
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

YETENEK YÖNETİMİ TEMELLİ PERSONEL ATAMA PROBLEMİNİN ÇOK AMAÇLI BULANIK MODELLENMESİ

Erdem AKSAKAL

DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KASIM 2015

Erdem AKSAKAL tarafından hazırlanan "YETENEK YÖNETİMİ TEMELLİ PERSONEL ATAMA PROBLEMİNİN ÇOK AMAÇLI BULANIK MODELLENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum ...……..……..

Başkan : Prof. Dr. Cafer ÇELİK

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum …….……

Üye : Prof. Dr. Mustafa KURT

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum ...…….……...

Üye : Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Endüstri Mühendisliği, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum ...……

Üye : Prof. Dr. İhsan YÜKSEL

İşletme, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum ...……

Tez Savunma Tarihi: 27/11/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

……..……

Prof. Dr. Metin GÜRÜ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Erdem AKSAKAL

27/11/2015

YETENEK YÖNETİMİ TEMELLİ PERSONEL ATAMA PROBLEMİNİN ÇOK AMAÇLI BULANIK MODELLENMESİ

(Doktora Tezi)

Erdem AKSAKAL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2015

ÖZET

Günümüz iş dünyasında, küreselleşme ve buna bağlı olarak her geçen gün artan rekabet unsurları nedeniyle işletmelerin yönetim anlayışları da değişime ihtiyaç duymaktadır. Değişimdeki önemli unsurlardan biri olarak ise iş hayatında yer edinmeye başlayan "yetenek" ve "Yetenek Yönetimi" kavramları ön plana çıkmaktadır. Yeteneği, işletmenin faaliyetlerinin öncüsü ve taşıyıcısı, yetenek yönetimini ise doğru zamanda doğru kişinin doğru yerde olmasını sağlamak olarak tanımlayabiliriz. Yetenek Yönetimi özellikle kurumsal firmalar için daha fazla kullanılan bir yönetim anlayışı olarak algılansa da, bütün işletmeler için geçerli temel uygulama prensiplerine sahip olması nedeniyle her ölçekte işletmede uygulanabilir bir yapıdadır. Bu bağlamda işletmelerin ayrı ihtiyaç ve beklentileri olmasından dolayı Yetenek Yönetimi her işletme için ayrı tasarlanmalıdır. Şöyle ki kişinin doğru zaman ve yerde olması kadar yapılacak işin güvenliği ve dolayısıyla sağlayacağı fayda da önem arz etmektedir. Gelecekte daha iyi bir yer edinmek isteyen ve müşteri istekleri doğrultusunda değişime ve gelişime uğrayan işletmelerde önemi her geçen gün artan yeteneğin değerlendirilmesi aşaması ise zorlu bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada çalışanların yetenek düzeylerini dikkate alan personel atama problemi üzerinde çalışılmış ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile belirlenen çalışan yetenekleri matematiksel modele dâhil edilerek çözüm yolları araştırılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile elde edilen değerlendirme sonuçları matematiksel model için kısıta/kısıtlara dönüştürülmüş ve bu kısıtların personel atama problemi üzerindeki etkisi ile elde edilen sonuçların kullanılabilirliği tartışılmıştır.

Bilim Kodu : 906.1.148

Anahtar Kelimeler : Yetenek yönetimi, personel atama, Bulanık AHP, Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS, Uzlaşık programlama

Sayfa Adedi : 104

Danışman : Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

TALENT MANAGEMENT BASED FUZZY MULTIOBJECTIVE MODELLING OF PERSONNEL ASSIGNMENT PROBLEM

(Ph. D. Thesis)

Erdem AKSAKAL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2015

ABSTRACT

In today's business world, globalization and accordingly rising competition every passing day, management understanding of business needs to be change. Being one of the greatest pieces of change takes over in the work life as Talent and Talent Management concepts. Talent can be qualified as the premise and carrier of all activities in the business organization when Talent Management described as ensures the right person in the right place at the right time. Talent management particularly seemed as a management approach, which is especially used in corporate business organization, has a structure to be applied to all size of organizations due to the basic principles in application. In this sense, talent management should be designed separately for each business because of the different needs and expectations of each business. Namely, as having the person in the right time and in the right place, the security and the benefits provided from the job is also important. In order to have a better place in the future and to deal with the change and development towards the customer demands, the business emerges the evaluation of talent is become a though process due to the increase of importance with every passing day. In this study, we study on personnel assignment problem with considering the labor talent levels and including the labor talents to the mathematical model which is determined by multi-criteria decision-making methods. Results obtained from the multi-criteria decision making methods transformed into constraint/constraints for the mathematical model and the availability of the results obtained from the effect of the constraint on personnel assignment problems were discussed.

