



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC



Çevik proje yönetiminde scrum takımlarının başarı sınıflandırmasına yönelik bir ÇKKV modeli: AHS bütünleşik TOPSIS-Sort-B

An MCDM Model for sorting the performance of scrum teams in agile project management: AHP integrated TOPSIS-Sort-B

Yazar(lar) (Author(s)): Neslihan YEGEN¹, Sait GÜL²

ORCID¹: 0000-0001-6183-1535

ORCID²: 0000-0002-6011-0848

To cite to this article: Yegen N., Gül S., “Çevik proje yönetiminde scrum takımlarının başarı sınıflandırmasına yönelik bir çkkv modeli: ahs bütünleşik TOPSIS-Sort-B”, *Journal of Polytechnic*, 27(2): 731-748, (2024).

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Yegen N., Gül S., “Çevik proje yönetiminde scrum takımlarının başarı sınıflandırmasına yönelik bir çkkv modeli: ahs bütünleşik TOPSIS-Sort-B”, *Politeknik Dergisi*, 27(2): 731-748, (2024).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.1172615

Çevik Proje Yönetiminde Scrum Takımlarının Başarı Sınıflandırmasına Yönelik Bir ÇKKV Modeli: AHS Bütünleşik TOPSIS-Sort-B

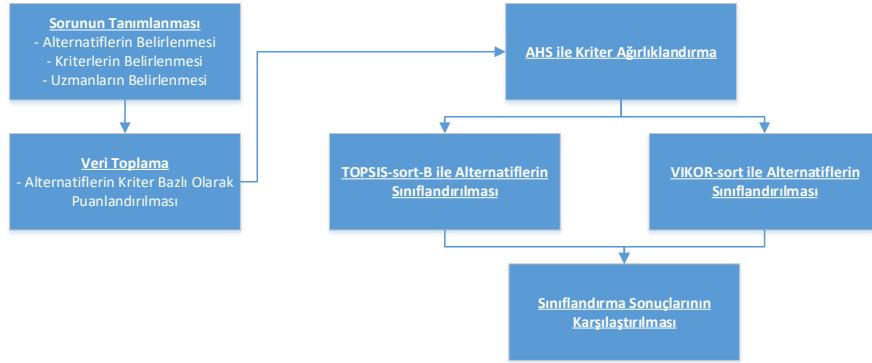
An MCDM Model for Sorting the Performance of Scrum Teams in Agile Project Management: AHP Integrated TOPSIS-Sort-B

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Scrum takımı başarı kriterlerinin ağırlıklandırılması / Weighting of success criteria of Scrum teams
- ❖ Scrum takımlarının ÇKKV temelli sınıflandırması / MCDM-based sorting of Scrum teams
- ❖ Scrum takımlarının potansiyellerinin sınıflandırılması / Sorting of the potentials of Scrum teams
- ❖ TOPSIS-sort-B ve VIKOR-sort karşılaştırması / Comparison of TOPSIS-sort-B and VIKOR-sort

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Çalışmada, çevik proje yönetiminin önemli araçlarından biri olan Scrum takımlarının potansiyellerinin Çok Kriterli Karar Verme metodolojileri ile sınıflandırılmasına yönelik bir model önerisi sunulmaktadır. Çalışmanın uygulaması için 23 kriterli bir karar modeli oluşturulmuş ve 22 takım 3 başarı sınıfa önerilen model ile atanmıştır. / In the study, a model proposal based on Multiple Criteria Decision Making methodologies is presented for the classification of the potentials of Scrum teams, which is one of the important tools of agile project management. For the application of the model, a decision model with 23 criteria was constructed and 22 teams were assigned to 3 success classes with the proposed model.



Şekil. Önerilen ÇKKV Temelli Sınıflandırma Modeli / Figure. Proposed MCDM-based Sorting Model

Amaç (Aim)

Çevik proje yönetiminde Scrum takımlarının potansiyellerine göre sınıflandırılmaları / Classification of Scrum teams in agile project management in terms of their potentials.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Çevik koçların uzman bilgisi ve literatürden elde edilen bilgiler ışığında bir ÇKKV modeli kurulması, AHP ile kriterler ağırlıklandırma, TOPSIS-sort-B ile takım sınıflandırma / Construction of MCDM model which is based on expert judgments of agile coaches and the information gathered from the literature.

Özgünlük (Originality)

Scrum takımlarının potansiyellerine göre sınıflandırılmasına yönelik ilk kapsamlı ÇKKV modeli / First comprehensive MCDM model for sorting the Scrum teams according to their potentials.

Bulgular (Findings)

22 Scrum takımının üç sınıfa başarıyla atanması ve sonuçların VIKOR-sort ile yapılan uygulamanın sonuçlarıyla %80 civarında aynı çıkması / Assignment of 22 Scrum teams in 3 success classes and finding similar results with the application of VIKOR-sort.

Sonuç (Conclusion)

Önerilen modelin çevik koçlarla değerlendirilmesinde başarılı bulunması ve sektörde uygulama şansının yüksek olduğunun belirlenmesi / Evaluation of the proposed model with agile coaches is found successful and it is determined that it has a high chance of application in the real sector.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler / The authors of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Çevik Proje Yönetiminde Scrum Takımlarının Başarı Sınıflandırmasına Yönelik Bir ÇKKV Modeli: AHS Bütünleşik TOPSIS-Sort-B

Araştırma Makalesi/Research Article

Neslihan YEGEN¹, Sait GÜL^{2*}

¹Bahçeşehir Üniversitesi İşletme Mühendisliği / Migros Ticaret A.Ş., Türkiye

²Bahçeşehir Üniversitesi İşletme Mühendisliği, Türkiye

(Geliş/Received : 08.09.2022 ; Kabul/Accepted : 15.11.2022 ; Erken Görünüm/Early View : 30.01.2023)

ÖZ

Rekabetçi ve değişen piyasa koşulları, firmaların çevik yaklaşımların önemini her gün daha fazla benimsemesine neden olmakta ve çevik yaklaşımlar da hızla yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte, çevik yaklaşımları takip eden takımların performanslarının ölçülmesi de gündeme gelmektedir. Bir çerçeve sunan çevik yaklaşımlarda, çeşitli metrikler ile takımların performansları ortaya koyulmaya çalışılırken, gerçekleşen performans potansiyelin altında kalabilmektedir. Çevik koçlar, takımların potansiyellerini tam olarak ortaya koyabilmek için yönlendirici uzmanlar olarak çalışmakla birlikte, mevcut durumu da değerlendirebilecek gözlem ve bilgiye sahiptirler. Uzmanların görüş ve değerlendirmelerini içeren verilerin, takım başarı sınıflandırmasında kullanılması Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ile mümkün olmaktadır. Öncelikle, literatür ve uzman değerlendirmeleriyle 23 başarı kriteri belirlenmiş ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılarak her kriterin, takımın başarısına etkisinin önem ağırlığı hesaplanmıştır. Daha sonra, Scrum takımlarının başarı sınıflandırması, TOPSIS-sort-B ve VIKORsort yöntemleri ile yapılmış; takımlar Çok Başarılı, Başarılı ve Az Başarılı olarak performans sınıflarına atanmışlardır. Yapılan çalışma ile Scrum takımlarının başarılarına göre bir sınıflandırma elde edilmiş ve kriterlerin başarı sınıfına etkisini gösteren şablonlar yakalanarak, gelişim alanlarının saptanması hedeflenmiştir. Oluşturulan model ile takımların belirli periyotlarla başarı sınıflarının değerlendirilmesi yoluyla sürekli gelişim için bir karar destek sistemi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çevik proje yönetimi, Scrum, performans sınıflandırma, TOPSIS-sort-B, VIKOR-sort

An MCDM Model for Sorting the Performance of Scrum Teams in Agile Project Management: AHP Integrated TOPSIS-Sort-B

ABSTRACT

Competitive and changing market conditions cause companies to adopt the importance of agile approaches more, and agile approaches are rapidly becoming widespread. In addition, measuring the success and performance of teams that follow agile approaches comes to the forefront. In agile approaches offering a framework, while trying to reveal the performance of the teams with various metrics, the actual performance may be below the potential. Agile coaches are not only guiding experts for teams to reveal their full potential, but also have the observation and knowledge to evaluate the current situation. It has been evaluated that Multiple Criteria Decision Making methods can be used to use these qualitative data in the classification of team success. First of all, 23 success criteria were determined by expert evaluations and the weight of each criterion on the success of the team was obtained using the AHP method. Then, since success classification will be made, the success classes of 22 Scrum teams were determined by TOPSIS-sort-B and VIKOR-sort methods. In the study, a classification was obtained according to the success of the Scrum teams and it was aimed to determine the areas of improvement by catching the templates showing the effect of the criteria on the success class. With the created model, a decision support system will be created for continuous improvement by evaluating the success classes of the teams at certain periods.

Keywords: Agile project management, Scrum, performance sorting, TOPSIS-sort-B, VIKOR-sort

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Küreselleşen ve değişen pazar koşulları, beraberinde rekabeti son derece artırmıştır. Şirketlerin, bu yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için değişimlere hızla ve başarıyla uyum sağlayabilmeleri kritik bir unsur haline gelmiştir [1]. Tüm bu ihtiyaçlar nedeniyle, 2001

yılında özellikle yazılım geliştirme süreçlerinde kullanılmak üzere çevik manifesto (agile manifesto) yayınlanmıştır [2]. Çeviklik kavramı, ilk defa Aoyama [3] tarafından gündeme getirilmiş olsa da, çevik manifesto ile değişim ve adaptasyon süreci hızlanmıştır. Sonraki yıllarda, çevik yaklaşımlar şirketlerin tüm operasyonlarına uyarlanarak kullanılmaya başlanmış ve organizasyonel çeviklik konusu gündeme gelmiştir.

*Sorumlu yazar (Corresponding Author)
e-posta : sait.gul@eng.bau.edu.tr

Yazılım geliştirme süreçlerinde geleneksel yaklaşımların, özellikle büyük ölçekli ve uzun süreli projelerde, pazar ve müşteri ihtiyaçlarının değişimini yakalayamaması, bu nedenle de başarısız olması sebebiyle yeni yöntem arayışları ortaya çıkmıştır [4]. Geleneksel şelale ve çevik proje yönetim yaklaşımlarının karşılaştırması yapılırken, sadece sabit girdi ile çıktıdaki artışın dikkate alınması yetersiz bir değerlendirme olarak değerlendirilmektedir. Ji ve Sedano [5] yapmış oldukları çalışmada, her iki yaklaşımda da eşit miktarda çıktı oluşturulabileceğini (kod satır sayısı) deneysel olarak ortaya koymuştur. Bu nedenle; bütçe, proje terminine uygunluk gibi metriklerin yanında çıktının kalitesi, müşteri ihtiyaçlarını karşılaması, müşteri taleplerinin daha çabuk yakalaması nedeniyle ek geliştirme maliyetinin azaltılması gibi metriklerin de değerlendirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Karar vericilerin, rekabetin üst seviyede olduğu bu ortamlarda, ellerindeki nitel ve nicel verileri birleştirerek stratejik kararlar verme ihtiyacı içinde oldukları ortadadır. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), birden fazla kriterin (ölçütün) olduğu ortamlarda, karar vericilerin kriterlerle ilgili tercihlerini dikkate alarak daha gerçekçi ve gelişkin kararlar vermelerini sağlayan ya da karar verme mekanizmalarını destekleyen tüm metodları kapsayan bir yöntemler ailesidir [6] [7]. Nicel bir mantığa sahip olan ÇKKV, farklı veri tiplerinin, belirsizliklerin ve farklı bakış açılarının olduğu ortamlarda, uzmanların görüşlerini de sürece dâhil ederek stratejik kararların alınmasında kullanılır [8].

Literatürde yer alan çalışmalar, ÇKKV metodlarının son dönemde daha sıklıkla kullanıldığını göstermekle birlikte, gerçek vaka uygulamalarının sınırlı kaldığı ve bu alanın çalışmaya açık olduğunu ifade edilmektedir [6]. Çözülme istenen problemlerin alanlarına göre ÇKKV metodları 3 kategori altında toplanabilir; seçim (selection), sınıflandırma (sorting) ve sıralama (ranking). Seçim problemlerinde, belirlenen kriterlere göre bir alternatif kümesi içerisinde en iyi alt kümenin seçilmesi amaçlanmakta olup; proje, insan kaynağı, tedarikçi seçimi gibi konularda kullanılmaktadır. Sınıflandırma problemleri ise benzer özellikler taşıyan alternatifleri bir araya getirerek, kriterlere ya da tercihlere göre alternatiflerin sınıflandırılmasını hedeflemektedir. Risk, tedarikçi ve finansal yönetim değerlendirmeleri gibi çalışmalar ise, alternatiflerin iyiden kötüye ya da tersine doğru sıralandığı, sıralama problemlerine örnek olarak gösterilebilir.

