



Yapay Zeka Teknikleri Kullanılarak Proje Üretim Sistemlerinin Tasarımı ve Geliştirilmesi

Ahmet Selçuk ÖZGÜR^{*,a}, Çiğdem TARHAN^b, Murat KOMESLİ^c,
 Vahap TECİM^d

^aDokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İZMİR, 35400, TÜRKİYE

^bDokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü - Bölgesel Kalkınma ve İşletme Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEÜ-BİMER), İZMİR, 35400, TÜRKİYE

^cYaşar Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İZMİR, 35030, TÜRKİYE

^dDokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İZMİR, 35400, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 07.12.2022
Kabul: 28.06.2023

Anahtar Kelimeler:
Makine Öğrenmesi,
Web Uygulamaları,
Yönetim Bilişim
Sistemleri,
Karar Destek Sistemleri,
Proje Yönetimi.

***Sorumlu Yazar**
e-posta:
ahmetselekcukozgur@gmail.com
il.com

ÖZET

Proje yönetimi sürecinde başarıya ulaşmak için şüphesiz gelişen teknolojinin birlikte getirdiği yöntem ve tekniklerin uygulanması gerekmektedir. Çalışma kapsamında oluşturulan sistem modeli ile proje yönetim sürecinde, farklı tür ve büyüklükteki kurum ve kuruluşların, sahip oldukları personelin yeterlilikleri doğrultusunda proje tanımlanmasının gerçekleştirilmesine, değerlendirilmesine ve geçmiş deneyimler sonucu elde edilen proje verisi doğrultusunda makine öğrenmesi süreçleri işletilerek proje başarısının öngörülmesine olanak sağlanacaktır. Geliştirilen sistem modeli bünyesinde proje tanımlanmasının gerçekleştirilebileceği PHP betik dili tabanlı web uygulaması, proje yönetim sürecinde ihtiyaç duyulan verinin tutulduğu ilişkisel MySQL veri tabanı ve makine öğrenmesi sürecinin işletilebilmesi için gerekli olan kütüphanelerin bulunduğu Python kod dosyaları bulunmaktadır. Gerçekleştirilen uygulama Türkiye’de bulunan bir üniversitede yürütülen bilimsel araştırma projesinin değerlendirme verisi kapsamında oluşturulmuştur. Makine öğrenmesi süreçlerine dahil edilen veri setinde Karar Ağaçları Regresyon modelinin, sahip olduğu 1.01 MSE ve 0.96 R-Kare değeri ile en yüksek doğruluğu elde ettiği gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan yazılım proje yürütücülerine, gelecekte yapılacak benzer projelerin başarısını öngörümleyerek, iş zekası ve verilecek kararlara destek sunma noktalarında fayda sağlamaktadır.

DOI: 10.59940/jismar.1214440

Project Production Systems Design and Development Using Artificial Intelligence Techniques

ARTICLE INFO

Received: 07.12.2022
Accepted: 28.06.2023

Keywords:
Machine Learning,
Web Applications,
Management
information systems,
Decision Support
Systems,
Project management.

ABSTRACT

In order to achieve success in the project management process, the methods and techniques brought by the developing technology must be applied. With the system model created within the scope of the study, in the project management process, it will be possible to define and evaluate the project in line with the qualifications of the personnel of different types and sizes of institutions and organizations, and to predict the project success by operating machine learning processes in line with the project data obtained as a result of past experiences. Within the developed system model, there are PHP scripting language-based web application where project definition can be carried out, a relational MySQL database where the data needed in the project management process is kept, and Python code files that contain the libraries necessary for the machine learning process to be run. The implementation was created within the scope of the evaluation data of a scientific research project carried out at a university in Turkey. In the data set included in the machine learning processes, it was observed that the Decision

***Corresponding Authors**
e-mail:
ahmetsecukozgur@gmail.com
il.com

Tree Regression model achieved the highest accuracy with its 1.01 MSE and 0.96 R-Square values. The software created within the scope of the study provides benefits to project managers in terms of providing business intelligence and support for decisions to be made by predicting the success of similar projects to be made in the future.

DOI: 10.59940/jismar.1214440

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Benzersiz bir hizmet veya orijinal bir ürünü gerçekleştirmek için, önceden belirlenmiş bir zaman aralığında yerine getirilen çalışmaların bütünü olarak tanımlanmakta olan projede [1]; belli bir amaç doğrultusunda bir araya gelen ve projenin başından sonuna kadar yürütülmesi için ilgili konularda, bilgi, beceri ve yetenekleri doğrultusunda uzman kişilerin bir araya gelerek oluşturduğu proje ekibinin, başarılı çıktılar ortaya koyabilmesi için uyum içerisinde çalışması gerekmektedir [2]. Gerçekleştirilen projenin, proje yürütücüsünün belirlemiş olduğu ölçek doğrultusunda değerlendirilmesi, tanımlanan projenin özgünlüğü, ekip üyelerinin görev dağılımları, bulguların yorumlanması gibi birçok özelliği için fayda sağlamaktadır. Proje değerlendirme ölçeği hazırlanması sürecinde ise projenin özellikleri doğrultusunda madde havuzunun hazırlanması ve bu doğrultuda uzman görüşünün alınması izlenmesi gereken adımlardandır [3].

Günümüzde devam etmekte olan birçok süreç, işkolu ve kavram, verinin zaman içerisinde giderek daha fazla önem kazanmasıyla büyük ölçüde değişime uğramıştır. Verinin iyi yorumlanması ve anlaşılması ile depolaması, yönetilmesi, düzenlenmesi konularında izlenen yöntemler, kurum ve kuruluşların etkinliği üzerinde büyük önem taşımaktadır [4]. Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning- ERP) İşletmelerin sahip olduğu satın alma durumları, üretim süreçleri, stok yönetimi, muhasebe, finansman, süreçler üzerinde kalite yönetimi, sahip olunan insan kaynakları gibi fonksiyonların bütünleşmiş bir yapıda kontrol edilmesini sağlamaktadır. ERP sistemleri, işletmenin tamamına, tanımlanan her fonksiyon ile ilgili bilgiyi ve gereksinim duyulan veriyi sağlayabilen uygulamalardır [5]. ERP'nin alt ögesi olan Kurumsal Proje Yönetimi (KPY) (İngilizce: Enterprise Project Management – EPM), gerçekleştirilmesi düşünülen ürünü veya yerine getirilmesi düşünülen hizmetin sonuçlarını, sahip olunan insan kaynağı, ürün veya hizmetin yerine getirilmesi için gereken zaman, hesap edilen maliyet gibi bileşenlerle verimli ve uyumlu olarak kullanılması doğrultusunda oluşturulmasını amaç edinmektedir [6-7]. ERP sistemlerinin diğer bir işlevi ise bir şirketin yeni ürünler geliştirmek için kullanabileceği proje yönetimi ile ilgilidir. Proje parametreleri uzmanlar tarafından belirlenebileceği gibi bir ERP veritabanı kullanılarak da tahmin

edilebilir. İlk yaklaşım, inşaat projeleri gibi çok benzersiz bir forma sahip projeler için uygundur. Buna karşılık, işletmenin geliştirdiği yeni ürünler daha önce geliştirmiş olduğu ürünün yeni bir versiyonu ya da spesifikasyonunun yüzeysel modifikasyonu ile bağlantılıysa, o zaman ERP veri tabanından bilgi edinmek ve edinilen bilgiyi geliştirilmesi planlanan ürünün iyileştirilmesi için kullanmak mümkündür [8].

