

Proje Yönetiminde Yapay Zekâ Tabanlı Paydaş Analizi Aracının Tasarımı

Gamzenur YILDIRIM^{*a}, Funda ŞAHİNER^a, Hamdi Tolga KAHRAMAN^a

^a Karadeniz Teknik Üniversitesi Of Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 23.11.2020
Kabul: 25.04.2021

Anahtar Kelimeler:
proje yönetimi,
paydaş analizi, yalın
bayes sınıflandırıcı,
yapay-zeka tabanlı
paydaş analizi aracı
tasarımı

ÖZ

Projelerin başarıya ulaşmasında başlıca faktör proje yönetimidir. Proje yönetimi uluslararası standartları tanımlanmış ve tanımlanmaya devam eden birçok süreçten ve öğeden oluşmaktadır. Bu süreçlerden biri de paydaş analizidir. Proje yönetiminde paydaş analizi konusunda dünyada ve ülkemizde standartları karşılayan bir yazılım aracına rastlanılmamaktadır. Dolayısıyla bu konuda ciddi bir eksiklik olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, uygulama alanından (proje konusundan) bağımsız olarak ve uluslararası standartlara göre paydaş analizi yapmayı sağlayan algoritmanın ve yazılım aracının tasarlanmasıdır. Bu amaçla öncelikle paydaş analizini problem alanından bağımsız olarak gerçekleştirmeyi sağlayan gereksinimler araştırılmış ve tanımlanmıştır. Gereksinimlerin tanımlanmasında ise uluslararası proje yönetim kurulunun belirlediği standartlar dikkate alınmıştır. Gereksinimlerin tanımlanmasından sonra paydaş analizinin aktörleri, her bir aktörün sahip olması gereken işlevler, paydaş analizi sınıfları ve veri modelleri geliştirilmiştir. Paydaş analizinin önemli bir aşaması analize kaynaklık teşkil edecek verinin etkili bir şekilde toplanması ve işlenmesidir. Bu amaçla mobil cihazlar üzerinden ve çeşitli sosyal medya uygulamalarından veri toplamayı sağlayan esnek bir uygulama mimarisi tasarlanmıştır. Yazılım mimarisinin tasarlanmasında ise yazılım tasarım prensiplerine bağlı kalmıştır. Paydaş analizinin kaynağı olan verilerin yapay zekâ tabanlı algoritmalar kullanılarak modellenmesinde ise yalın bayes sınıflandırma algoritmasını tatbik eden yazılım modülleri tasarlanmıştır. Tasarlanan paydaş analizi aracının gelecekteki birçok çalışmaya kaynaklık etmesi beklenmektedir.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2021.02.01>

Design of Artificial Intelligence Based Stakeholder Analysis Tool in Project Management

ARTICLE INFO

Received: 23.11.2020
Accepted: 25.04.2021

Keywords:
project
management,
stakeholder
analysis, naive
bayes classifier,
artificial
intelligence based
stakeholder analysis
tool design

ABSTRACT

The main factor in the success of the projects is project management. Project management consists of many processes and elements whose international standards have been defined and continue to be defined. One of these processes is stakeholder analysis. There is no software tool that meets the standards in stakeholder analysis in project management in the world and in our country. Therefore, it seems that there is a serious deficiency in this regard. The purpose of this study is to design the algorithm and software tool that enables stakeholder analysis independent from the field of application (project subject) and according to international standards. For this purpose, firstly, the requirements that enable stakeholder analysis to be carried out independently of the problem area have been researched and defined. In defining the requirements, the standards determined by the international project board are taken into consideration. After defining the requirements, actors of stakeholder analysis, the functions that each actor should have, stakeholder analysis classes and data models were developed. An important stage of stakeholder analysis is the effective collection and processing of data that will be a source for the analysis. For this purpose, a flexible application architecture is designed that enables data collection from mobile devices and various social media

*Corresponding author: gamzenur.yildirim2727@gmail.com

To cite this article: G. Yıldırım, F. Şahiner and H. Kahraman, "Design of Artificial Intelligence Based Stakeholder Analysis Tool in Project Management", *Gazi Journal of Engineering Sciences*, vol.7, no.2, pp. 81-89, 2021.

doi:<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2021.02.01>

applications. In designing the software architecture, it was adhered to the software design principles. In the modeling of data that is the source of stakeholder analysis using artificial intelligence-based algorithms, software modules that provide classification algorithms, primarily naive bayes and decision trees, are designed. The designed stakeholder analysis tool is expected to be the source of many future studies.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2021.02.01>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz dünyasında teknoloji, sanayi ve bilim alanında ki gelişmeler piyasa da ki rekabeti arttırmaktadır. Bu rekabet durumu içinde öne geçebilmek için yapılan projelerin başarıyla tamamlanması ve gerekli hedefleri yerine getirmesi gerekmektedir. Yapılan projenin başarısı ise proje gerçekleştirim süresince proje faaliyetlerinin ve kaynakların iyi bir planlama sürecinden geçirilmesiyle sağlanabilir. Bu planlama metodolojisine *Proje Yönetimi* denir. Proje yönetimi ilk çağ uygarlıklarından itibaren kullanılmıştır.

Proje, amaçlanan bir hedefi, belirli başlangıç ve bitiş noktası olan sınırlı bir finansmanla en iyi kaliteye ulaşmaya çalışılan ilişkili faaliyetlere denir. Projenin en önemli özelliği tekrarı olmamasıdır. Bir faaliyete proje denilebilmesi için ulaşılması gereken bir amacın olması, başlama ve bitiş tarihlerinin kararlaştırılması ve bir kaynağa sahip olması gerekir. Proje sınırlı bir sürede gerçekleştirilmesine rağmen ekonomik ve çevresel etkileri uzun süreli olacağından proje yönetimi oldukça mühim bir konudur.

