



Sustainable human resource management: Improving employee satisfaction with a nonlinear assignment program involving uncertain utility functions

Fikret Korhan Turan*^{ID}, Gül Coruh^{ID}

Altınbas University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Industrial Engineering, 34217, Bagecilar, Istanbul, Turkey

Highlights:

- Maximizing employee satisfaction through automation and interview robots in human resource management
- Uncertainty in employee expectation and satisfaction levels due to measurement error or changes through time and by experience
- The presence of statistical dependency among employees' expectation and satisfaction levels

Keywords:

- Sustainable human resource planning
- Employee motivation
- Optimal job placement
- Optimal personnel recruitment
- Employee productivity and efficiency

Article Info:

Research Article
Received: 02.09.2019
Accepted: 26.11.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.614325

Acknowledgement:

The authors gratefully thank the editors and anonymous reviewers of the journal for their valuable contributions.

Correspondence:

Author: Fikret Korhan Turan
e-mail:
korhan.turan@altinbas.edu.tr
phone: +90 212 604 0100

Graphical/Tabular Abstract

It is no doubt that the most significant resource for organizations is human capital and the optimal utilization of human capital enables them to make savings both from time and money. One of the most critical phases of human resource management is the job-personnel assignment process. For success in this process, it is necessary to consider a job candidate's satisfaction and expectations with regard to the job that he/she will be assigned, in addition to his/her technical competencies.

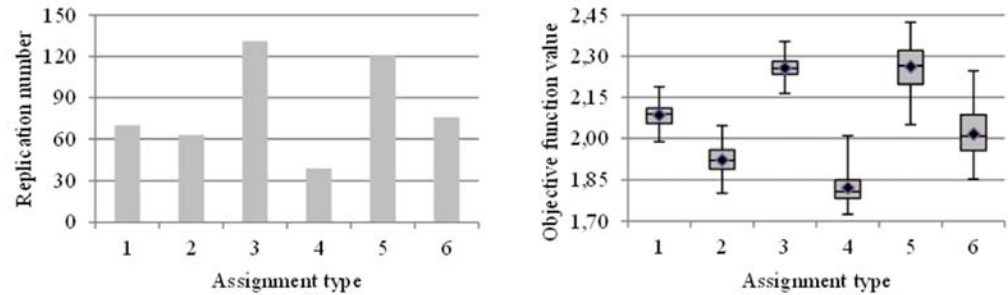


Figure A. Histogram and box-whisker plots of the illustrative case results for scenario 6 under statistical dependency assumption

Purpose: In the context of sustainable human resource management which is a topic highlighted in the extant literature, this research aims to develop a job-personnel assignment decision support model that can be used to improve employee satisfaction.

Theory and Methods: While the model developed makes use of the utility theory and its functions in measuring employee satisfaction, it employs a nonlinear assignment program with uncertain utility functions to determine the optimal job-personnel match. By taking into account both nonlinearities and uncertainties in employee satisfaction changing with respect to economic, social and environmental factors, the model developed provides a more realistic approach than the previous models do.

Results: An illustration of the model is presented with a hypothetical example where the results obtained through Monte Carlo simulation are statistically interpreted. To elaborate the contribution further, a sensitivity analysis is conducted, and the results are analyzed under both statistical independence and dependence assumptions as presented in Figure A as an example.

Conclusion: Although this research provides a theoretical basis for the development of an interview robot which can be used in managing human resource sustainably, further research is needed for such applications in order to protect individual rights and privacy within the framework of relevant laws and ethical values.



Sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi: Belirsiz fayda fonksiyonlu doğrusal olmayan atama programı ile çalışan memnuniyetinin artırılması

Fikret Korhan Turan*^{ID}, Gül Coruh^{ID}

Altınbaş Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34217, Bağcılar, İstanbul, Türkiye

ÖNEÇIKANLAR

- İnsan kaynağı yönetiminde otomasyon ve mülakat robotları ile çalışan memnuniyetini embüyükleme
- Çalışan memnuniyetindeki ölçümlene hatası kaynaklı ya da tecrübe ve zaman ile değişime dayalı belirsizlik
- Çalışanların beklenti ve memnuniyet seviyeleri arasında istatistiksel bağımlılık olması

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 02.09.2019

Kabul: 26.11.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.614325

Anahtar Kelimeler:

Sürdürülebilir insan kaynağı planlaması, çalışan motivasyonu, optimal işe yerleştirme, optimal personel işe alımı, çalışan üretkenliği ve verimlilik

ÖZ

Kurumların sahip olduğu en önemli kaynak şüphesiz insandır ve insan kaynağını en doğru şekilde yönetebilmek kurumlara zaman ve paradan tasarruf sağlar. İnsan kaynağı yönetiminin en önemli adımlarından biri ise iş-personel eşleştirme sürecidir. Bu süreçte başarı için işe yerleştirilecek adayın teknik yeterliliğinin yanı sıra görev alacağı pozisyon ile ilgili memnuniyet ve beklentilerini de düşünmek gerekir. Bu bağlamda, sunulan çalışma ile güncel bir yaklaşım olan sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi altında, çalışan memnuniyetini arttıracak bir iş-personel atama karar destek modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen karar destek modelinde çalışan memnuniyetini ölçmede fayda teorisi ve fonksiyonlarından yararlanılırken, optimal iş-personel eşleştirmesini gerçekleştirmede belirsiz fayda fonksiyonlu doğrusal olmayan atama programı kullanılmıştır. Geliştirilen karar destek modeli ile hem çalışan memnuniyetinin ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlere göre çoğunlukla doğrusal olmayan bir şekilde değişiklik göstermesi durumu, hem de çalışan memnuniyetinde olabilecek belirsizlikler aynı anda hesaba katılarak, önceki modellerden daha gerçekçi bir yaklaşım sunulmuştur. Geliştirilen karar destek modelinin uygulaması kurgusal bir örnek üzerinden gösterilmiş, Monte Carlo benzetimi kullanılarak elde edilen sonuçlar duyarlılık analizi ile istatistiksel bağımsızlık ve bağımlılık durumları altında incelenmiştir. Bu sayede çalışmanın özgün tarafı detaylı olarak irdelenmiştir.

Sustainable human resource management: Improving employee satisfaction with a nonlinear assignment program involving uncertain utility functions

HIGHLIGHTS

- Maximizing employee satisfaction through automation and interview robots in human resource management
- Uncertainty in employee satisfaction due to measurement error or changes through time and by experience
- The presence of statistical dependency among employees' expectation and satisfaction levels

Article Info

Research Article

Received: 02.09.2019

Accepted: 26.11.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.614325

Keywords:

Sustainable human resource planning, employee motivation, optimal job placement, optimal personnel recruitment, employee productivity and efficiency

ABSTRACT

It is no doubt that the most significant resource for organizations is human capital and the optimal utilization of human capital enables them to make savings both from time and money. One of the most critical phases of human resource management is the job-personnel assignment process. For success in this process, it is necessary to consider a job candidate's satisfaction and expectations with regard to the job that he/she will be assigned, in addition to his/her technical competencies. Considering this fact, in the context of sustainable human resource management which is a topic highlighted in the extant literature, this research aims to develop a job-personnel assignment decision support model that can be used to improve employee satisfaction. While the model developed makes use of the utility theory and its functions in measuring employee satisfaction, it employs a nonlinear assignment program with uncertain utility functions to determine the optimal job-personnel match. By taking into account both nonlinearities and uncertainties in employee satisfaction changing with respect to economic, social and environmental factors, the model developed provides a more realistic approach than the previous models do. An illustration of the model is presented with a hypothetical example where the results obtained through Monte Carlo simulation are statistically interpreted. To elaborate the contribution further, a sensitivity analysis is conducted, and the results are analyzed under both statistical independence and dependence assumptions.

*Sorumlu Yazar/Yazarlar / Corresponding Author/Authors : *korhan.turan@altinbas.edu.tr, gul.coruh@ogr.altinbas.edu.tr /

Tel: +90 212 604 0100

2026

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Eski çağlarda, insan kaynakları yönetimi kavramı, görev ve sorumlulukların verimli bir şekilde ve bir düzen içerisinde yerine getirilmesi veya yönetilmesi olarak ortaya çıkmıştır. Bilimsel tanımı ise literatüre ilk defa Taylor [1] tarafından “bilimsel yöntem” yaklaşımının öne sürülmesi ile geçmiştir. Fakat, bu yaklaşım verimliliği arttırmak açısından uygun bir yöntem olsa da, insani ihtiyaçları ve ilişkileri hesaba katmayan katı bir hiyerarşiye sahipti. Bu nedenle, zaman içerisinde geçerliliğini yitirmiş, yerini yönetim işlevini insani ihtiyaçlar ve ilişkiler ile beraber ele alan daha gelişmiş ve modern yaklaşımlara bırakmıştır [2].

Kurumların sahip olduğu en önemli kaynak şüphesiz insandır ve insan kaynağını en doğru şekilde yönetebilmek kurumlara zaman ve paradan tasarruf sağlar. İnsan kaynağı yönetiminin en önemli adımlarından biri ise iş-personel atama sürecidir. Bu süreçte başarı ve süreklilik için işe yerleştirilecek adayın teknik yeterliliklerinin yanı sıra görev alacağı pozisyon ile ilgili memnuniyet ve beklentilerini de düşünmek gerekir. Örneğin, Herzberg [3], yayınlanan bir makalesinde, çalışan memnuniyetsizliğinin uzun vadede üretkenliği düşürdüğünü vurgulamış ve çalışan memnuniyetsizliğine sebep olan temel faktörleri ele almıştır. Bunlardan bazıları gereksiz şirket kuralları, aşırı denetim, çalışma arkadaşları ve yöneticiler ile ilişkilerdeki aksaklıklar, uygun olmayan çalışma koşulları, düşük ücretler, ödüllendirme sistemindeki sorunlar ve çalışanın kendisini iş güvencesi bakımından tedirgin hissetmesi şeklinde sıralanabilir. Göçer vd. [4], Mariappanadar ve Aust [5], Aydın ve Sevim Korkut [6], İspir ve Yeşil [7], Öztürk ve Bolcan [8], Erik [9], Bayram [10] vb. pek çok araştırmacı bu faktörlerden bir ya da birkaçının çalışan memnuniyeti üzerindeki spesifik etkilerini belirlemeye yönelik çeşitli uygulama ve çalışmalarda bulunmuştur. Wisse vd. [11], Suriyankietkaew ve C. Avery [12], Bauman ve Skitka [13], Chanda ve Goyal [14], Guerci ve Pedrini [15] gibi araştırmacılar ise konuyu daha geniş bir bakış açısıyla ele alarak güvenlik, aidiyet, öz saygı vb. temel psikolojik ihtiyaçlara hitap eden sosyal sorumluluk projelerinin, kurumsal sürdürülebilirlik uygulamalarının ve sağlıklı çalışma koşullarının çalışan memnuniyetini ve bağlılığını arttırmak kurum performansını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Yapılan bu önceki çalışmalara dayanarak, bir kurumun kısa vadenin yanı sıra uzun vadede de rekabet avantajını koruyabilmesi, çalışanlarının üretkenliğini arttırabilmesi ve gelişme hedeflerine ulaşabilmesi için öncelikli olarak sürdürülebilir bir insan kaynağı yönetim stratejisini benimsemesi gerektiği söylenebilir [16].

Sürdürülebilirlik kavramı ilk defa Elkington [17] tarafından ortaya sürülmüştür. Elkington [17] sunduğu “üçlü dip çizgisi” yaklaşımı ile sürdürülebilir gelişim için kurumların karar verme süreçlerinde ekonomik faktörlerin yanı sıra sosyal ve çevresel faktörleri de hesaba katmaları gerektiğini belirtmiştir. Sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi ise uzun

vadede ekonomik, toplumsal ve çevresel fayda sağlamak için personel işe alma, seçme, yerleştirme, eğitim ve gerekirse işten çıkarma gibi süreçleri içermektedir [18]. Bu süreçlerde, kısa vadenin yanı sıra uzun vadenin, ekonomik faktörlerin yanı sıra sosyal ve çevresel faktörlerin de hesaba katılması kurumlara olumsuzluk ve başarısızlıklara karşı daha dayanıklı olma ve böylece uzun vadede rekabet avantajını koruyabilme imkânı sağlamaktadır [18, 19].