Science Code : 906.1.148

Key Words : Talent management, Personnel Assignment, Fuzzy AHP, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy TOPSIS, Compromise Programming

Page Number : 104

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN'e, yine çalışmalarım boyunca kıymetli bilgilerinden ve yönlendirmelerinden yararlandığım Tez İzleme Komitesi üyeleri sayın Prof. Dr. Mustafa KURT ve sayın Prof. Dr. Ergün ERASLAN hocamlarıma ve her türlü konuda yardımcı olan hocam Dr. Emre ÇALIŞKAN'a, manevi desteklerinden dolayı aileme ve tüm dostlarıma sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ x

SİMGELER VE KISALTMALAR xi

1. GİRİŞ 1

2. PERSONEL ATAMA PROBLEMİ 5

3. YETENEK YÖNETİMİ 13

4. YÖNTEMLER 21

4.1. Bulanık Küme ve Bulanık Sayılar 21

4.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi 23

4.3. Bulanık DEMATEL 26

4.4. Bulanık TOPSIS 29

4.5. Uzlaşık Programlama 33

5. ÖNERİLEN MODEL ve UYGULAMASI 37

5.1. Kriterlerin Belirlenmesi 40

5.2. Personelin İstasyon Bazında Yetenek Düzeyinin Belirlenmesi 41

5.3. Kriterlerin Ağırlıklandırılması 44

5.4. Personelin Değerlendirilmesi 46

5.5. Matematiksel Modelin Varsayımları 49

Sayfa

5.6. Matematiksel Model 55

6. SONUÇ ve ÖNERİLER 59

KAYNAKLAR 63

EKLER 77

EK-1. Personel 1- 4 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler 78

EK-2. Personel 1 - 15 için bulanık TOPSIS karar matrisi 86

EK-3. Personel 1- 15 için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık TOPSIS karar matrisi 88

EK-4. Personel 1- 30 için pozitif ve negatif ideal ayrım ölçütleri 90

EK-5. Personel 1- 30 için ideal çözüme yakınlık değerleri 91

EK-6. Modelin GAMS dilinde kodlanması 92

ÖZGEÇMİŞ 101

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2. 1. Atama modeli 6

Çizelge 5. 1. Bulanık AHP için dilsel ölçek skalası 41

Çizelge 5. 2. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi 41

Çizelge 5. 3. Personelin istasyon bazında yetenek düzeyi 42

Çizelge 5. 4. Personel istasyon bazında yetenek düzeyi normalizasyonu 43

Çizelge 5. 5. Bulanık DEMATEL dilsel ölçek skalası 44

Çizelge 5. 6. Direk ilişki matrisi 44

Çizelge 5. 7. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi 45

Çizelge 5. 8. Toplam ilişki matrisi 45

Çizelge 5. 9. D+R, D-R ve kriter bazında ağırlıklar 45

Çizelge 5. 10. Bulanık TOPSIS dilsel ölçek skalası 46

Çizelge 5. 11. Birinci personel bulanık karar matrisi 46

Çizelge 5. 12. Birinci personel ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi 47

Çizelge 5. 13. Birinci personel için uzaklık ve yakınlık değerleri 47

Çizelge 5. 14. Personelin yetenek düzeyi, istasyon bazında yetenek düzeyi, sıralaması ve saatlik ücreti 48

Çizelge 5. 15. Matematiksel modelin varsayımları 50

Çizelge 5. 16. Hat ve istasyon hazırlık ve işlem zamanları (dk.) 55

Çizelge 5. 17. Hat ve istasyonlara atanabilecek maksimum personel sayısı ve hat-istasyonlara atanan personel bilgileri 55

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 4. 1. Üçgensel bulanık sayı a 22

Şekil 5. 1. Önerilen modelin akış şeması 39

Şekil 5. 2. Hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri 56

Şekil 5. 3. Modelin maliyet en küçüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri 57

Şekil 5. 4. Modelin yetenek en küçüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri 57

Şekil 5. 5. Modelin maliyet en büyüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri 58

Şekil 5. 6. Modelin yetenek en büyüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri 58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
$\mathbf{l}$	Personel
$\mathbf{g}$	Görev
$\mathbf{F_{lg}}$	l personeli g görevine atandığında oluşan maliyet
$\mathbf{H_{lg}}$	Personelin atanma durumu
$\tilde{\mathbf{a}}$	Bulanık sayı
$\boldsymbol{\mu_A(x)}$	Üyelik fonksiyonu
$\tilde{\mathbf{v}}_{\mathbf{ij}}$	Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi
$\tilde{\mathbf{x}}_{\mathbf{ij}}$	Performans değerlendirme kümesi
$\mathbf{w_i}$	Her bir kriter önem ağırlıkları kümesi
$\mathbf{BNP_i}$	Bulanık olmayan en iyi değer
$\mathbf{X}$	Direk ilişki matrisi
$\mathbf{T}$	Toplam ilişki matrisinin
$\mathbf{I}$	Birim matrisi
$\mathbf{R}$	Sütunlar toplamı
$\mathbf{D}$	Satırlar toplamı
$(\mathbf{FPIS\ A^*})$	Pozitif ideal çözümler
$(\mathbf{FNIS\ A^-})$	Negatif ideal çözümler
$(\mathbf{A^*})$	Pozitif ideal çözümlerden uzaklık
$(\mathbf{A^-})$	Negatif ideal çözümlerden uzaklığı
$\mathbf{CC_j}$	İdeal çözüme yakınlık
$\mathbf{i}$	Ürün indisi
$\mathbf{j}$	Hat indisi
$\mathbf{k}$	İstasyon indisi
$\mathbf{M_{Cl}}$	$l.$ personelin alacağı saatlik ücret
$\mathbf{C_l}$	$l.p$ersonelin bulanık yetenek düzeyi
$\mathbf{S_{ijk}}$	$i.$ ürünün j hattı k istasyonundaki hazırlık zamanı