Kaynaklara ulaşımın güçlüğü ve beklentilerde ki artıştan dolayı Proje yönetiminin önemi giderek artmaktadır. Projenin hedeflerinin etkin bir şekilde kararlaştırılması, sistemli ve mantıklı düşünmemizi sağlayarak mevcut kaynakların etkin kullanımını sağlar. Projede yaşanabilecek sorunların erken tespit edilebilmesini sağladığı gibi buna bağlı olarak projedeki gereksiz iş yükü oluşmasını ve lüumsuz kaynak harcanmasının önüne geçer, raporlama yapılmasına imkan sağlar.

Proje yönetiminde kullanılan araçlardan biri Berrocal J., Garcia-Alonso J., Murillo J.M. [1] tarafından geliştirildi. Farklı bölgelerdeki takımlar tarafından geliştirilen yazılım projeleri için takımlar arasındaki etkileşimi, iş birliğini ve süreç iyileştirmeyi artıran bir yazılım aracı geliştirildi. Gül, N, Arıcı, N. [2], Karınca Kolonisi Algoritmasını kullanarak proje ekiplerinin yapması gereken görevleri en kısa zamanda yapılabilmesi için gerekli olan kaynak atamasını gerçekleştirmek için yapay zeka tabanlı proje takvim planı oluşturulmuştur.

Proje yönetimini en iyi şekilde gerçekleştirebilmek için proje yaşam döngüsü boyunca uygulanacak yönetim süreçlerine ve yönetim alanlarına hakim olunmalıdır. Projenin başarılı bir şekilde sonuçlanabilmesi için bu yönetim alanlarının süreç adımları ile birlikte etkileşim halinde olması ve uyum içinde yürütülmesi gerekmektedir. Proje yönetim süreçleri farklı büyüklüklerdeki projelerde ve farklı sektörlerde geçerlilik göstermektedir. Proje yönetim süreçleri ISO 21500 standartlarına göre 5 ana süreçten meydana gelmektedir ve bu süreçler birbirleriyle etkileşim halindedir. Bunlar sırasıyla başlama, planlama, yürütme, denetleme ve kapanıştır. Proje yönetim alanları ise projenin yöntem ve teknik yönleri ile ilgili ISO 21500 standardında; bütünleştirme, paydaş, kaynak, kapsam, zaman, maliyet, risk, kalite, tedarik, iletişim olmak üzere on ana başlıktan oluşmaktadır [3-4].

Mevcut proje yönetimi uygulamaları kaynak planlama, zaman takip, maliyet takibi, iletişim kurma gibi proje yönetim hizmetleri sunarak takip ve raporlama ile proje yaşam döngüsü boyunca zamanı verimli kullanma, kaynakların etkin kullanımı, ilerlemeyi ve oluşabilecek riskleri izleyebilmeyi ve kolayca yönetebilmeyi amaçlamaktadır. Bu uygulamaların çoğunda proje süreç adımlarını uygularken proje başarısını önemli derecede etkileyen paydaş analizi adımını gerekli düzeyde gerçekleştirmemektedir.

Paydaş gerçekleştirmek istediğiniz projeden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenebilecek, projeyi olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek kişi, kurum veya organizasyonlardır. Paydaşlar proje ekibi içerisinde yer alarak iç paydaş veya dış paydaş olabilir, proje içerisinde aktif ve ya da pasif olabilirler. Başka bir deyişle paydaşlar, projenin başarısında “pay sahibi” kişilerdir. Paydaş yönetimi her projenin başarısı için ciddi öneme sahip bir proje yönetim alanlarından biridir.

Paydaş analizi uygulamasındaki amacımız, paydaş yönetim alanına eğilerek projenin başarısını artırmaktır. Bu çalışmada uygulama alanından (proje konusundan) bağımsız olarak ve uluslararası standartlara göre paydaş analizi yapmayı sağlayan

yazılım aracını yapay zeka algoritması kullanarak gerçekleştirmeyi hedeflemekteyiz.

1.1. Problem Tanımı (*Defination of the Problem*)

Proje yönetimi uluslararası standartlara sahip olan birçok süreçten ve öğeden oluşmaktadır. Bu standartlar çerçevesinde birçok yardımcı yazılım aracı kullanılmaktadır. Projenin başarısını sağlamak için paydaşların gereksinimlerinin karşılanması ve memnuniyetinin sağlanması şarttır. Bir projeyi geliştiren ekipten, o projeden olumlu/olumsuz etkilenecek kişiye kadar herkes projenin için paydaştır. Projenin varlığı, paydaşlar tarafından benimsenmesine bağlıdır. Paydaşlar bir projenin olmazsa olmazıdır. Proje geliştirmeye karar verildiğinde projenin; hangi ekip tarafından ne kadar sürede, hangi amaca hizmet edeceği önceden belirlenmelidir. Günümüzde gelişen ihtiyaçlara daha önce tecrübe edinilmemiş yenilikçi projeler yapılmaya çalışılmaktadır. Bu doğrultuda müşteri ve paydaşlarının beklentilerini anlamak ve memnuniyetini sağlamak, projenin risklerini azaltmak, proje yönetimi sürecinin yapısını belirlemek için paydaş analizinin iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Paydaş memnuniyeti proje hedefi olarak tanımlanmalı, analiz edilmeli ve yönetilmelidir. Peki paydaşlar projelerin hangi aşamalarında bulunmalıdır? Projeye ne kadar dahil edilmektedir? Etkili paydaş katılımı aynı zamanda çelişen çıkarları yönetmek, proje kararları ve faaliyetlerine uygun paydaş katılımını teşvik etmek için sürekli iletişim üzerine odaklanmaktadır.