Literatürde, insan kaynakları yönetimi konusu altında, iş-personel atama problemini ele alan çeşitli karar destek modelleri mevcuttur; ancak, bu modellerin çoğu sosyal ve çevresel faktörleri göz ardı edip yalnızca ekonomik faktörlere odaklanan [20] ve bunu yaparken de doğrusallık ve belirlilik gibi problemi aşırı derecede basite indirgeyen çeşitli varsayımlar içermektedir [21]. Bu nedenlerle, geliştirilen modellerin pek çoğu gerçekçi bir yaklaşım sunamamakta ve modellerden elde edilen çıktılar gerçek hayat koşullarında kullanışlı olamamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma ile önceki yaklaşımların kısıtlarını da düşünerek cevaplanmaya çalışılan araştırma sorusu şu şekilde özetlenebilir: “Ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlere göre çoğunlukla doğrusal olmayan bir şekilde değişiklik gösteren çalışan memnuniyetini belirsizlik altında enbüyükleyecek optimal bir iş-personel ataması nasıl gerçekleştirilebilir?” Bu amaçla, yani sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi altında belirtilen spesifik araştırma sorusunu yanıtlamak amacıyla, sunulan çalışma ile çalışan memnuniyetindeki doğrusal olmama durumu ve bunlardaki belirsizliği aynı anda hesaba katacak ve böylece literatürde bulunan önceki iş-personel ataması karar destek modellerinden daha gerçekçi bir yaklaşım sunacak yeni bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen karar destek modelinde ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin çalışan memnuniyetini nasıl ya da ne seviyede etkilediğini ölçümleme fayda teorisi ve fonksiyonlarından yararlanılırken, toplam çalışan memnuniyetini enbüyükleyecek optimal iş-personel eşleştirmesini gerçekleştirmede belirsiz fayda fonksiyonlu doğrusal olmayan atama programı kullanılmıştır. Geliştirilen karar destek modelinin uygulaması ise, belirli varsayım ve senaryolar altında, üç pozisyon ile üç adayın bulunduğu ve çalışan memnuniyetini etkileyen faktörlerin ekonomik (parasal) ve sosyal-çevresel (parasal olmayan) şeklinde iki ana grup altında ele alındığı görece küçük, kurgusal bir örnek üzerinden gösterilmiştir. Monte Carlo benzetimi [22] ile elde edilen örnek uygulama sonuçları istatistiksel olarak yorumlanmış, bu sayede belirsiz doğrusal olmayan atama programının değeri doğrusal, doğrusal olmayan ve belirsiz doğrusal atama programlarına göre ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca, çalışmanın özgün tarafını detaylandırmak adına, hem elde edilen sonuçlar üzerinden bir duyarlılık analizi yapılmış, hem de istatistiksel bağımsızlık ve bağımlılık durumları altında sonuçların nasıl ya da ne şekilde değişebileceği incelenmiştir.

Sunulan çalışmanın diğer bölümleri kısaca şu şekilde özetlenebilir. İkinci bölümde, literatürde bulunan önceki iş-

personel ataması karar destek modellerinde kullanılan yöntemsel yaklaşımlar ele alınmış, literatüre yapılan özgün katkı detaylı olarak açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, fayda teorisi ve fonksiyonları yardımıyla, toplam çalışan memnuniyetini enbüyükleyecek belirsiz doğrusal olmayan genel bir atama programı geliştirilmiştir. Dördüncü bölümde ise örnek uygulamaya yer verilip, Monte Carlo benzetimi ile elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmış, bu sonuçlar duyarlılık analizi ile istatistiksel bağımsızlık ve bağımlılık durumları altında test edilmiştir. Son olarak, beşinci ve altıncı bölümlerde ise sırasıyla çalışmanın kısıtları tartışılmış ve gelecekte konuyla ilgili yapılabilecek yeni çalışmalardan bahsedilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Literatürde bulunan iş-personel eşleştirmesi karar destek modellerinde kullanılan atama programları doğrusal, tamsayı, doğrusal olmayan, belirsiz doğrusal, belirsiz tamsayı ve belirsiz doğrusal olmayan atama programları olmak üzere altı ana grup altında toplanabilir.

Çalışmalarında doğrusal atama programı kullananlar arasında Çevik [23], Hojati [24], Feiring [25], Kuo ve Nicholls [26], Kahveci ve Gidersoy [27], Çetin vd. [28], Mehlatat ve Kumar [29], Ramezani ve Ezzatpanah [30], Zolfaghari vd. [31] gösterilebilir. Çevik [23] Tokat ilinde faaliyet gösteren bir firma için en az maliyetli iş gücü planlaması yapmayı hedeflemiş, bu amaçla bir doğrusal atama programı geliştirerek hangi vardiyada hangi personelden kaç adet çalıştırılması gerektiğini tespit etmiştir. Hojati [24] doğrusal atama programı kullanarak bir haberleşme ve iletişim firması olan New Brunswick çalışanlarının hem kıdem seviyelerine göre, hem de her çalışana en az bir vardiya düşecek şekilde farklı görevlere atanması konusunu ele almıştır. Feiring [25] savunma sanayi ve stratejilerine yönelmiş, bu amaçla askeri personelin beceri ve yetkinliklerine göre en uygun görevlere yerleştirilebilmesi için bir doğrusal atama programı geliştirmiştir. Kuo ve Nicholls [26] tasarladıkları karar modelinde doğrusal atama programı kullanarak tüm görevlerin toplam tamamlanma süresini en aza düşürmek yerine herhangi bir görev için en uzun tamamlanma süresini enbüyüklemeyi hedeflemiştir. Kahveci ve Gidersoy [27] firma maliyetlerini en aza indirirken, kârı enbüyükleyecek bir doğrusal atama programı geliştirmiş, programın çözümünde Macar algoritmasından yararlanmıştır. Çetin vd. [28] bankacılık sektörüne odaklanmış, gelen müşterilerin ve işlerin dengeli bir şekilde şube çalışanlarına atanmasını sağlamak üzere bir doğrusal atama programı geliştirmiştir. Programın örnek bir uygulamasını da özel bir bankadan temin ettikleri işlem verilerini kullanarak göstermiştir. Mehlatat ve Kumar [29], Ramezani ve Ezzatpanah [30], Zolfaghari vd. [31] ise çeşitli hedef programlama tekniklerini baz alarak zaman, maliyet, bir işçinin atandığı görev için uygunluğu gibi birden çok hedefin bulunduğu durumları çok amaçlı doğrusal atama programları ile ele almaya çalışmıştır.

Norman vd. [32], Fırat ve Hurkens [33], İpekçi Çetin vd. [34], Karsu ve Azizoğlu [35], Demir ve Çelik [36], Güner ve Hasgül [37], Wang vd. [38], Doan vd. [39], Askin ve Huang [40], Özçelik ve Saraç [41] çalışmalarında tamsayı atama programlarından yararlanmışlardır. Norman vd. [32] etkenliği en üst düzeye çıkaracak iş-personel atama organizasyonunu gerçekleştirmeyi hedeflemiş, bu amaçla geliştirdikleri karışık tamsayı atama programını toplam maliyete, personele verilen eğitime, verimlilik katsayısına ve kalite seviyesine göre değişiklik gösteren 32 farklı senaryo altında test etmiştir. Fırat ve Hurkens [33] teknisyenlerin birden çok beceri gerektiren işlere atanması konusunu ele almış, geliştirdikleri karışık tamsayı atama programı ile işleri ve gerekli yeteneklere sahip olan teknisyenleri farklı bakım ve onarım kısıtları altında birbirleri ile eşleştirmiştir. İpekçi Çetin vd. [34] havayolu sektörüne odaklanarak mürettebat ekibinin belirli kısıtlar altında uçuşlara atanmasına imkân verecek bir tamsayı atama programı geliştirmiş ve bu programı kullanarak ihtiyaç duyulan ekip sayısını düşürmeyi hedeflemiştir. Karsu ve Azizoğlu [35] çalışanlar üzerindeki en büyük iş yükünün enbüyüklenmesini sağlayacak bir karışık tamsayı atama programı üzerinde çalışmış, bu programı dal-sınır algoritması yardımıyla çözmüştür. Demir ve Çelik [36] öğretim üyelerinin verecekleri derslere atanırken onların toplam memnuniyetini enbüyükleyecek bir tamsayı atama programı tasarlamış, programın pratikteki kullanımını küçük boyutlu bir örnek ile göstermiştir. Güner ve Hasgül [37] çalışanlar üzerindeki iş yükünün ve sağlık riskinin azaltılması gibi pek çok ergonomik faktörü birer kısıt olarak hesaba katan bir tamsayı atama programı geliştirmiş ve bu programı küçük ölçekli problemler üzerinde test etmiştir. Wang vd. [38] mevsimlik tarım işçilerinin çalışma düzeninden esinlenerek vasıflı işçilerin birden fazla beceri gerektiren işlere dönemsel olarak yerleştirilmesi konusunu ele almış ve problemi iki farklı karışık tamsayı atama programı ile modellemiştir. Doan vd. [39], Askin ve Huang [40], Özçelik ve Saraç [41] ise hizmet ve üretim sektörlerine odaklanarak birden fazla hedefin bulunduğu atama problemleri için çok amaçlı karışık tamsayı atama programları geliştirmiş ve büyük ölçekli problemlerin çözümü için çeşitli sezgisel yöntemler önermiştir.

Can [42], Çetin [43], Ayrım ve Can [44], Kat [45], Brusco [46], Othman vd. [47], Heimerl ve Kolisch [48], Çelik vd. [49], Nembhard ve Bentefouet [50], Hewitt vd. [51] yaptıkları çalışmalarda doğrusal olmayan atama programları kullanmıştır. Can [42] iş-personel atama sürecini üstel eşitsizlik kısıtları ve atama maliyetini enbüyükleyecek üstel amaç fonksiyonu içeren bir doğrusal olmayan atama programı olarak modellemiş, modellediği programı geometrik programlamaya dönüştürerek çözmüştür. Çetin [43] belirli sayıda personelin tercihlerine göre çeşitli birimlere atanmasını sağlayacak bir doğrusal olmayan atama programı geliştirmiş, en iyi çözümde birimler arası ortalama tercih değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmaması amacıyla programa doğrusal olmayan ortalama değer ve varyans kısıtları eklemiştir. Programın çözümünde ise küresel en iyi değer yerine kabul edilebilir uygun bir sonuç elde etmiştir. Ayrım ve Can [44] iş ortamındaki sıcaklık, aydınlatma, gürültü, çalışma duruşu gibi ergonomik faktörleri dikkate alan ve çalışanlar üzerindeki iş yükünün