Simgeler	Açıklamalar
$\mathbf{YD_{lk}}$	l. personelin k istasyonundaki bulanık yetenek düzeyi
$\mathbf{P_{ijk}}$	i. ürünün j hattı k istasyonundaki işlem zamanı
$\mathbf{B_{jk}}$	k istasyonuna atanacak maksimum personel sayısı
$\mathbf{D_j}$	j hattındaki işlem tamamlanma zamanı
$\mathbf{M}$	Büyük sayı
$\mathbf{A_j}$	j hattının açılma durumu
$\mathbf{Y_{jkl}}$	i ürününün k. istasyonunda l personeli tarafından işlem görme durumu
$\mathbf{X_{ij}}$	i ürünü j. hatta işlem görme durumu
$\mathbf{n_1}$	Birinci amaçtan sapma değerinin
$\mathbf{n_2}$	İkinci amaçtan sapma değerinin
$\mathbf{z_1}$	Maliyet en küçükleme amacından sapma
$\mathbf{z_2}$	Yetenek en iyilemesi amacından sapma
$\mathbf{d}$	Amaçlardan sapma değeri

Kısaltmalar	Açıklamalar
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
ASTD	The Association for Talent Development
TZYM	Tedarik Zinciri Yönetim Modeli
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
KOBİ	Küçük ve orta ölçekli işletmeler
TOPSIS	Technique for Order Performance by Similarity to Idea Solution
BPİÇ	Bulanık Pozitif İdeal Çözüm
BNİÇ	Bulanık Negatif İdeal Çözüm
MLAB	Mould Look-Ahead Batching
GAMS	The General Algebraic Modeling System
RTLS	Real Time Location System

1. GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin devamlılığının sağlanmasında temel taşlardan biri olan rekabet, kendisini ortaya çıkaran girdi ve çıktıların sürekli olmasını sağlamada en büyük etkendir. Rekabeti oluşturan girdi ve çıktıların sürekliliği ise ancak nitelikli devamlılık ve değişimlere hızla ayak uydurabilme ile sağlanabilmektedir. Değişim, günümüz dünyasında toplumun her kesiminden insanın bir şekilde karşı karşıya kaldığı, etkilendiği ve ayak uydurmak zorunda kaldığı bir olgu olarak hayatımıza girmiştir. Değişimin iş hayatındaki yansımaları küreselleşen dünya ekseninde daha fazla farklılık ve çeşitlilik göstermekle beraber, bu durum ülkeler ve işletmeler düzeyinde yoğun rekabet ortamlarının oluşmasında etkendir. Kalite anlamını da taşıyan nitelik ise rekabet ortamında olan şirketlerin birbirlerine olan/olacak üstünlüklerini belirlemede etkendir. Günümüz rekabet ortamında işletmeler için en büyük girdilerden biri ise insan kaynağıdır.

Rekabetin her geçen gün arttığı ve zorlaşmaya başladığı günümüz iş dünyasında işletmelerin kendilerine yer bulmalarını sağlamada kullanacakları kalite, hız, hizmet, yenilik, çeşitlilik, maliyet vb. gibi birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin etkinliğini sağlama süreci ise işletmenin fiziksel ve insan kaynağına yaptığı yatırımları verimli kullanılması ile doğru orantılıdır. Bilginin, teknolojinin, haberleşmenin hızla yaygınlaştığı ve ulaşılabilir olduğu günümüz dünyasında işletmelerin kullandığı teknolojiler kısa zaman içerisinde diğer işletmeler tarafından da kullanılabilir hale gelmektedir. Bu nedenle değişimi ve rekabeti oluşturacak yegâne faktör insan olmuştur [1]. Sürekli değişen ve gelişen dünya ekonomisinde işletmeler açısından rekabet etmede en büyük farklılığı yaratan yetenekli personel ve yetenekli personelin elde ettiği başarının yansıması olan işletmenin başarısıdır.