Paydaşların katılımı, anketlere ve odak gruplarına ara sıra yapılan katkılardan finansal, politik veya diğer destek türlerini içeren tam proje sponsorluğuna kadar değişebilir. Proje katılımının türü ve düzeyi, projenin yaşam döngüsü boyunca değişebilir. Bu nedenle, paydaşları başarılı bir şekilde tanımlamak, analiz etmek ve katılımı sağlamak ve proje beklentileri ile proje yaşam döngüsü boyunca katılımını etkili bir şekilde yönetmek proje başarısı için kritik öneme sahiptir.

Proje yönetimi ile ilgili standartları incelediğimizde proje yaşam döngüsünün neredeyse her aşamasında paydaşlarla sürekli iletişim halinde olmamız gerektiği açıkça görülmektedir. Gelişen teknoloji ve imkanlar ile birlikte paydaşların proje hakkındaki fikirlerini sürekli gözetmek ve paydaşlar ile proje süreçlerini paylaşarak ilerlemek mümkündür.

Paydaşların da dahil edildiği bir proje yönetim süreci proje için oluşabilecek riskleri azaltmayı sağlayacağı gibi proje başarısını da arttıracaktır. Proje yönetiminde paydaş analizi konusunda dünyada ve ülkemizde standartları karşılayan bir yazılım aracına rastlanmamaktadır.

1.2. Yöntem (*Definition of the Problem*)

Uluslararası standartlarda paydaşların tanımlanması, katılımlarının planlanması, yönetilmesi ve izlenmesi aşamalarında kullanılan araç ve teknikler arasında anketler tercih edilmektedir [3]. Geliştirilen paydaş analizi aracının tasarımında paydaşların fikirlerini/değerlendirmelerini almak, alınan fikir ve değerlendirmeleri yapay zeka algoritması ile analiz etmek ve bu doğrultuda analiz sonuçlarının görsel olarak raporlanması sağlanmaktadır.

Projede; projenin oluşturulması ve proje yöneticisi tarafından projenin başarısını sağlayan oluşturulan anketlerin paydaşlara gönderilmesi ve anketlerin geri dönüşünün alınması için bir paydaş analizi uygulaması geliştirilecektir. Proje yöneticisi tarafından projenin aşamalarından oluşturulan anketlere ve alınan anket sonuçlarının tutarlılığını sağlamak için veri temizleme yapılacaktır. Veri temizleme sonrasında alınan sonuçlar veri sınıflandırması yaparak alınan sonuçları sınıflandırarak projenin dış paydaşlarının proje yöneticisinin soruları ile projenin bazı metriklerine nasıl bakıldığı analiz edilecek ve bundan sonraki aşamalarda bu paydaş sınıflarının projenin başarısına ve onlara hitap edecek şekilde yönetilmesi esas alınacaktır. Dış paydaşlardan alınan sonuçların projenin iç ve her bir dış paydaş grubu için (n-1) tane dış paydaş için etkisi sayısal metrikler ile ifade edilerek alınan sonuçların sisteme etkisi değerlendirilmek üzere nitelendirilecektir.

Sınıflandırmada temel amaç, nesnelerin sahip olduğu özelliklere bakılarak nesnelerin hangi sınıfa ait olduğunun belirlenme işlemidir. Veri madenciliğinde çok farklı sınıflandırma türleri ve algoritmaları bulunmaktadır. Karar ağaçları, en yakın komşu sınıflandırıcı, yalın bayes, yapay sinir ağları bunlardan bazılarıdır. Projede nümerik (sayısal) olmayan bağımsız değişkenlerin tanımlandığı anketlerin değerlendirilmesinde istatistiksel bir yöntem olan yalın bayes kullanılacaktır [5-9]. Veri setinin olasılıklar tablosuna dönüştürüldüğü ve bu olasılık tablosundaki bilgilerin kullanılması suretiyle sınıflandırma kararlarının verildiği yalın bayes

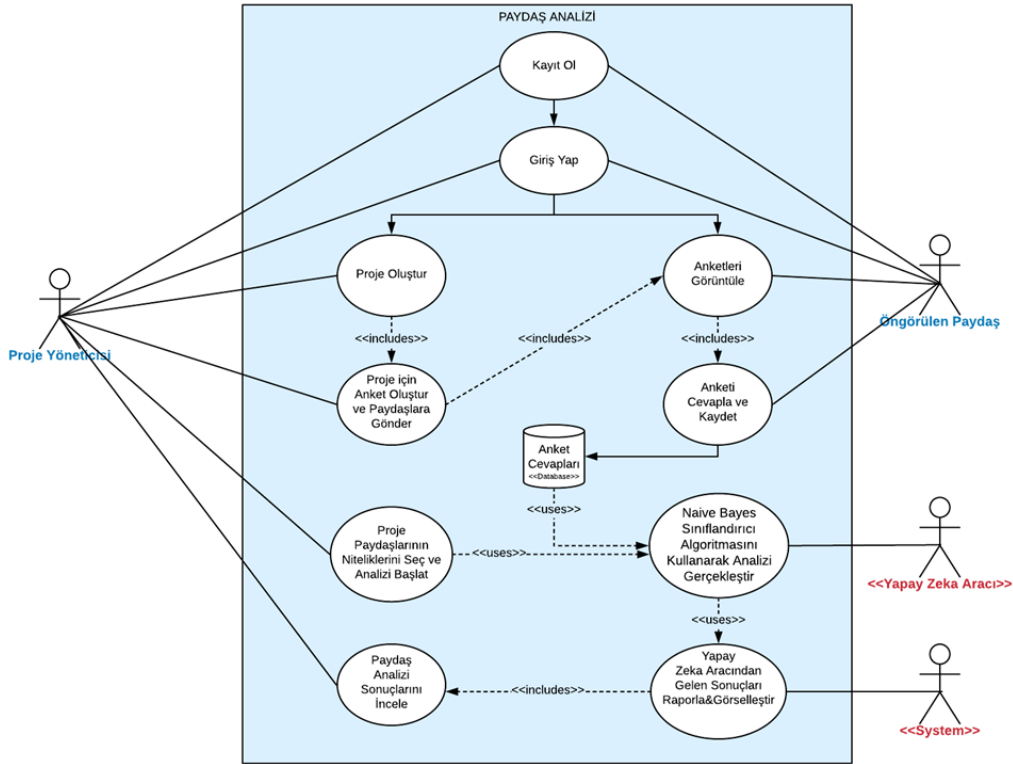
yöntemi k-nn algoritmasına kıyasla çok daha hızlı cevap üretmekte ve web ortamında etkili bir çözüm olabilmektedir.