enküçüklenmesini hedefleyen bir doğrusal olmayan atama programı geliştirmiş, programı bir reklam firmasına ait kutu harf üretim tesisinde çalışanların çeşitli işlere atanması sürecinde kullanmıştır. Kat [45] Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından değerlendirilmesi planlanan araştırma projesi önerilerinin dinamik bir şekilde hakemlere atanmasını geliştirdiği özelleşmiş bir algoritma ile gerçekleştirmiş, elde ettiği sonuçları doğrusal ve doğrusal olmayan atama programlarından aldığı çıktılarla karşılaştırmıştır. Brusco [46] personel kıtlığı çeken şirketlerde personelin farklı iş kollarında çapraz çalıştırılmasının sıklıkla karşılaşılan bir durum olduğunu belirterek çapraz çalıştırılan personelin işlere atanması konusunu ele almıştır. Bu amaçla, fayda teorisi ve fonksiyonlarından yararlanarak hedefin toplam faydayı enbüyüklemek olduğu ve bunun ikinci dereceden bir fonksiyon ile tanımlandığı doğrusal olmayan bir atama programı geliştirmiştir. Geliştirdiği programı bir dal-sınır algoritması ile çözmüş ve bu algoritmanın pratikte uygulanan görece küçük problemlerde başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Othman vd. [47] iş gücü planlaması amacıyla geliştirdikleri doğrusal olmayan atama programında hem işe alım, işten çıkarma, eğitim ve fazla mesai maliyetlerinin en aza indirilmesini, hem de işten çıkarılan üretken personel sayısının düşürülmesini amaçlamıştır. Heimerl ve Kolisch [48] emek yoğunluğuna sahip firmalarda birden çok niteliğin hesaba katılarak iş-personel ataması yapılması gerektiğinin önemini vurgulamış ve bu tip atama problemlerinin karmaşıklığından bahsederek çok vasıflı, öğrenmeye açık insan kaynağının doğru ve verimli bir şekilde görevlere atanmasını hedefleyen doğrusal olmayan bir atama programı geliştirmiştir. Çelik vd. [49] yazılım geliştirme sürecinde uzun ve kısa vadedeki ihtiyaçları karşılamaya yönelik iş gücü planlaması için çok hedefli doğrusal olmayan bir atama programı geliştirmiş ve geliştirdikleri programın farklı senaryolar için çözümünde ajan tabanlı benzetim tekniğinden faydalanmıştır. Nembhard ve Bentefouet [50] sistem çıktısını en yüksek seviyeye çıkarmak amacıyla personelin yaparak ya da eğitim ile öğrenerek elde ettiği bilgi ve becerileri hesaba katacak bir doğrusal olmayan atama programı geliştirmiş, programı sezgisel yöntemler kullanarak çözmüştür. Hewitt vd. [51] insanlarda deneyim ve üretkenlik arasındaki ilişkiyi açıklayan sürecin doğrusal olmadığını vurgulayarak doğrusal olmayan bir atama programı geliştirmiş; ancak, geliştirdikleri programın çözümünün güç olduğunu belirterek, programı ikili ve sürekli değişkenler yardımıyla karışık tamsayı atama programı haline getirip çözmüştür.

Martel ve Price [52], Bordoloi ve Matsuo [53], Niknafs [54], Pour vd. [55], Errarhout vd. [56], Yu ve Xu [57], Zhou vd. [58], Aksakal ve Dağdeviren [59] çalışmalarında belirsiz doğrusal atama programlarından yararlanmıştır. Martel ve Price [52] hedef programlamanın iş gücü talebinin bilinmediği durumlara nasıl adapte edilebileceğini araştırmış, bu amaçla belirsizliklerin normal ve beta dağılımlar ile tanımlandığı belirsiz doğrusal atama programı geliştirmiştir ve bu programı eşdeğer belirli bir program haline dönüştürerek çözmüştür. Bordoloi ve Matsuo [53] yarı iletken malzeme imalatı yapan bir firmanın montaj hattı

üretkenliğini arttırmaya odaklanmış, bu amaçla hem firmadaki bilgi birikimini dengeleyen, hem de işten ayrılma oranındaki belirsizliği hesaba katan belirsiz kısıtlı bir doğrusal atama programı geliştirmiştir. Niknafs [54] Kanada'da bulunan bir atık ve geri dönüşüm firmasında personel sayısındaki değişiklikleri ya da belirsizlikleri hesaba katan bir belirsiz doğrusal atama programı geliştirmiş, programın çözümünde genetik algoritmaya dayalı evrimsel dinamik eniyileme yöntemini kullanmıştır. Pour vd. [55] geliştirdikleri belirsiz doğrusal atama programında personel talebi sayısındaki belirsizlik durumunu ele almış, problemi rastgele örnekleme yaparak Monte Carlo benzetimi ile çözmüştür. Errarhout vd. [56] sağlık sektöründe hasta bakım süresinin çoğu zaman belirsizlik gösterdiğini belirterek hemşirelerin hastalara etkin bir biçimde atanmasını sağlayacak iki aşamalı belirsiz bir doğrusal atama programı geliştirmiştir. Yu ve Xu [57], Zhou vd. [58], Aksakal ve Dağdeviren [59] ise model parametrelerinde olabilecek belirsizlikleri oluşturdukları doğrusal atama programlarında bazı kritik parametre değerlerine bulanık sayılar vererek hesaba katmaya çalışmıştır.

Ritt vd. [60], Ahmed ve Garcia [61], Morton vd. [62], Huang vd. [63], Kağncıoğlu ve Yıldız [64] ise çalışmaları için belirsiz tamsayı atama programları geliştirmiştir. Ritt vd. [60] montaj hatlarında çalışan personelin işe gelmeme oranlarının oldukça yüksek olduğuna dikkat çekerek bu gibi durumlar için üretimde sürekliliği ve verimliliği sağlama amaçlı belirsiz karışık tamsayı atama programı geliştirmiş, programı yerel aramalı sezgisel yöntemler kullanarak çözmüştür. Ahmed ve Garcia [61] geliştirdikleri karışık tamsayı atama programında çalışanların işe yerleştirilme maliyetlerinde ve iş yapış sürelerinde olabilecek belirsizlikleri hesaba katmış ve bu problemi dal-sınır stratejisine dayalı ayrıştırma (decomposition) yöntemi ile çözmeye çalışmıştır. Morton vd. [62] kaynak arzı ve talebinin belirsiz olduğu durumlar için bir belirsiz karışık tamsayı atama programı geliştirmiş, problemin çözümünü tasarladıkları dal ve fiyat algoritmasını kullanarak bulmuştur. Huang vd. [63], Kağncıoğlu ve Yıldız [64] bulanık hedef programlamadan yararlanarak birden çok amaç fonksiyonu içeren belirsiz tamsayı atama programları geliştirmiş, geliştirdikleri programları doğrusallaştırarak ya da sezgisel yöntemlere başvurarak çözmüştür.

Son olarak, Krokhmal vd. [65], Lin [66], Fan ve Huang [67], Liu ve Li [68] gibi araştırmacılar çalışmalarında belirsiz doğrusal olmayan atama programlarına yer vermiştir. Krokhmal vd. [65] silah-hedef eşleştirme problemi için riski en aza indirecek bir belirsiz doğrusal olmayan atama programı geliştirmiş, programı parçalı doğrusal fonksiyonlar yardımıyla doğrusallaştırarak çözmüştür. Lin [66] bir yönetici ve işçilerin bulunduğu ve en düşük performanslı çalışanın performansının enbüyüklenmesinin amaçlandığı bir belirsiz doğrusal olmayan atama programı geliştirmiştir. Geliştirdiği programda yöneticinin ve işçilerin performanslarını sırasıyla toplam maliyet ve işçilere verilen maaş ile ilişkilendirerek bunlara bulanık değerler vermiştir.

Çözüm için ise programı 0-1 kesirli programa dönüştürmüş ve bu yeni programın çözümü için dal-kesit algoritmasına alternatif yeni bir algoritma önermiştir. Fan ve Huang [67] bir personelin atandığı işi başarabilme ihtimalini olasılıksal bir değişken, işin tamamlanması karşılığında alınacak ödülü ise bulanık bir değer olarak tanımlayarak, bir belirsiz doğrusal olmayan atama programı geliştirmiş, geliştirdikleri programı hem Monte Carlo benzetimi yardımıyla, hem de sundukları sezgisel bir yaklaşımla çözmüştür. Liu ve Li [68] ise karesel (quadratic) atama programında parametre değerlerinde olabilecek belirsizlikleri bulanık sayılar ile ifade etmiş ve bu tipteki problemlerin çözümü için bir hibrit genetik algoritma önermiştir.

Literatürde daha önce yapılmış iş-personel atama konusunu ele alan çalışmalar yukarıdaki şekilde altı ana grup altında özetlenmiştir. Bu programlar arasında belirsiz doğrusal olmayan atama programı daha gerçekçi bir modelleme yaklaşımı sunmaktadır; ancak, belirsiz doğrusal olmayan atama programının geliştirilmesi ve çözümü görece diğerlerine göre güç olup, bu grup altında kısıtlı sayıda çalışma yapılmıştır (örneğin, [65-68]). Diğer taraftan, literatürde bulunan bazı atama programlarında fayda teorisi ve fonksiyonlarından yararlanılmasına rağmen (örneğin, [46]), bu programlarda adayların fayda fonksiyonlarının kesin olarak belirlenebileceği varsayılmıştır, yani belirsizlik göz ardı edilmiştir. Ancak, fayda fonksiyonlarının belirlenmesinde rasyonellik, süreklilik, tutarlılık, olasılıksal düşünme vb. varsayımlara dayanan Kesinlik Eşdeğeri ve Olasılık Eşdeğeri olmak üzere iki temel yöntem kullanılmaktadır ve pratikteki uygulamalarda bir aday için oluşturulan fayda fonksiyonları kullanılan yöntemle göre değişiklik gösterebilmektedir [69]. Hatta, bir aday için aynı yöntemin birden çok uygulanması durumunda bile elde edilen fayda fonksiyonlarında bir varyasyon mevcuttur [69]. Dolayısıyla, adayların tutumlarını temsil eden fayda fonksiyonları için bir belirsizlik söz konusudur. Bu bağlamda, sunulan çalışma ile fayda fonksiyonlarındaki belirsizliği hesaba katan literatürdeki ilk belirsiz doğrusal olmayan atama programının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Programın çözümünde ise Monte Carlo benzetiminden yararlanılmış, çalışmanın özgün tarafını detaylandırmak amacıyla elde edilen sonuçlar duyarlılık analizi ile istatistiksel bağımsızlık ve bağımlılık durumları altında karşılaştırılabilir olarak incelenmiştir.

3. YÖNTEMSEL YAKLAŞIM (METHODOLOGICAL APPROACH)

Geliştirilen karar destek modelinde çalışan memnuniyetini etkileyen ekonomik (örneğin, maaş ya da ücret) ve sosyal-çevresel (örneğin, eğitim olanakları, çalışma ortamı, kurum kültürü ile uyum vb.) niteliklerin çalışana olan faydasını ölçmede fayda teorisi ve fonksiyonlarından yararlanılırken, toplam faydayı enbüyüklemek için belirsiz doğrusal olmayan bir atama programı geliştirilmiştir. Geliştirilen karar destek modelinin matematiksel temsilinde kullanılan parametreler ve karar değişkenleri aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

Parametreler:

P	: Pozisyon kümesi
A	: Aday kümesi
M	: P ve A kümelerindeki eleman sayısı
N	: Nitelik sayısı
ω	: Belirsizlik içeren parametreler için herhangi bir rastgele gerçekleşmeyi ifade etmektedir.
$f_{pan}(\omega)$: p pozisyonuna yerleştirilen a adayının n niteliğinden kazanacağı fayda
$f_{pa}(\omega)$: p pozisyonuna yerleştirilen a adayının kazanacağı toplam fayda
$k_{an}(\omega)$: a adayına göre n niteliğinin önemi ($0 \leq k_{an}(\omega) \leq 1$)
$k_a(\omega)$: a adayına ait $k_{an}(\omega)$ değerleri için ölçeklendirme katsayısı
$k_{anr}(\omega)$: a adayına göre n ve r nitelikleri arasındaki etkileşimi gösterir katsayı
$k_{anrs}(\omega)$: a adayına göre n , r ve s nitelikleri arasındaki etkileşimi gösterir katsayı
$k_{a123\dots N}(\omega)$: a adayına göre $1,2,3,\dots,N$ nitelikleri arasındaki etkileşimi gösterir katsayı
$F_{abc\dots h}(\omega)$: İşverenin $abc\dots h$ atama tipinden kazanacağı fayda ($a, b, c, \dots, h \in A$ ve $a \neq b \neq c \neq \dots \neq h$)
F	: İşverenin kazanmak istediği minimum ya da eşik fayda değeri

Karar değişkenleri:

$$y_{pa} = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } p \text{ pozisyonuna } a \text{ adayı yerleştirilirse} \\ & \text{öyle ki } p \in P \text{ ve } a \in A \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