Genel olarak, proje parametreleri ve aktivite planlarının tanımlanması, çevresel planların ve önlemlerin yönetimi, tahmin süreci yönetimi, çalışma saatleri yönetimi, doküman kontrolü ile satın alma, maliyet gibi proje alt sistemlerinin tanımlanarak yönetilmesini sağlayan proje yönetimi yazılım paketleri, genellikle proje verilerinin entegrasyonunu, kurumsal sistemlerle etkileşimi ve yeni bilgi teknolojileri ile çalışabilirliği kolaylaştırmaktadır. Proje yönetimi yazılım sistemleri, ekiplerin verimliliğini optimize etmenin yanı sıra daha iyi kararlar alınmasına, rekabet avantajının korunmasına ve etkin bir proje yönetimi uygulanmasına da olanak tanımaktadır [9].

Proje yönetiminde kullanılan mevcut teknolojiler büyük ölçüde yetersizdir çünkü proje yürütücüsü sonsuz değişkenli ve olasılığı bulunan bir durumla karşı karşıya kaldığında sezgilerine dayanarak karar vermek zorundadır. Proje yönetimi yazılımları belirli parametreler dahilinde proje kaynaklarının nasıl planlanacağı ve yönetileceği konularında proje yöneticisine karar vermesi için veri sağlamayı amaçlayan araçlardır. Yapay zeka teknolojileri geçmiş proje verilerini kullanarak, başarıya ulaşmak için kısıtlamalar, sorunlar ve risklerle nasıl başa çıkılacağı ile projede kullanılan kaynakları, yürütülmekte olan proje için daha iyi performans sağlamak amacıyla yeni proje programları oluşturma konularında önerilerde bulunabilmektedir [10].

Gerçekleştirilen çalışma ile; kurum ve kuruluşların gerçekleştirdikleri proje üretim sürecinde, proje verisinin, proje bileşenleri, değerlendirme ölçütleri ve ilgili göreve atanan personel çerçevesince değerlendirme notları ile ilişkiel veri tabanında sistematik bir şekilde web platformları kullanılarak saklanması, geçmiş proje verisi bağlamında oluşturulan proje görevlerine en uygun personelin atanması sürecinde; proje başarısının, proje gerçekleştirilmeden, makine öğrenmesi algoritmaları

ile tahmin edilerek karar vericilere, iş zekasına destek sunan bir yapının oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde gerçekleştirilen literatür taraması ile benzer çalışmalar üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde uygulamanın geliştirilmesi sürecinde kullanılan materyal ve uygulanan yöntemin alt bileşenleri üzerinde ayrıntılı incelemelerde bulunulmuş olup üçüncü bölüm olan tartışma ve sonuç kısmında ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1.1. Literatür Taraması (Literature Review)

Proje yönetimi yazılımlarının yapay zeka teknikleri ile kullanımı hakkındaki çalışmalar incelendiğinde farklı alanlarda yapılan birçok çalışmaya rastlanmıştır. Yazılım projesinde karşılaşılabilecek olası risk faktörlerinin minimum düzeye indirilmesi konusunda yapay sinir ağlarını kullanarak web tabanlı bir sistem geliştirilmiştir [11]. Proje yönetimi, bilgi yönetimi ve yapay zeka teknikleri ile geliştirilen sistem, günlük site rapor modülü, program kontrol modülü, doküman yönetim modülü ve kritik konuları yapay zeka teknikleri ile birlikte tanımlayarak kullanıcıların büyük projeleri yönetmede ve karmaşık karar verme durumları ile karşı karşıya kaldıklarında akıllı bir destek sunmaktadır [12].

Giderek daha karmaşık hale gelen teknoloji uygulamalarının, mevcut endüstri standardı prosedürlerin modernize edilmesine yardımcı olacağı görüşüyle proje yönetim sürecinde yapay zeka kullanımının proje süreçlerini daha basit hale getirdiği ve verimliliği arttırmayı amaçlayan farklı uygulamalar üzerinde durulmuştur [13]. Enerji projelerinde görev alan yöneticilere, aboneleri ve paydaşları sisteme entegre etmek için yapay zeka desteği bulunan sanal iletişim ve sürece katılımı destekleyen aracı birimlerin geliştirmelerine yardımcı olan yapay zeka destekli bir iletişim modeli oluşturulmuştur [14]. Proje yönetiminde tanımlanmış olan görevlerin tahmini, ekiplerin sorumlu oldukları görevleri yerine getirme hızı ve yerine getirilme süresi tahmini gibi kritik konularda makine öğrenmesi ile çeşitli iyileştirme süreçleri önerilmektedir. Aynı zamanda ManikReddy ve Iyer (2018), küresel sistemlerde iş akışlarını iyileştirmek ve akıllı süreç sistemleri ile ilgilenen yaklaşımlarda bulunmuştur [15]. Ertuğrul ve ekibi (2019) makine öğrenme algoritmalarını, proje geliştirme sürecinde belirlenmesi gereken insan kaynakları, bütçe, personel sayısı, proje planları ve programları gibi özellikleri daha yüksek doğrulukla tahmin etmek için var olan özelliklerinin dönüştürülmesi, seçimi ve parametrelerinin belirlenmesi için gerekli olan teknikleri ile incelenmiş ve uzman sistemin bileşeni olarak yeni bir model ortaya koymuştur. Ekip veri

kümelere üzerinde çalışırken Python dilinde scikit-learn paketini kullanılmıştır [16].

Proje yönetiminde yapılan son çalışmalar, proje performansında bireylerin girişimcilik yöneliminin önemli rolünü göstermiştir. Girişimcilik yöneliminin rolünün proje performansında kritik bir başarı faktörü olarak belirlenmesi önemli bir konu olarak görülse de, bireyin girişimci yönelim derecesine dayalı olarak performansı tahmin etmek için bir ölçüm sistemi geliştirmenin de önemli olduğunu düşünen Sabahi ve Parast (2020) çalışmalarında, bireylerin girişimcilik üzerine yönelim ve tutumlarının farklı boyutlarını, gerçekleştirilen ölçümler doğrultusunda, bireylerin proje üzerindeki performansını öngörmek için makine öğrenimi yöntemi önererek tahmine dayalı analitik kullanmıştır [17]. Makine öğrenmesinde kullanılan algoritmaların proje yönetiminde kullanılmalarının ne yönde olması gerektiği araştırılan çalışmada ise örneklem kümesinin çeşitliliği gibi unsurlar doğrultusunda sonuçların farklılaşabileceği vurgulanmıştır. Çeviklik, prototip oluşturma ve hızlı teslimat ile mevcut dinamik yazılım geliştirme ortamı göz önüne alındığında, makine öğrenimi yöntemlerini bünyesinde barındıran yazılımların, proje süreç ve sonuçlarının tahmin edilmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır [18].