1.2.1. Analiz (Analysis)

Paydaş analizini projeden bağımsız olarak gerçekleştirmeyi sağlayan gereksinimler araştırılmış ve tanımlanmıştır. Gereksinimlerin tanımlanmasında ise uluslararası proje yönetim kurulunun belirlediği standartlar dikkate alınmıştır. Gereksinimlerin tanımlanmasından sonra paydaş analizinin aktörleri, her bir aktörün sahip olması gereken işlevler, paydaş analizi sınıfları ve veri modelleri geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar neticesinde “Paydaş Analizi” aracı için kullanım senaryosu (use case) diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 1). Paydaş analiz anketi, paydaşların hepsini temsil eden bir kısmının

incelenerek, paydaşların hepsi hakkında çıkarımlar yapmaya yarayan bir araştırma yöntemidir. Paydaşlar anketleri genellikle niceliksel olmaktadır. Paydaş analiz anketlerinden elde edilen veriler sayısal olmasa da anketlerden elde edilen bilgiler çoğunlukla sayısal yöntemler kullanılarak analiz edilmeye çalışılır. Paydaş analizi aracı ile hazırlanan anket soruları çeşitli kalıplarda olabilir. Paydaş anketleri belirli kurallara göre hazırlanmış sorular ve kalıp haline getirilmiş bir anket formu kullanılarak paydaş kümesinden sayısallaştırılabilecek veri toplamayı amaçlar. Bundan dolayı incelenen paydaş analiz anketlerine göre paydaş analiz aracında hazırlanacak olan anket soru kalıpları Tablo 1’deki gibi belirlenmiştir. Paydaşların anket sorularına verdiği cevaplar aşağıdaki gibi sıralı şekilde değerlendirilir ve tutulur. Bunun sonucunda veriler sınıflandırma algoritması ile sınıflandırma yapılabilecek halde sayısallaştırılır.



Şekil 1. Paydaş Analizi Aracı için Kullanım Senaryosu (Use Case for Stakeholder Analysis Tool)

Tablo 1. Anket Soru Kalıpları (Survey Question Patterns)

Anket Sorularının Alabileceği Değerler											
1	Kesinlikle Katılmıyorum	Çok az	Asla	Hiç Memnun değilim	Son Derece Olumsuz	Hiç İyi Değil	Hiç Katılmıyor	Hiç Net Değil	Hiç	Hiçbir Zaman	Hiç Faydalı Olmadı
2	Katılmıyorum	Az	Günlük	Memnun Değilim	Olumsuz	İyi Değil	Katılmıyor	Net Değil	Bazen	Arada Bir	Faydalı Olmadı
3	Kararsızım	Orta	Haftalık	Kısmen Memnunum	Ne olumlu Ne Olumsuz	Kısmen İyi	Biraz Katılıyor	Kısmen Net	Orta Sıklıkta	Bazen	Biraz Faydalı Oldu
4	Katılıyorum	Fazla	Aylık	Memnunum	Olumlu	İyi	Katılıyor	Net	Çok Sık	Çoğu Zaman	Faydalı Oldu
5	Kesinlikle Katılıyorum	Çok Fazla	Yıllık	Çok Memnunum	Oldukça Olumlu	Çok iyi	Son Derece Katılıyor	Son Derece Net	Son Derece Sık	Her Zaman	Çok Faydalı Oldu