Bu çalışmada, yazılım geliştirme alanında çalışan çevik takımların başarı ve performanslarının sınıflandırılması üzerine bir ÇKKV uygulaması yapılmaktadır. Literatür incelemesi sonucunda, çevik projelerin ve çevik takımların başarılarını etkileyen faktörler üzerine yapılan çalışmalar olduğu ancak doğrudan takımların başarısını ölçen ya da karşılaştıran bir yayın olmadığı görülmektedir. Çevik takımların başarılarının ölçülmesinde, çevik komiteler tarafından belirlenen bazı sayısal metrikler kullanılsa da, takımların gerçek potansiyeli içerisindeki performansının ölçülmesi alanı açık durumdadır.

Aynı organizasyon içerisinde yer alan çevik takımlar, benzer dışsal etkilere maruz kalmakla birlikte, takıma ait özellikler nedeniyle gösterdikleri başarı seviyeleri farklı olabilmektedir. Takımların potansiyellerini kullanarak kullanmadıklarıyla ilgili olarak, takım üyeleri dışında bir değerlendirme yapılmak istendiğinde, çevik koçlar (agile coach) hem metodolojiye hâkimiyetleri hem de tüm süreçlerde takıma destek olmaları nedeniyle en iyi değerlendiriciler konumundadırlar. Bu nedenle, takım performans ve başarı değerlendirme sürecinde, çevik koçların uzman görüşlerinin sürece dâhil edilmesi, nicel verilerin yanında uzmanlık, yargı ve görüşlere dayalı nitel verilerin de analizin içerisine alınması anlamına gelmektedir.

ÇKKV metodları, problemin özellikleri nedeniyle bu alanda kullanım için özelleştirilmiş olup takımların başarı sınıflandırmasının yapılması hedeflenmektedir. Bu çalışmada ÇKKV sınıflandırma yöntemlerinden TOPSIS-sort-B ve VIKORsort kullanılması karar verilmiştir. Bu seçimde ismi geçen yöntemlerin temeli olan TOPSIS ve VIKOR'un, ÇKKV literatüründe kapsadığı alan ve yöntemlerin artık günümüzde kendilerini kanıtlayan güçlü yöntemler olmaları rol oynamıştır. Ayrıca ÇKKV temelli sınıflandırma yöntemlerinin kullanıldığı gerçek hayat uygulamaları konusundaki literatür eksikliğinin giderilmesi amacıyla da bu yöntemler tercih edilmiştir. Çalışmanın ana katkılarında biri de çevik proje yönetiminde takım başarısının sınıflandırma bazlı bir şekilde ölçülmesiyle ilgili ilk çalışma olmasıdır.

Genel anlamda, yapılan uygulamanın adımları şu şekilde özetlenebilir: takım başarı değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi, AHS ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi, “çok başarılı, başarılı, az başarılı” sınıflarını birbirinden ayıran alt ve üst sınırlara karar verilmesi ve son olarak TOPSIS-sort-B ve VIKORsort yöntemleri ile takımların belirlenen bu üç sınıftan uygun olanına atanması. Farklı iki yöntemle atama yapılabileceği için bunların sonuçlarının karşılaştırılması önemli çıktılar ortaya koymaktadır.

Bu çalışma beş bölüm olarak hazırlanmıştır. Giriş bölümünü takiben ikinci bölümde hem ÇKKV modelinde göz önüne alınacak başarı kriterlerine ilişkin hem de sınıflandırma odaklı ÇKKV modellerinin neler olduğunu ilişkin literatür özeti verilmektedir. Üçüncü bölümde AHS bütünlük TOPSIS-sort-B algoritmasının ayrıntıları verilmekte ve matematiksel konsept açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde 22 Scrum takımı, 4 uzman ve 23 kriter ile değerlendirilerek sınıflandırılmakta ve sonuçlar VIKOR-sort algoritmasının sonuçlarıyla karşılaştırılmaktadır. Beşinci ve son bölümde ise çalışmanın bulguları tartışılmakta, sonuçlar değerlendirilmekte ve gelecek çalışma önerilerinde bulunulmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

2.1. Çevik Yazılım Geliştirme Projeleri Başarı Faktörleri (Success Factors of Agile Software Development Projects)

Çevik manifesto ile birlikte, çevik yazılım geliştirme sürecinin çerçevesi ortaya konmuştur ve yeni metodolojilerin geliştirilmesinin de önü açılmıştır. En çok uygulanan çevik dönüşüm metotları şu şekildedir: XP (Extreme Programming), Scrum, Kanban, Feature-Driven Development (FDD – Özellik Odaklı Geliştirme), Dynamic System Development Method (DSDM – Dinamik Sistem Geliştirme Methodu), Adaptive Software Development (Uyarlanabilir Yazılım Geliştirme), Crystal ve Lean Software Development (Yalın Yazılım Geliştirme) [9] [10].

Geleneksel yazılım geliştirme proje yönetiminin yerini alan ve en çok kullanılan çevik yöntemlerden bir tanesi Scrum'dır. Geleneksel proje yönetiminden temel farklılığı, Scrum metodunda tekrarlayan (genellikle 2 hafta) sürelerle geliştirmeler yapılarak, değişimlere hızlı adaptasyon imkânı sunulmasıdır. Tekrarlayan bu sürelerle Sprint (koşu) denilmektedir ve takımın ritmini de bir Sprint içerisinde yapılan çalışmalar ortaya koymaktadır.

Scrum çerçevesinde roller de özelleşmiştir ve takım içerisinde 3 ana rol bulunmaktadır:

- 1- Scrum Master (Scrum Ustası): Takıma hizmet ve koçluk ile destek olan gerçek lider (ture leader) rolüdür.
- 2- Product Owner (Ürün Sahibi): İş taleplerini netleştirerek, iş değerine göre sıralamasını yapan ve geliştirme takımının hangi işleri yapacağını belirleyen kişidir.
- 3- Developers (Geliştiriciler): Ürün sahibi tarafından iletilen işlerin geliştirmesini yapan kişilerdir.

Scrum, bütün bir metodoloji yerine sürecin yönetilmesiyle ilgili bir çerçeve oluşturmaktadır [9]. Scrum takım üyeleri, belirli rutinleri takip ederek yazılım geliştirme faaliyetleri yürütmektedirler ve takımın kendi kendisini yönetmesi beklenmektedir. Bir Sprint boyunca tamamlanan Scrum etkinlikleri şu şekildedir [11]:

- Daily Scrum (Günlük Scrum): Geliştiriciler tarafından, günlük olarak bilgi alışverişinin sağlanması amacıyla 15 dakikalık ayakta gerçekleştirilen rutindir.
- Sprint Planning (Koşu Planlama): Sprint süresince yapılacak işlerin ve Sprint'in hedefinin belirlendiği etkinliktir.
- Retrospective (Retrospektif): Tüm takım tarafından Sprint veya genel iş akışının üzerine kişiler, ilişkiler, süreçler ve araçlar kapsamında geriye yönelik bir değerlendirme ve iyileştirmedir.
- Sprint Review (Koşu Değerlendirme): Sprint boyunca yapılan işlerin değerlendirilmesinin yapıldığı etkinliktir.

Takımın kendi kendisini yönetmesi beklenmekle birlikte, takım başarısını ve performansını ölçülemek amacıyla ortaya koyulmuş bazı metrikler bulunmaktadır: takımın hızı, takımın kapasitesi, Sprint Burndown Chart (sprint süresinde işlerin yapılışını gösterir), yeni ürün üretim oranı gibi. Bu metrikler, Scrum takımının Sprint içerisindeki anlık başarı durumunu ortaya koyar ve/veya Sprintler arasındaki gelişimi takip etme imkânı sağlar ancak, potansiyelini yansıtmakta yetersiz kalmaktadır.

Literatürde, çevik olarak yürütülen yazılım projelerinin başarı ve başarısızlık senaryoları üzerinden bazı çalışmalar yapıldığı görülmektedir ancak takım başarısı ile ilgili çalışmalar, Scrum metrikleriyle yapılan ölçümlenmelerle sınırlıdır. Chow ve Cao [1], çevik yazılım projelerinin hem başarı hem de başarısızlık faktörlerini 4 ana başlık (organizasyon, insan, süreç ve teknik) altında toplayarak, bu faktörlerin proje başarılarıyla ilişkisini incelemiştir. Uzmanlardan toplanan başarı faktörlerinin sadece bir kısmının, proje başarısı ile doğrudan ilişkisi olduğu ortaya konmuştur. Diğer taraftan, Sheffield ve Lemetayer [12], başarı faktörlerini proje ve projenin yürütüldüğü ortamın karakteristikleri olarak iki ana başlık altında ele almıştır. Mattson ve Egenvall [13], bir anket çalışması kapsamında çevik takımların başarılarının ölçüm kriterlerini belirlemeyi amaçlamışlar ve en etkili olanları 12 madde olarak özetlemişlerdir. Bu çalışmada, bir firma içerisinde yer alan Scrum takımlarının başarı seviyesi için bir sınıflandırma yapılacağından, organizasyonel çevrede tüm takımları etkileyecek maddeler belirlenerek hariç tutularak, literatürde ele alınan başarı faktörleri Çizelge 1'de özetlenmiştir [14]

2.2. Çok Kriterli Karar Verme ile Sınıflandırma (Sorting via Multi-Criteria Decision Making)

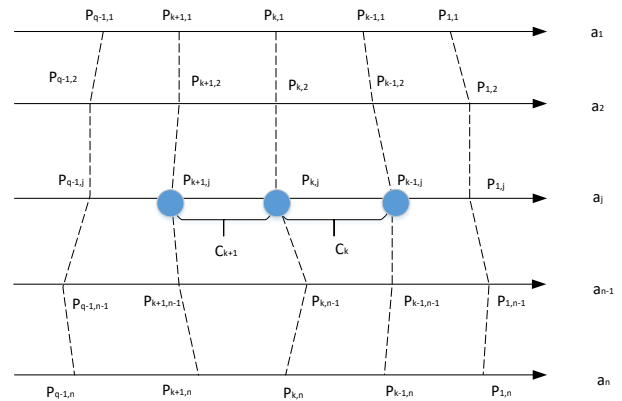
Sınıflandırma, ÇKKV alanının çözüm bulabileceği problem tiplerinden biri olup, alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilerek önceden tanımlanmış sınıflara atamasının yapılmasını sağlamaktadır. Sınıfların ya da kategorilerin, değerlendirme öncesinde tanımlanmış ve daha çok tercih edilenden daha az tercih edilene doğru sıralanmış olması gerekmektedir [15]. Alternatifler, sıralanmış sınıflara atandığından sonuç olarak alternatifler arasında bir sıralama elde edilmiş olur. Genel olarak ifade etmek gerekirse ÇKKV tipi sınıflandırma problemlerinin elemanları şu şekilde özetlenebilir: tüm alternatifleri içeren $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, her alternatifin n . kritere göre değerlendirmelerini içeren $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, önceden belirlenmiş ve sıralanmış olan sınıflar $\{C_1, C_2, \dots, C_k\}$. Bu sınıflar sıralanmış olduğundan C_l tüm diğer sınıflara göre daha çok tercih edilen sınıfı ifade etmektedir. Buna göre, genel gösterim açısından $j > h$ için C_h sınıfı C_j sınıfına tercih edilir ($C_h > C_j$) demektir.