Yazılım projelerinin risk değerlendirmesi konusunda makine öğrenimi yöntem ve tekniklerini tasarlama ve iyileştirmeye yönelik literatürde sunulan çalışmaları inceleyen araştırmada, makine öğrenimi yöntem ve tekniklerini kullanarak, projede bulunan risklerin değerlendirilmesinin, bir projenin hata oranını azaltmada daha verimli olduğu vurgulanmıştır [19]. Bir proje yönetim aracına entegre edilerek proje değerlendirme sonuçlarının makine öğrenmesi algoritmaları ile tahmin edilmesi üzerine yapılan çalışmanın proje yönetimi organizasyonlarında karar vermeyi destekleyen araçlara katkı sağladığı görülmüştür [20]. Calp ve Akçayol (2018) çalışmalarında, proje yönetimi şebeke analizi işlemlerinde kullanılmakta olan CPM ve PERT tekniklerine alternatif genetik algoritma kullanmışlar ve projenin yürütülmesinde izlenen kritik yol - faaliyet ve projenin hedeflenen sürede tamamlanması gibi faktörleri belirleyen algoritma üzerinde durmuşlardır. Geliştirilen dinamik yapıya sahip algoritma ile karmaşık optimizasyon süreçlerinde CPM ve PERT tekniklerine nazaran daha kısa sürede, daha uygun sonuçlara ulaşılmıştır [21]. Kurum ve kuruluşların sahip olduğu insan kaynağının bilişsel özelliklerinin, gerçekleştirilmesi düşünülen projelerde en etkin bir şekilde kullanılması projenin başarıya ulaşması anlamında büyük önem teşkil etmektedir. CRISP-DM yöntemi ile geliştirilen yazılım ile yapay zeka tekniklerini kullanarak geçmiş proje verisine göre en uygun proje ekibinin oluşturulması ve oluşturulan proje ekibinin projeyi başarıya ulaştırma

durumunun öngörülenmesi sağlanmıştır. Geliştirilen yazılımın web ara yüzünün bulunması, kurum ve kuruluşların sahip olduğu proje verisini dinamik olarak oluşturmasına ve veri tabanına kaydetmesine olanak sağlamıştır. Makine öğrenmesi için gerekli olan proje verisinin uzak sunucuda bulunan veri tabanına saklanması, çok yönlü erişilebilirlik ve farklı yazılım platformlarında kullanılabilirliği adına sistemin geliştirilmesi noktasında avantaj sağlamaktadır. Gerçekleştirilen literatür taraması ile yapay zeka teknikleri kullanan proje yönetimi yazılımlarının belirlenen bir özel konu üzerinde geliştirildiği görülmüştür. Yapılan çalışmanın, farklı kurum ve kuruluşlarda kullanılabilirliği, proje verisinin uzak sunucuda ilişkisel veri tabanında tutularak, sahip olunan insan kaynağının bilişsel yeterliliklerinin organizasyonunun sağlanması, yapay zeka teknikleri kullanarak proje ekibinin başarıya ulaşma durumunu tahminlemesi anlamında mevcut çalışmalardan farklılaştığı görülmüştür. Çalışma kapsamında geliştirilen yazılım ile proje yürütücüsünün etkili ve nesnel kararlar vermesine destek sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIALS and METHODS)

2.1. Veri Seti (Data Set)

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamada kullanılan veri seti Türkiye’de bulunan bir üniversitede yürütülen bilimsel araştırma proje kapsamında oluşturulmuştur. Proje yürütücüsü ilgili projede gerçekleştirilmesi gereken iş paketlerini, başarıya ulaşması gereken alt kriterleri ile belirlemiş (Tablo 1) ve her bir iş paketinin yürütülmesi için üç adet personeli görevlendirmiştir.

Tablo 1. Proje İş Paketleri ve Alt Kriterleri
(Project Work Packages and Sub-Criteria.)

İŞ PAKETİ	KRİTERLER
İş Paketi 1	* Veri yapılarını bilmesi * Veri analizi yapabilmesi * Veri entegrasyonu yapabilmesi * Sistem analizi bilmesi * Sistem tasarımı bilmesi
İş Paketi 2	* Donanım ihtiyaç raporu hazırlayabilmesi * Proforma fatura toplanabilmesi * Donanım kontrol * Donanım teslim alınması * Donanım birleştirme ve kurulma işlemleri
İş Paketi 3	* Sunucu kurulum bilgisi * Mek-sis veriye erişim yetkisi olması * Yazılım bilgisi olması

Proje üretim ve yürütme süreci kurum ve kuruluşlar için çok zaman alan ve stratejik veri içeren iş yapılarını kapsayan bir süreçtir bu nedenlerden dolayı kurum ve kuruluşlar kendileri için oldukça önemli olan proje verisini paylaşmamaktadır.

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için kullanılan verinin oluşturulması için programlama tekniklerinden faydalanılmıştır. Sahip olunan personel havuzundan farklı iş paketlerine farklı kombinasyonlarla personel ataması gerçekleştirilmiş ve proje yürütücüsü tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda, personelin işi yapabileceği yeteneği göz önünde bulundurularak 1 ile 5 aralığında değerlendirilmede bulunulmuştur. Bu sayede makine öğrenmesi sürecinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan veri sağlanmıştır. Elde edilen veri setinde her bir iş paketi için 3 personel atanmış ve ilgili personel tanımlanan kriterler doğrultusunda ayrı ayrı değerlendirilerek proje verisi oluşturulmuştur. Bahsedilen süreç farklı personeller için tekrar işletilerek aynı projede görev alan farklı personel kombinasyonları doğrultusunda 400 adet proje veri kümesi oluşturulmuştur. Her bir proje veri kümesi için başarı durumu proje yürütücüsü tarafından belirlenerek değerlendirme süreci tamamlanmıştır.

Projede kullanılan veriye ait örnek ekran görüntüsü Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 2. Proje Verisi – Örnek Gösterim
(Project Data - Example Display)

	kullanıcılar	İŞ PAKETİ 1						İŞ PAKETİ 2					İŞ PAKETİ 3			başarı durumu	personel notu	proje notu
		veri yapılarını bilmesi	veri analizi yapabilmesi	veri entegrasyonu yapabilmesi	sistem analizi bilmesi	sistem tasarımı bilmesi	donanım ihtiyaç raporu hazırlayabilmesi	proforma fatura toplanabilmesi	donanım kontrol	donanım teslim alınması	donanım birleştirme ve kurulma işlemleri	sunucu kurulum bilgisi	mek sis veriye erişim yetkisi olması	yazılım bilgisi olması				
Proje Veri Kümesi 1	PERSONEL 1	4	5	4	5	4											90	
	PERSONEL 2	5	5	5	4	5											100	
	PERSONEL 3	4	5	5	4	4											90	
	PERSONEL 1						5	5	5	5	5						100	
	PERSONEL 2						2	2	2	2	2						50	
	PERSONEL 4						2	2	2	2	2						50	
Proje Veri Kümesi 2	PERSONEL 1	4	5	4	5	4											90	
	PERSONEL 2	5	5	5	4	5											100	
	PERSONEL 3	4	5	5	4	4											100	
	PERSONEL 1						5	5	5	5	5						100	
	PERSONEL 2						2	2	2	2	2						50	
	PERSONEL 4						2	2	2	2	2						50	
Proje Veri Kümesi 3	PERSONEL 1	4	5	4	5	4											90	
	PERSONEL 2	5	5	5	4	5											90	
	PERSONEL 3	4	5	5	4	4											100	
	PERSONEL 1						5	5	5	5	5						100	
	PERSONEL 2						2	2	2	2	2						50	
	PERSONEL 4						2	2	2	2	2						50	

Çalışma kapsamında vurgulanan özellikler doğrultusunda yapılan çalışmada veri madenciliği proje döngüsü (CRISP-DM) kullanılmıştır. Döngü içerisinde yer alan; tanımlanan görevin ve verinin anlaşılması, kullanılacak verinin hazır hale getirilmesi, modelleme ile birlikte değerlendirme, konuşlandırma ve kontrol aşamaları sırasıyla uygulanmıştır [22][23]. CRISP-DM Yöntemi uygulanırken ilk olarak karşılaşılabilecek problemlerin değerlendirilmesinin ardından, literatür taraması gerçekleştirilerek kullanılacak yazılım kütüphaneleri belirlenmiştir (Tablo 3). İkinci aşamada ise verinin kalitesi, ulaşılabilirliği ve sürdürülebilirliği üzerinde durulmuştur. Üçüncü aşamada ise ön işleme sonucunda elde edilen veri seti, modelleme aşamasının ardından, kurulan model üzerinde izlenecek yöntem ve analiz yapıları doğrultusunda uygulanmıştır.