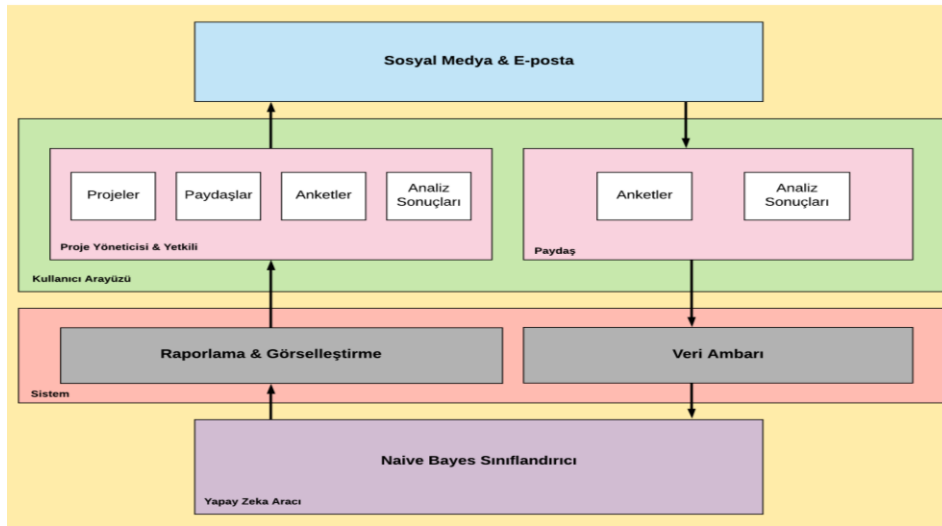
Bu cevap kalıplarıyla hazırlanan anketlerle paydaş analizini yapmamıza yarayacak bilgi, düşünce, görüş ve beklentileri tespit edilmek istenen paydaş kümesinin verileri sistematik bir şekilde toplanacaktır.

1.2.2. Tasarım (Design)

Paydaş analizinin önemli bir aşaması analize kaynaklık teşkil edecek verinin etkili bir şekilde toplanması ve işlenmesidir [10-17]. Bu amaçla mobil cihazlar ve çeşitli sosyal medya uygulamaları aracılığı ile geliştirilen yazılım aracı üzerinde veri girişi

sağlayan esnek bir uygulama mimarisi tasarlanmıştır (Şekil 2).

Yazılım tasarımında ve mimarisinin oluşturulmasında uluslararası standartlarına uygun olarak yazılım geliştirme prensiplerine bağlı kalınmıştır. Yetkili kullanıcıya sistemin karmaşıklığına karşın basit ve akıcı bir arayüz ile analizi başlatma, raporları görüntüleme özellikleri kazandırılmıştır.



Şekil 2. Uygulama Mimarisi (Application Architecture)

1.2.3. Paydaş Analizinde Yapay Zeka (*Artificial intelligence in stakeholder analysis*)

Paydaş Analizi sisteminin veri tabanında paydaşların anketlerden elde edilen özellikleri ve bu özelliklerin işlenmesiyle elde edilen bilgileri tutulacaktır. Bu verilerin işlenmesi ve anlamlı bilgi çıkarımı için kural tabanlı bir çıkarım mekanizması hazırlanmıştır. Kural tabanlı çıkarım mekanizmasında paydaşların anket verilerinde ki iletişim, yeterlilik, bilgi sahipliği, güvenlik, heveslilik, isteklilik, duyarlılık alanları incelenen paydaş anketleri

örneklerine göre kurallar tanımlanmıştır. Paydaşların verilen alanlardan herhangi birine verdiği cevaplar o sınıfa ait kurallara göre değerlendirilir. Paydaşlardan alınan anket verileri (ham veri) bu şekilde anlamlı bilgilere dönüştürülür. Sınıflandırıcı algoritma paydaşların projeyi destekleme durumlarını anket sorularından elde edilen özellik değerlerine göre sınıflandırır. Tablo 2’de paydaş analizi modelinde paydaşların analizi yaparken dikkate alacağımız bağımsız değişkenler, hedef parametre ve aldığı değer aralığı bulunmaktadır.

Tablo 2. Paydaş Analizi Modelinin Parametreleri (*Parameters of the Stakeholder Analysis Model*)

	Paydaş Analizi Bağımsız Değişkenleri							Çıktı
Özellik	İletişim	Yeterlilik	Bilgi Sahipliği	Güvenilirlik	Heveslilik	İsteklilik	Duyarlılık	Projenin Desteklenmesi
Aldığı Değer	[1.0-5.0]	[1.0- 5.0]	[1.0-5.0]	[1.0 - 5.0]	[1.0 - 5.0]	[1.0-5.0]	[1.0-5.0]	Olumlu Olumsuz

Paydaş verileri alanında ki her bir paydaş nesnesinin bireysel özellikleri vardır. *o*, bir paydaş verisi olduğunu varsayalım. Paydaşın bu *o* nesnesiyle projeyi destekleme durumu, bu nesnenin bireysel ve ilişkisel nitelikleri hakkındaki verdiği değerlere(verilerine) bağlı olarak bulunur. Paydaşın bu *o* nesnesinin bireysel nitelikleri hakkındaki cevap verdiği anket soruları:

paydaşın iletişim derecesi “Id”, paydaşın proje hakkında yeterlilik derecesi “Yd”, paydaşın proje hakkında bilgi sahipliği derecesi “BSd”, paydaşın proje hakkında güvenilirlik derecesi “Gd”, paydaşın proje hakkında heveslilik derecesi “Hd”, paydaşın isteklilik derecesi “Pid”, paydaşın proje hakkında duyarlılık derecesi “Dd” ve bu cevaplara ait paydaşın projeyi destekleme durumu “Pdd”, dir. Paydaşın yapılan anketler sonucunda her bir paydaşın bağımsız değişken derecelerinin hesaplanması:

Tasarlanan modelde bir paydaş anket verisine ait bütün nitelikler için paydaşın nitelik değerlerinin ne kadar olduğu gösterilmektedir. Bu olması gereken değerler incelenen anketler sonucunda karar verilmiştir. Bir paydaşın nitelik değeri “Pd” ve bu nitelik değerinin olması gereken düzey “Od” olsun. “Od”, “Pd” ve nitelik derecelerinin bulunması için hazırlanan kurallara göre *Id, Yd, BSd, Gd, Hd, Pid, Dd, Pdd* dereceleri 5 farklı değer alabilir. Bunlar “çok az”, “az”, “orta”, “fazla”, “çok fazla”dır.