Yakın zamanda yapılan çalışma ve araştırmalara bakıldığında kimilerine göre sadece bir eğilim, kimilerine göre ise İnsan Kaynakları Yönetimi kavramının yeni adı olarak nitelendirilen Yetenek Yönetimi, değişen müşteri istek/beklentilerine cevap verme, kaliteli mal/hizmet üretme, piyasa koşullarında rekabet düzeyini artırma, işletme için aidiyet duygusunun ortaya çıkabilmesi konularında kullanılabilecek yeni yönetim anlayışlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır [2].

Küresel rekabetin önlenemez yükselişi ve işletmelerin çalışanlarından finans, teknoloji, üretim, piyasa, satış pazarlama vb. konuları en iyi şekilde bilmesini ve yönetmesini beklediği günümüz iş hayatının tam ortasında "yetenek" ve "yetenek yönetimi" kavramları bulunmaktadır. İşletmelerin sürdürülebilir bir rekabet avantajına sahip olmaları ise, yeniliğe açık, yaratıcı ve fonksiyonel projeler üretebilmeleri ile mümkün olmaktadır. Kendini geliştirmeye odaklı, yeni ve farklılık/farkındalık yaratan ürünler/hizmetler ile işletmeler içinde bulundukları pazarda daha iyi konuma yükselebilirler. Son yıllarda bu ve benzeri başarıları yakalayan işletmeler incelendiğinde, temellerini sermayenin değil, insan kaynağının oluşturduğu, yetenek yönetimi temelli bir strateji ve yönetim anlayışı benimsedikleri görülmektedir.

Türk Dil Kurumu sözlüğünde "Bir kimsenin bir şeyi anlama veya yapabilme niteliği" olarak tanımlanan yeteneğin yönetimi ise, işletmelerin karşılaşacağı zorluklarla baş edebilmesi ve stratejilerini hayata geçirebilmesi için mevcut yetenekleri değerlendirme ve bunlara ek olarak yeni yetenekleri de işletme bünyesine katmaya çalışan, merkezinde insan kaynağının yer aldığı bir yönetim süreci olarak tanımlanabilir.

Yetenek Yönetimine ve dolayısıyla yetenek/yeteneklere sahip olan bir işletme, belirsiz ekonomik koşullar altında bile verimliliğini ve devamlılığını sağlama/artırma, maliyetlerini düşürme ve takım çalışmasını güçlendirme konularında çok önemli etkenlere sahip olacaktır. Rekabet ortamının getirdiği stresin ve elde edilen üstünlüğün korunması için Yetenek Yönetimi yaklaşımının kullanılması işletmelere her zaman dinamik ve devamlı olma avantajını sağlayacaktır [3].

Yetenek Yönetimi tüm işletmeler için önemlidir. Çünkü insana yapılacak her türlü yatırım, yatırımın yapıldığı alan ve onunda etkili olacağı diğer alanlar göz önünde bulundurulduğunda, kişinin çalıştığı işletmeye, ülkesine ve çevresine de kazanım olarak geri dönecektir. Ayrıca insana yapılacak yatırımın üzerine her konan bilgi, birikim yatırımı ve yatırım sonucunda sağlanacak yarar düzeyini yukarıya taşımaktadır [1]. Yetenek Yönetimi günümüzde özellikle kurumsal işletmeler için daha fazla kullanılan bir yönetim anlayışı olsa da her ölçekte işletmede uygulanabilir bir yapıdadır. Her işletme için ayrı tasarlanması gereken uygulama prensiplerinde esneklik sağlamakla beraber temel uygulama prensiplerine de sahiptir [4].

Günümüz iş hayatında sıklıkla kullanılan ve önemi gittikçe artan Yetenek Yönetimi kavramı literatürdeki güncel konulardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde Yetenek Yönetiminin daha çok sözel anlatımlar üzerinden incelendiği, sayısal veriler eşliğinde analizinin oldukça az olduğu gözlemlenmiştir [5–8]. Bu tez kapsamında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile kriter bazında bir yetenek düzeyi belirleme çalışması sonrasında, elde edilen sonuçları kullanan bir matematiksel model üzerinde çalışılması planlanmıştır. Özellikle uygulanabilirliği artırması nedeniyle sözel bilgileri matematiksel olarak ifade edilebilir hale getiren bulanık mantık kullanılmıştır. Bütünleşik olarak tasarlanmış bu çalışmanın sağladığı en büyük avantaj, matematiksel model öncesinde elde edilecek değerlerin sezgisel olarak değil ÇKKV yöntemleri ile objektif olarak elde edilmesi ve bu sayede uygulanabilirliğin artırılmasıdır.