Tablo 3. Yazılım Kütüphaneleri
(Software Libraries)

	Web	Makine Öğrenmesi	Veri Ön İşleme
Python Kütüphanesi ve Yapıları	Pandas (Uzak sunucudan veri çekme işlemleri)	Sklearn	Pandas, Numpy
Nesne Tabanlı Programlama Dilleri	PHP, Javascript,	Python (Jupyter ile derlenmiştir)	Python (Jupyter ile derlenmiştir)
Diğer Araç ve Kütüphaneler	HTML, CSS, Bootstrap, Chart.js	Google Colab	

Değerlendirme aşamasında, makine öğrenmesi algoritmalarının sonuçları çalışmada belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kurulan modelin başarısı ve uygulanabilirliği hakkında çıkarsamalarda bulunulmuştur. Ayrıca elde edilen sonuçların doğrulukları gözden geçirilerek, gelecek çalışmalarda, kullanıcı verilerini almak için geliştirilmiş web ortamına tüm sürecin entegre edilebileceği kanısına varılmıştır.

2.2. Veri Ön İşleme (Data Preprocessing)

Çalışma kapsamında üzerinde çalışılan proje verisi 3 farklı iş paketinden oluşmaktadır. Her farklı iş paketinden yerine getirilmesi beklenen yeterlilikler vardır (Tablo 4). Proje yürütücüsü iş paketleri doğrultusunda belirtilen yeterlilikleri, projede görev alan kullanıcılar bünyesinde 1 ile 5 aralığında değerlendirmiştir. Kurumun sahip olduğu personel havuzundan programlama teknikleri kullanılarak farklı kombinasyonlarda, farklı iş paketlerine, farklı proje ekipleri oluşturularak aynı projeye ait farklı veri kümeleri oluşturulmuştur. Oluşturulan veri kümeleri proje yürütücüsü tarafından proje ekibinde bulunan personelin yeterlilikleri doğrultusunda

değerlendirilerek makine öğrenmesi süreçlerinin gerçekleştirilebilmesi için veri seti elde edilmiştir.

Proje yönetim ve oluşturma süreci dinamik bir süreçtir. Her bir proje farklı iş paketlerinden ve her bir iş paketi de farklı sayıda yeterlilikten oluşabileceği gibi ilgili iş paketine atanan personel sayısı da farklılık gösterebilmektedir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen projenin veri seti incelendiğinde her bir iş paketine görevlendirilen farklı yeterliliklere sahip personellerin bulunduğu görülmektedir. Proje verisinin makine öğrenme sürecine dahil edilip proje başarısının öngörülmesi için her bir iş paketindeki verinin tek bir değere indirgenmesi gerekmektedir. Böylelikle personel bazında değerlendirilen proje verisinin her bir iş paketi doğrultusundaki değeri eşit sayıda olacak ve yürütülen projenin genel değerlendirme notlarının sayısı ile örtüşüp makine öğrenmesi süreci işletilebilecektir. Tablo 2’de gösterilen örnek proje verisi incelendiğinde her bir iş paketinde farklı sayıda değerlendirme verisi bulunmaktadır. Veri ön işleme sırasında bu değerlerin ilgili proje veri kümesinde iş paketleri doğrultusunda tek bir değere indirgenmesi için Python programa dilinin NumPy kütüphanesinin “Dot” fonksiyonu kullanılmıştır. Kullanılan fonksiyon ile her bir iş paketindeki değerler, aynı yeterlilik bünyesinde çarpılmış ardından da elde edilen değerler toplanarak ilgili iş paketine ait tek bir değerlendirme verisi elde edilmiştir. Tüm proje veri kümelerindeki iş paketlerine “Dot” fonksiyonu uygulandıktan sonra elde edilen değerler dizi haline getirilip (1) makine öğrenmesi sürecinin veri ön işleme süreci normalizasyon işlemlerinin ardından tamamlanmıştır.

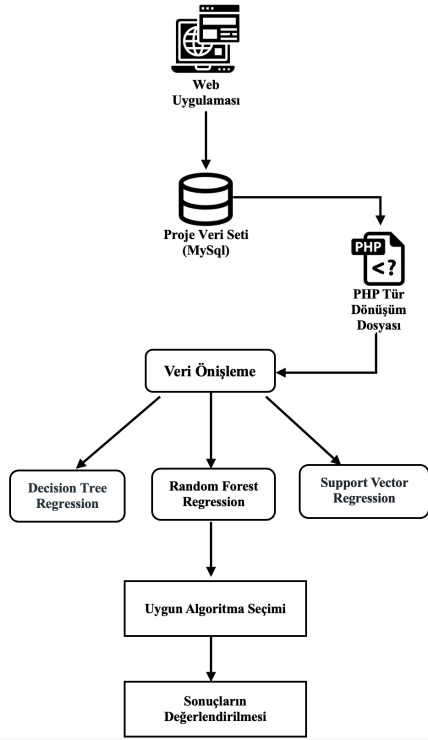
$$a=(np_temp_satur1*np_temp_satur2).dot(np_temp_satur3) \\ ip1.append(a). \quad (1)$$

Tablo 4. Proje Bileşenleri
(Project Components)

	Beklenen Yeterlilikler
İş Paketi 1 (Kampüs ile ilgili var olan mekansal verilerin toplanması ve analiz edilmesi)	Veri yapılarını bilmesi.
	Veri analizi yapabilmesi.
	Veri entegrasyonu yapabilmesi.
	Sistem analizi bilmesi.
	Sistem tasarımı bilmesi.
İş Paketi 2 (Donanımların Temini)	Donanım ihtiyaç raporu hazırlayabilmesi
	Proforma fatura toplanabilmesi
	Donanım kontrol
	Donanım teslim alınması
	Donanım birleştirme ve kurulma işlemleri
İş Paketi 3 (ArcGIS ve Web Sunucunun Kurulumu)	Sunucu kurulum bilgisi
	MEK-SİS veriye erişim yetkisi olması
	Yazılım bilgisi olması

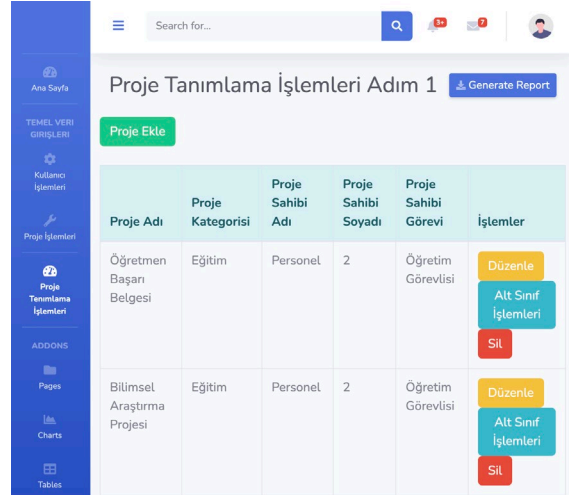
2.3. Modelleme (Modelling)

Gerçekleştirilen işin, yapısında bulunduğu öğelerin birbirleri ile olan ilişkilerini ve sonuçlarını net bir şekilde ortaya koyan modelleme, sürecin tamamı ya da herhangi bir bölümü hakkında karar destek süreçlerinin işletilmesine olanak sağlamaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen model ile proje değerlendirme verisinin mobil uyumlu web uygulaması ile sistematik bir şekilde toplanması, toplanan proje verisinin makine öğrenmesi sürecine dahil edilerek algoritmaların belirlenmesi ile süreçlerin hangi yollarla işletileceği ortaya konulmuştur (Şekil 1).