Id, Yd, BSd, Gd, Hd, Pid, Dd, Pdd =

$$\begin{cases} Kt < Od/5 \rightarrow \text{“Çok az”} \\ Od/5 < Kt < Od/4 \rightarrow \text{“az”} \\ Od/4 < Kt < Od/3 \rightarrow \text{“orta”} \\ Od/3 < Kt < Od/2 \rightarrow \text{“fazla”} \\ Od/2 < Kt \rightarrow \text{“Çok fazla”} \end{cases} \quad (1)$$

Hazırlanan uygulama tarafından toplanan paydaş verilerinin işlenmesinin ardından veriler içinde ki her bir paydaş nesnesinin bireysel *<Id, Yd, BSd, Gd, Hd, Pid, Dd, Pdd>* 6 özellik değeri ile paydaşın faydalı bilgileri elde edilmiş olur. Bu adımdan sonra paydaş verilerinde ki her bir nesne için bu 6 niteliğin değerlerine bağlı olarak paydaşın projeyi destekleme durumu hesaplanır.

Anketler ile paydaşlardan toplanan veriler kullanılan sınıflandırıcı algoritmanın değişkenlerini temsil etmektedir. Sınıflandırıcı algoritma oluşturulan paydaş nesnelere her birini değişken değerlerine göre sınıflandırır. Paydaş analizinde, kullanıcı modelleme problemlerinde en çok kullanılan algoritmalar Naive Bayes Sınıflandırıcı (NBS) kullanıldı. Naive Bayes istatistiksel (olasılıksal) sınıflandırma yöntemidir. Naive Bayes sınıflandırıcısı Bayes teoremini temel alır. Naive Bayes sınıflandırıcılar, bir verinin değerinin belirli bir sınıf üzerindeki etkisinin, diğer verilerin değerlerinden bağımsız olduğunu varsayar. Bu durum sınıf koşullu

bağımsızlık olarak da bilinir. Naive Bayes algoritmasının kullanılmasının sebebi, bir paydaşın sınıfını belirleyen niteliklerinin birbirinden bağımsız olmasıdır. NBS bir verinin hangi olasılıkla hangi sınıfa dahil olduğunu kestirmeyi sağlar. NBS 'de her paydaş ait olduğu sınıfın etiketini alır. Bu NBS' nin eğitim setini oluşturur. Az sayıda veri kümesiyle eğitim yapıldığında yeni bir örnek sınıf oluşabilir. NBS' nin bu özelliğinden dolayı NBS danışmalı öğrenme algoritması olarak bilinir. Eğitim verisinde her bir nesne n-boyutlu nitelik vektörü $\langle a_1, a_2, a_3, \dots, a_n \rangle$ ve bu özelliklere karşılık gelen bir sınıf etiketi "C", m-boyutlu olarak bulunur. Naive Bayes algoritmasında yeni bir nesnenin sınıflandırılması için o nesneyi tanımlayan niteliklerin değerlerine bakarak nesnenin en yüksek olasılıkla hangi sınıftan olduğu aşağıda Denklem 2 de verilmiştir. Bu metod "Maksimum Posterior Probability (MAP)" olarak bilinir [5, 18].

$$C_{MAP} = \underset{c_m \in C}{\operatorname{argmax}} P(c_m | a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) \quad (2)$$

Bayes Teoremine göre düzenlendiğinde:

$$C_{MAP} = \underset{c_m \in C}{\operatorname{argmax}} \frac{P(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n | c_m) P(c_m)}{P(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)} \quad (3)$$

$$= \underset{c_m \in C}{\operatorname{argmax}} P(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n | c_m) P(c_m) \quad (4)$$

Naive Bayes teoreminde bir nesnenin sınıfı bulunmaya çalışıldığında her bir nitelik değerinin $\langle a_1, a_2, a_3, \dots, a_n \rangle$ birbirinden bağımsız olduğu kabul edilir. Bu duruma bağlı olarak hedef nesnenin hangi sınıf etiketini alacağına bulunması için niteliklerin ayrı ayrı bu sınıf etiketi için olasılık değerinin bulunması ve sonuçların değerlendirilmesi aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

$$C_{NB} = \underset{c_m \in C}{\operatorname{argmax}} P(c_m) \prod_{i=1}^n (a_i | c_m) \quad (5)$$

NBS, paydaş verilerinde ki her bir nesne için paydaşın projeyi destekleme durumunu belirler. Paydaş verilerinden elde edilen bilgilerle elde belirlenen ve tanımlanan kurallar doğrultusunda düzenlenen "paydaş proje destekleme durumu için şartlı olasılık dağılımları" verilmiştir. Tablo 3 de 350 veriden oluşan eğitim kümesi kullanılarak oluşturulmuştur.

Paydaş örnekleri kümesindeki özellikler paydaş proje destekleme modelindeki $\langle Id, Yd, BSd, Gd, Hd, İsteklilik, Duyarlılık \rangle$ uygun etiketlere atanırlar. Bu altı özellik değerine göre NB sınıflandırıcı algoritması her bir için paydaş proje destekleme durumu "olumlu" ya da "olumsuz" olarak sınıflandırır.

$\langle Id, Yd, BSd, Gd, Hd, İsteklilik, Duyarlılık \rangle$ uygun etiketlere atanırlar. Bu altı özellik değerine göre NB sınıflandırıcı algoritması her bir için paydaş proje destekleme durumu "olumlu" ya da "olumsuz" olarak sınıflandırır.