Bu tez kapsamında işgücünün yetenek düzeyi temelinde değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeye bağlı olarak uygun işlere atanması problemi üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada ilk olarak bulanık Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi kullanılarak ilgili personelin istasyon bazında yetenek düzeyleri belirlenmiş ve sonuçları matematiksel model için bir kısıt haline dönüştürülmüştür. Daha sonra bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılarak personelin genel yetenek düzeyleri değerlendirilmiş, personelin sıralaması yapılmış ve izleyen aşamada bu değerlendirme sonuçları matematiksel model için kısıt haline dönüştürülmüştür. Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yönteminin beraber kullanılması sayesinde personelin değerlendirilmesinde hem kriterlerin birbirileri ile olan bağımlılığı dikkate alınmış hem de işgücü temelinde yetenek düzeylerini belirleyecek ağırlıklar elde edilmiştir. Elde edilen bu ağırlıklar ile beraber karar vericinin belirlediği diğer kısıtların da kullanıldığı bir matematiksel model geliştirilerek işgücü ataması yapılmıştır.

AHP, karar vericilere amaçları doğrultusunda tecrübe ve bilgilerini uyumlu bir şekilde kullandırarak nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendirebilmesine olanak veren bir yöntemdir. DEMATEL metodu kriterleri ilişkilerin cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilmeye olanak veren bir yöntemdir. TOPSIS metodu ise değerlendirme aşamasında kriterlerin ağırlıklandırılarak kullanılmasına imkân sağlayan, basit ve anlaşılabilir süreçlerden oluşan bir yöntemdir. DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri beraber kullanıldığında ise kriterlerin birbirleri ile bağımlılığı da dikkate alınarak ideal çözüme daha yakın bir sıralama elde edilebilmektedir.

Bahsi geçen ÇKKV teknikleri bulanık yaklaşım ile beraber kullanıldığında daha hassas ve anlaşılır bir karar verme süreci oluşturmaktadır. Matematiksel model ve ÇKKV yöntemlerinin bütünleşik kullanımı değişen personel ve kriterlerin kısa zamanda düzenlenip modele tekrar dâhil edilebilmesini, bu sayede daha objektif sonuçlar elde edilebilmesini sağlamaktadır.

Tez altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde üzerinde çalışan problem tanıtılmıştır. İkinci bölümde Yetenek Yönetimi ve literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde kullanılan teknikler ile ilgili kısa bilgilere ve daha önce yapılmış çalışmalarla ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde önerilen model ve aşamaları ile ilgili bilgi verilmiş ayrıca uygulama anlatılmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, çalışmanın devamı olabilecek önerilerde bulunulmuştur.

2. PERSONEL ATAMA PROBLEMİ

Yöneylem Araştırmasının en etkin problemlerinden olan atama problemi, görevlerin etkinliklere en uygun şekilde eşleştirilmesini iki veya daha fazla veri seti kullanarak sağlayan yöntem şeklidir [9]. Doğrusal programlama problemlerinin de özel bir türü olan atama problemi farklı kaynakların değişik görevlere en uygun şekilde dağıtılması ve yoğun olarak personelin görevlere ve görevlerin makinalara atanması aşamalarında kullanılır [10]. Diğer bir ifade ile atama problemi belirli sayıdaki görevin yapılması için yine belirli sayıdaki personelin işe atanması olarak tanımlanabilir. Atama modelinde kaynakların etkin kullanımı amaçladığından görevlerin en kısa zamanda veya maliyetle gerçekleşmesi beklenmektedir. Ayrıca çalışanların görevlere eğitim ve tecrübelerine, diğer bir değişle yeteneklerine göre işletmeye en büyük fayda sağlama kriteri göz önünde tutularak atanması durumu da dikkate alınmaktadır [11].

NP-zor yapıya sahip olan atama problemlerinde [12] problemin boyutunu, eşleştirilecek veri setlerinin sayısı belirlemektedir. Klasik atama problemlerinde her göreve farklı bir personel atanması ve bunun yanında her personelin sadece bir göreve atanma durumu söz konudur. Eşleştirmede amaç atamanın toplam maliyetini en küçüklemektir. Fakat bazı uygulamalarda ise bir göreve birden çok personel atanma durumu da söz konusu olabilir [13]. Literatürde farklı atama problemi türlerine rastlamak mümkündür [14].

- Klasik Atama Problemleri
- İşçi Niteliğini Tanıyan Klasik Atama Problemleri
- K Eleman Sayılı Atama Problemi
- Darboğaz Atama Problemi
- Dengeli Atama Problemi
- Minimum Sapma Atama Problemi
- Alfabetik Darboğaz Atama Problemi
- Toplam K Atama Problemi
- Yarı Atama Problemi
- Sınıflandırılmış Atama Problemi
- Çok Kriterli Atama Problemi
- Kesirli Atama Problemi

- Tek Yön Kısıtlı Atama Problemi
- İkinci Dereceden Atama Problemi
- Güçlü Atama Problemi

m tane personelin ve n tane görevin bulunduğu bir atama modeli Çizelge 2.1'de görüldüğü gibidir. Modele göre m tane personel n tane işe atanacaktır. İşçi sayısı görev sayısına eşit $(m = n)$ olmakla beraber personel $i = 1,2, \dots, m$ ve görevler $j = 1,2, \dots, n$ şeklinde gösterilmiştir. Ayrıca modelde C_{ij}: i personelin j görevine atandığı durumda oluşan maliyeti göstermektedir. Daha önce bahsedildiği gibi modelde amaç personelin görevlere en az maliyetle atanmasını sağlamaktır. Problemdeki kısıt ise her personelin bir göreve, her göreve bir personelin atanmasıdır.