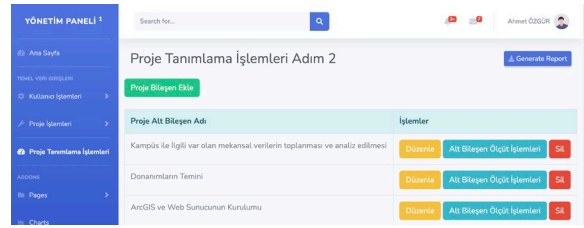
Şekil 1. Uygulama Modeli (Model of the Application)

Çalışma kapsamında geliştirilen web uygulaması ile proje yürütücüsü, sisteme kullanıcı adı ve şifresi ile giriş yaptıktan sonra, kullanıcı görev tanımlaması, kullanıcı (personel) havuzuna üye eklemesi, proje kategorisi tanımlama, proje tanımlama ve değerlendirme işlemlerini yerine getirebilecektir. Proje yürütücüsü belirtilen iş ve işlemlerde ekleme, silme ve güncelleme yapabilmektedir. Proje yürütücüsünün yeni bir proje oluşturma süreci 4 adımdan oluşmaktadır. İlk olarak veri tabanına yeni bir proje eklenmektedir (Şekil 2).



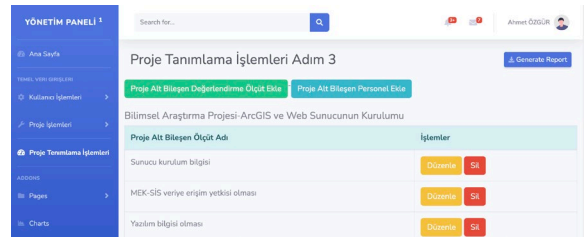
Şekil 2. Proje Tanımlama İşlemleri – Adım 1 (Project Definition Processes - Step 1.)

Proje tanımlanmasının ardından, çalışmada iş paketi olarak tanımlanan proje bileşenleri, ilgili projenin alt ögesi olarak sisteme eklenir (Şekil 3).



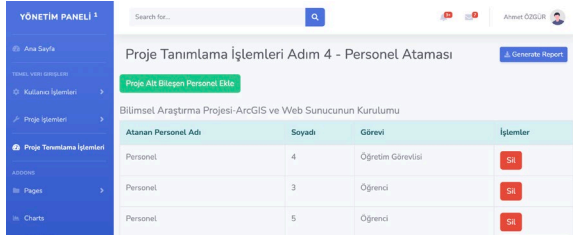
Şekil 3. Proje Tanımlama İşlemleri – Adım 2 (Project Definition Processes - Step 2.)

Bir sonraki adımda tanımlanan iş paketlerinden beklenen yeterlilikler veri tabanına "Proje Alt Bileşen Ölçüt Ekle" seçeneğinden kaydedilir (Şekil 4).



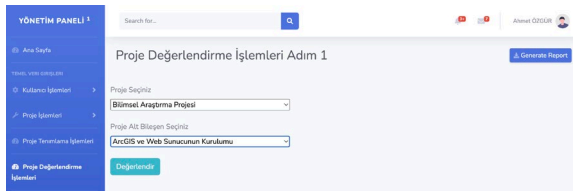
Şekil 4. Proje Tanımlama İşlemleri – Adım 3 (Project Definition Processes - Step 3.)

Proje tanımlanmasının son aşamasında tanımlanan iş paketlerine personel ataması gerçekleştirilmektedir. İlgili iş paketine atanan personel(ler), beklenen yeterliliklerden sorumlu kılınmakta ve değerlendirilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Proje Tanımlama İşlemleri – Adım 4
(Project Definition Processes - Step 4.)

Proje tanımlama işlemlerinin tamamlanmasından sonraki adım projeyi, ekip üyeleri çerçevesinde değerlendirmektir. Proje değerlendirme sürecinin ilk adımı değerlendirilmek istenilen proje ve proje alt bileşenin seçilmesidir (Şekil 6).



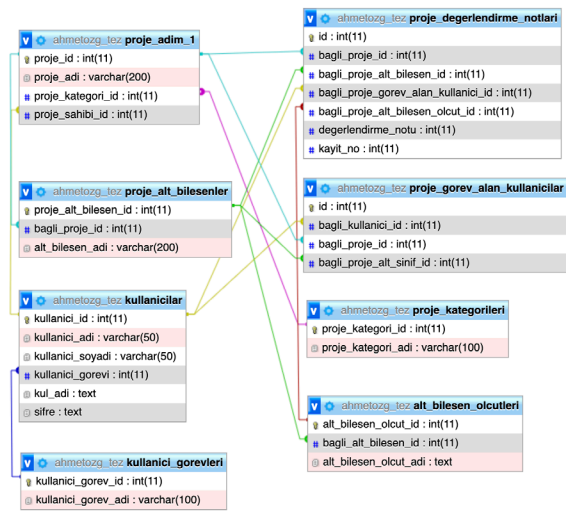
Şekil 6. Proje Değerlendirme İşlemleri – Adım 1
(Project Evaluation Processes – Step 1.)

Seçim işleminin ardından karşılaşılan ekrandan dinamik olarak oluşan, ilgili proje bileşenine atanan personel ve değerlendirme ölçütleri doğrultusunda puanlandırmalar gerçekleştirilir (Şekil 7).



Şekil 7. Proje Değerlendirme İşlemleri – Adım 2
(Project Evaluation Processes – Step 2.)

Geliştirilen web uygulaması modeli ile makine öğrenmesi için gereken veri sistematik biçimde, uzak MySQL ilişkisel veri tabanında (Şekil 8) saklanmaktadır.



Şekil 8. Uygulamanın İlişkisel Veri Tabanı
(Relational Database Structure of the Application.)

2.4. Makine Öğrenmesi (Machine Learning)

Geliştirilen uygulamada proje yöneticisinin vermiş olduğu not aralığı 0 -100 aralığında olduğu için makine öğrenmesinin Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression), Karar Ağaçları Regresyonu (Decision Tree Regression) ve Rassal Orman Regresyonu (Random Forest Regression) denetimli öğrenme algoritmaları kullanılmıştır.

2.4.1 Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression)

Destek Vektör Makinesi (SVM), sınıflandırma ve regresyon için denetimli öğrenme modellerinden biridir. Destek vektör regresyonu, destek vektör makinesinin ilgili çekirdek işlevleri kullanılarak doğrusal veya doğrusal olmayan durumların çözümlenmesinde kullanılabilir [24].

SVM modellerinin kalitesi, kullanılan meta parametrelerin uygun şekilde ayarlanmasına bağlıdır. Destek vektör regresyonu kullanılırken veri seti bağlamında parametre değerlerinin uygun bir şekilde ayarlanması büyük önem teşkil etmektedir. Destek vektör regresyonu model başarısını arttırmak için kullanılan diğer bir yöntem ise yeniden örnekleme ancak destek vektör regresyon parametrelerini aynı anda optimize etmek için yeniden örnekleme kullanmak, sonuçların yeniden elde edilmesi ve veri gereksinimleri açısından büyük çaba gerektirmektedir [25].

