., Kartalov T., Dimitrovska MM., Gjoreski H., Gams M. Data science and machine learning teaching practices with focus on vocational education and training. Informatics in Education 2023; 22(4): 671-690.
- Namoun A., Alshanqiti A. Predicting student performance using data mining and learning analytics techniques: A systematic literature review. Applied Science 2021; 11(1): 1-28.
- Ovla HD., Taşdelen B. Aykırı değer yönetimi. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2012; 5(3): 1-8.

- Pereira RM., Costa YMG., Silla CN. MLTL: A multi-label approach for the Tomek Link undersampling algorithm. *Neurocomputing* 2020; 383: 95-105.
- Rodzalan SA., Noor NNM., Abdullah NH., Saat MM. Tvet skills gap analysis in electrical and electronic industry: Perspectives from academicians and industry players. *Journal of Technical Education and Training* 2022; 14(1): 158-177.
- Siegel AF. Chapter 12 - Multiple regression: predicting one variable from several others. *Practical Business Statistics*. 7nd ed. Academic Press 2016; 355–418.
- Smyshlyayeva LG., Semenova NA., Kurovskaya VL., Smyshlyayev KA. Assessing and developing the professionalism of professors of university teacher education: Changes in concept and technology. *Tomsk State University Journal* 2022; 483: 209-220.
- Tashakkori A., Teddlie C. *Sage handbook of mixed methods in social and behavioral research*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications; 2010.
- TC Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. Kalkınma ajansları kalkınma planlamasında istatistiki bölge birimleri sınıflandırması. 2023. <https://ka.gov.tr/sayfalar/kalkinma-planlamasinda-istatistiki-bolge-birimleri-siniflandirmasi--24>
- UNESCO. Transforming technical and vocational education and training for successful and just transitions: UNESCO strategy 2022-2029. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 2022; (2022):1-26.
- Wang Y., Li Y. Chinese vocational skills education quality assessment using attentive dual residual generative adversarial network optimized with gazelle optimization algorithm. *International Journal of Robotics & Automation* 2024; 39(10): 1-10.
- Waweru SM. A predictive model for quality-assurance in normal learning through student feedback in Kiambu technical colleges. Master of Science Data Analytics KCA University, sayfa no:44-57, Nairobi, Kenya; 2021.
- Windelband L. Artificial intelligence and assistance systems for technical vocational education and training opportunities and risks. In: Shajek A., Hartmann E.A. (ed) *New Digital Work: Digital Sovereignty at the Workplace*. Springer International Publishing 2023; 195-213.
- Yazgın Ö. Vocational and technical education: a comprehensive review. *The Istanbul Journal of Social Sciences and Humanities* 2024; 2(1): 1-17.
- Ye JH., He Z., Bai B., Wu YF. Sustainability of technical and vocational education and training (tvte) along with vocational psychology. *Behavioral Sciences* 2024; 14(859): 1-5.