Geliştirilen karar destek modeli Eş. 1-Eş. 8, Eş. 9 ve Eş. 10 ile verilmiştir. Eş. 1-Eş. 6 amaç fonksiyonunu göstermekte olup, amaç toplam faydayı enbüyüklemektir. Bu eşitlik kümesinde $f_{pan}(\omega)$, dolayısıyla da $f_{pa}(\omega)$, dördüncü bölümde Eş.11 ile gösterildiği şekilde y_{pa} 'nın bir fonksiyonu olarak tanımlanmış, bu sayede modelde ihtiyaca göre doğrusal ya da doğrusal olmayan fayda fonksiyonlarının kullanılabilirliği sağlanmıştır. Farklı niteliklere yönelik fayda fonksiyonlarının toplanmasında ise belirli varsayımlara dayanarak özelden genele üç yaklaşım mevcuttur [70, 71]. İlk olarak ve en özel haliyle, katkısız fayda bağımsızlığı varsayımının sağlanabildiği durumlar için Eş. 2 ve Eş. 3 ile tanımlanan katkısız çok nitelikli fayda fonksiyonu kullanılabilir. İkinci olarak, karşılıklı fayda bağımsızlığı varsayımının sağlanabildiği durumlar için Eş. 4 ve Eş. 5 ile tanımlanan çarpanlı çok nitelikli fayda fonksiyonu kullanılabilir. Son olarak ve en genel haliyle, yalnızca fayda bağımsızlığı varsayımının sağlanabildiği durumlar için Eş. 6 ile tanımlanan çoklu doğrusal çok nitelikli fayda fonksiyonu kullanılabilir. Eş. 7, Eş. 8 ve Eş. 10 ile Eşitsizlik 9 ise modele ait kısıtları tanımlamaktadır. Öyle ki, Eş. 7 her pozisyona mutlaka bir adayın

yerleştirilmesini gerekli kılarken, Eş. 8 her adayın mutlaka bir pozisyona yerleştirilmesini sağlamaktadır. Eşitsizlik 9 ise çalışan memnuniyetini enbüyükleyecek optimal atama tipinin işverene en az işverenin belirlediği minimum ya da eşik fayda değeri kadar fayda sunmasını sağlar. Son olarak, Eş. 10 ise atama problemindeki karar değişkenlerinin ikili tamsayı olduğunu göstermektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$Maks Z = \sum_{p=1}^M \sum_{a=1}^M f_{pa}(\omega) \quad (1)$$

Katkısal fayda bağımsızlığı varsayımı altında,

$$f_{pa}(\omega) = \sum_{n=1}^N k_{an}(\omega) f_{pan}(\omega) \quad (2)$$

öyle ki,

$$\sum_{n=1}^N k_{an}(\omega) = 1 \quad (3)$$

Karşılıklı fayda bağımsızlığı varsayımı altında,

$$\begin{aligned} f_{pa}(\omega) &= \sum_{n=1}^N k_{an}(\omega) f_{pan}(\omega) \\ &+ k_a(\omega) \sum_{\substack{r>n \\ r>n}}^N k_{an}(\omega) k_{ar}(\omega) f_{pan}(\omega) f_{par}(\omega) \\ &+ k_a^2(\omega) \sum_{\substack{r>n \\ r>n \\ s>r}}^N k_{an}(\omega) k_{ar}(\omega) k_{as}(\omega) f_{pan}(\omega) f_{par}(\omega) f_{pas}(\omega) \\ &\vdots \\ &+ k_a^{N-1}(\omega) k_{a1}(\omega) k_{a2}(\omega) \cdots k_{aN}(\omega) f_{pa1}(\omega) f_{pa2}(\omega) \cdots f_{paN}(\omega) \end{aligned} \quad (4)$$

öyle ki,

$$1 + k_a(\omega) = \prod_{n=1}^N [1 + k_a(\omega) k_{an}(\omega)] \quad (5)$$

Fayda bağımsızlığı varsayımı altında,

$$\begin{aligned} f_{pa}(\omega) &= \sum_{n=1}^N k_{an}(\omega) f_{pan}(\omega) \\ &+ \sum_{n=1}^N \sum_{r>n} k_{anr}(\omega) f_{pan}(\omega) f_{par}(\omega) \\ &+ \sum_{n=1}^N \sum_{r>n} \sum_{s>r} k_{anrs}(\omega) f_{pan}(\omega) f_{par}(\omega) f_{pas}(\omega) \\ &\vdots \\ &+ k_{a123\dots N}(\omega) f_{pa1}(\omega) f_{pa2}(\omega) f_{pa3}(\omega) \cdots f_{paN}(\omega) \end{aligned} \quad (6)$$

Model kısıtları:

$$\sum_{a=1}^M y_{pa} = 1 \quad (\forall p \text{ için}) \quad (7)$$

$$\sum_{p=1}^M y_{pa} = 1 \quad (\forall a \text{ için}) \quad (8)$$

$$F_{abc\dots h}(\omega) y_{1a} y_{2b} y_{3c} \cdots y_{Mh} \geq F \quad (a, b, c, \dots, h \in A \text{ ve } a \neq b \neq c \neq \dots \neq h \text{ için}) \quad (9)$$

$$y_{pa} \in \{0, 1\} \quad (p \in P \text{ ve } a \in A \text{ için}) \quad (10)$$

4. ÖRNEK UYGULAMA (ILLUSTRATIVE CASE)

4.1. Uygulama Kurgusu, Varsayımlar ve Senaryolar (Case Setting, Assumptions and Scenarios)

Yöntem bölümünde geliştirilen karar destek modelinin uygulaması, üç pozisyon ile teknik yeterlilik bakımından

birbirine denk üç adayın olduğu ve çalışan memnuniyetini etkileyen niteliklerin ekonomik (parasal) ve sosyal-çevresel (parasal olmayan) şeklinde iki ana grup altında ele alındığı görece küçük, kurgusal bir örnek üzerinden gösterilmiştir. Uygulamada hem adayların teknik yeterlilik bakımından birbirine denk sayılması, hem de literatürde bulunan benzeri iş-personel atama modellerinin maliyeti düşürmek ve kârı artırmak üzere ağırlıklı olarak işveren perspektifine odaklanması sebebiyle farklı bir bakış açısı sunmak adına işveren perspektifi göz ardı edilmiş, yalnızca çalışan memnuniyetine odaklanılmıştır. Yani, uygulama sonucunda ortaya çıkacak altı atama tipinin de işverenin eşik fayda değerinin üzerinde bir fayda sağladığı varsayılmıştır. Ancak, gerektiğinde ilgili kısıt da modele dahil edilerek, problem sezgisel bir yaklaşımla çözülebilir. Örneğin, elde edilen optimal atama tipinin işverenin eşik fayda değerinin üzerinde bir fayda sağlamadığı durumlarda sırasıyla ikinci, üçüncü vb. en iyi atama tiplerini tercih edecek bir algoritma kullanılabilir. Böyle bir durumda işverenin kazanmak istediği minimum ya da eşik fayda değeri arttıkça amaç fonksiyon değerinin yani çalışanların kazanacağı toplam faydanın azalacağı söylenebilir. İşveren faydası ile toplam çalışan faydası arasındaki dengenin korunması ise sürdürülebilir insan kaynağı yönetiminin temel unsurlarından biridir. Çalışmanın konusu sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi olması sebebiyle, örnek uygulamadaki aday profillerini oluştururken Alarcon vd. [72] tarafından sürdürülebilirlik kriterlerinin faydasını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş olan fayda fonksiyonu ailesinden yararlanılmıştır. Bu fayda fonksiyonu ailesi Eş.11 ve Eş. 12 ile verilmiş olup, bu eşitliklere ait parametreler aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

- g_{pn} : p pozisyonun n niteliğinden elde edilen getiri
- g_n^{maks} : n niteliğinden elde edilebilecek maksimum getiri
- g_n^{min} : n niteliğinden elde edilebilecek minimum getiri
- $T_{an}(\omega)$: a adayının n niteliğinden kazanacağı faydanın 0 ve 1 değerleri arasında kalmasını sağlayan parametre
- $X_{an}(\omega)$: a adayının n niteliğine yönelik fayda fonksiyonunun dönüm noktasının x eksenindeki yerini belirleyen parametre
- $Y_{an}(\omega)$: a adayının n niteliğine yönelik fayda fonksiyonunun dönüm noktasının y eksenindeki yerini belirleyen parametre
- $Z_{an}(\omega)$: a adayının n niteliğine yönelik fayda fonksiyonunun şeklini (içbükey, dışbükey veya s-şeklinde) belirleyen parametre

$$f_{pan}(\omega) = T_{an}(\omega) \left[1 - e^{-Y_{an}(\omega) \left(\frac{|g_{pn} - g_n^{min}| y_{pa}}{X_{an}(\omega)} \right)^{Z_{an}(\omega)}} \right] \quad (11)$$

$$T_{an}(\omega) = \frac{1}{\left[1 - e^{-Y_{an}(\omega) \left(\frac{|g_n^{maks} - g_n^{min}|}{X_{an}(\omega)} \right)^{Z_{an}(\omega)}} \right]} \quad (12)$$

Örnek uygulama kapsamında, Eş. 11 ve Eş. 12’de Tablo 1 ile verilen $X_{an}(\omega)$, $Y_{an}(\omega)$ ve $Z_{an}(\omega)$ parametre değer aralıkları kullanılarak doğrusal, içbükey, dışbükey ve s-şeklinde artan fayda fonksiyonları yaratılmıştır. Doğrusal bir fayda fonksiyonu riske karşı nötr olmayı gösterirken, içbükey, dışbükey ve s-şeklinde artan fayda fonksiyonları sırasıyla riske karşı istekli, riskten kaçan veya riske karşı değişken tutumu temsil etmektedir. Örnek uygulama için geliştirilen senaryolar ise Tablo 2’de verilmiştir. Örneğin, 1. adaya ait ekonomik fayda fonksiyonunun 1., 2., 3. ve 4. senaryolarda doğrusal olduğu varsayılırken, 5. senaryoda içbükey olduğu varsayılmış, 6. senaryoda ise buna belirsizlik eklenmiştir. Benzer şekilde, aynı adaya ait sosyal-çevresel fayda fonksiyonunun 1., 2., 3. ve 4. senaryolarda doğrusal olduğu varsayılırken, 5. senaryoda dışbükey olduğu varsayılmış, 6. senaryoda ise buna belirsizlik eklenmiştir.