2.4.2 Karar Ağaçları Regresyonu (Decision Tree Regression)

Karar ağaçları regresyonu, ölçülen eğitim verilerinden ve özelliklerinden çıkarılan basit karar kuralları

aracılığıyla bir hedef değişkenin değerini tahmin eden, parametrik olmayan bir denetimli öğrenme yöntemidir. Karar ağaçları regresyonun yorumlanması, özelliklerin önemini vurgulama yeteneğinden ve bir ağaç yapısı olarak model üzerinde görünür sonuçlar sağlamasından dolayı kolaylık teşkil etmektedir [26].

Karar ağaçları regresyonunda ağaç yapısı oluşturulurken kök düğümünden başlanarak öznel özelliklerin değerlerine göre iç düğümlerin bölünerek yaprak düğümüne ulaşana kadar sınıf etiketi atanma işlemine devam edilir. Karar ağaçları regresyonunda ağaç yapısının oluşturulması süreci, iç düğümlerin tekrar bölünmesi ile sağlanmaktadır. Karar ağaçları doğru ve verimli olsa bile, bazen aşırı uyum nedeniyle ağaç yapısı çok büyük olabilmekte ve bu durum test veri kümesi üzerinde hatayı artırabilmektedir. Karar ağaçları yapısında aşırı öğrenme sorununu ortadan kaldırmak için budama yöntemleri kullanılmaktadır. Budama işleminden sonra ağacın boyutu küçültülür ve karmaşıklık ortadan kaldırılarak kolay anlaşılır bir ağaç yapısı elde edilir [27].

2.4.3 Rassal Orman Regresyonu (Random Forest Regression)

Rassal orman regresyonu, farklı bağımsız tahmin edicilerin farklı alanlarda yanlış tahminde bulunduğu varsayımına dayanmaktadır bu nedenle genel tahmin doğruluğu, bağımsız tahmin edicilerin tahmin sonuçları birleştirilerek geliştirilmektedir. Rassal orman regresyonundaki ağaçların yapıları, eğitim verileri değiştiğinde önemli farklılıklar göstermektedir ayrıca eğitim verileri, modelleme sırasında topluluktaki her tahminleyici için tüm özelliklerin örneklenmesi ve değiştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Rassal orman fonksiyonu kullanılırken dikkat edilmesi gereken nokta, rastgele özelliklerin ve ağaç sayısının belirlenerek durdurma kriterlerinin ayarlamasıdır [28].

Uygulama geliştirme sürecinde veri seti, belirtilen makine öğrenmesi algoritmaları üzerinde test edilerek, doğruluk değerleri doğrultusunda en uygun yöntemin seçimi sağlanmıştır.

2.5. Değerlendirme (Evaluation)

Uygulamanın değerlendirme sürecinde, araştırma bünyesinde kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri sonucu elde edilen, çıktılar ve performans değerleri üzerinde durulmuştur. Web platformu kullanılarak elde edilen veri seti üzerinde veri ön işleme ve normalizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra veri setinin kullanılacak makine öğrenmesi algoritmaları ile uyumu da göz önüne alınarak, Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression), Karar

Ağaçları Regresyonu (Decision Tree Regression) ve Rassal Orman Regresyonu (Random Forest Regression) denetimli öğrenme algoritmaları tercih edilmiştir.

Uygulamada bulunan proje değerlendirme verileri sırasıyla %80 eğitim - %20 test, %70 eğitim - %30 test, %60 eğitim - %40 test için ayrılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan model doğrultusunda ilgili makine öğrenmesi algoritmalarının başarı durumları her bir eğitim ve test oranı doğrultusunda tahminlenmiştir.

Değişen test verisi oranlarında en düşük başarı oranının, %20 test verisinin makine öğrenmesi algoritmalarında uygulanması sonucu elde edildiği gözlemlenmiştir. Test verisinin %30 ve %40 olarak belirlenmesi sonucu elde edilen hata metrik değerlerinde ise makine öğrenmesi algoritma seçimini etkileyecek anlamlı farklılıkların oluşmadığı gözlemlenmiştir.

Proje verisinin artması durumu gözetilerek ilerleyen süreçlerde aşırı öğrenme durumunun önüne geçmek adına veri setinin %70'i eğitim, %30'unun ise test verisi olacak şekilde belirlenmesine karar verilmiştir. Makine öğrenmesi sonucu tahmin edilen değerlerin doğruluklarının belirlenmesinde; Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (RMSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve R-Kare (R^2) hata metrik değerleri (Tablo 5) saptanmıştır.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (3)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \times 100\% \quad (4)$$

MAE (2), RMSE (3) ve MAPE (4) hata metrik değerlerinin bulunması noktasında gösterilen n değeri verilerin toplam sayısını, Y_i ve \hat{Y}_i değerleri ise sırasıyla i zamanının karşılığı olan gerçek ve tahmin değerlerini ifade etmektedir. MAE, RMSE ve MAPE hata metrik değerleri daha küçük olan makine öğrenmesi algoritmasının işletilmesi sonucu elde edilen tahmin performansı daha başarılı olarak değerlendirilmektedir [29].

R-kare değeri, bir değişken veya değişkenler ile açıklanabilir bağımlı değişken üzerinde istatistiksel açıdan fark veya varyans oranını temsil etmektedir. R-Kare değeri tahmin verilerinin regresyon modeline ne kadar iyi uyacağını belirlemektedir. R-Kare değeri 1'e yaklaştıkça model uyum oranı artmaktadır [30].

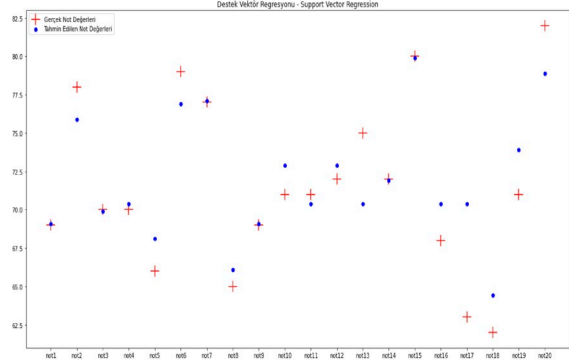
Tablo 5. Modellerin Hata Metrikleri Doğrultusunda Karşılaştırılması.
(Comparison of Models According to Error Metrics.)

Yöntem	MAE	MAPE	RMSE	R ²
Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression)	2.100	0.029	3.058	0.625
Karar Ağaçları Regresyonu (Decision Tree Regression)	0.581	0.007	1.005	0.959
Rassal Orman Regresyonu (Random Forest Regression)	0.684	0.009	1.040	0.956

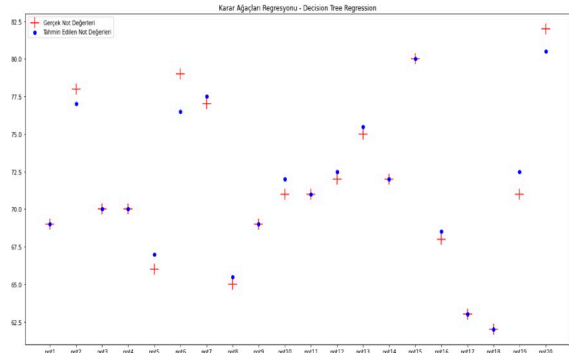
Yapılan uygulama sonucunda, uygulanan modellerin hata metrikleri incelendiğinde, senaryo kapsamında elde edilen veri setinde Karar Ağaçları Regresyonunun uygulanmasının gerektiği, saptanan hata metrik değerleri doğrultusunda görülmüştür. Uygulama kapsamında makine öğrenmesi algoritmalarında kullanılan veri seti içerisinde seçilen 20 verinin test ve tahmin değerleri örnek olması açısından, grafikler (Şekil 9-10-11) ve değerleri (Tablo 6) ile gösterilmiştir.