Tablo 3. Paydaş Proje Destekleme Durumu için Şartlı Olasılık Dağılımları (Conditional Probability Distributions for Stakeholder Project Support Status)

Özellik Adı		OLUMLU (186)	OLUMSUZ (164)
İletişim	Çok Az (70)	31/186	39/164
	Az (70)	42/186	28/164
	Orta (70)	43/186	27/164
	Fazla (70)	41/186	29/164
	Çok Fazla (70)	43/186	27/164
Yeterlilik	Çok Az (70)	22/186	48/164
	Az (70)	47/186	23/164
	Orta (70)	46/186	24/164
	Fazla (70)	42/186	28/164
	Çok Fazla (70)	53/186	17/164
Bilgi Sahipliği	Çok Az (71)	24/186	47/164
	Az (74)	36/186	38/164
	Orta (75)	41/186	34/164
	Fazla (72)	44/186	28/164
	Çok Fazla (58)	41/186	17/164
Güvenilirlik	Çok Az (70)	24/186	46/164
	Az (67)	21/186	46/164
	Orta (71)	37/186	34/164
	Fazla (72)	51/186	21/164
	Çok Fazla (70)	53/186	17/164
Heveslilik	Çok Az (71)	21/186	50/164
	Az (67)	24/186	43/164
	Orta (68)	45/186	23/164
	Fazla (70)	46/186	24/164
	Çok Fazla (74)	50/186	24/164
İsteklilik	Çok Az (67)	19/186	48/164
	Az (68)	20/186	48/164
	Orta (71)	43/186	28/164
	Fazla (70)	50/186	20/164
	Çok Fazla (74)	54/186	20/164
Duyarlılık	Çok Az (73)	25/186	48/164
	Az (68)	34/186	34/164
	Orta (72)	46/186	26/164
	Fazla (68)	39/186	29/164
	Çok Fazla (69)	42/186	27/164
Paydaşın Proje Destekleme Durumunun "Olumlu" ve "Olumsuz" olması olasılıkları		186/350	164/350

Paydaş verilerinin etiketlenmesi aşağıdaki gibidir:

- i. Paydaşın iletişim derecesi "Id"
- ii. Paydaşın proje hakkında yeterlilik derecesi "Yd"
- iii. Paydaşın proje hakkında bilgi sahipliği derecesi "BSd"
- iv. Paydaşın proje hakkında güvenilirlik derecesi "Gd"
- v. Paydaşın proje hakkında heveslilik derecesi "Hd"
- vi. Paydaşın isteklilik derecesi "İd"
- vii. Paydaşın proje hakkında duyarlılık derecesi "Dd"
- viii. Paydaşın projeyi destekleme durumu "PDd"

Örnek Durum: Anket yapılan bir paydaşın projeyi destekleme durumu belirlenecektir. Paydaşın anketlere verdiği cevaplara göre paydaş nesnesi aşağıda Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4. Paydaş Nesnesi(Stakeholder Object)

Nesne	Id	Yd	BSd	Gd	Hd	Pld	Dd	PDd
a'	Az	Fazla	Orta	Çok Fazla	Çok Az	Az	Orta	?

Yukarıdaki tabloda bulunan paydaş anket değerlerine göre paydaşın projeyi destekleme durumu NB sınıflandırıcı kullanılarak bulunacaktır. NB Sınıflandırıcı tabloda ki verilere göre örnek durumu aşağıda ki şekilde ki gibi sınıflandırır: PDD (Paydaş Proje Destekleme Durumu) değerinin sınıfını (Olumlu, Olumsuz) bulmak için denklem 6 kullanılır [18]:

$$C_{NB} = \underset{c_m \in C}{\operatorname{argmax}} P(c_m) \prod_{i=1}^n (a_i | c_m) \quad (6)$$

$$C_{NB} = \underset{c_m \in (\text{olumlu}, \text{olumsuz})}{\operatorname{argmax}} P(c_m) P(Id = Az | c_m) P(Yd = Fazla | c_m) P(BSd = Orta | c_m) P(Gd = Çok Fazla | c_m) P(Hd = Çok Az | c_m) P(Pld = Az | c_m) P(Dd = Orta | c_m) \quad (7)$$

PDD hedef değerinin hangi paydaş sınıfına ait olduğunu bulmak için $\langle Id, Yd, BSd, Gd, Hd, Pld, Dd \rangle$ niteliklerinin her bir sınıf için olasılığını hesaplamamız gerekmektedir. Bu durumda 7 özellik değerinin 2 farklı sınıf için (olumlu, olumsuz) değeri hesaplanır.

$$P_{olumsuz} = \frac{164}{350} * \frac{28}{164} * \frac{28}{48} * \frac{34}{164} * \frac{17}{164} * \frac{50}{164} * \frac{164}{164} = 0,415238 * 10^{-5}$$

$$P_{olumlu} = \frac{186}{350} * \frac{42}{186} * \frac{42}{186} * \frac{41}{186} * \frac{53}{186} * \frac{21}{186} * \frac{20}{186} * \frac{46}{186} = 0,510998 * 10^{-5}$$

Elde edilen en büyük olasılık değerini normalize edilecek olursa:

$$P_{norm} = \left(\frac{0,510998 * 10^{-5}}{0,415238 * 10^{-5} + 0,510998 * 10^{-5}} \right) = 0,55$$

Yukarıda ki olasılık hesabına göre kullanıcının PDD değeri için ait olduğu sınıf “olumlu” dur.

SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bu makale çalışmasında, proje yönetiminde yapay zeka tabanlı çözüm geliştirme üzerine önemli bir çalışma sunulmuştur. Proje yönetimindeki en önemli süreçlerden biri olan paydaş analizi konusunda yapay zeka tabanlı çalışan bir uygulama çerçevesi tanıtılmıştır. Paydaş analizi sürecinin problem alanından ve tüm kısıtlardan bağımsız bir şekilde ve uluslararası standartları gözeterek gerçekleştirebilmek büyük zorluklar içermektedir. Yüksek düzeyli soyutlama yeteneğine sahip ve modüler olarak geliştirilmiş öğelerden oluşan bir yazılım çevresini tasarlayarak bu zorluklar aşılmıştır. Bu makale, böylesi bir yazılım çevresinin tasarlanması yönünde yürütülmüş öncü çalışmalardan biri olarak literatüre kazandırılmıştır. Geliştirilen yazılım çevresi sayesinde proje konusundan bağımsız bir şekilde paydaşların tanımlanması, paydaş analizi konusunun modellenmesi ve analiz sürecinin aktör ve öğelerinin esnek bir şekilde sisteme entegre edilmeleri sağlanabilmektedir. Paydaşlara sunulacak anketler dinamik yapıda tasarlanmıştır. Gelecek çalışmalarda geliştirilen yazılımın büyük çaplı projelerde test edilmesi üzerine faaliyetlerin yürütülmesi planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışmada yürütülen faaliyetler, 2020 yılında TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında 1919B011903604 numaralı proje olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BİLDİRİMİ (CONFLICT OF INTEREST STATEMENT)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] J. Berrocal, J. García-Alonso and J. M. Murillo, “Lean management of software processes and factories using business process modeling techniques”, in *International Conference on Product Focused Software Process Improvement*, Springer, Berlin, Heidelberg, June 2010, pp. 321-335.
- [2] N. Gül ve N. Arıcı, “Karıncı Kolonisi Algoritması ile Yazılım Proje Takvimi Oluşturma”, *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, vol. 8, pp. 38-47, 2018.

- [3] Ç. Elmas, A. Elmas, *Uluslararası Standartlara Göre Proje Yönetimi*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2018.
- [4] A. Guide, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*, 6th ed, Newtown Square, *PA Project Management Institute*, 2017.
- [5] H. T. Kahraman, S. Sagiroglu, and I. Colak, "Novel user modeling approaches for personalized learning environments," *International Journal of Information Technology & Decision Making*, vol. 15, pp. 575-602, 2016.
- [6] D. D. Lewis, "Naive (Bayes) at forty: The independence assumption in information retrieval," in *European conference on machine learning*, Springer, Berlin, Heidelberg, April 1998, pp. 4-15.
- [7] M. Granik and V. Mesyura, "Fake news detection using naive Bayes classifier," in *2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, May 2017, pp. 900-903.
- [8] J. Abellán and J. G. Castellari, "Improving the Naive Bayes classifier via a quick variable selection method using maximum of entropy," *Entropy*, vol.19, no. 6, pp. 1-17, 2017.
- [9] N. Jing, Z. Wu, S. Lyu and V. Sugumaran, "Information credibility evaluation in online professional social network using tree augmented naïve Bayes classifier," *Electronic Commerce Research*, vol. 21, pp. 1-25, 2019.
- [10] A. A. Elias, R. Y. Cavana and L. S. Jackson, "Stakeholder analysis for R&D project management," *R&D Management*, vol. 32, no. 4, pp. 301-310, 2002.
- [11] A. L. Jepsen and P. Eskerod, "Stakeholder analysis in projects: Challenges in using current guidelines in the real world," *International Journal of Project Management*, 27(4), pp. 335-343, 2009.
- [12] S. Missonier, and S. Loufrani-Fedida, "Stakeholder analysis and engagement in projects: From stakeholder relational perspective to stakeholder relational ontology," *International Journal of Project Management*, vol. 32, no. 7, pp. 1108-1122, 2014.
- [13] R. J. Yang, "An investigation of stakeholder analysis in urban development projects: Empirical or rationalistic perspectives," *International Journal of Project Management*, vol. 32, no. 5, pp. 838-849, 2014.
- [14] G. F. de Oliveira and R. Rabechini, "Stakeholder management influence on trust in a project: A quantitative study," *International Journal of Project Management*, vol. 37, no. 1, pp. 131-144, 2019.
- [15] N. P. Srinivasan and S. Dhivya, "An empirical study on stakeholder management in construction projects," *Materials Today: Proceedings*, vol. 21, pp. 60-62, 2020.
- [16] A. Ahmadi, R. Kerachian, R. Rahimi and M. J. E. Skardi, "Comparing and combining Social Network Analysis and Stakeholder Analysis for natural resource governance," *Environmental Development*, vol. 32, pp. 100-451, 2019.
- [17] S. R. Pandi-Perumal, J. L. Zeller, S. Parthasarathy, R. E. Freeman and M. Narasimhan, "Herding cats and other epic challenges: Creating meaningful stakeholder engagement in community mental health research," *Asian journal of psychiatry*, vol. 42, pp. 19-21, 2019.
- [18] Ş. Sağıroğlu, İ. Çolak ve H. T. Kahraman, "Geleneksel Web Tabanlı Öğretim Sistemlerinden Uyarlanın Öğretim Sistemlerine Geçiş: ÜHOS İçin Tasarım Yaklaşımlarının İncelenmesi," *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, vol. 23, no. 4, pp. 837-852, 2008.

NOT:

Bu makale, Uluslararası Mühendislikte Yapay Zeka ve Uygulamalı Matematik Konferansı (UMYMK 2020), 9 – 10 – 11 Ekim 2020, Antalya, Türkiye, isimli konferansında sunulmuş bildirinin genişletilmiş halidir.