Tablo 2’deki senaryolar baz alınarak her bir adaya ait ekonomik ve sosyal-çevresel fayda fonksiyonlarının oluşturulmasında $X_{an}(\omega)$, $Y_{an}(\omega)$ ve $Z_{an}(\omega)$ parametreleri için varsayılmış olan beklenen değerler ve varyansları Tablo 3 ve Tablo 4 ile gösterilmiştir. Geliştirilen senaryolar ve ilgili parametre değerleri için yapılan varsayımlar, elde gerçek bir vaka verisi olmaması ve literatürde konuyla ilgili kullanılabilir herhangi bir veri kümesinin bulunmaması sebebiyle, olası çalışan profillerini yansıtacak ve elde edilen sonuçlar arasında açık bir karşılaştırma sunabilecek şekilde yazarlar tarafından belirlenmiştir. Örneğin, Tablo 3’te, $E[X_{11}]$ 1. adayın ekonomik fayda fonksiyonu ile ilgili $X_{an}(\omega)$ parametresinin beklenen değerini gösterirken, $V[X_{11}]$ bu parametrenin varyansını göstermektedir. Benzer şekilde, Tablo 4’te, $E[Z_{12}]$ 1. adayın sosyal-çevresel fayda fonksiyonu ile ilgili $Z_{an}(\omega)$ parametresinin beklenen

Tablo 1. Farklı tipte artan fayda fonksiyonları elde etmek için kullanılacak parametre değerleri
(Parameter values that can be used to create different types of increasing utility functions)

Fonksiyon	$X_{an}(\omega)$	$Y_{an}(\omega)$	$Z_{an}(\omega)$
Doğrusal	$X_{an}(\omega) \approx g_n^{min}$	≈ 0	≈ 1
İçbükey	$g_n^{min} + \frac{g_n^{maks} - g_n^{min}}{2} < X_{an}(\omega) < g_n^{min}$	$< 0,5$	> 1
Dışbükey	$g_n^{min} < X_{an}(\omega) < g_n^{min} + \frac{g_n^{maks} - g_n^{min}}{2}$	$> 0,5$	< 1
S-şeklinde	$g_n^{min} + \frac{g_n^{maks} - g_n^{min}}{5} < X_{an}(\omega) < g_n^{min} + (g_n^{maks} - g_n^{min}) * \frac{4}{5}$	0,2/0,8	> 1

Tablo 2. Örnek uygulama için geliştirilen senaryolar (Scenarios developed for illustrative case)

Aday	Fayda türü	Senaryo					
		1	2	3	4	5	6
1	Ekonomik	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal olmayan (İçbükey)	Belirsiz doğrusal olmayan (İçbükey)
	Sosyal-çevresel	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal olmayan (Dışbükey)	Belirsiz doğrusal olmayan (Dışbükey)
2	Ekonomik	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal olmayan (Dışbükey)	Belirsiz doğrusal olmayan (Dışbükey)
	Sosyal-çevresel	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal olmayan (İçbükey)	Belirsiz doğrusal olmayan (İçbükey)
3	Ekonomik	Doğrusal	Doğrusal olmayan (S-şeklinde)	Belirsiz doğrusal	Belirsiz doğrusal olmayan (S-şeklinde)	Doğrusal olmayan (S-şeklinde)	Belirsiz doğrusal olmayan (S-şeklinde)
	Sosyal-çevresel	Doğrusal	Doğrusal olmayan (S-şeklinde)	Belirsiz doğrusal	Belirsiz doğrusal olmayan (S-şeklinde)	Doğrusal olmayan (S-şeklinde)	Belirsiz doğrusal olmayan (S-şeklinde)

Tablo 3. Her bir senaryo için adaylara ait ekonomik fayda fonksiyonu parametre değerleri
(Parameter values of candidates' economic utility functions for each scenario)

Ekonomik fayda fonksiyonu parametreleri	Senaryo					
	1	2	3	4	5	6
$E[X_{11}]$	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	7,5000	7,5000
$E[Y_{11}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0900	0,0900
$E[Z_{11}]$	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	2,1000	2,1000
$V[X_{11}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4167
$V[Y_{11}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0050
$V[Z_{11}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1167
$E[X_{21}]$	4,9000	4,9000	4,9000	4,9000	3,6000	3,6000
$E[Y_{21}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7500	0,7500
$E[Z_{21}]$	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7500	0,7500
$V[X_{21}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2000
$V[Y_{21}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0417
$V[Z_{21}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0417
$E[X_{31}]$	7,5000	5,0000	7,5000	5,0000	5,0000	5,0000
$E[Y_{31}]$	0,0000	2,9000	0,0000	2,9000	2,9000	2,9000
$E[Z_{31}]$	1,0000	5,0000	1,0000	5,0000	5,0000	5,0000
$V[X_{31}]$	0,0000	0,0000	0,4167	0,2778	0,0000	0,2778
$V[Y_{31}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,1611	0,0000	0,1611
$V[Z_{31}]$	0,0000	0,0000	0,0556	0,2778	0,0000	0,2778

Tablo 4. Her bir senaryo için adaylara ait sosyal-çevresel fayda fonksiyonu parametre değerleri
(Parameter values of candidates' social-environmental utility functions for each scenario)

Sosyal-çevresel fayda fonksiyonu parametreleri	Senaryo					
	1	2	3	4	5	6
$E[X_{12}]$	4,9000	4,9000	4,9000	4,9000	3,6000	3,6000
$E[Y_{12}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7500	0,7500
$E[Z_{12}]$	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7500	0,7500
$V[X_{12}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2000
$V[Y_{12}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0417
$V[Z_{12}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0417
$E[X_{22}]$	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	7,5000	7,5000
$E[Y_{22}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0900	0,0900
$E[Z_{22}]$	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	2,1000	2,1000
$V[X_{22}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4167
$V[Y_{22}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0050
$V[Z_{22}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1167
$E[X_{32}]$	7,5000	5,0000	7,5000	5,0000	5,0000	5,0000
$E[Y_{32}]$	0,0000	2,9000	0,0000	2,9000	2,9000	2,9000
$E[Z_{32}]$	1,0000	5,0000	1,0000	5,0000	5,0000	5,0000
$V[X_{32}]$	0,0000	0,0000	0,4167	0,2778	0,0000	0,2778
$V[Y_{32}]$	0,0000	0,0000	0,0000	0,1611	0,0000	0,1611
$V[Z_{32}]$	0,0000	0,0000	0,0556	0,2778	0,0000	0,2778

değerini gösterirken, $V[Z_{12}]$ bu parametrenin varyansını göstermektedir. Burada belirsizliği hesaba katmak adına, $X_{an}(\omega)$, $Y_{an}(\omega)$ ve $Z_{an}(\omega)$ parametre değerlerinin normal dağıldığı ve her bir parametrenin varyansının o parametrenin beklenen değerinin 1/18 'i kadar olduğu varsayılmıştır. Öyle ki, parametre değerlerinde olan bu büyüklükteki bir varyans Tablo 3 ve Tablo 4'te tanımlanmış olan fayda fonksiyonlarının şekillerinde herhangi bir değişikliğe sebep olmamaktadır. Yani, fonksiyon s-şeklinde tanımlandı ise rastgele örneklemeli yinelemelerde yine s-şeklinde kalmaktadır. Son olarak, analizin doğruluğunu test etmek ve

elde edilen sonuçlar üzerinden bir karşılaştırma yapabilmek adına, adayların yerleştirileceği pozisyonlardan kazanacağı toplam fayda hesaplanırken ekonomik ve sosyal-çevresel nitelikler arasında karşılıklı fayda bağımsızlığı olduğu, adayların bu niteliklere eşit derecede önem verdiği ve ilgili parametre değerlerinde herhangi bir belirsizlik olmadığı varsayılmıştır. Adayların atanmasının planlandığı üç pozisyon için düşünülen ekonomik ve sosyal-çevresel getiriler ise Tablo 5 ile verilmiştir. Bu getiriler için elde edilebilecek maksimum ve minimum değerler 10 ve 0 olarak ölçüklendirilmiştir. Bu ölçüklendirmede, 10 en

yüksek ekonomik ya da sosyal-çevresel getiriyi temsil ederken, 0 o niteliğe yönelik herhangi bir getirinin olmadığını ifade etmektedir. Örneğin, birinci pozisyonun ekonomik getirisi 4,1, sosyal-çevresel getirisi ise 4,0 şeklinde düşünülmüştür. Bu bağlamda, 1. pozisyonun ekonomik getirisi 2. ve 3. pozisyonların ekonomik getirisinden daha düşüktür. Sosyal-çevresel getirisi ise 2. pozisyonunkinden daha yüksek olmasına rağmen, 3. pozisyonunkinden daha düşüktür. Diğer taraftan, 2. pozisyon ekonomik getirisi en yüksek olan pozisyonudur; fakat, sosyal-çevresel getirisi en düşüktür. Son olarak, 3. pozisyon en yüksek sosyal-çevresel getiriyi sunarken, ekonomik getiri açısından diğer iki pozisyonun arasında kalmaktadır.

Tablo 5. Adayların atanacağı üç pozisyonun ekonomik ve sosyal-çevresel getiri seviyeleri
(The levels of economic and social-environmental gains for the three positions that the candidates will be assigned)

g_{11}	g_{12}	g_{21}	g_{22}	g_{31}	g_{32}
4,1	4,0	9,0	2,2	6,5	8,9

4.2. Uygulama Sonuçları ve İstatistiksel Analiz (Case Results and Statistical Analysis)

Örnek uygulama sonucunda elde edilebilecek altı atama tipi ve bu atama tiplerinin pozisyon-aday eşleşme durumu Tablo 6'da gösterilmiştir. Örneğin, altıncı atama tipinde x_{13} , x_{22} ve x_{31} karar değişkenleri 1 değerini alırken, diğer karar değişkenleri 0 değerini almıştır. Yani, altıncı atama tipi, 1. pozisyona 3. adayın, 2. pozisyona 2. adayın, 3. pozisyona da 1. adayın atandığı durumu göstermektedir.

Tablo 6. Örnek uygulama sonucunda elde edilebilecek altı atama tipi (The six assignment types that can be obtained as the result of illustrative case)

Atama tipi	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{31}	x_{32}	x_{33}
1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0	0	1	0
6	0	0	1	0	1	0	1	0	0

1., 2. ve 5. senaryolar için elde edilen model sonuçları Tablo 7'de özetlenmiştir. 1., 2. ve 5. senaryolar için 3. atama tipi optimal olurken, sırasıyla 2,226, 2,293, ve 2,089 optimal amaç fonksiyon değerlerini vermiştir. Bu senaryolar için herhangi bir belirsizlik söz konusu olmaması sebebiyle, ilgili modeller yalnızca birer defa çalıştırılmıştır.

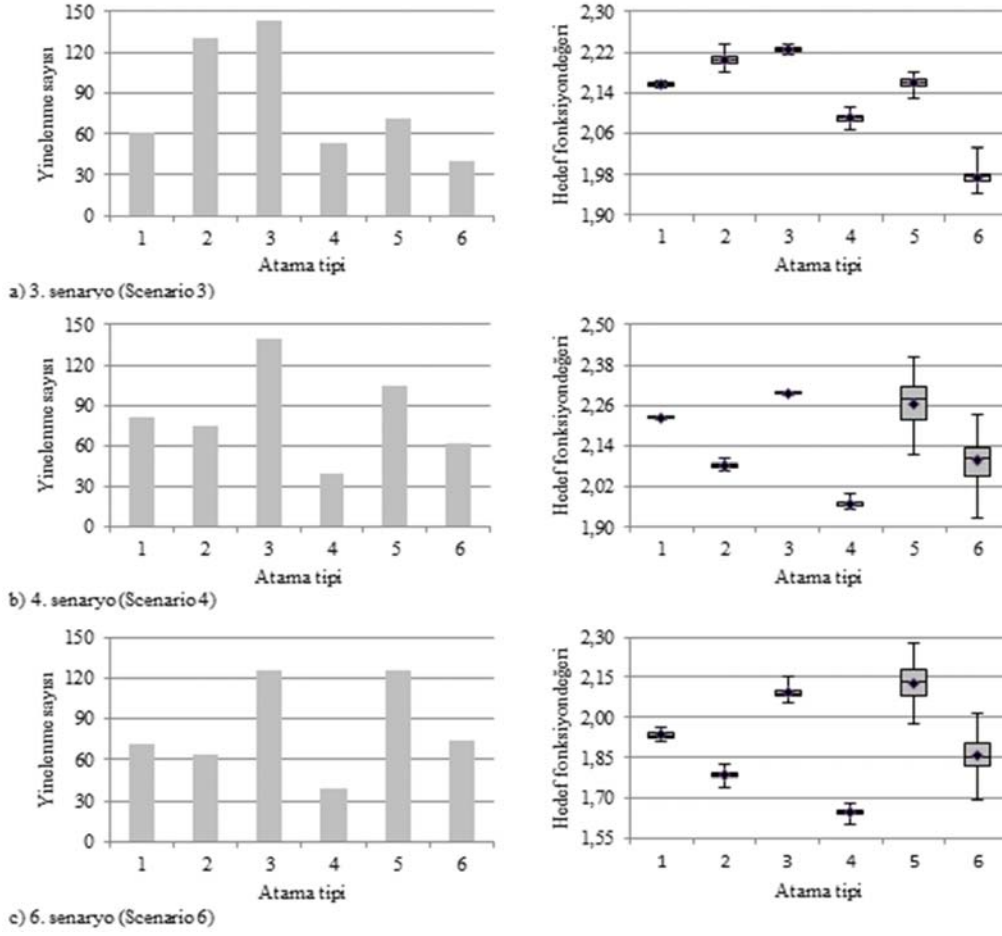
Tablo 7. 1., 2. ve 5. senaryolar için elde edilen sonuçlar
(Results for scenarios 1, 2 and 5)

Senaryo	Optimal atama tipi	amaç fonksiyon değeri
1	3	2,226
2	3	2,293
5	3	2,089

3. 4. ve 6. senaryolarda belirsizlik söz konusu olduğu için, bu senaryolarda beş yüz yinelenmeli Monte Carlo benzetimi kullanılmış, elde edilen sonuçlar histogram ve kutu grafikleri kullanılarak istatistiksel olarak yorumlanmıştır. İstatistiksel analizlerde öncelikli olarak parametrik testlerden yararlanılmış, parametrik testlerin normal dağılım ve eşit varyans varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda ise parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Normal dağılım ve eşit varyans varsayımlarının testinde sırasıyla Kolmogorov-Smirnov ve Levene testleri kullanılmıştır.