Çizelge 2.1. Atama modeli

	GÖREVLER				
PERSONELLER		1	2	…	n
	1	C_{11}	C_{12}	…	C_{1n}
	2	C_{21}	C_{22}	…	C_{2n}
	…	…	…	…	…
	m	C_{m1}	C_{m2}	…	C_{mn}

Klasik atama probleminin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir [14].

$$min \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} \cdot x_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,2, \dots n$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,2, \dots m$$

$x_{ij} = 0\ ya\ da\ 1 \quad \text{i} = 1,2, \dots \text{m};\ \text{j} = 1,2, \dots \text{n}$

Genel atama problemlerinde ise ilgili problemin dengeli olmasına gerek yoktur. Şöyle ki personel sayısı ve görev sayısı farklı olabilir $(m \neq n)$. Oluşan yeni durumda personel sayısı fazla ise aynı göreve birden çok personel ya da görev sayısı fazla ise bir personel birden çok göreve atanabilir. Matematiksel modelin kısıtları yeni durumda aşağıdaki gibi olacaktır [14].

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} \leq 1 \qquad j = 1,2, \dots m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \leq 1 \qquad i = 1,2, \dots m$$

Birinci kısıt her personelin en az bir göreve atanmasını, ikincisi ise her göreve en az bir personelin atanmasını garanti altına alır.

Personelin nitelikleri göz önüne alınarak yapılan çalışmalar personel atama problemi olarak ele alınmaktadır. Literatürde sıklıkla personel çizelgelemenin alt bir bileşeni olarak kabul edilen personel atama problemi 1950 yılında Thordike [15] tarafından yapılan personelin sınıflandırılması problemi ile literatüre girmiştir. Daha sonra 1952 yılında Votaw ve Orden [16] tarafından personel atama problemi adı altında incelenmiştir. 1954 yılında Dantzig'in [17] vergi tahsildarları çizelgeleme problemi ile günümüze kadar personel çizelgeleme üzerinde en fazla durulan problemlerden birisi olmuştur.

Personel çizelgeleme, genel olarak vardiya çizelgeleme, iş çizelgeleme, izin çizelgeleme, tur çizelgeleme, takım çizelgeleme, görev atama, personel atama, rotasyon çizelgeleme, çevrimsel ve çevrimsel olmayan çizelgeleme vb. çizelgeleme türlerinin genel adıdır. Hangi çizelge türünden bahsedilirse bahsedilsin eğer yapılan iş, bir çalışma çizelgesi oluşturmak ise bu temelde personel çizelgelemedir. Günümüz iş ortamında tüketici talebini mümkün olan en düşük sayıda personel ile karşılayabilme isteği personel çizelgelemesine gittikçe artan bir önem kazandırmaktadır [18].

Sahip oldukları nitelikler göz önünde bulundurularak atamaları yapılan personelin işletmeye yapacağı katkının daha fazla olacağı göz önüne alındığında personel

değerlendirme ve dolayısıyla nitelikli personel değerlendirme süreci işletmeler için önemli hale gelmiştir. Personel atama modellerinin amacı ise bir işe en uygun kişiyi düşük maliyetli olarak atamaktır. Personel atama modeli özel bir ulaştırma modeli olarak da tasvir edilebilir. Kaynakları personel, hedefleri de görevler olarak düşünürsek model özel bir ulaşım modeli olarak nitelendirilebilir. Atama modelinde personel veya iş sayısının makine sayısına eşit olduğu kabul edilir. Atama modelinde amaç fonksiyonunun durumuna göre kaynaklar en büyükleme veya en küçükleme yapılarak etkinlik arttırılıp bire bir dağıtım sağlanmaktadır [19,20]. Personel atama bir hattaki görevlere personelin bireysel olarak atanması problemini ele alır. Personel atamaları genellikle üretim hatları yapılandırması yapıldığında gerçekleştirilir [21]. Personel atama probleminin matematiksel modeli klasik atama problemi ile aynıdır. Klasik atama probleminde 0 ya da 1 değerini alan x_{ij}, personel atama probleminde personelin atanıp atanmama durumunu göstermektedir.