Sınıfların tanımlanmasında sorunun tanımına bağlı olarak iki seçenek söz konusudur: merkez profiller aracılığıyla ya da alt ve üst sınırı ifade eden sınır profilleri

Çizelge 1. Kurum Farklılıklarından Arındırılmış Konsolide Başarı Kriterleri Listesi (Adjusted for Institutional Differences and Consolidated Success Criteria List)

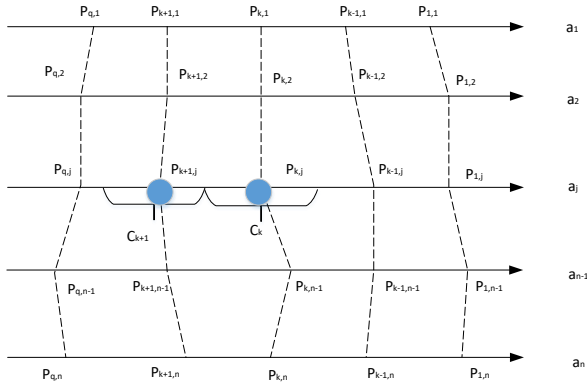
KATEGORİ	BAŞARI KRİTERİ	TÜRÜ	REFERANS	
Organizasyonel	Takıma ait bir sponsorun olması	Pozitif	[1]	
	Güçlü yönetici desteği	Pozitif	[1] [12]	
	Tüm takımların birlikteliği	Pozitif	[1]	
	Yöneticilerin çevik sertifikasyon oranı	Pozitif	[1] [12]	
İnsan Kaynağı	Ekibin uzmanlık seviyesi	Pozitif	[1] [12]	
	Takım üyelerinin motivasyon seviyesi	Pozitif	[1] [12]	
	Ekibin kendi kendine organize olma yeteneği	Pozitif	[1] [12]	
	Müşteri ile iyi ilişkiler	Pozitif	[1] [12]	
	Çevik odaklı gereksinim yönetimi	Pozitif	[1] [12]	
	Takım içerisinde güçlü iletişim	Pozitif	[1] [12] [13]	
	Takımın fazla mesai yapma ihtiyacı	Negatif	[1]	
	Takım içerisinde güçlü işbirliği	Pozitif	[1] [12] [13]	
	Takım içerisinde güven seviyesi	Pozitif	[13]	
	Takım üyelerinin sertifikasyon oranı	Pozitif	[12]	
Teknik	Scrum rutinlerinde zamana uygunluk	Pozitif	[1] [13]	
	İyi tanımlanmış kodlama standartları	Pozitif	[1]	
	Yalın tasarım yaklaşımı	Pozitif	[1]	
	Yeterli dökümantasyon	Pozitif	[1]	
	Düzenli yaygınlaştırma	Pozitif	[1]	
	Olgunlaşmış test süreçleri	Pozitif	[1]	
	Dar boğaz analizi	Pozitif	[13]	
	Çıktının kalitesi (bugfixes sayısının azlığı)	Pozitif	[13]	
	Takımın büyüklüğü	Pozitif	[1] [12]	
	Teknik belirsizlikler	Negatif	[1]	
	Proje	Projenin kapsamının değişkenliği	Negatif	[1] [12]
		Projenin farklı takımlara bağımlılık seviyesi	Negatif	[1] [12]
Zaman kısıtı		Negatif	[1] [12]	
Bütçe kısıtı		Negatif	[1] [12]	

aracılığıyla. Alternatiflerin hangi sınıfa atanacağı belirlenirken bu referans profillerine göre bir karşılaştırma yapılır [15]. Eğer alt ve üst sınır profilleri belirlenerek ilerleniyor ise, bir sınıfın üst sınırı diğer sınıfın alt sınırını ifade edecektir. Bu durumda, referans profilinin sınır kümesi $\{lp_1, lp_2, \dots, lp_{k-1}\}$ olur ve C_j sınıfı için alt sınır lp_j , üst sınır ise lp_{j+1} olarak ifade edilir (Şekil 1). Merkez referans profili tanımlanarak ilerlendiğinde ise, profiller birbirleriyle kesişmeyeceğinden, her sınıf için bir referans profil oluşturulması gerekir (Şekil 2): $\{cp_1, cp_2, \dots, cp_k\}$ [6].

**Şekil 1.** Alt ve üst sınır ile tanımlanan sınıfların genel gösterimi (General representation of classes defined by lower and upper bounds)

Karar vericiler bu profilleri belirlerken genel olarak iki yaklaşımdan birini kullanabilirler. Karar matrisi değerlerinin dikkate alınmasıyla profillerin belirlenmesi genel yaklaşımdır. Sabokbar ve ark. [16] ise, normalize edilmiş karar matrisi kullanılarak da profillerin

belirlenebileceğini ortaya koymuşlardır. Normalize karar matrisinde elde edilen $[0,1]$ aralığındaki değerler dikkate alınarak, her bir profili yani sınıfı ifade edecek aralık belirlenebilir. Örneğin, $C_1 = [0,9]$ denildiğinde $0,9 - 1$ aralığı, “çok iyi” sınıfını ifade ederken, $C_2 = [0,7]$ denildiğinde $0,7 - 0,9$ aralığının “iyi” sınıfını tanımladığı anlaşılmaktadır.

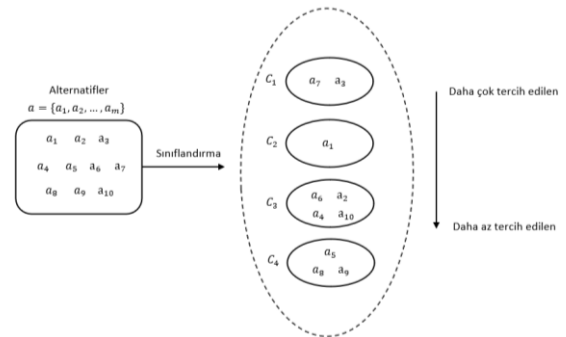


Şekil 2. Merkez değeri ile tanımlanan sınıfların genel gösterimi (General representation of classes defined by central value)

Şekil 3, ÇKKV temelli sınıflandırma algoritmasının genel bir örneğini vermektedir. ÇKKV sınıflandırma problemlerinin çözümünde, sıralama (ranking) problemlerinden farklı olarak, kıyaslama yapılması ihtiyacı bulunmaktadır [17]. Bu kapsamda; bakım yönetimi, tedarikçi değerlendirme, risk değerlendirme, eğitim, proje değerlendirme, çevresel etki analizi ve finansal analiz gibi geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Problemlerin çözümü için yeni metotlar geliştirilmiş olup bunların bazıları, diğer ÇKKV yöntemlerinin modifiye edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Sınıflandırma temelli ÇKKV tekniklerinden UTADIS, ikili karşılaştırma yaparak en uygun sınıfa atamayı gerçekleştirirken [18]; FlowSort, sınıflara alt-üst sınır profilleri ya da merkez referans profili tanımlayarak ve alternatifleri bu referans profilleriyle karşılaştırarak değerlendirir [6]. Bunların dışında, modifiye edilerek kullanılan ÇKKV temelli sınıflandırma yöntemleri de şu şekildedir; ELECTRE-TRI [19], PROMETHEE-TRI [20], PROMSORT [21], AHP-sort [22] [23], VIKOR-sort [18], TOPSIS-sort [16] [15], CODAS-sort [24] ve MACBETHsort [25]. Hem kullanım alanı hem de yöntemleri bakımından çeşitlilik gösterse de ÇKKV temelli sınıflandırma yöntemlerinin gerçek hayat uygulamaları literatürde oldukça sınırlı sayıda kalmaktadır.

Bu çalışmada temel olarak TOPSIS-sort-B yönteminden yararlanılmakta ve VIKOR-sort ile de karşılaştırma yapılmaktadır. Yöntemlerin temeli olan TOPSIS ve VIKOR, ÇKKV alanında etkinliğini kanıtlamış oldukları için bu iki yöntemde karar kılınmıştır.

TOPSIS’in ilk sınıflandırma versiyonu olan TOPSIS-sort, Sabokbar ve ark. [16] tarafından geliştirilmiş olup Tahran’ın çevresel kalite değerlendirmesinde kullanılmıştır. Bu versiyonda sınıflar aralık şeklinde tanımlanmıştır. Yamagishi ve Ocampo [26], bu algoritmayı COVID-19 salgını açısından turistik alanların sınıflandırmasında kullanmışlardır. De Lima Silva ve de Almeida Filho [15], sıra tersinirliği sorununu da çözecek şekilde bir önceki TOPSIS-sort algoritmasını normalizasyon tekniği açısından güncellemiş ve aralık temelli tanımlanmış sınıflandırma sorunlarının çözümünde kullanılacak algoritmayı TOPSIS-sort-B olarak isimlendirmişlerdir. Bunun yanı sıra sınıfların merkezi bir şekilde tanımlandığı sorunlar için de TOPSIS-sort-C algoritması geliştirilmiştir. Bu iki algoritmanın uygulanabilirliği 180 ülkenin ekonomik özgürlük indeksi açısından sınıflandırılması sorununa uygulanmıştır. TOPSIS-sort-C’nin ilk bulanık küme versiyonu Roy ve ark. [27] tarafından geliştirilmiş olup KOBİ’ler için kredi derecelendirme sistemi oluşturulmasında kullanılmıştır. İlk sezgisel (intuitionistic) bulanık küme versiyonu ise Ocampo ve ark. [28] tarafından geliştirilmiş olup uygulamada COVID-19 salgını açısından lokanta endüstrisindeki firmaların sınıflandırılması yapılmıştır. TOPSIS-sort ve versiyonlarının kullanıldığı üç de Türkiye bazlı çalışma bulunmaktadır. Gül [29], TOPSIS-sort ile alüminyum çıkarma endüstrisindeki iş güvenliği risklerinin ölçülmesinde kullanmıştır. Bu çalışmada 28 potansiyel risk 5 risk kümesine ayrılmıştır. Aytekin ve Gündoğdu [30], TOPSIS-sort-B versiyonuyla OECD ve AB üyesi ülkelerin sürdürülebilir yönetim düzeylerine göre sınıflandırmasını yapmışlardır. Aytekin [31], TOPSIS-sort-C versiyonuyla ise, yirmi yedi ulusal sermayeli büyük şirketin etkinlik, performans ve farklılık açılarından sınıflandırmıştır. Görüldüğü gibi, literatürdeki çalışmaların son iki senede yoğunluk kazandığı ve yöntemin daha fazla gerçek hayat uygulamasına ihtiyaç duyduğu görülmektedir.



Şekil 3. Sınıflandırma yönteminin şematik gösterimi (Schematic representation of the sorting method)

VIKOR’un ilk sınıflandırma algoritması Demir ve ark. [18] tarafından geliştirilmiş olup yeşil tedarikçi sınıflandırma sorununun çözümünde uygulanmıştır. Polat

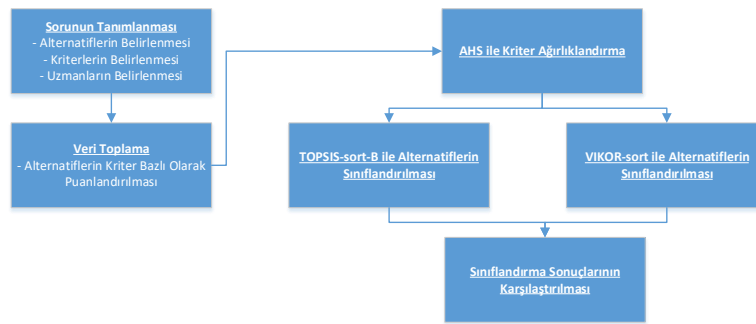
ve ark. [31] tarafından VIKOR-sort yöntemi çığ inek sütünün kalite sınıflandırmasında kullanılmıştır. Ocampo ve Yamagishi [32], yöntemi COVID-19 açısından turistik bölgelerin çok kriterli olarak sınıflandırmasında kullanmışlardır. Sabbagh ve ark. [33], ilaç tedarik zincirindeki blok zinciri (blockchain) uygulama risklerinin sınıflandırmasında kullanmışlardır. Mahmud ve ark. [34], bütünlük tedarik zinciri çözelgeleme problemi için çok amaçlı bir optimizasyon modeli geliştirdikleri çalışmalarında VIKOR-sort yönteminden çevresel sürdürülebilirliğin sayısallaştırılmasında yararlanmışlardır. Ulusal dergilerde yayımlanan tek makale ise Nişancı ve Akpınar [35] tarafından yazılmış olup personel sınıflandırmada Beş Faktör Kişilik Modelinin VIKOR-sort kapsamında uygulanmasını içermektedir. Uygulamada 21 işgören, zamansal verim açısından üç sınıfa atanmıştır. Yine görüldüğü gibi VIKOR-sort uygulamalarının da son iki üç senede yapıldığı görülmekte ve uygulama konusundaki eksik giderilmesi gerektiği dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada Scrum takımlarının başarı sınıflarının belirlenmesinde TOPSIS-sort-B ve VIKOR-sort yöntemleri uygulanmaktadır. Böylelikle, hem genel ÇKKV literatüründeki sınıflandırma temelli ÇKKV modeli uygulamaları konusundaki eksik giderilmeye çalışılmakta hem de yazılım sektöründe ekip yöneten kişiler için bir performans derecelendirme modeli önerisi getirilmektedir.