Şekil 1a'da görüldüğü üzere 3. senaryo için en çok tercih edilebilir atama tipinin 3. atama tipi olduğu söylenebilir; öyle ki, üçüncü atama tipi hem en çok yinelenen hem de en yüksek optimal amaç fonksiyon değerini veren atama tipidir (Welch testi için p değeri = 0,000; Games-Howell posthoc testleri için p değeri = 0,000). Aynı zamanda, optimal amaç fonksiyonu için varyans değerinin düşük olması da en çok tercih edilebilir atama tipi olmasını destekler niteliktedir. İkinci sırada, ikinci en çok yinelenen atama tipi olarak 2. atama tipi tercih edilebilir; öyle ki, 2. atama tipi optimal amaç fonksiyon değeri olarak da ikinci sırada yer almaktadır (Welch testi için p değeri = 0,000; Games-Howell posthoc testleri için p değeri = 0,000). Üçüncü en çok tercih edilebilir atama tipi ise optimal amaç fonksiyon değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmayan 1. ve 5. atama tiplerinin olduğu söylenebilir. Ancak, burada şunu vurgulamak gerekir ki 1. atama tipinin yinelenme sayısı 5. atama tipine göre kısmen düşük olsa da, optimal amaç fonksiyonu için önemli ölçüde daha düşük bir varyans değeri sunmaktadır (Levene testi için p değeri = 0,000). Dördüncü ve beşinci tercih edilebilir atama tiplerinin ise yinelenme sayıları ve optimal amaç fonksiyon değerlerine bakılarak (Welch testi için p değeri = 0,000; Games-Howell posthoc testleri için p değeri = 0,000) sırasıyla 4. ve 6. atama tiplerinin olduğu söylenebilir.

4. senaryo için ise, Şekil 1b'de gösterilen altı atama tipi, optimal amaç fonksiyon değerleri açısından tercih edilebilirliklerine göre 3., 5., 1., 6., 2. ve 4. atama tipleri şeklinde sıralanabilir (Kruskal Wallis testi için p değeri = 0,000; Mann-Whitney posthoc testleri için p değeri < 0,021). Fakat burada 5. ve 6. atama tiplerine ait optimal amaç fonksiyon değerlerinin diğer atama tiplerinin optimal amaç fonksiyon değerlerine göre önemli ölçüde yüksek varyansa sahip olduğu unutulmamalıdır (Levene testleri için p değeri = 0,000). Son olarak, Şekil 1c'de görüldüğü üzere, 6. senaryo için 3. ve 5. atama tipleri ilk sırada tercih edilebilir; öyle ki, 3. ve 5. atama tiplerinin yinelenme sayıları birbiri ile aynı olup, en yüksektir. Ancak burada 5. atama tipi daha yüksek bir optimal amaç fonksiyon değeri sunmasına rağmen (Welch testi için p değeri = 0,000; Games-Howell posthoc testleri için p değeri = 0,000), bu değerini varyansına göre önemli ölçüde yüksektir (Levene testi için p değeri = 0,000). Diğer atama tipleri ise optimal amaç fonksiyon değerleri açısından tercih edilebilirliklerine göre 1., 6., 2. ve 4. atama tipleri olarak sıralanabilir (Welch testi için p değeri = 0,000; Games-Howell posthoc testleri için



Şekil 1. 3., 4. ve 6. senaryo sonuçlarına ait histogram ve kutu grafikleri
(Histogram and box-whisker plots for the results of scenarios 3, 4 and 6)

p değeri = 0,000). Burada yine 6. atama tipine ait optimal amaç fonksiyon değerinin diğer üç atama tipinin optimal amaç fonksiyon değerlerine göre önemli ölçüde yüksek varyansa sahip olduğu unutulmamalıdır (Levene testleri için p değeri = 0,000).

4.3. Duyarlılık Analizi ve İstatistiksel Bağımlılık (Sensitivity Analysis and Statistical Dependency)

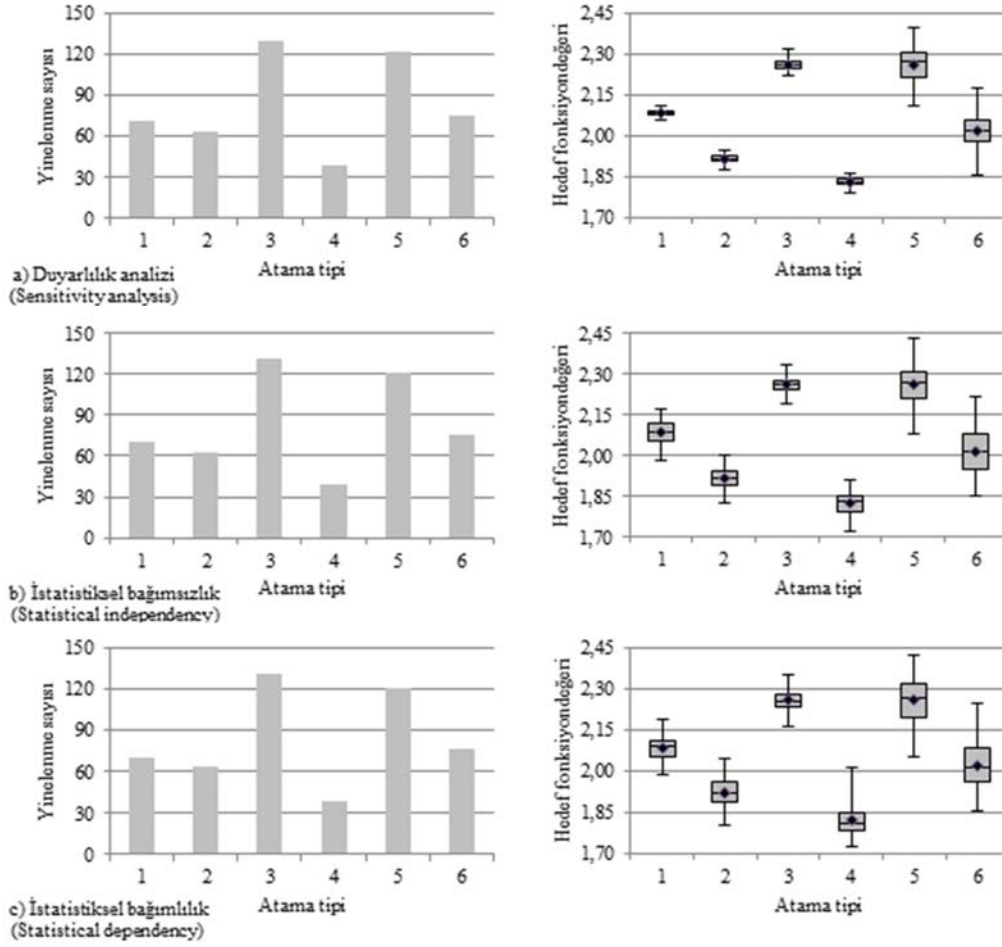
Örnek uygulamada adayların ekonomik ve sosyal-çevresel niteliklere eşit derecede önem verdiği ($E[k_{an}] = 0,5$) ve ilgili parametre değerlerinde herhangi bir belirsizlik olmadığı ($V[k_{an}] = 0$) varsayılmıştır. Elde edilen sonuçların bu varsayıma ne kadar bağlı olduğunu test etmek amacıyla ilk olarak 6. senaryo için bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizinde, ekonomik kriz durumunda adayların ekonomik niteliklere vereceği önemin artacağı düşünülerek ilgili parametre değerleri Tablo 8'deki şekilde artırılmıştır. Örneğin, verilen tabloda 1. aday tarafından ekonomik niteliklere verilen önemin beklenen değeri $E[k_{11}]$ ile gösterilirken, bu aday tarafından sosyal-çevresel niteliklere verilen önemin beklenen değeri $E[k_{12}]$ ile gösterilmiştir. Duyarlılık analizinde bu parametre değerlerinde herhangi bir

belirsizlik olmadığı varsayılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 2a ile gösterilerek yorumlanmıştır.

Tablo 8. 6. senaryo altında duyarlılık analizi ve istatistiksel bağımlılık durumu için parametre değerleri
(Parameter values for sensitivity analysis and statistical dependency condition under scenario 6)

Adaylar					
1. aday	2. aday	3. aday			
$E[k_{11}]$	0,700	$E[k_{21}]$	0,650	$E[k_{31}]$	0,600
$E[k_{12}]$	0,500	$E[k_{22}]$	0,500	$E[k_{32}]$	0,500
$V[k_{11}]$	0,039	$V[k_{21}]$	0,036	$V[k_{31}]$	0,033
$V[k_{12}]$	0,028	$V[k_{22}]$	0,028	$V[k_{32}]$	0,028

İkinci olarak, 6. senaryo altında, adayların ekonomik ve sosyal-çevresel niteliklere verdikleri önemde belirsizlikler olabileceği düşünülmiştir. Bu amaçla Tablo 8'de verilen k_{an} değerlerinin normal dağıldığı ve yine aynı tabloda gösterildiği şekilde her bir parametrenin varyansının o parametrenin beklenen değerinin 1/18'i kadar olduğu varsayılmıştır. k_{an} katsayı değerleri ise karşılıklı fayda bağımsızlığı varsayımı altında Eş. 5 kullanılarak hesaplanmıştır [70, 71].



Şekil 2. 6. senaryo altında duyarlılık analizi ve istatistiksel bağımlılık durumu için histogram ve kutu grafikleri (Histogram and box-whisker plots for sensitivity analysis and statistical dependency condition under scenario 6)

Bu durumda elde edilen sonuçlar ise Şekil 2b ile gösterilerek yorumlanmıştır. Son olarak, yine 6. senaryo baz alınarak, bütün adayların ekonomik niteliklere verdiği önemin genel ekonomik duruma bağlı olarak beraber arttığı veya azaldığı durumda sonuçların nasıl değişebileceği incelenmiştir. Bu amaçla Monte Carlo benzetiminde yalnızca 2. aday, yani k_{21} ve k_{22} değerleri için rastgele örnekleme yapılmış, diğer adaylar için ilgili değerler $k_{11} = k_{21} + 0,05$, $k_{31} = k_{21} - 0,05$ ve $k_{12} = k_{32} = k_{22}$ olarak hesaplanmıştır. Bu sayede, 1. ve 3. adaylar için, bağımsız rastgele örnekleme yerine bağımlı örnekleme durumu yaratılmış, elde edilen sonuçlar Şekil 2c ile gösterilerek yorumlanmıştır.

Şekil 2a ile Şekil 1c kıyaslandığında, ekonomik kriz durumunda adayların ekonomik niteliklere vereceği önemin artmasının atama tiplerinin tercih edilebilirlik sırasını önemli ölçüde değiştirmedeği gözlemlenmiştir. Bu durum, yalnızca 3. atama tipinin yinelemelerdeki optimal olma sayısını kısmi olarak artırırken, 2. ve 5. atama tiplerinin yinelemelerdeki optimal olma sayılarını kısmi olarak azaltmıştır. Şekil 2b ile Şekil 2a kıyaslandığında, ekonomik ve sosyal-çevresel niteliklere verilen önemde belirsizliklerin olmasının elde edilen optimal amaç fonksiyon değerlerinin varyansını

arttırdığı tespit edilmiştir. Son olarak, Şekil 2c ile Şekil 2b kıyaslandığında ise, istatistiksel bağımlılığın optimal amaç fonksiyon değerlerindeki varyansı daha da arttırdığı görülmüştür.