Matematiksel modelde ifade edilmek istenen duruma baktığımızda vardiya temelinde bir veya daha fazla işin atamasını gerektiren yapı içermektedir. Bu görevler belirli özellikleri olan kişiler tarafından gerçekleştirilmesi gerektiğinde ilgili işin ataması yapılır. Bir kişiye birden fazla iş atanabilir [21]. Klasik atama problemlerinde bakıldığında yapılması gereken (m) adet iş vardır. Bu görevleri yapmaları için de (n) ayrı kişi bulunmaktadır. Herhangi bir *(i)* kişisinin *(j)* işine verilmesi durumunda $\left(C_{ij}\right)$ maliyeti doğar. Her işe mutlaka bir kişinin atanması ve bir kişinin sadece tek bir işe atanması koşuluyla en küçük toplam maliyetle bir görevlendirme planı yapılması istenir. Diğer bir deyişle, en küçük toplam maliyeti doğuracak birebir kişi-iş eşleşmesinin bulunması istenmektedir. Personel atama problemlerinde atama işlemi yapılırken;

- İş kanunlarının emredici hükümleri,
- Yapılacak işin özelliği,
- Fazla mesai ücretinin maliyet yükü,
- Personelin tam zamanlı veya kısmi zamanlı çalışıp çalışmadığı,
- Tam zamanlı çalışan personelin haftada en az çalışma süresi,
- Tam zamanlı çalışan personelin haftalık çalışma sürelerinin eşit (veya eşite yakın) olması
- Personelin özel istekleri,

- İşyeri yönetiminin özel istekleri gibi unsurlar dikkate alınmaktadır [22].

Bu özellikleriyle personel çizelgeleme problemlerinin çözümü için birçok kısıtın bir arada ele alınması gerekmektedir [23]. Literatürde bu amaçla yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır.

Mensch [24] çalışmasında son zamanlarda personel atama için geliştirilen yöntemlerin başarısızlık riski altında incelendiğini belirtmiştir. Kendi çalışmasında ise hem ortalama hem de standart sapmayı kullanan ve başarısızlık riskini kontrol altına alan iki parametreli bir stokastik model önermiştir. Trippi ve diğerleri [25] çalışmasında olası tüm atamaların toplam maliyetini en aza indiren Ford - Fulkerson şebeke akış yaklaşımına dayalı bir algoritma ile askeri personelin atanması için bilgisayar tabanlı bir sistem geliştirmiştir. Eichhorn [26] çalışmasında hastanelerin toplam giderlerinin %55-60 gibi bir oranının personel giderlerinden kaynaklandığını ve çözüm için ekonomik kullanım planlamasının gerekli olduğundan bahsetmiştir. Hastanede personel atamanın planlaması, personel gereksinimi ve görev çizelgeleme ile ilgili çalışmıştır.

Kacprzyk [27] belirli bir organizasyon yapısı içindeki ideal personel atama problemini çözmek için Zadeh tarafından geliştirilen bulanık küme teorisini temel alan yeni bir yöntem önermiştir. Pollatscheck [28] önerdiği stratejisinde verilen bir küme için karar vericilerin ilk ve ikinci en iyi atamanın seçilmesinin her bir aşamada karar ağaçlarındaki süreçler gibi meydana geldiğini belirtmiştir. Ross ve Zoltners [29] çalışmalarının birinci bölümünde, genel bir formülasyon sunmuş ve atama modelleri, ulaştırma modelleri, sırt çantası modelleri ve çeşitli sabit görev modelleri ile ilişkisini belirtilmiştir. Uygulamalar bölümünde ise makine yükleme problemi, personel atama problemleri ve bölgesel problemleri incelemişlerdir.

Collart ve Haurie [30] hastanenin bir bölümündeki hemşirelik bakım arz-talep ayarlamasının bağıl verimini değerlendirmek için bütünleşik bir model önermişlerdir. Modelin ilk döngüsü her zaman periyodu için hemşire atama problemini çözmektedir. . Ramanan ve diğerleri [31] her bir kişinin iki tip pozisyon içinde etkinliğinin sınırları göz önüne alındığında en uygun atamanın toplam etkinliği en iyilediğini gösteren bir personel atama problemi üzerinde çalışmışlardır. Klingman ve diğerleri [32] çalışmalarında Amerika Birleşik Devletleri Kara, Deniz ve Deniz Piyadelerinde askere alınan personelin

atama kararlarını alırken karşılaştığı çok kriterli problemlerin kısa bir özetini çıkarmışlardır. McBride [33] çalışmasında üretim planlaması, dağıtım, tesis yerleşimi ve personel ataması gibi birçok doğrusal programlama problemleri için çok verimli ve hızlı çözüm sunan bir algoritma geliştirmişlerdir.