3. AHS BÜTÜNLEŞİK TOPSIS-SORT-B (AHP INTEGRATED TOPSIS-SORT-B)

ÇKKV alanında sorunun tanımlanmasından sonra analitik düzeyde yapılacak iki işlem vardır. Sorunun tanımlanması aşamasında sorunun amaç ve kapsamı haricinde karar vericilerin kimler olduğu, verinin nasıl ve ne tipte toplanacağı gibi konularda kararlar verilir. Veri toplayabilmek için de öncelikle karar sorununun

çözülmesinde dikkate alınması gereken kriterlerin neler olduğunun tespit edilmesi ve de sorunun çözümü anlamına gelen karar seçeneklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu tanımlamalardan sonra yapılacak ilk işlem kriterlerin anlam ve önemlerini temsil eden ağırlıkların hesaplanmasıdır. Aydoğdu ve Gül [36] tarafından da belirtildiği gibi iki temel kriter ağırlıklandırma yaklaşımı vardır. Bunlardan ilki elde edilen hareketle ağırlıkların belirlendiği ve verilerin kriter bazlı olarak nasıl dağıldıkları ya da standart sapmalarının veya aralarındaki korelasyonun ne olduğu gibi istatistiksel çıkarımlara dayanan nesnel tekniklerdir. İkinci kriter ağırlıklandırma teknikleri grubu ise öznel ağırlıklandırma yaklaşımları olup kriterlerin önemlerinin belirlenmesinde uzman görüşü, yargı ve önerilerinin dikkate alınmasını gerektirirler. Bu çalışmada oluşturulan model, uzman (Scrum koçu) tarafından kullanılacağı ve onun görüşü ve yargılarına göre belli bir öznel ağırlıklandırma gerektireceğinden dolayı öznel ağırlıklandırma yaklaşımlarından biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılmasına karar verilmiştir.

Ekiplerin belli performans kriterleri açısından değerlendirildiği modelin temel gösterim aygıtı karar matrisi olup bu matriste kriterler sütunlarda ekipler yani seçenekler satırlarda gösterilmekte; matrisin hücrelerinde ise ilgili ekibin ilgili performans göstergesinden yani kriterden aldığı puan belirtilmektedir. En üst satır, kriterlerin AHS ile belirlenen ağırlıklarını içermektedir. İkinci ve son analitik aşamada ise performans puanları ve kriter ağırlıkları birlikte TOPSIS-sort-B ve VIKOR-sort algoritmaları tarafında işlenmekte ve ortaya iki farklı sınıflandırma sonucu çıkmaktadır. Ekiplerin üç sınıftan en uygun olanına atandıkları bu son aşamada iki farklı atama sonucunun karşılaştırılması, sonucun değerlendirilmesi ve genelleştirilebilmesi açısından önemli ve ilginç bilgiler ortaya koymaktadır. Yukarıda açıklanan modelin genel akışı Şekil 4'te özetlenmektedir.



Şekil 4. AHS Bütünleşik TOPSIS-sort-B ve VIKORSORT (AHP Integrated TOPSIS-sort-B and VIKORSORT)

Her ne kadar önerilen model, yazılım geliştirme projelerinin çevik bir anlayışla yönetilmesindeki Scrum takımlarının performans ölçümü açısından geliştirilmiş olsa da benzer nitelik taşıyan tüm ÇKKV temelli

Her ne kadar önerilen model, yazılım geliştirme projelerinin çevik bir anlayışla yönetilmesindeki Scrum takımlarının performans ölçümü açısından geliştirilmiş olsa da benzer nitelik taşıyan tüm ÇKKV temelli sınıflandırma sorunlarının çözümü için uygulanabilir, yani genelleştirilebilir. Sorunun tanımlanması ve veri toplama adımları soruna özgü

olacak ve sorunun özelliklerine göre spesifik olarak tanımlanacaktır; ancak diğer adımların algoritmalarında bir değişikliğe gerek bulunmamaktadır.

3.1. AHS ile Kriter Ağırlıklandırma (Criteria Weighting via AHP)

ÇKKV sorunlarında ele alınan kriterlerin sonuç üzerine etkisinin büyüklüğünü ifade etmek amacıyla kriter ağırlıklandırma yapılmaktadır. Eğer tüm kriterlerin eşit etkisi olduğu düşünülüyor ise kriter sayısına göre eşit ağırlık ataması yapılabilmeyle birlikte kriterlerin karar üzerindeki etkilerinin farklı olduğu düşünülüyor ise, karar vericilerin yorumlarına göre ağırlık hesaplaması yapılması gerekir [8]. Literatürde, öznel şekilde uzman bilgisine dayalı olarak kriter ağırlıklarının hesaplanması için kullanılabilir yöntemler 3 ana başlık altında toplanmaktadır: sıralama (ranking), puanlama (rating) ve ikili karşılaştırma (pairwise comparison) [37]. Sıralama yöntemi, ağırlıkların belirlenmesi için kullanılan en basit uygulamalardan biri olup, karar vericinin kriterleri önemlerine göre sıralamasına dayanmaktadır. Puanlama yönteminde ise, belirli bir puanın (genellikle 100) karar verici tarafından önemlerine göre kriterlere dağıtılması beklenmektedir. En sık kullanılan ve literatürde yaygın olarak karşılaşılan öznel ağırlıklandırma yaklaşımı ise ikili karşılaştırmaya dayalı yöntemleri içermektedir. Kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmasına dayanan bu yaklaşım, Saaty [38] tarafından geliştirilmiş olup kriterler arasındaki ilişkilerin göz önüne alınmadığı AHS ve kriterler arası ilişkileri de göz önüne alan Analitik Şebeke Süreci (AŞS; Analytic Network Process – ANP) ile operasyonelize edilmektedir. Bu çalışmada, kriterlerin bağımsızlığından hareketle AHS yöntemi tercih edilmiştir.

AHS yöntemi, öncelikle sorunun hedefi ve bu sonucu etkileyecek kriterler ile alt kriterlerin belirlenerek hiyerarşik bir yapı oluşturulmasına dayanır [39]. Hiyerarşik yapının en üst seviyesinde amaç, onun altında bu amacı etkileyen kriterler, bir alt seviyede varsa diğer kriterlerin alt kriterleri ve en alt seviyede de seçenekler yer alır [40]. AHS'deki tüm unsurların eleman olarak isimlendirilmesi mümkündür. Tüm elemanlar belirlendikten ve hiyerarşi çizildikten sonra ikili karşılaştırmalar yapılır. Burada, aynı seviyedeki her eleman diğerleriyle karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sırasında, karar vericilerin, belirlenen tercih önceliğini kullanması ve buna göre karşılaştırmalarını yapması beklenir [8]. Çizelge 2, karar vericilerin kullanacağı önem derecesi ölçeğini vermektedir.

Karşılaştırılan eleman sayısı n olan bir matriste $n(n - 1)/2$ adet karşılaştırma gerekir ve karşılaştırma matrisi A , $n \times n$ boyutlu olur. Karşılaştırma puanları a_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) şeklinde matrisin hücrelerinde yer alır. Her seviye için bu işlem yapılacağından dolayı birden fazla sayıda karşılaştırma matrisine ihtiyaç duyulmaktadır [7].

Çizelge 2. AHS'nin İkili Karşılaştırma Ölçeği (Pairwise Comparison Scale of AHP)

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önemli
3	Orta derecede daha önemli olması
5	Kuvvetli derecede önemli olması
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli olması
9	Aşırı derecede önemli olması
2, 4, 6, 8	Ara değerler

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad a_{ji} = 1/a_{ij}, \quad a_{ij} \neq 0$$

(1)

Karar matrisi normalize edilerek öncelik vektörleri belirlenir. Bunun için matrislerin tüm satırlarının geometrik ortalaması alınır ve daha sonra bu geometrik ortalamaların toplamı alınarak her biri bu toplama bölünür. Böylelikle, toplamı 1 eden öncelik vektörleri hesaplanmış olur (Saaty, 1990). AHS'nin önemli bir adımı da karar matrisindeki tutarsızlığın hesaplanmasıdır. Tutarlılık kontrolü için, karar vericilerin tutarlılık katsayısı hesaplanır. Öncelikle A matrisi ile W öncelik vektörü ile çarpılarak D sütun vektörü oluşturulur. D sütun vektörünün her elemanı karşılık gelen W vektörünün elemanına bölünür ve böylelikle E sütun vektörü oluşturulur. E sütun vektörünün elemanlarının ortalamasına özdeğer denir ve λ_{max} ile gösterilir. Eşitlik (2) kullanılarak da tutarlılık indeksi (consistency index – CI) hesaplanır.

$$CI = ((\lambda_{max} - n)/(n - 1)) \quad (2)$$

Tutarlılık oranının (consistency ratio – CR) hesaplanmasında rassal indeks (Random Index – RI) de dikkate alınır ve Eşitlik (3) ile hesaplama yapılır. RI değerleri Çizelge 3'te verilen ölçekten, n eleman sayısına göre seçilir. CR için kabul edilebilir üst limit Saaty [38] tarafından 0,10 olarak belirlenmiştir. Eğer CR değeri %10 limitinden yüksek çıkarsa kabul edilemez bir tutarsızlık olduğuna karar verilir ve karar vericinin verilerini güncellemesi talep edilir.

$$CR = CI/RI \quad (3)$$

(3)

Klasik AHS uygulamasında önce kriterler, sonra varsa alt kriterler ve en sonda da kriter ya da alt kriter bazlı olarak alternatifler arasında ikili karşılaştırma işlemleri yapılır, önem vektörleri yani ağırlıklar hesaplanır ve tutarsızlıklar ölçülerek gerekiyorsa güncelleme işlemleri yapılır. Daha sonra, kriter ağırlıkları ile (ya da varsa alt kriterlerin ağırlıkları ile) alternatiflerin önem ağırlıkları çarpılarak genel ağırlıklar elde edilir ve alternatifler bu genel ağırlıklara göre sıralanır. Bu çalışmada alternatifler VIKORSort ve TOPSIS-sort-B ile sınıflandırılacağı için sadece kriter ve alt kriterlerin

Çizelge 3. Rassal İndeks - RI (Random Index – RI)

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

ağırlıklandırılmaları yapılmaktadır. Alternatifler ile ilgili burada herhangi bir işlem bulunmamaktadır.

3.2. TOPSIS-sort-B ile Alternatiflerin Sınıflandırılması (Sorting Alternatives via TOPSIS-sort-B)

Bu çalışmada, TOPSIS-sort algoritması yerine onun daha geliştirilmiş bir versiyonu olan TOPSIS-sort-B algoritmasından yararlanılmaktadır. De Lima Silva ve de Almeida Filho [15] tarafından geliştirilen bu algoritma, sınıfların aralıklı şekilde belirlendiği sorunlar için uygun olup ayrıca sıra tersinirliği sorununun çözümünde de pozitif bir katkı sunmaktadır. Algoritmada toplam 9 adım bulunmaktadır.

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur: $X = [a_{ij}]_{m \times n}$

Adım 2: Sınıfları tanımlayan alt ve üst sınır profilleri belirlenir: $P = [P_{kj}]_{p \times n}$; $p = q - 1$ olup q sınıf sayısıdır.

Adım 3: Kriterlerin minimum ve maksimum değerleri belirlenerek her kriter için etki alanı (domain) belirlenir. Bu etki alanlarının bir arada gösterilmesiyle etki alanı matrisi oluşturulur:

$D = \begin{bmatrix} a_1^* & \dots & a_n^* \\ a_1^- & \dots & a_n^- \end{bmatrix}$. Burada * ile gösterilen üst satır maksimum değerleri, - ile gösterilen alt satır ise minimum değerleri içermektedir.

Adım 4: Karar matrisi, profil matrisi ve etki alanı matrisi bir araya getirilerek bütünleştirilmiş karar matrisi oluşturulur: $M = [M_{ij}]_{(m+p+2) \times n} = \begin{bmatrix} X \\ P \\ D \end{bmatrix}$.

Adım 5: Bütünleştirilmiş karar matrisi önce normalize edilir, sonra da ağırlıklandırılır. Burada ağırlıklar bir önceki AHS uygulamasından gelmektedir.

Adım 5.1: Bütünleştirilmiş karar matrisi aşağıdaki iki eşitlikten biri kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{M_{ij}}{a_j^*}, \quad i = 1, \dots, (m + p + 2); \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$r_{ij} = \frac{M_{ij} - a_j^-}{a_j^* - a_j^-}, \quad i = 1, \dots, (m + p + 2); \quad j = 1, \dots, n \quad (5)$$

Adım 5.2: Normalize matrisin sütunlarındaki elemanlar sütunda temsil edilen kriterlerin ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulur: $V = [v_{ij}]_{(m+p+2) \times n}$ olup $v_{ij} = w_j r_{ij}$.