5. YÖNTEMSSEL YAKLAŞIM VE ÖRNEK UYGULAMA İLE İLGİLİ KISITLAR (LIMITATIONS RELATED TO THE METHODOLOGICAL APPROACH AND ILLUSTRATIVE CASE)

Her ne kadar sunulan çalışmanın konusu sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi olsa da çalışan memnuniyeti her kurum için önemli ya da öncelikli olmayabilir. Bu gibi durumlarda, ihtiyaca göre önerilen karar destek modelinde çeşitli değişiklikler yapılabilir. Örneğin, önceliğin maliyeti enküçükleme olduğu durumlarda, çalışan memnuniyeti bir amaç fonksiyonu yerine bir kısıt olarak ifade edilebilir. Yani, bir çalışanın kazanacağı toplam fayda ya da spesifik olarak her bir nitelikten kazanacağı fayda için asgari seviyeyi tutturma zorunluluğu modele bir kısıt olarak eklenebilir. Diğer taraftan, üst düzey yöneticileri, araştırma-geliştirme birimlerinde çalışanları ve stratejik personeli kuruma tutmanın oldukça önemli olduğu ve çalışan memnuniyetinin

öneminin her geçen gün daha da arttığı unutulmamalıdır; öyle ki, son yıllarda küresel ölçekli firmalar çalışanlarına verdiği değer ve sunduğu imkânlar açısından çeşitli sıralamalara tabi tutulmaktadır [73, 74]. Gerçek bir vaka çalışmasında adaylara ait çeşitli niteliklere yönelik fayda fonksiyonlarının belirlenmesi detaylı bir veri toplama çalışmasını gerektirmektedir ve bütçe ya da zaman isteyen bir süreçtir. Bu nedenle, geliştirilen karar destek modelinin uygulaması üç pozisyon ile teknik yeterlilik bakımından birbirine denk üç adayın olduğu ve çalışan memnuniyetini etkileyen niteliklerin ekonomik (parasal) ve sosyal-çevresel (parasal olmayan) şeklinde iki ana grup altında ele alındığı görece küçük, kurgusal bir örnek üzerinden gösterilmiştir. Ancak, gerektiği takdirde örnek uygulama kapsamında elde edilen sonuçların yapılan varsayım ve senaryolara ne kadar duyarlı olduğu farklı varsayım ve senaryolar yaratılarak test edilebilir. Örneğin, yapılan uygulamada parametre değerlerinin normal dağıldığı ve her bir parametrenin varyansının o parametrenin beklenen değeriyle orantılı olduğu varsayılmıştır; fakat, ihtiyaca göre bu varsayımlar değiştirilerek, yani farklı istatistiksel dağılımlar ve varyans değerleri kullanılarak modeli test etmek ve elde edilen sonuçları birbirleriyle kıyaslamak da mümkündür. Böyle bir durumda elde edilen kutu grafiklerinin daha çok asimetric (yani sağa ya da sola çarpık) olması beklenir. Benzer şekilde, örnek uygulamada aday profillerini oluştururken Alarcon vd. [72] tarafından sürdürülebilirlik kriterlerinin faydasını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş olan fayda fonksiyonu ailesi kullanılmıştır; ancak, istenirse literatürde bulunan diğer fonksiyon ailelerinden de yararlanılabilir.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Sunulan çalışma ile sürdürülebilir insan kaynağı yönetimi konusu altında ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri düşünerek çalışan memnuniyetini arttıracak bir iş-personel atama karar destek modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen karar destek modelinde çalışan memnuniyetinin ölçülmesinde fayda teorisi ve fonksiyonlarından yararlanılırken, optimal iş-personel eşleştirmesini gerçekleştirmede belirsiz fayda fonksiyonlu doğrusal olmayan atama programı kullanılmıştır. Geliştirilen karar destek modeli ile hem çalışan memnuniyetinin ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlere göre çoğunlukla doğrusal olmayan bir şekilde değişiklik göstermesi durumu, hem de çalışan memnuniyetinde olabilecek belirsizlikler aynı anda hesaba katılarak, önceki modellerden daha gerçekçi bir yaklaşım sunulmuştur. Öyle ki, fayda fonksiyonlarının belirlenmesinde, tercih edilen yöntemlere göre ya da aynı yöntemin birden çok kez uygulanması durumunda elde edilen fonksiyonların yapısında varyasyonlar olabilmektedir. Bu bağlamda, geliştirilen karar destek modeli ile aday fayda fonksiyonlarında olabilecek ölçümleme hatası kaynaklı ya da tecrübe ve zaman ile değişime dayalı belirsizlikler açık bir şekilde göz önünde bulundurulmuş, bu sayede literatüre özgün bir katkı yapılmıştır. Geliştirilen karar destek modelinin uygulaması

görece küçük, kurgusal bir örnek üzerinden gösterilmiş, beş yüz yineleme ile gerçekleştirilen Monte Carlo benzetiminden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Kurgusal örnekte üç pozisyonun bulunduğu ve bu pozisyonlara yerleştirilecek teknik yeterlilik bakımından birbirine denk üç adayın olduğu varsayılmış, çalışan memnuniyetini etkileyen niteliklerin ise ekonomik (parasal) ve sosyal-çevresel (parasal olmayan) olmak üzere iki ana başlık içerisinde ele alınabileceği düşünülmüştür. Adaylara ait ekonomik ve sosyal-çevresel fayda fonksiyonları için farklı senaryolar tasarlanarak elde edilen benzetim sonuçları histogram ve kutu grafikleri kullanılarak birbirleri ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamalarda istatistiksel olarak bir değerlendirme sunabilmek amacıyla parametrik ve parametrik olmayan testlerden yararlanılmıştır. Son olarak, çalışmanın özgün boyutunu detaylandırmak adına, sonuçlar üzerinden duyarlılık analizi yapılmış, bu sonuçların istatistiksel bağımsızlık ve bağımlılık varsayımları altında nasıl ya da ne şekilde değişebileceği incelenmiştir.

Gelecekte, bu çalışma ile geliştirilen karar destek modelinin, beşinci bölümde bahsedilen kısıtlar da hesaba katılarak gerçek bir vaka çalışması ile genişletilmesi, yazılım desteği alınarak yöneticilerin, insan kaynakları uzmanlarının ve insan kaynağı yönetimi konusunda danışmanlık veren firmaların işe alım ve yerleştirme süreçlerinde kullanabilecekleri bir karar destek aracı (mülakat robotu) haline getirilmesi planlanmaktadır. Geliştirilecek karar destek aracı ile işe yerleştirilecek adaylara yazılı veya sözlü bir dizi soru yöneltilerek onların teknik yeterliliklerini test etme, maddi ve manevi beklentilerini belirleyip ölçümleme ve bu bilgiler ışığında hem çalışan memnuniyetini hem de firma verimliliğini arttıracak şekilde optimal işe yerleştirme gibi çeşitli işlevlerin sunulması hedeflenmektedir. Bu anlamda, sunulan teorik çalışmanın insan kaynağı yönetiminde otomasyon ile zaman ve maliyetten tasarruf, işe yerleştirmede analitik yöntemlerin kullanılması ile önyargısız ve objektif işe alım, adaylarla ilgili her türlü bilginin toplanabilmesi ve bunların karar sürecine dahil edilebilmesi, toplanan bilgi ve yapılan ölçümlerde olabilecek belirsizliklerin farklı senaryolar altında hesaba katılabilmesi gibi pratiğe yönelik pek çok katkısı da olacaktır. Ancak, bu gibi uygulamalarda adayların yasal izni ya da onayı alınmalı, ilgili kanunlar ve etik değerler çerçevesinde kişisel verilerin korunmasına azami derecede özen gösterilmelidir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışmanın yürütülmesinde herhangi bir finansal dış destek alınmamış olup, çalışmaya değerli yorumlarıyla katkı sağlayan dergi editörleri ve hakemlerine sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Taylor F.W., The Principles of Scientific Management, Harper and Brothers, Londra, Birleşik Krallık, 1911.
2. Kramar R., Beyond Strategic Human Resource Management: Is Sustainable Human Resource

- Management the Next Approach?, *Int. J. Hum. Resour. Manag.*, 25 (8), 1069–1089, 2014.
3. Herzberg F., One More Time: How Do You Motivate Employees?, *Harv. Bus. Rev.*, 46 (1), 53–62, 1968.
 4. Göçer Ö., Karahan E., Oygür İ.I., Esnek Çalışma Mekânlarının Çalışan Memnuniyetine Etkisinin Akıllı Bir Ofis Binası Örneğinde İncelenmesi, *Megaron*, 13 (1), 39–50, 2018.
 5. Mariappanadar S., Aust I., The Dark Side of Overwork: An Empirical Evidence of Social Harm of Work from A Sustainable HRM Perspective, *Int. Stud. Manag. Organ.*, 47 (4), 372–387, 2017.
 6. Aydın C., Sevim Korkut D., Çalışma Saatlerinin Çalışan Memnuniyeti Üzerine Etkisi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol. Derg.*, 7 (3), 1488–1499, 2019.
 7. İspir İ., Yeşil S., İnsan Kaynakları Yönetimi Uygulamalarının Çalışanların İş Tatminine, Yenilikçiliğine ve Performansına Etkisi, *J. Yaşar Univ.*, 15 (58), 190–209, 2020.
 8. Öztürk İ., Bolcan A.E., İş Güvenliği İkliminin İşgören Memnuniyetine Etkisi: İstanbul'da Farklı Tehlike Grubuna Ait İşletmeler Arasında Bir Araştırma, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Derg.*, (BOR Özel Sayısı), 17–32, 2019.
 9. Erik D., Firmaların Başarı Kriterlerinin Tanımlanması ve Çalışanların Memnuniyeti Kriterinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Ölçülmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, 4 (8), 131–142, 2005.
 10. Bayram M., Safety Training and Competence, Employee Participation and Involvement, Employee Satisfaction, and Safety Performance: An Empirical Study on Occupational Health and Safety Management System Implementing Manufacturing Firms, *Alphanumeric J.*, 7 (2), 301–318, 2019.
 11. Wisse B., van Eijbergen R., Rietzschel E.F., Scheibe S., Catering to the Needs of An Aging Workforce: The Role of Employee Age in the Relationship Between Corporate Social Responsibility and Employee Satisfaction, *J. Bus. Ethics*, 147 (4), 875–888, 2018.
 12. Suriyankietkaew S., C. Avery G., Employee Satisfaction and Sustainable Leadership Practices in Thai SMEs, *J. Glob. Responsib.*, 5 (1), 160–173, 2014.
 13. Bauman C.W., Skitka L.J., Corporate Social Responsibility as A Source of Employee Satisfaction, *Res. Organ. Behav.*, 32, 63–86, 2012.
 14. Chanda U., Goyal P., A Bayesian Network Model on the Interlinkage Between Socially Responsible HRM, Employee Satisfaction, Employee Commitment and Organizational Performance, *J. Manag. Anal.*, 7 (1), 105–138, 2020.
 15. Guerci M., Pedrini M., The Consensus Between Italian HR and Sustainability Managers on HR Management for Sustainability-Driven Change - Towards A “Strong” HR Management System, *Int. J. Hum. Resour. Manag.*, 25 (13), 1787–1814, 2014.
 16. Kesen M., İşletme Yönetiminde Sürdürülebilir İnsan Kaynakları Yönetiminin Yeri ve Önemi, *İnsan ve Toplum Bilim. Araştırmaları Derg.*, 5 (3), 554–573, 2016.
 17. Elkington J., *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Capstone Publishing, Oxford, Birleşik Krallık, 1997.
 18. Ehnert I., *Sustainable Human Resource Management: A Conceptual and Exploratory Analysis from A Paradox Perspective*, Physica-Verlag GmbH & Co., Heidelberg, Germany, 2009.
 19. Özgül B., Gürol Y., Kurumsal Sürdürülebilirlikte Sürdürülebilir İnsan Kaynakları Yönetiminin Rolü Üzerine Bir İçerik Analizi, *Doğuş Üniversitesi Derg.*, 20 (1), 107–126, 2019.
 20. Esen D., Esen M., Türkiye’de Yayınlanan Sürdürülebilirlik Raporlarının Sürdürülebilir İnsan Kaynakları Yönetimi Bağlamında İncelenmesi: Nitel Bir Araştırma, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Derg.*, (17. UİK Özel Sayısı), 827–844, 2018.
 21. Winston W.L., *Operations Research - Applications and Algorithms*, Duxbury Press, Belmont, Kaliforniya, A.B.D., 2003.
 22. Hammersley J.M., Handscomb D.C., *Monte Carlo Methods*, Chapman and Hall, Londra, Birleşik Krallık, 1964.
 23. Çevik O., Tam Sayılı Doğrusal Programlama ile İşgücü Planlaması ve Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Fakültesi Derg.*, 8 (1), 157–171, 2006.
 24. Hojati M., Near-Optimal Solution to An Employee Assignment Problem with Seniority, *Ann. Oper. Res.*, 181 (1), 539–557, 2010.
 25. Feiring B.R., A Model Generation Approach to the Personnel Assignment Problem, *J. Oper. Res. Soc.*, 44 (5), 503–512, 1993.
 26. Kuo C.-C., Nicholls G., A Turnpike Approach to Solving the Linear Bottleneck Assignment Problem, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 71 (5–8), 1059–1068, 2014.
 27. Kahveci M., Gidersoy B., İşletme Yönetiminde Maliyet-Kar Hedeflerine Yönelik Atama Modelleri ve Macar Algoritması Tekniğiyle Analitik Bir Yaklaşım, *Sos. Bilim. Derg.*, (2), 93–105, 2007.
 28. Çetin K., Tuzkaya G., Vayvay O., A Mathematical Model for Personnel Task Assignment Problem and An Application for Banking Sector, *Int. J. Optim. Control Theor. Appl.*, 10 (2), 147–158, 2020.
 29. Mehlatat M.K., Kumar S., A Goal Programming Approach for A Multi-Objective Multi-Choice Assignment Problem, *Optimization*, 63 (10), 1549–1563, 2014.
 30. Ramezani R., Ezzatpanah A., Modeling and Solving Multi-Objective Mixed-Model Assembly Line Balancing and Worker Assignment Problem, *Comput. Ind. Eng.*, 87 (September), 74–80, 2015.
 31. Zolfaghari S., Jaber M.Y., Hamoudi H., A Goal Programming Approach for A Multi-Period Task Assignment Problem, *INFOR Inf. Syst. Oper. Res.*, 42 (4), 299–309, 2004.
 32. Norman B.A., Tharmmaphornphilas W., Needy K.L., Bidanda B., Warner R.C., *Worker Assignment in Cellular Manufacturing Considering Technical and*