Tablo 6. Kullanılan Makine Öğrenmesi Modellerinin Test ve Tahmin Değerleri.
(Test and Prediction Values of Machine Learning Models Used.)

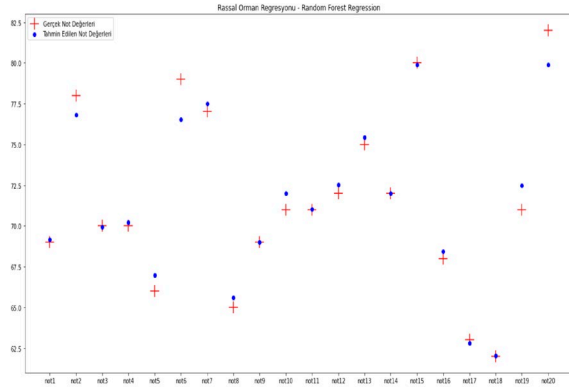
	Support Vector Regression	Decision Tree Regression	Random Forest Regression
Test Değeri	Tahmin Değeri	Tahmin Değeri	Tahmin Değeri
69	69.1	69	69.1
78	75.9	77	76.8
70	69.9	70	69.9
70	70.4	70	70.2
66	68.1	67	67
79	76.9	76.5	76.5
77	77.1	77.5	77.5
65	66.1	65.5	65.6
69	69.1	69	69
71	72.9	72	72
71	70.4	71	71
72	72.9	72.5	72.5
75	70.4	75.5	75.5
72	71.9	72	72
80	79.9	80	79.9
68	70.4	68.5	68.4
63	70.4	63	62.8
62	64.4	62	62
71	73.9	72.5	72.5
82	78.9	80.5	79.9



Şekil 9. Destek Vektör Regresyonu - Test ve Tahmin Değerlerinin Grafiği.
(Support Vector Regression - Graph of Test and Prediction Values.)



Şekil 10. Karar Ağaçları Regresyonu - Test ve Tahmin Değerlerinin Grafiği.
(Decision Tree Regression - Graph of Test and Prediction Values.)



Şekil 11. Rassal Orman Regresyonu - Test ve Tahmin Değerlerinin Grafiği.
(Random Forest Regression - Graph of Test and Prediction Values.)

2.6. Konuşlandırma ve Kontrol (Deployment and Control)

Proje döngüsünde bulunan konuşlandırma süreci içerisinde, uygulamanın proje verisini sistematik bir şekilde toplamak için geliştirilmiş olan web ara yüzü ile bağlantılı şekilde çalışmaktan olan MySQL veri tabanı kullanıma sunulmuştur. Karmaşık bir süreç olan proje verilerinin toplanması, geliştirilen web arayüzü ile veri tabanına kaydedilmesi, veri toplama sürecini sistematik hale getirerek kolaylaştırmaktadır.

Geliştirilen uygulamaların birbirleri ile bağlantılı çalışması sistem bütünlüğüne önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Toplanan veri Python programlama dilinin ilgili kütüphaneleri ile uzak sunucudan çekilerek makine öğrenmesi süreci gerçekleştirilmiştir. Projede görev alan ekip doğrultusunda elde edilen proje değerlendirme verisi üzerinde gerçekleşen makine öğrenmesi süreci ile ileride oluşturulacak benzer projelerde başarının öngörülmesi sağlanmaktadır, böylelikle gerçekleştirilen sürecin iş zekasına verdiği katkı ile orta ve üst seviye yöneticilerin vereceği kararlara destek sağlamaktadır.

3. TARTIŞMA ve SONUÇ (DISCUSSION and CONCLUSION)

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda da görüldüğü üzere; proje yönetim sistemlerinin makine öğrenmesi süreçleri ile ilgili uygulamaların genellikle belirlenen özel bir konu üzerinde yoğunlaşarak geliştirildiği görülmektedir. Ayrıca proje yönetim süreçlerinin farklı bileşenleri üzerinde gerçekleştirilen makine öğrenmesi yaklaşımlarının karar vericilere destek sunduğu gözlemlenmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında geliştirilen model ile farklı kurum ve kuruluşlarda farklı türden olabilecek projelerin, sonuçlarının öngörülmesi gerçekleştirilebilecektir. Geliştirilen web uygulaması, projenin alt bileşenleri ile değerlendirme kriterlerinin tanımlanarak bu doğrultuda veri temininin gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Hiyerarşik ve ilişkisel olarak veri tabanında saklanan proje verisi ile makine öğrenmesi süreçlerinin gerçekleştirilmesi için gereken yapının temelleri atılabilmektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen farklı bileşenleri ile ilgili bileşenlerin sahip olduğu farklı değerlendirme kriterleri olan projelerdeki bütün değerlendirme süreçleri tek bir çatı altında toplanıp geçmiş proje verileri, makine öğrenmesi sürecinde farklı algoritmalar üzerinde gerçekleştirilmiştir böylelikle gelecekte yapılması düşünülen benzer projelerin başarısının önceden tespit edilmesinin önü açılmıştır.

Geliştirilen uygulamada, makine öğrenmesinin, denetimli öğrenme kapsamında uygulanan regresyon yöntemlerinden Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression), Karar Ağaçları Regresyonu (Decision Tree Regression) ve Rassal Orman Regresyonu (Random Forest Regression) üzerinde proje verisi test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Destek Vektör Regresyonunun MAE değeri 2.100, MAPE değeri 0.029, RMSE değeri 3.058, R-Kare değeri 0.625, Karar Ağaçları Regresyonunun MAE değeri 0.581, MAPE değeri 0.007, RMSE değeri 1.005, R-Kare değeri 0.959, Rassal Orman Regresyonunun MAE değeri 0.684, MAPE değeri 0.009, RMSE değeri 1.040, R-Kare değeri 0.956 olarak gözlemlenmiştir. Bu bağlamda

uygulama kapsamında kullanılan veri üzerinde Karar Ağaçları Regresyon modelinin daha doğru sonuçlar sağladığı için kullanılmasına karar verilmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yapay zeka teknikleri kullanılarak, proje üretim süreci için geliştirilen sistemin; proje başarısının tahminini, tanımlanan proje bileşenlerinin değerlendirme kriterlerine tanımlanan personel doğrultusunda verilen puanlar çerçevesince başarılı bir şekilde gerçekleştirdiği görülmektedir. Böylelikle karar vericilere iş zekası temelli destek sağlanmıştır. Projenin bileşenleri ile tanımlanması ve veri toplama süreci için geliştirilen web platformu ile esnek bir yapı sağlanarak farklı türde projeler üzerinde yapay zeka tekniklerinin kullanımına da imkan sağlanabilmektedir.

Geliştirilen uygulama yazılımının daha kullanışlı olabilmesi için gelecek çalışmalarda makine öğrenmesi süreçlerinden elde edilen sonucun web platformları ile son kullanıcı ile buluşturulmasının yerinde olacağı düşünülmektedir.

4. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] M.O. Alınak, *Proje Yönetimi: Makaleler, Derlemeler, Örnek Olaylar*. İstanbul: Beta Yayınları, 2011.
- [2] M. K. Topçu, "Savunma tedarik proje yönetiminde entegre proje ekiplerinin kullanımına yönelik bir model önerisi," *Savunma Bilimleri Dergisi*, sayı. 39, ss. 211-248, 2021. Doi: 10.17134/khosbd.913768
- [3] A. Erdem, "Proje değerlendirme ölçeğinin uygulamasının analizi: fen bilimleri öğretmen projeleri örneği," *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, sayı. 38, ss. 79-94, 2014.
- [4] M. Kılınç, Ç. Tarhan ve C. Aydın, "Kitle Fonlaması Projelerinin Karar Ağacı ve Rastgele Orman Algoritmalarıyla Sınıflandırılması," *Journal of Information Systems and Management Research*, cilt. 2, sayı. 2, ss. 16-25, 2020.
- [5] F. Çelebi ve Y. Bulut, "Kurumsal kaynak planlaması (erp) ve erp yazılımı kullanan bir işletmenin incelenmesi," *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, sayı. 57, ss. 166-177, 2016.
- [6] N. Ömürbek, Y. Makas ve V. Ömürbek, "AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kurumsal proje yönetim yazılımı seçimi," *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı. 21, ss. 59-83, 2015.

- [7] C. Bilir ve Y. İnce, "Kurumsal proje yönetimi olgunluk modeli ve yerel yönetimler uygulaması," *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, cilt. 37, sayı. 3, ss. 391-422, 2019. Doi: 10.17065/huniibf.443498
- [8] M. Relich, "Project parameter estimation on the basis of an ERP database," *Foundations of Management*, cilt. 5, sayı. 2, ss. 49-58, 2013. Doi: 10.2478/fman-2014-0012
- [9] R. Pellerin, N. Perrier, X. Guillot ve P. M. Léger, "Project management software utilization and project performance," *Procedia Technology*, sayı. 9, ss. 857-866, 2013. Doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.095
- [10] J. Gil Ruiz, J. Martínez Torres ve R. González Crespo, "The application of artificial intelligence in project management research: A review," *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2020. Doi: 10.9781/ijimai.2020.12.003
- [11] M. H. Calp ve M. A. Akcayol, "Yazılım projeleri için yapay sinir ağlarına dayalı web tabanlı risk yönetim sisteminin tasarımı ve gerçekleştirilmesi: WEBRISKIT," *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt. 26, sayı. 5, ss. 993-1014, 2020. Doi: 10.5505/pajes.2019.29964
- [12] H. Li, S. Tang ve P. E. Love, "VHBuild. com: a Web-based system for managing knowledge in projects," *Internet Research*, 2002. Doi: 10.1108/10662240210447128
- [13] S. Ong ve S. Uddin, "Data science and artificial intelligence in project management: the past, present and future," *The Journal of Modern Project Management*, cilt. 7, sayı.4, 2020.
- [14] E. Buah, L. Linnanen, H. Wu ve M. A. Kesse, "Can Artificial Intelligence Assist Project Developers in Long-Term Management of Energy Projects? The Case of CO2 Capture and Storage," *Energies*, cilt. 13, sayı. 23, 6259, 2020. Doi: 10.3390/en13236259
- [15] P. Manik Reddy ve J. Iyer, "Effective collaboration across the globe through digital dash boards and machine learning," in *2018 IEEE/ACM 13th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE), May 2018*, pp. 30-34.
- [16] E. Ertuğrul, Z. Baytar, Ç. Çatal ve Ö. C. Muratlı, "Performance tuning for machine learning-based software development effort prediction models," *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, cilt. 27, sayı. 2, ss. 1308-1324, 2019. Doi: 10.3906/elk-1809-129
- [17] S. Sabahi ve M. M. Parast, "The impact of entrepreneurship orientation on project performance: A machine learning approach," *International Journal of Production Economics*, sayı. 226, ss. 1-14, 2020. Doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107621
- [18] P. Pospieszny, B. Czarnacka-Chrobot ve A. Kobylinski, "An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms," *Journal of Systems and Software*, sayı. 137, ss. 184-196, 2018. Doi: 10.1016/j.jss.2017.11.066
- [19] M. N. Mahdi, A. Yusof, L. K. Cheng, M. S. M. Azmi ve A. R. Ahmad, "Design and Development of Machine Learning Technique for Software Project Risk Assessment-A Review," in *2020 8th International Conference on Information Technology and Multimedia (ICIMU), August 2020*, ss. 354-362. Doi: 10.1109/ICIMU49871.2020.9243459
- [20] A. B. Peña, G. F. Castro, D. M. L. Alvarez, I. A. M. Alcivar, G. L. Núñez, D. D. Cevallos ve J. L. Z. Santa, "Method for Project Execution Control based on Soft Computing and Machine Learning," in *2019 XLV Latin American Computing Conference (CLEI), 2019*, ss. 1-7. Doi: 10.1109/CLEI47609.2019.235097
- [21] M. H. Calp ve M. A. Akcayol, "Optimization of project scheduling activities in dynamic CPM and PERT networks using genetic algorithms," *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, sayı. 22, cilt. 2, ss. 615-627, 2018. Doi: 10.19113/sdufbed.35437
- [22] S. Huber, H. Wiemer, D. Schneider ve S. Ihlenfeldt, "DMME: Data mining methodology for engineering applications—a holistic," *12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 18-20 July 2018, Gulf of Naples, Italy*. Doi: 10.1016/j.procir.2019.02.106
- [23] A. F. Fahmy, H. K. Mohamed ve A.H. Yousef, "A data mining experimentation framework to improve six sigma projects," in *2017 13th International Computer Engineering Conference*. Doi: 10.1109/ICENCO.2017.8289795
- [24] S. Kavitha, S. Varuna ve R. Ramya, "A comparative analysis on linear regression and support vector regression," in *2016 online international conference on green engineering and technologies (IC-GET), November 2016*. ss. 1-5. Doi: 10.1109/GET.2016.7916627

[25] V. Cherkassky ve Y. Ma, "Selection of meta-parameters for support vector regression," in *International Conference on Artificial Neural Networks*, Springer, Berlin, Heidelberg, August 2002, ss. 687-693. Doi:10.1007/3-540-46084-5_112

[26] R. San Millan-Castillo, E. Morgado ve R. Goya-Esteban, "On the use of decision tree regression for predicting vibration frequency response of handheld probes," *IEEE Sensors Journal*, cilt. 20, sayı. 8, ss. 4120-4130, 2019. Doi: 10.1109/JSEN.2019.2962497

[27] S. Doğan, Y. Büyükkör ve M. Atan, "A comparative study of corporate credit ratings prediction with machine learning," *Operations Research and Decisions*, sayı. 32, cilt. 1, ss. 25-47, 2022. Doi: 10.37190/ord220102

[28] L. Liang, L. Di, T. Huang, J. Wang, L. Lin, L. Wang ve M. Yang, "Estimation of leaf nitrogen content in wheat using new hyperspectral indices and a random forest regression algorithm," *Remote Sensing*, cilt. 10(12), sayı. 1940, 2018. Doi: 10.3390/rs10121940

[29] S. Doğan ve Y. Büyükkör, "Makine Öğrenmesi ile Finansal Zaman Serisi Tahminleme," *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, cilt. 24, sayı. 3, ss. 1205-1230, 2022. Doi: 10.26745/ahbvuibfd.1191080

[30] O. Israeli, "A Shapley-based decomposition of the R-square of a linear regression," *The Journal of Economic Inequality*, cilt. 5, sayı. 2, 199, 2007. Doi: 10.1007/s10888-006-9036-6