Adım 6: V matrisi üzerinde aşağıdaki eşitlikler uygulanarak pozitif (v^*) ve negatif (v^-) ideal seçenekler belirlenir.

$$v^* = [v_1^* \quad \dots \quad v_n^*], v_j^* = \begin{cases} \max_i v_{ij}, j \text{ fayda tipi kriter ise} \\ \min_i v_{ij}, j \text{ maliyet tipi kriter ise} \end{cases} \quad (6)$$

$$v^- = [v_1^- \quad \dots \quad v_n^-], v_j^- = \begin{cases} \min_i v_{ij}, j \text{ fayda tipi kriter ise} \\ \max_i v_{ij}, j \text{ maliyet tipi kriter ise} \end{cases} \quad (7)$$

Adım 7: Her bir alternatifin ve sınıf profilinin pozitif ve negatif ideallere olan öklit mesafesi ölçülür.

$$d_{a_i}^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad i = 1, \dots, m \quad (8)$$

$$d_{a_i}^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, \dots, m \quad (9)$$

$$d_{p_k}^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad k = 1, \dots, p; \quad i = k + m \quad (10)$$

$$d_{p_k}^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad k = 1, \dots, p; \quad i = k + m \quad (11)$$

Adım 8: Bir önceki adımda hesaplanan mesafeler baz alınarak her alternatif ve sınıf profili için yakınlık katsayısı hesaplanır.

$$C(a_i) = \frac{d_{a_i}^-}{d_{a_i}^- + d_{a_i}^*}, \quad i = 1, \dots, m \quad (12)$$

$$C(p_k) = \frac{d_{p_k}^-}{d_{p_k}^- + d_{p_k}^*}, \quad k = 1, \dots, p \quad (13)$$

Adım 9: Alternatiflere ve sınıf profillerine ilişkin yakınlık katsayıları göz önüne alınarak aşağıdaki kurallar çerçevesinde alternatifler en uygun sınıfa atanırlar. Buradaki mantık alternatifin hangi sınıf profiline daha yakın olduğunun belirlenmesidir.

$$a_i \in C_1 \text{ iff } C(a_i) \geq C(p_1)$$

$$a_i \in C_k \text{ iff } C(p_{k-1}) > C(a_i) \geq C(p_k), \quad k = 2, \dots, (q - 1) \quad (14)$$

$$a_i \in C_q \text{ iff } C(a_i) < C(p_{q-1})$$

Uygulamadaki sınıf profilleri aralık tipi olduğu için burada sadece TOPSIS-sort-B versiyonu açıklanmaktadır. Eğer sınıfların merkezi değerlerle tanımlanması da söz konusu ise TOPSIS-sort-C algoritması ile çözüm bulunması gerekir. İlgili okuyucular her iki versiyonun da daha fazla ayrıntısına orijinal makaleden ulaşabilirler [15].

TOPSIS-sort-B ile alternatifler en uygun sınıflara atandıktan sonra karşılaştırma amacıyla VIKORT-sort uygulaması da yapılmıştır. Eğer yeterli görülüyor ise TOPSIS-sort-B algoritmasının sonuçlarıyla yönetsel kararlar verilmesi süreci işletebilir ancak oluşan sınıfların geçerliliklerinin test edilebilmesi amacıyla başkaca bir yöntem ile de karşılaştırma yapmak yöneticilere önemli ek bilgiler sağlayabilir. Bu çalışmada VIKOR-sort algoritması, karşılaştırma yapmak amacıyla tercih edilmiştir. Alan darlığı nedeniyle bu yöntemin ayrıntıları verilememiştir ancak ilgili okuyucular yöntemin ayrıntılarına orijinal çalışmadan ulaşabilirler [18].

4. UYGULAMA VE BULGULAR (APPLICATION AND RESULTS)

Bu çalışmada, bilgi teknolojileri yazılım geliştirme süreçlerinde çevik dönüşümü gerçekleştirmiş, Türkiye'nin önde gelen gıda perakende firmalarından birinde Scrum takımlarının başarı sınıflarının belirlenmesi için bir uygulama yapılmıştır. Çevik proje yönetimi metodolojilerinin ölçüm metrikleriyle belirlenemeyecek, takım potansiyellerinin değerlendirilmesi ve bu potansiyelde etkisi olan başarı kriterleri için bir model belirlenerek iyileştirme alanlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Uzman

çevik proje yönetimi metodolojileri konusunda da olgunluk seviyesinde bilgi ve deneyim sahibi olmaları nedeniyle, değerlendirme uzmanları yani karar vericiler olarak seçilmişlerdir. Çalışmaya, pek çok sektörde bilgi teknolojileri alanında faaliyet gösteren Scrum takımlarında çevik koçluk görevi yürütmüş, alanında en az 3 yıl deneyimli 4 çevik koç katılmıştır. Katılım gösteren 4 çevik koç ile çevik metodolojilerle takip edilen projeler için literatürde belirlenen 28 başarı kriterinin (Çizelge 1) değerlendirmesi yapılarak, takımların başarı seviyelerinin ölçülmesinde kullanılacak kriterler seçilmiş ve bazı yeni kriterler de eklenerek sonuç olarak 4 ana kriter altında toplam

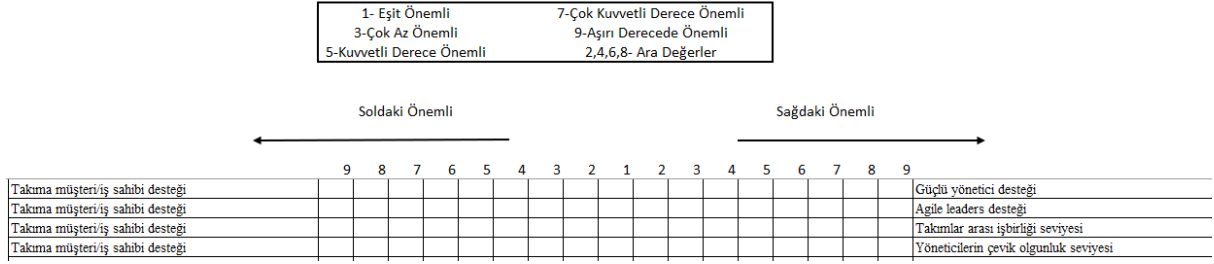
Çizelge 4. Scrum Takımları Performans Başarı Kriterleri Listesi (Performance Success Criteria List of Scrum Teams)

	BAŞARI KRİTERİ	AÇIKLAMA	TÜR
Organizasyonel	Takıma müşteri/iş sahibi desteği	Müşteri/iş sahibi tarafından takımın desteklenmesi	Pozitif
	Güçlü yönetici desteği	Takımın bağlı olduğu birinci yöneticisinden takımın çevikliğine destek olunması	Pozitif
	Çevik liderlik desteği	Çevik lider oluşumunun takımın çevikliğine desteği	Pozitif
	Takımlar arası işbirliği seviyesi	Takımın diğer takımlar ile işbirliğinin gücü	Pozitif
	Yöneticilerin çevik olgunluk seviyesi	Takımın bağlı olduğu yönetici/yöneticilerin çevik olgunluk seviyesi, çevik metodoljilere hakimiyeti ve uygulaması	Pozitif
İnsan Kaynağı	Ekibin uzmanlık seviyesi	Takımda yer alan kişilerin uzmanlık (kıdem) seviyesi	Pozitif
	Takım üyelerinin motivasyon seviyesi	Takım üyelerinin çevik metodolojiler ve projeye ilgili motivasyon seviyesi	Pozitif
	Ekibin kendi kendine organize olma yeteneği	Ekibin kendi kendini yönetebilme kabiliyeti	Pozitif
	Müşteri ile iyi ilişkiler	Takımın ve takım üyelerinin müşteri ile ilişki seviyesi	Pozitif
	Takım içerisinde güçlü iletişim ve iş birliği	Takım üyeleri arasında iletişim seviyesi	Pozitif
	Takımın fazla mesai yapma ihtiyacı	Sprint kapsamında alınan işlerin tamamlanması için fazla mesai ihtiyacının oluşması durumu	Negatif
	Takım içerisinde güven seviyesi	Takım üyelerinin birbirine güven seviyesi	Pozitif
	Takım üyelerinin sertifikasyon oranı	Takım üyelerinin çevik metodolojilerle ilgili sertifikasyon durumu	Pozitif
Teknik	Scrum etkinliklerinde zamana uygunluk	Scrum çerçevesinde belirlenen sürelerle uygunluk ve zamanın etkin kullanımı	Pozitif
	Backlog yönetimi	Backlog yönetiminin etkin yapılması, küçük parçalara ayrılmış değer yapan işler ve iş değerine göre önceliklendirilerek sıralanmış	Pozitif
	Scrum rollerinin gerekliliklerinin karşılanması	Scrum rollerinin takım içerisinde yer alması, herbiri için görev ve sorumluluk, rol sahipleri tarafından net bir şekilde bilinmesi ve uygulanması	Pozitif
	Scrum eserlerinin etkin kullanımı	Scrum eserlerinin, belirlenen çerçevede oluşturulması ve etkin bir şekilde kullanımının sağlanması	Pozitif
	Scrum etkinliklerinin amacına uygunluğu	Scrum etkinliklerinde hedeflenen çıktıların, etkinlik sonunda elde edilebilmesi	Pozitif
	Odaklılık	Üyelerin bir takıma dedike olması	Pozitif
	Takımın büyüklüğü	Takımın, iletişim seviyesini düşürmeyecek ve proje büyüklüğünü karşılayacak ideal büyüklükte olması	Negatif
Proje	Projenin farklı takımlara bağımlılık seviyesi	Farklı takımlarla bağımlılık ve hizalanma ihtiyacı	Negatif
	Sprint planlamasının, sprint içerisinde değişmesi	Sprint planlama etkinliğinde oluşturulan sprint backlog'un, sprint tamamlanmadan değiştirilmesi	Negatif

görüşlerinin veri olarak kullanıldığı bu analizde başarı kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için AHS ve takımlar arası sınıflamanın yapılması için de TOPSIS-sort-B yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçların geçerliliğinin tespiti amacıyla bir de VIKOR-sort algoritması ile sınıflandırma yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çevik koçlar, tüm Scrum takımlarını gözlemlenme ve değerlendirme imkânına sahip olduklarından ve ayrıca

23 alt kriter belirlenmiştir. Çizelge 4 kriter ve alt kriterlere ilişkin açıklama ve tür bilgilerini özetlemektedir. Pozitif ibaresi fayda türü kriterleri (19 adet), negatif ibaresi ise maliyet türü kriterleri (4 adet) göstermektedir.



Şekil 5. İkili Karşılaştırma Anketi (Pairwise Comparison Survey)

Seçilen kriter ve alt kriterler için ikili karşılaştırma anketleri (Şekil 5’de bir örneği verilmektedir) uzmanlarla paylaşılmış ve 1-9 skalasından bir önem derecesi seçmeleri istenmiştir. 4 uzmandan toplanan veriler Saaty [38] tarafından da önerildiği gibi geometrik ortalama ile birleştirilerek, ana kriter ve bu ana kriterin altında yer alan altkriterler için olmak üzere 5 adet konsolide karşılaştırma matrisi elde edilmiştir.

Uzman değerlendirmelerinin bütünleştirildiği karşılaştırma matrislerine AHS yöntemi uygulanarak her matriste yer alan kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 6). Elde edilen değerler kullanılarak AHS tutarlılık kontrol adımları uygulanmış ve matrislerin tutarlılık oranları (CR) hesaplanmıştır (Çizelge 5). Tüm matrisler için tutarlılık oranının, kabul edilebilir sınır olan %10’dan küçük olduğu görülmüş ve verilerin kullanılabilirliği teyit edildikten sonra ağırlıkların alt kriterlere dağıtılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için önce ana kriter ağırlıkları (Çizelge 6’daki ikinci sütun) ve alt kriter ağırlıkları (Çizelge 6’daki dördüncü sütun) hesaplanmış, daha sonra her alt kriterin ağırlığı ilgili ana kriter ağırlığı ile çarpılarak genel ağırlıklar elde edilmiştir. Çizelge 6’daki son sütun belirtilen genel ağırlıkları göstermekte olup sınıflandırma algoritmalarının ağırlıklandırma adımlarında bu veriler kullanılacaktır.

Yapılan AHS uygulaması sonucunda ana kriterlerin önem sıralaması İnsan Kaynağı, Organizasyonel unsurlar, Teknik unsurlar ve Proje unsurları olarak belirlenmiştir. Genel ağırlıklara da bakıldığında önem açısından ilk üç sıranın şu şekilde oluştuğu görülmektedir: Takım içerisinde güven seviyesi, Takım içerisinde güçlü iletişim ve iş birliği, Çevik liderlik desteği.

Çevik koçlar ile yapılan değerlendirmeye istinaden, yeni kurulan ve henüz ritmini yakalamamış olan Scrum takımlarının değerlendirmeye alınmasının anlamlı olmayacağı ve bu nedenle belirli olgunluğa erişmiş 22 Scrum takımının sınıflandırma çalışmasına dâhil edilmesine karar verilmiştir. Takım değerlendirmelerinde birbir takımlarla çalışan ve değerlendirme yapabilecek çevik koçların görüşlerine başvurulacağından bu aşamada 3 çevik koç ile devam edilmiştir. Her bir takım, belirlenen 23 kritere göre 1-10 arasında değerlendirilmiştir. TOPSIS-sort-B uygulamasının ayrıntıları aşağıdaki gibidir.