- Human Skills, *Int. J. Prod. Res.*, 40 (6), 1479–1492, 2002.
33. Firat M., Hurkens C.A.J., An Improved MIP-Based Approach for A Multi-Skill Workforce Scheduling Problem, *J. Sched.*, 15 (3), 363–380, 2012.
 34. İpekçi Çetin E., Kuruüzüm A., Irmak S., Ekip Çizelgeleme Probleminin Küme Bölme Modeli ile Çözümü, *Havacılık ve Uzay Teknol. Derg.*, 3 (4), 47–54, 2008.
 35. Karsu Ö., Azizoğlu M., The Multi-Resource Agent Bottleneck Generalised Assignment Problem, *Int. J. Prod. Res.*, 50 (2), 309–324, 2012.
 36. Demir Y., Çelik C., An Integer programming approach for curriculum based timetabling problem solution, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University.*, 31 (1), 145–159, 2016.
 37. Güner B., Hasgül S., U-Type assembly line balancing with ergonomic factors for balance stability, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 27 (2), 407–415, 2012.
 38. Wang H., Alidaee B., Ortiz J., Wang W., The Multi-Skilled Multi-Period Workforce Assignment Problem, *Int. J. Prod. Res.*, 1–18, 2020.
 39. Doan M.P., Fondrevelle J., Botta-Genoulaz V., Ribeiro J.F.F., Solving A Real Bi-Objective Skilled Agent Assignment Problem in the Service-to-Business Domain, Considering Both Economic Efficiency and Agent Satisfaction, *IFAC-PapersOnLine*, 52 (13), 2026–2031, 2019.
 40. Askin R.G., Huang Y., Forming Effective Worker Teams for Cellular Manufacturing, *Int. J. Prod. Res.*, 39 (11), 2431–2451, 2001.
 41. Özçelik F., Saraç T., A Goal Programming Model for Multi-Resource Generalized Assignment Problem that Contains Agents with Different Abilities and Priorities Along with Jobs to Be Assigned to the Same Agents, *Gazi Univ. J. Sci. Part C: Des. Tech.*, 5 (1), 75–90, 2008.
 42. Can T., Üstel Programlama ile Personel Atama Probleminin Analizi, *Öneri Derg.*, 5 (20), 225–230, 2003.
 43. Çetin E., Normal dağılımlı atama modeli (NDAM) yaklaşımı ve insan kaynakları yönetiminde bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Uygulamalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı, Ankara, 2012.
 44. Ayrım Y., Can G.F., İş Yüğü Minimizasyonunu Hedefleyen Ergonomik Bir İşçi Atama Modeli Önerisi, *Mühendislik Bilim. ve Tasarım Derg.*, 6 (Özel Sayı: Ergonomi 2017), 148–158, 2018.
 45. Kat B., An Algorithm and A Decision Support System for the Panelist Assignment Problem: The Case of TUBITAK, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.*, 36 (1), 69–87, 2021.
 46. Brusco M.J., An Exact Algorithm for A Workforce Allocation Problem with Application to An Analysis of Cross-Training Policies, *IIE Trans.*, 40 (5), 495–508, 2008.
 47. Othman M., Bhuiyan N., Gouw G.J., Integrating Workers' Differences into Workforce Planning, *Comput. Ind. Eng.*, 63 (4), 1096–1106, 2012.
 48. Heimerl C., Kolisch R., Work Assignment to and Qualification of Multi-Skilled Human Resources Under Knowledge Depreciation and Company Skill Level Targets, *Int. J. Prod. Res.*, 48 (13), 3759–3781, 2010.
 49. Çelik N., Lee S., Mazhari E., Son Y.J., Lemaire R., Provan K.G., Simulation-Based Workforce Assignment in A Multi-Organizational Social Network for Alliance-Based Software Development, *Simul. Model. Pract. Theory*, 19 (10), 2169–2188, 2011.
 50. Nembhard D.A., Bentefouet F., Selection, Grouping, and Assignment Policies with Learning-by-Doing and Knowledge Transfer, *Comput. Ind. Eng.*, 79 (January), 175–187, 2015.
 51. Hewitt M., Chacosky A., Grasman S.E., Thomas B.W., Integer Programming Techniques for Solving Non-Linear Workforce Planning Models with Learning, *Eur. J. Oper. Res.*, 242 (3), 942–950, 2015.
 52. Martel A., Price W., Stochastic Programming Applied to Human Resource Planning, *J. Oper. Res. Soc.*, 32 (3), 187–196, 1981.
 53. Bordoloi S.K., Matsuo H., Human Resource Planning in Knowledge-Intensive Operations: A Model for Learning with Stochastic Turnover, *Eur. J. Oper. Res.*, 130 (1), 169–189, 2001.
 54. Niknafs A., A hybrid search method for evolutionary dynamic optimization of the 3-dimensional personnel assignment problem and its case study evaluation at the city of Calgary, *Doktora Tezi, Calgary Üniversitesi, Bilgisayar Bilimi*, 2015.
 55. Pour A.G., Naji-Azimi Z., Salari M., Sample Average Approximation Method for A New Stochastic Personnel Assignment Problem, *Comput. Ind. Eng.*, 113 (November), 135–143, 2017.
 56. Errarhout A., Kharraja S., Corbier C., Two-Stage Stochastic Assignment Problem in the Home Health Care, *IFAC-PapersOnLine*, 49 (12), 1152–1157, 2016.
 57. Yu D., Xu Z., Intuitionistic Fuzzy Two-Sided Matching Model and Its Application to Personnel-Position Matching Problems, *J. Oper. Res. Soc.*, 71 (2), 312–321, 2020.
 58. Zhou X., Tu Y., Lev B., Production and Work Force Assignment Problem: A Bi-Level Programming Approach, *Int. J. Manag. Sci. Eng. Manag.*, 10 (1), 50–61, 2015.
 59. Aksakal E., Dağdeviren M., Talent management based personnel assignment model and solution proposal, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30 (2), 249–262, 2015.
 60. Ritt M., Costa A.M., Miralles C., The Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem with Stochastic Worker Availability, *Int. J. Prod. Res.*, 54 (3), 907–922, 2016.
 61. Ahmed S., Garcia R., Dynamic Capacity Acquisition and Assignment Under Uncertainty, *Ann. Oper. Res.*, 124 (1–4), 267–283, 2003.

62. Morton D.P., Bard J.F., Wang Y.M., A Branch-and-Price Algorithm for the Stochastic Generalized Assignment Problem, Computational Optimization: New Research Developments, Editörler: Linton R.F., Carroll T.B., Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge, New York, 2010, 207–236.
63. Huang D.K., Chiu H.N., Yeh R.H., Chang J.H., A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach for Solving A Bi-Objective Personnel Assignment Problem, Comput. Ind. Eng., 56 (1), 1–10, 2009.
64. Kağmıçoğlu H., Yıldız A., 0-1 Tamsayılı Bulanık Hedef Programlama Yaklaşımı ile Sınav Görevi Atama Probleminin Çözümü, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknol. Derg., 7 (2), 413–429, 2006.
65. Krokhmal P., Zabrankin M., Uryasev S., Modeling and Optimization of Risk, Surv. Oper. Res. Manag. Sci., 16 (2), 49–66, 2011.
66. Lin C.-J., Assignment Problem for Team Performance Promotion Under Fuzzy Environment, Math. Probl. Eng., 2013, 1–10, 2013.
67. Fan G.-M., Huang H.-J., A Novel Binary Differential Evolution Algorithm for A Class of Fuzzy-Stochastic Resource Allocation Problems, 13th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA), Ohrid, Makedonya, 548–553, 3-6 Temmuz, 2017.
68. Liu L., Li Y., The Fuzzy Quadratic Assignment Problem with Penalty: New Models and Genetic Algorithm, Appl. Math. Comput., 174 (2), 1229–1244, 2006.
69. Goodwin P., Wright G., Decision Analysis for Management Judgment, John Wiley and Sons, Chichester, Birleşik Krallık, 2009.
70. Keeney R.L., Raiffa H., Decisions with Multiple Objectives, John Wiley and Sons, New York, A.B.D., 1976.
71. Keeney R.L., Raiffa H., Decisions with Multiple Objectives - Preferences and Value Tradeoffs, Cambridge University Press, New York, A.B.D., 1993.
72. Alarcon B., Aguado A., Manga R., Josa A., A Value Function for Assessing Sustainability: Application to Industrial Buildings, Sustainability, 3 (1), 35–50, 2011.
73. Forbes Best Places to Work for. <https://www.greatplacetowork.com/best-workplaces/100-best/2019>. Yayın tarihi Aralık 7, 2018. Erişim tarihi Mart 18, 2019.
74. Glassdoor Best Places to Work for. <https://www.cnbc.com/2018/12/04/glassdoor-the-best-places-to-work-in-2019.html>. Yayın tarihi Aralık 5, 2018. Erişim tarihi Mart 18, 2019.