Çizelge 5. Tutarlılık Oranı Hesaplama Sonuçları (Results of Consistency Ratio Calculation)

	λ_{max}	CI	CR
Organizasyonel	4.260	0.087	0.096
İnsan Kaynağı			
Teknik			
Proje			
Takıma müşteri/iş sahibi desteği	5.448	0.112	0.100
Güçlü yönetici desteği			
Agile leaders desteği			
Takımlar arası işbirliği seviyesi			
Yöneticilerin çevik olgunluk seviyesi	8.971	0.139	0.098
Ekibin uzmanlık seviyesi			
Takım üyelerinin motivasyon seviyesi			
Ekibin kendi kendine organize olma yeteneği			
Müşteri ile iyi ilişkiler			
Takım içerisinde güçlü iletişim ve iş birliği			
Takımın fazla mesai yapma ihtiyacı			
Takım içerisinde güven seviyesi			
Takım üyelerinin sertifikasyon oranı			
Scrum etkinliklerinde zamana uygunluk			
Backlog yönetimi			
Scrum rollerinin gerekliliklerinin karşılanması			
Scrum eserlerinin etkin kullanımı			
Scrum etkinliklerinin amacına uygunluğu			
Odaklılık			
Takımın büyüklüğü	3.016	0.008	0.014
Projenin farklı takımlara bağımlılık seviyesi			
Sprint planlamasının, sprint içerisinde değişmesi			
Proje önceliklendirmesinin doğru yapılması			

Çizelge 6. Scrum Takımları Başarı Kriterleri Önem Ağırlıkları (Importance Weights of Scrum Teams Success Criteria)

KRİTER	KRİTER AĞIRLIĞI	ALT KRİTERLER	ALT KRİTER AĞIRLIĞI	GENEL AĞIRLIKLARI
Organizasyonel	0,247	K1: Takıma müşteri/iş sahibi desteği	0,035	0,009
		K2: Güçlü yönetici desteği	0,094	0,023
		K3: Çevik liderlik desteği	0,423	0,105
		K4: Takımlar arası işbirliği seviyesi	0,236	0,058
		K5: Yöneticilerin çevik olgunluk seviyesi	0,212	0,052
İnsan Kaynağı	0,635	K6: Ekibin uzmanlık seviyesi	0,040	0,026
		K7: Takım üyelerinin motivasyon seviyesi	0,153	0,097
		K8: Ekibin kendi kendine organize olma yeteneği	0,106	0,067
		K9: Müşteri ile iyi ilişkiler	0,075	0,048
		K10: Takım içerisinde güçlü iletişim ve iş birliği	0,239	0,152
		K11: Takımın fazla mesai yapma ihtiyacı	0,028	0,018
		K12: Takım içerisinde güven seviyesi	0,328	0,208
		K13: Takım üyelerinin sertifikasyon oranı	0,031	0,020
Teknik	0,069	K14: Scrum etkinliklerinde zamana uygunluk	0,027	0,002
		K15: Backlog yönetimi	0,051	0,004
		K16: Scrum rollerinin gerekliliklerinin karşılanması	0,295	0,020
		K17: Scrum eserlerinin etkin kullanımı	0,101	0,007
		K18: Scrum etkinliklerinin amacına uygunluğu	0,145	0,010
		K19: Odaklılık	0,343	0,024
		K20: Takımın büyüklüğü	0,038	0,003
Proje	0,049	K21: Projenin farklı takımlara bağımlılık seviyesi	0,487	0,024
		K22: Sprint planlamasının, sprint içerisinde değişmesi	0,070	0,003
		K23: Proje önceliklendirmesinin doğru yapılması	0,443	0,022

Adım 1: 22 Scrum takımı 3 uzman tarafından 1-10 skalası kullanılarak puanlandırılmıştır. Uzmanların deneyimleri benzer ve karar mercii olarak da aynı seviyede bulduklarından dolayı eşit ağırlıklara sahip olmaları gerektiği düşünülerek düzenlenen bir toplantı çerçevesinde birlikte grup uzlaşımına göre puanlandırma yapmaları sağlanmış ve ortaklaştırılmış

karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisi $X = [a_{ij}]_{m \times n}$, Çizelge 7’de verilmektedir.

Adım 2: Takımların başarı seviyelerine göre 3 sınıfta değerlendirilmesine karar verilmiş olup uzmanlarla yapılan değerlendirmede eşit aralıklara sahip sınıfların kullanılabileceği konusunda hemfikir kalınmıştır: 0-3,3 arası “Az Başarılı”, 3,3-6,7 arası “Başarılı” ve 6,7-10 arası “Çok Başarılı” sınıflarını ifade etmektedir. Sınıfları tanımlayan bu alt ve üst sınır profilleri Çizelge 7’de belirtilmektedir: $P = [P_{kj}]_{2 \times 23}$; $k = 1,2; j = 1, \dots, 23$.

Adım 3: Tüm kriterlerdeki maksimum ve minimum değerlerin belirtildiği etki alanı matrisi oluşturulur: $D = [a_1^* \dots a_n^* / a_1^- \dots a_n^-]$. Çizelge 7’nin en altındaki iki satır bunları göstermektedir.

Adım 4: Karar matrisi, profil matrisi ve etki alanı matrisi bir araya getirilerek oluşturulan bütünlük karar matrisi $M = [M_{ij}]_{26 \times 23}$ Çizelge 7’de temsil gösterilmektedir.

Adım 5: Çizelge 7’deki bütünlük karar matrisi Eşitlik (5) kullanılarak normalize edilmiş ve ardından Çizelge 6’da verilen kriter önemlerini gösteren ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi $V = [v_{ij}]_{26 \times 23}$ oluşturulmuştur. Normalize karar matrisi Çizelge 8’de, ağırlıklandırılmış karar matrisi ise Çizelge 9’da verilmektedir.

Adım 6: V matrisi üzerinde Eşitlik (6-7) uygulanarak pozitif (v^+) ve negatif (v^-) ideal seçenekler belirlenir. Çizelge 9’un en alt iki satırında bu idealler gösterilmektedir.

Adım 7: Her bir alternatifin ve sınıf profilinin pozitif ve negatif ideallere olan öklit mesafesi Eşitlik (8-11) kullanılarak ölçülür. Çizelge 10’da bu ölçümler verilmektedir.

Adım 8: Bir önceki adımda hesaplanan mesafeler baz alınarak her alternatif ve sınıf profili için Eşitlik (12-13) kullanılarak yakınlık katsayısı hesaplanır. Bu değerler de Çizelge 10’da verilmektedir.

Adım 9: Alternatiflere ve sınıf profillerine ilişkin yakınlık katsayıları göz önüne alınarak Eşitlik (14) ile verilen kurallar her bir alternatif için kontrol edilir ve sınıflara takım atamaları gerçekleştirilir. Aşağıda üç örnek verilmektedir:

- $C(Takım 7) = 0,7213 \geq C(P_1) = 0,6583$ sağlandığı için *Takım 7* $\in C_1$ olur. Yani, *Takım 7*, Çok Başarılı sınıfına atanmaktadır.
- $C(P_2) = 0,6583 > C(Takım 4) = 0,5318 \geq C(P_1) = 0,1629$ sağlandığı için *Takım 4* $\in C_2$ olur. Yani, *Takım 4* Başarılı sınıfına atanır.
- $C(Takım 6) = 0,1620 < C(P_2) = 0,1629$ sağlandığından dolayı *Takım 6* $\in C_3$ olur. Buna göre de, *Takım 6* Az Başarılı sınıfına dahil olmaktadır.

Çizelge 7. Ortaklaştırılmış Karar Matrisi (Integrated Decision Matrix)

Takım	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23
1	6	6	3	5	3	6	5	3	7	4	1	4	4	8	8	3	5	5	8	8	4	7	7
2	3	5	3	5	3	6	6	7	5	8	3	8	4	8	3	2	5	5	5	8	9	9	5
3	8	5	3	5	3	7	4	7	7	5	3	3	3	8	5	3	5	5	5	8	5	6	6
4	3	2	3	5	2	7	5	6	7	6	1	7	2	8	3	2	5	5	7	7	5	6	7
5	7	8	2	6	2	8	6	7	8	8	1	7	4	9	8	3	3	5	6	8	5	2	7
6	6	2	1	4	2	7	5	4	8	4	1	3	2	6	3	3	3	2	3	5	7	5	5
7	8	8	3	6	2	9	8	7	8	9	3	8	4	9	8	6	3	6	9	7	3	3	8
8	6	8	1	6	2	8	8	8	8	9	1	9	2	5	3	3	3	3	2	7	5	1	1
9	8	7	3	8	3	7	6	5	8	7	1	7	4	9	4	4	7	7	3	5	3	3	5
10	8	7	1	8	3	9	9	9	9	9	2	7	4	7	7	7	6	5	2	7	5	5	5
11	6	6	3	5	3	6	6	5	6	5	3	6	3	7	5	3	5	5	6	7	6	5	6
12	8	7	3	8	3	7	6	5	8	7	1	6	4	9	4	4	4	7	3	5	3	3	6
13	8	7	1	7	3	8	8	8	7	8	1	9	3	5	6	5	4	5	2	7	8	5	5
14	8	7	3	8	3	7	7	5	8	7	1	7	3	9	6	4	5	7	3	5	3	3	7
15	7	6	2	7	5	8	8	8	7	8	3	8	2	5	7	7	5	5	5	5	5	5	5
16	9	7	3	8	4	8	8	8	8	8	1	8	4	9	7	4	5	7	7	7	3	2	8
17	9	8	4	8	4	8	8	8	9	8	1	8	4	9	9	5	5	8	8	8	6	3	8
18	9	8	3	8	4	7	7	7	9	5	1	5	4	7	7	4	4	6	3	7	3	1	8
19	7	5	3	6	3	4	4	6	6	6	3	6	3	5	6	3	5	4	6	8	5	5	5
20	8	7	3	7	3	8	7	8	8	8	1	7	3	8	7	4	4	6	3	6	3	2	7
21	4	6	3	4	3	6	4	4	3	6	4	5	3	5	3	3	4	4	5	8	5	7	3
22	9	8	2	8	4	8	8	9	8	9	2	9	2	7	7	8	8	8	8	5	5	3	7
P_2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
P_1	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
a_j^+	9,0	8,3	6,7	8,3	6,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	6,7	9,0	6,7	9,3	9,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,3
a_j^-	3,0	2,0	1,0	3,3	2,0	3,3	3,3	3,0	3,0	3,3	1,0	2,7	2,0	3,3	2,7	2,0	2,7	2,0	2,0	3,3	3,0	1,0	1,0

Çizelge 7. Normalize Karar Matrisi (Normalized Decision Matrix)

Takım	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23
1	0.50	0.63	0.35	0.34	0.21	0.47	0.30	0.00	0.67	0.12	0.00	0.21	0.43	0.78	0.84	0.17	0.44	0.50	0.90	1.00	0.17	0.75	0.82
2	0.00	0.47	0.35	0.34	0.21	0.47	0.47	0.67	0.33	0.82	0.35	0.84	0.43	0.78	0.05	0.00	0.44	0.50	0.43	1.00	1.00	1.00	0.55
3	0.78	0.47	0.29	0.34	0.21	0.59	0.12	0.61	0.61	0.30	0.29	0.11	0.28	0.72	0.37	0.17	0.44	0.50	0.43	0.93	0.33	0.67	0.68
4	0.00	0.00	0.35	0.34	0.00	0.71	0.30	0.50	0.72	0.53	0.00	0.68	0.00	0.78	0.05	0.00	0.44	0.50	0.76	0.72	0.33	0.58	0.86
5	0.61	1.00	0.18	0.60	0.00	0.77	0.47	0.67	0.83	0.82	0.00	0.68	0.43	1.00	0.84	0.17	0.06	0.50	0.57	1.00	0.33	0.13	0.86
6	0.50	0.05	0.00	0.07	0.00	0.59	0.30	0.11	0.83	0.06	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.11	0.00	0.00	0.14	0.36	0.67	0.50	0.55
7	0.89	0.95	0.35	0.47	0.00	1.00	0.82	0.72	0.83	1.00	0.35	0.84	0.43	0.94	0.79	0.67	0.06	0.67	1.00	0.86	0.06	0.29	1.00
8	0.50	0.95	0.00	0.54	0.00	0.82	0.82	0.83	0.83	1.00	0.00	1.00	0.00	0.28	0.05	0.17	0.06	0.17	0.00	0.79	0.33	0.00	0.00
9	0.83	0.79	0.35	1.00	0.21	0.71	0.53	0.33	0.83	0.71	0.00	0.74	0.43	1.00	0.21	0.33	0.88	0.89	0.10	0.36	0.00	0.25	0.59
10	0.83	0.79	0.00	0.93	0.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.18	0.68	0.43	0.61	0.68	0.83	0.63	0.50	0.00	0.79	0.33	0.50	0.55
11	0.56	0.68	0.41	0.34	0.28	0.53	0.53	0.33	0.50	0.30	0.29	0.47	0.21	0.67	0.37	0.17	0.44	0.50	0.57	0.79	0.56	0.50	0.68
12	0.83	0.79	0.35	0.93	0.21	0.65	0.47	0.33	0.83	0.65	0.00	0.53	0.43	0.94	0.21	0.33	0.25	0.83	0.14	0.36	0.00	0.25	0.68
13	0.83	0.79	0.00	0.74	0.21	0.82	0.82	0.83	0.67	0.82	0.00	1.00	0.21	0.28	0.53	0.50	0.25	0.50	0.00	0.79	0.83	0.50	0.55
14	0.83	0.79	0.35	0.93	0.21	0.65	0.65	0.33	0.83	0.65	0.00	0.68	0.21	0.94	0.53	0.33	0.44	0.83	0.14	0.36	0.00	0.25	0.82
15	0.67	0.63	0.18	0.74	0.64	0.82	0.82	0.83	0.67	0.82	0.35	0.84	0.00	0.28	0.68	0.83	0.44	0.50	0.43	0.36	0.33	0.50	0.55
16	1.00	0.79	0.35	0.93	0.43	0.82	0.82	0.83	0.83	0.82	0.00	0.84	0.43	0.94	0.68	0.33	0.44	0.83	0.71	0.79	0.00	0.13	0.95
17	1.00	0.95	0.53	0.93	0.43	0.82	0.82	0.83	1.00	0.82	0.00	0.84	0.43	0.94	1.00	0.50	0.44	1.00	0.86	1.00	0.50	0.25	0.95
18	1.00	0.95	0.35	0.93	0.43	0.65	0.65	0.67	1.00	0.30	0.00	0.37	0.43	0.61	0.68	0.33	0.25	0.67	0.14	0.79	0.00	0.00	0.95
19	0.67	0.47	0.35	0.54	0.21	0.12	0.12	0.50	0.50	0.47	0.35	0.53	0.21	0.28	0.53	0.17	0.44	0.33	0.57	1.00	0.33	0.50	0.55
20	0.83	0.79	0.35	0.74	0.21	0.82	0.65	0.83	0.83	0.82	0.00	0.68	0.21	0.78	0.68	0.33	0.25	0.67	0.14	0.57	0.00	0.13	0.82
21	0.17	0.63	0.35	0.14	0.21	0.53	0.06	0.11	0.00	0.47	0.53	0.37	0.00	0.28	0.05	0.17	0.25	0.33	0.43	0.93	0.33	0.75	0.27
22	1.00	0.95	0.18	0.93	0.43	0.82	0.77	0.94	0.83	1.00	0.18	1.00	0.00	0.61	0.68	1.00	1.00	1.00	0.86	0.36	0.33	0.25	0.82
P_2	0.05	0.21	0.40	0.00	0.28	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.40	0.10	0.28	0.00	0.10	0.22	0.12	0.22	0.19	0.00	0.05	0.29	0.31
P_1	0.62	0.74	1.00	0.68	1.00	0.60	0.60	0.62	0.62	0.60	1.00	0.64	1.00	0.56	0.64	0.78	0.76	0.78	0.67	0.72	0.62	0.71	0.78
a_j^+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a_j^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 8. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi (Weighted Normalized Decision Matrix)

Takım	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23
1	0.00	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	0.03	0.00	0.03	0.02	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
2	0.00	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	0.05	0.04	0.02	0.13	0.01	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01
3	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.05	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
4	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.02	0.03	0.03	0.03	0.08	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02
5	0.01	0.02	0.02	0.04	0.00	0.02	0.05	0.04	0.04	0.13	0.00	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
7	0.01	0.02	0.04	0.03	0.00	0.03	0.08	0.05	0.04	0.15	0.01	0.18	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
8	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.02	0.08	0.06	0.04	0.15	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
9	0.01	0.02	0.04	0.06	0.01	0.02	0.05	0.02	0.04	0.11	0.00	0.15	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
10	0.01	0.02	0.00	0.05	0.01	0.03	0.10	0.07	0.05	0.15	0.00	0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
11	0.00	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.01	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
12	0.01	0.02	0.04	0.05	0.01	0.02	0.05	0.02	0.04	0.10	0.00	0.11	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
13	0.01	0.02	0.00	0.04	0.01	0.02	0.08	0.06	0.03	0.13	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
14	0.01	0.02	0.04	0.05	0.01	0.02	0.06	0.02	0.04	0.10	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
15	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	0.08	0.06	0.03	0.13	0.01	0.18	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
16	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.08	0.06	0.04	0.13	0.00	0.18	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01
17	0.01	0.02	0.06	0.05	0.02	0.02	0.08	0.06	0.05	0.13	0.00	0.18	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02
18	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.06	0.04	0.05	0.05	0.00	0.08	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
19	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.02	0.07	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
20	0.01	0.02	0.04	0.04	0.01	0.02	0.06	0.06	0.04	0.13	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
21	0.00	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.07	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
22	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.07	0.06	0.04	0.15	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02
P_2	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
P_1	0.01	0.02	0.10	0.04	0.05	0.02	0.06	0.04	0.03	0.09	0.02	0.13	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02
v_j^+	0.01	0.02	0.10	0.06	0.05	0.03	0.10	0.07	0.05	0.15	0.00	0.21	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
v_j^-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

Çizelge 9. TOPSIS-sort-B Sonuçları (TOPSIS-sort-B Results)

	$d_{a_i}^*$ ve $d_{P_k}^*$	$d_{a_i}^-$ ve $d_{P_k}^-$	$C(a_i)$ ve $C(P_k)$	C_q	Sınıf Tanımı
Takım 1	0,2506	0,0892	0,2626	C_2	Başarılı
Takım 2	0,1250	0,2311	0,6489	C_2	Başarılı
Takım 3	0,2533	0,0887	0,2594	C_2	Başarılı
Takım 4	0,1607	0,1825	0,5318	C_2	Başarılı
Takım 5	0,1402	0,2131	0,6033	C_2	Başarılı
Takım 6	0,3011	0,0582	0,1620	C_3	Az Başarılı
Takım 7	0,1018	0,2635	0,7213	C_1	Çok Başarılı
Takım 8	0,1296	0,2830	0,6858	C_1	Çok Başarılı
Takım 9	0,1279	0,2162	0,6282	C_2	Başarılı
Takım 10	0,1338	0,2546	0,6556	C_2	Başarılı
Takım 11	0,1894	0,1385	0,4224	C_2	Başarılı
Takım 12	0,1565	0,1798	0,5347	C_2	Başarılı
Takım 13	0,1255	0,2703	0,6830	C_1	Çok Başarılı
Takım 14	0,1330	0,2063	0,6079	C_2	Başarılı
Takım 15	0,1068	0,2489	0,6997	C_1	Çok Başarılı
Takım 16	0,0907	0,2551	0,7378	C_1	Çok Başarılı
Takım 17	0,0775	0,2596	0,7701	C_1	Çok Başarılı
Takım 18	0,1915	0,1529	0,4441	C_2	Başarılı
Takım 19	0,1836	0,1497	0,4491	C_2	Başarılı
Takım 20	0,1177	0,2240	0,6554	C_2	Başarılı
Takım 21	0,2195	0,1165	0,3468	C_2	Başarılı
Takım 22	0,0972	0,2901	0,7489	C_1	Çok Başarılı
P_2	0,2912	0,0567	0,1629		
P_1	0,1148	0,2211	0,6583		

Diğer tüm sınıf atamaları Çizelge 10’da verilmektedir. Görüldüğü gibi, sınıflandırma sonuçlarına göre Çok Başarılı sınıfına 7 takım, Başarılı sınıfına 14 takım ve Az Başarılı sınıfına da 1 takım yerleştirilmiştir. Yönetim ekibinin yapması gereken şey öncelikle Az Başarılı bulunan takımdaki sorunları anlamak ve onun da Başarılı sınıfına dâhil olabilmesi için yapılması gerekenleri belirlemektir. Aynı şekilde, Başarılı sınıfındaki takımların da Çok Başarılı sınıfına yükselebilmeleri için gereken yönetimsel taktiklerin neler olduğu ve performanslarının artırılması konusunda neler yapılması gerektiği de yönetim tarafında verilmesi gereken kararlar içerisinde yer almaktadır.

Karşılaştırma yapmak amacıyla VIKOR-sort algoritması da çalıştırılmış ve elde edilen sınıflandırma sonuçları karşılaştırılmıştır. Çizelge 11 bu karşılaştırma sonuçlarını özetlemektedir. Görüldüğü gibi Başarılı ve Az Başarılı sınıfındaki takımlar VIKOR-sort tarafından da aynı sınıfa atanmışlardır. TOPSIS-sort-B tarafından Başarılı bulunan yedi takımdan beşi ise VIKOR-sort tarafından bir seviye aşağıya atanmış (eğik olarak gösterilmiştir) ve bu beş takım Başarılı sınıfında yer almıştır. Buna göre VIKOR-sort atamasındaki sınıfların eleman sayıları şu şekilde olmuştur: 2 takım Çok Başarılı, 19 takım Başarılı ve 1 takım Az Başarılı. İki yöntemin sonuçlarının benzerlik oranı ise %78’dir. Ayrıca, sınıfı değişiklik gösteren 5 takımda sadece birer sınıf negatif yönlü değişiklik, yani daha düşük bir sınıfa atama

olmuştur. Elde edilen bu bulgulara göre atama sonuçlarının güvenilir olduğunu söylemek olanaklıdır.

Çizelge 10. TOPSIS-sort-B ve VIKOR-sort Sonuçlarının Karşılaştırılması (Comparison of TOPSIS-sort-B and VIKOR-sort Results)

	TOPSIS-sort-B	VIKOR-sort
Takım 1	2	2
Takım 2	2	2
Takım 3	2	2
Takım 4	2	2
Takım 5	2	2
Takım 6	3	3
Takım 7	1	2
Takım 8	1	2
Takım 9	2	2
Takım 10	2	2
Takım 11	2	2
Takım 12	2	2
Takım 13	1	2
Takım 14	2	2
Takım 15	1	2
Takım 16	1	1
Takım 17	1	1
Takım 18	2	2
Takım 19	2	2
Takım 20	2	2
Takım 21	2	2
Takım 22	1	2

5. SONUÇLAR (RESULTS)

Bu çalışmada, çevik proje yönetimi metodolojisi ile yazılım geliştiren Scrum takımlarının, performans metrikleriyle ölçümlenemeyen potansiyel başarıları için AHS ile bütünlük TOPSIS-sort-B algoritmasına dayanan bir sınıflandırma odaklı ÇKKV modeli önerilmiş ve Türkiye'deki bir firmada uygulaması gerçekleştirilmiştir. Takımlara danışmanlık ve destek sağlayan çevik koçların yakın gözlem, değerlendirme ve çevik metodoloji bilgileri dikkate alındığında, uzman değerlendirmelerinin kendileri tarafından yapılmasının, takım dışında tarafsız bir yaklaşım imkanı sağlaması açısından da uygun olacağı düşünülmüştür.

Literatürde yer alan başarı kriterleri incelenerek, uygulama yapılacak şirketin yapısı, kurumsal özellikleri ve takımların özellikleri de göz önünde bulundurularak, uzmanlarla yapılan görüşmelerde 23 başarı kriteri belirlenmiştir. Kriterlerin, takımların başarısındaki önem ağırlığının hesaplanması için AHS yöntemi kullanılmıştır. Bazı kriterlerin ağırlıklarının çok düşük olduğu görülmüş ve ileriki çalışmalarda, etkisi çok düşük olan bu kriterlerin kapsam dışına çıkarılabileceği ya da bazı kriterlerin birlikte değerlendirilmesi mümkün olabileceği değerlendirilmektedir. En önemli görülen üç kriter şu şekildedir: Takım içerisinde güven seviyesi (%20,8), Takım içerisinde güçlü iletişim ve iş birliği (%15,2), Çevik liderlik desteği (%10,5). Görüldüğü gibi, bu üç kriterin toplam ağırlığı %46,5'tir.

Çalışmada etkinliğini kanıtlamış, yani belirli bir uygunluk seviyesinde olan 22 Scrum takımı seçilmiş ve bu takımların hangi performans sınıfında olduğu analiz edilmiştir. Performans sınıfları, Çok Başarılı, Başarılı ve Az Başarılı olarak belirlenmiştir. Ele alınan sorun bir sınıflandırma problemi olduğundan ÇKKV temelli bir sınıflandırma algoritmasının kullanılmıştır. ÇKKV literatüründe etkinliğini kanıtlamış ve en fazla atf alan yöntemlerden olan TOPSIS'in sınıflandırma odaklı bir versiyonu bu çalışmada kullanılmıştır. TOPSIS-sort-B algoritması hem normalizasyon tekniği hem de eklenen yeni adımlarla birlikte sıra tersinirliği sorununu çözmeye etkinliğine sahip olması nedeniyle tercih edilmiştir. Çevik koçların takım değerlendirme anketleri, TOPSIS-sort-B algoritmasıyla işlenmiş ve takımların, önceden belirlenen başarı sınıflarına atanması yapılmıştır. Sonuçta, takımların çoğunluğunun "Başarılı" sınıfına girdiği görülmüş ve uzmanlarla yapılan son değerlendirmede bu sonuçların anlamlı bulunduğu tespit edilmiştir. Algoritmanın sonuçları bir diğer sınıflandırma algoritması olan VIKOR-sort ile bulunan sonuçlarla da karşılaştırılmış ve 5 takımın bir derece düşük sınıfa atanması haricinde TOPSIS-sort-B ile benzer sonuçları ürettiği görülmüştür. Buradan hareketle de, önerilen algoritmanın sonuçlarının güvenilir olduğunu söylemek olanaklı hale gelmiştir.

Diğer taraftan, takımların kriterler bazında aldıkları puanlar incelenerek, takımların başarı seviyeleri ile bazı kriterler arasında doğrudan bir ilişki olup olmadığının şablonu çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu

değerlendirmenin amacı, takım başarılarını arttıracak iyileştirme alanlarının belirlenmesidir. Önem ağırlığı en yüksek olan 3 kriter incelendiğinde, her biri için pozitif yönlü bir ilişki gözlemlenmiştir. "Çok Başarılı" seviyesine çıkabilmeleri için performans puanı daha düşük olan takımların yukarıda belirtilen üç kriterde iyileştirme yapılmaya çalışması ve tekrar değerlendirme ile gelişimin takip edilmesi gerekmektedir. Bu iyileştirme süreci, belirlenen pozitif etkinin de doğrulanmasına imkân sağlayacak bir çalışma olacaktır.

Yapılan çalışma, Scrum takımlarının başarı seviyelerinin değerlendirmesinde, uzman görüşünün dikkate alınarak mevcut çıktılar yerine potansiyelleri üzerinden bir sınıflandırma imkânı sunması açısından, literatürde yer alan bir açığı kapamaktadır. Bu alanda yeni çalışmalara da öncül olacak bir uygulama olacağı düşünülmekte olup kriter sayısı azaltılarak en fazla öneme sahip anlamlı kriterlerle model güncellenebilir ve uzman sayısı artırılarak da çalışma genelleştirilebilir. Ayrıca, uzman görüşü ve Scrum takımları başarı metrikleri de aynı değerlendirme içine alınarak, nitel ve nicel değerlendirmenin yapıldığı daha kapsamlı uygulamaların yapılması da sağlanabilir. Bu şekilde geliştirilecek model, farklı kurumlarda ve tekrarlanabilir kullanım sağlayan bir karar destek sistemi oluşturacaktır. Son olarak, önerilen ÇKKV modelinin uzman görüşlerindeki belirsizliği daha iyi modelleyebilmesi amacıyla bulanık mantık teorisinden faydalanılarak bulanık ÇKKV temelli sınıflandırma algoritmalarının geliştirilmesi bir diğer gelecek çalışma önerisi olabilir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI

(DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Neslihan YEGEN: Modeli kurmuş, veri toplamış ve bazı analizleri yapmıştır. Ayrıca literatür taramasını da gerçekleştirmiştir. Makalenin yazımını tamamlamıştır

Sait GÜL: Modelin son halinin verilmesinde ve bazı analizlerin yapılmasında çalışmıştır. Yöntemlerle ilgili kısımları hazırlamış ve son denetimi yapmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] T. Chow ve D.-B. Cao, "A survey study of critical success factors in agile software projects", *Journal of Systems and Software*, 81(6):961-971, (2008).

- [2] K. Beck, M. Beedle, A. Van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, J. Grenning, J. Highsmith, A. Hunt, R. Jeffries, J. Kern, B. Marick, R. C. Martin, S. Mellor, K. Schwaber, J. Sutherland ve D. Thomas, "Manifesto for Agile Software Development", <https://agilemanifesto.org/>, (2001).
- [3] M. Aoyama, "Web-Based Agile Software Development", *IEEE Software*, 15(6):56-65, (1998).
- [4] M. Dursun, N. Göker ve H. Mutlu, "Evaluation of Project Management Methodologies Success Factors Using Fuzzy Cognitive Map Method: Waterfall, Agile, And Lean Six Sigma Cases", *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 10(1):35-43, (2021).
- [5] F. Ji ve T. Sedano, "Comparing Extreme Programming and Waterfall Project Results", *24th IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training*, 22-24 May, Honolulu, USA, 482-486, (2011).
- [6] P. A. Alvarez, A. Ishizaka ve L. Martinez, "Multiple-criteria decision-making sorting methods: A Survey", *Expert Systems with Applications*, 81(6):115368, (2021).
- [7] A. Deringöz, T. Danişan ve T. Eren, "Covid-19 Takibinde Giyilebilir Sağlık Teknolojilerinin ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", *Politeknik Dergisi*, 25(2):533-543, (2022).
- [8] J.-J. Wang, Y.-Y. Jing, C.-F. Zhang ve J.-H. Zhao, "Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9):2263-2278, (2009).
- [9] M. Poppendieck ve M. A. Cusumano, "Lean Software Development: A Tutorial", *IEEE Software*, 29(5):26-32, (2012).
- [10] T. Dyba ve T. Dingsoyr, "Empirical studies of agile software development: A systematic review", *Information and Software Technology*, 50(9-10):833-859, (2008).
- [11] K. Schwaber ve J. Sutherland, "Scrum Guide 2020", <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>, (2020).
- [12] J. Sheffield ve J. Lemetayer, "Factors associated with the software development agility of successful projects", *International Journal of Project Management*, 31(3):459-472, (2013).
- [13] O. Mattsson ve K. Egenvall, "Success factors and measurements of Agile teams", (Master of Science Thesis), Chalmers University of Technology, Department of Computer Science and Engineering, Gothenburg, (2017).
- [14] Z. T. Taner ve Z. Ö. Parlak Biçer, "Endüstri 4.0'ın Proje Yönetim Etmenlerine Etkisi", *Politeknik Dergisi*, 24(4):1461-1472, (2021).
- [15] D. F. De Lima Silva ve A. T. De Almeida Filho, "Sorting with TOPSIS through boundary and characteristic profiles", *Computers & Industrial Engineering*, 141:106328, (2020).
- [16] H. F. Sabokbar, A. Banaitis, A. Hosseini ve N. Banaitiene, "A novel sorting method topsis-sort: an application for Tehran environmental quality evaluation", *Ekonomika a Management*, XIX(2), 87-104, (2016).
- [17] A. Ishizaka ve C. Lopez, "Cost-benefit AHPSort for performance analysis of offshore providers", *International Journal of Production Research*, 57(13):4261-4277, (2019).
- [18] L. Demir, M. E. Akpınar, C. Araz ve M. A. Ilgın, "A green supplier evaluation system based on a new multi-criteria sorting method: VIKORSORT", *Expert Systems with Applications*, 114:479-487, (2018).
- [19] V. Mousseau ve R. Slowinski, "Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples", *Journal of Global Optimization*, 12:157-174, (1998).
- [20] J. Figueira, Y. De Smet ve J. P. Brans, "MCDA methods for sorting and clustering problems: Promethee TRI and Promethee CLUSTER", *Université Libre de Bruxelles, Service de Mathématiques de la Gestion*, p. Working Paper 2004/02, (2004).
- [21] C. Araz ve I. Ozkarahan, "A multicriteria sorting procedure for financial classification problems: The case of business failure risk assessment", *Intelligent Data Engineering and Automated Learning - IDEAL 2005*, Berlin, (2005).
- [22] A. Ishizaka, C. Pearman ve P. Nemery, "AHPSort: an AHP-based method for sorting problems", *International Journal of Production Research*, 50(17):4767-4784, (2012).
- [23] F. Miccoli ve A. Ishizaka, "Sorting municipalities in Umbria according to the risk of wolf attacks with AHPSort II", *Ecological Indicators*, 73:741-755, (2017).
- [24] A. Ouhibi ve H. Frikha, "CODAS-SORT: A new CODAS based method for sorting problems", *6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT'19)*, Paris, France, (2019).
- [25] A. Ishizaka ve M. Gordon, "MACBETHSort: A multiple criteria decision aid procedure for sorting strategic products", *Journal of the Operational Research Society*, 68(1):53-61, (2017).
- [26] K. Yamagishi ve L. Ocampo, "Utilizing TOPSIS-Sort for sorting tourist sites for perceived COVID-19 exposure", *Current Issues in Tourism*, 25(2):168-178, (2021).
- [27] P. K. Roy, K. Shaw ve A. Ishizaka, "Developing an integrated fuzzy credit rating system for SMEs using fuzzy-BWM and fuzzy-TOPSIS-Sort-C", *Annals of Operations Research*, (2022).
- [28] L. Ocampo, R. A. Tanaid, A. M. Tiu, E. Selerio Jr ve K. Yamagishi, "Classifying the degree of exposure of customers to COVID-19 in the restaurant industry: A novel intuitionistic fuzzy set extension of the TOPSIS-Sort", *Applied Soft Computing*, 113:107906, (2021).

- [29] M. Gül, "A quantitative occupational risk assessment methodology based on TOPSIS-Sort with its application in aluminum extrusion industry", *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 7(1):163-172, (2021).
- [30] A. Aytekin ve H. K. Gündoğdu, "OECD ve AB Üyesi Ülkelerin Sürdürülebilir Yönetişim Düzeylerine Göre SWARA Tabanlı Topsis-sort-B ve WASPAS Yöntemleriyle İncelenmesi", *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 16(56):943-971, (2021).
- [31] O. Polat, S. G. Akçok, M. A. Akbay, D. Topaloğlu, S. Arslan ve C. B. Kalaycı, "Classification of raw cow milk using information fusion framework", *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15:5113-5130, (2021).
- [32] L. Ocampo ve K. Yamagishi, "Multiple criteria sorting of tourist sites for perceived COVID-19 exposure: the use of VIKORSORT", *Kybernetes*, 51(11):3121-3152, (2021).
- [33] P. Sabbagh, R. Pourmohamad, M. Elveny, M. Beheshti, A. Davarpanah, A. S. Metwally, S. Ali ve A. S. Mohammed, "Evaluation and Classification Risks of Implementing Blockchain in the Drug Supply Chain with a New Hybrid Sorting Method", *Sustainability*, 13:11466, (2021).
- [34] S. Mahmud, A. Abbasi, R. K. Chakraborty ve M. J. Ryan, "A self-adaptive hyper-heuristic based multi-objective optimisation approach for integrated supply chain scheduling problems", *Knowledge-Based Systems*, 251:109190, (2022).
- [35] Z. N. Nişancı ve H. Akpınar, "Beş Faktör Kişilik Modeli Kapsamında Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Aracılığıyla Personel Sınıflandırma", *International Journal of Management and Administration*, 3(6):185-204, (2019).
- [36] A. Aydoğdu ve S. Gül, "New entropy propositions for interval-valued spherical fuzzy sets and their usage in an extension of ARAS (ARAS-IVSFS)", *Expert System*, 39(4):1-19, (2022).
- [37] D. Öztürk ve F. Batuk, "Criterion Weighting in Multicriteria Decision Making", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 25(1):86-98, (2006).
- [38] T. L. Saaty, "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 48:9-26, (1990).
- [39] M. Dağdeviren, S. Yavuz ve N. Kılınç, "Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment", *Expert System with Applications*, 36(4):8143-8151, (2009).
- [40] N. Avşar Özcan, M. Bulut, E. C. Özcan ve T. Eren, "Enerji Üretim Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin İstatistiksel ve Analitik Olarak Karşılaştırması: Türkiye Örneği", *Politeknik Dergisi*, 25(2): 519-531, (2022).
- [41] A. Aytekin, "Türkiye'de Önde Gelen Şirketlerin Etkinlik, Farklılık ve Performans Ölçümü", *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(4):19-35, (2020).