Pape [34] atama sürecinin otomasyonu ve en iyilenmesi durumunu çelik endüstrisinde bir uygulama ile incelemiştir. Çalışmasında çoklu çalışan vardiya sistemini kullanan bir işletmede personel atamanın vinç operatörü tertiplenmesi açısından uygulamasını yapmıştır. Liang ve Buclatin [35] ABD donanmasında sefer halindeki personelin atama problemi için şebeke modeli geliştirmişlerdir. Çalışmadaki amaç eğitim kaynaklarının kullanımını iyileştirmek olmakla beraber karar alma sürecinin etkinliğini de artırmaktır. Bühner ve diğerleri [36] çalışmalarında hücresel imalat düzeni içindeki personel atama çizelgelemesi için karar destek sistemi yapısının önemini sunmuşlardır. Bunun yanı sıra bu gibi sistemlerin kullanımı için sosyal, örgütsel, nitelikli yönler ve gereksinimlerin neler olduğunu tartışmışlardır.

Constantopoulos [37] çok sayıda personelin atanması için çok kriterli bir karar destek sistemi tasarlamıştır. Ishimoto ve diğerleri [38] hastane eczanesine ideal düzeyde personel atamak için iş örnekleme yöntemi kullanarak bilgisayar benzetimi üzerine çalışmışlardır. Yöntem ayrıca tahmini reçete sayısı ve hastaların ideal bekleme süresine göre kullanıcılara ideal sayıda personelin görevlere dağıtılmasına imkân vermektedir. Feiring [39] makalesinde problemi, personel atama problemi olarak tanımlamış ve askeri ortamda pozisyonlara personel atama durumu olarak açıklamıştır. Atamada çözülmesi gereken sorun bireyin pozisyon için uygun değerde olduğunu belirlemektir. Değeri belirlemek için ise pozisyondaki bireyin her eşleştirmeden elde ettiği veriler kullanılmıştır.

Blanco ve diğerleri [40] deniz hikâyesi adı altında Amerika Birleşik Devletleri donanmasının personel atama sisteminin uygulamasını yapmışlardır. Toroslu [41] hiyerarşik sıralama kısıtlamaları ile personel atama problemi üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmada iki parçalı graf bölümleri üzerinde bazı düzenleme kısıtları kullanarak standart atama problemindeki değişimi incelemiştir. Zülch ve diğerleri [42] imalat sanayinde personel planlanması ve yeniden atanması için benzetim yaklaşımı geliştirmişlerdir. Yazarlar vaka çalışmasında değişken sorular kullanarak değişik tipteki personelin yeniden atanması problemindeki işlem ve çözümleri açıklamaya çalışmışlardır.

Ling ve Xie [43] kararlı personel atama problemini çözmek için memnuniyet matris arama yöntemini kullanarak orjinal problemi iki parçalı grafa dönüştüren yeni bir algoritma önermişlerdir. Holness ve diğerleri [44] çalışmalarında klasik Y.A. modellerinin ötesinde personel atamanın sistemsel görünümünün değerini göstermeyi amaçlamışlardır. Çalışmada bir matbaa firmasındaki insan faktörleri metodolojileri ve araştırma yöntemlerini personel atama sürecinin bileşenlerini tanımlamak ve analiz etmek için kullanmışlardır. Toroslu ve Arslanoğlu [45] çalışmalarında çok amaçlı personel atama problemini genetik algoritma kullanarak çözmüştür. Çalışmada hiyerarşik sıralama ve takım kısıtlama ihlalinin en küçüklenmesi, eşleştirilen üstünlükler toplamının en büyüklenmesi amaçlanmıştır. Aydın [46] çalışmasında Türk Silahlı Kuvvetlerindeki personelin sabit süreler için belirli garnizonlara atanma sistemini bulanık çok kriterli karar verme ile değerlendirmiştir. Korkmaz ve diğerleri [47] askeri personel atama için analitik hiyerarşi süreci ve iki taraflı eşleme tabanlı karar destek sistemi önermişlerdir.

Huang ve diğerleri [48] işbirliği içinde çapraz fonksiyonlu takım organize edebilmek için çalışanların ve pozisyonların en iyi şekilde eşleştirildiği bir çalışma yapmışlardır. Otero ve diğerleri [49] kaynaklara görev atamada optimum beceri grupları mevcut olmadığı durumu dikkate alan yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Ash [50] personelin kapasite yükleme ve çalışmasının duraklatılması ile ilişkili ideal kaynak atama politikalarının belirlenmesi için benzetim temelli bir araştırma yapmıştır. Cao ve diğerleri [51] her montaj istasyonu için istasyon uygunluğunun en iyilendiği ve aynı montaj hattına atanan personel için istasyon uygunluğu farkının en küçüklendiği hedefler temelinde montaj üretimi için istasyon uygunluğuna dayalı bir personel atama optimizasyon modeli geliştirmişlerdir.

Otero ve diğerleri [52] yazılım mühendisliği düzenlemeleri için yeni bir bulanık hedef programlama personel atama modeli sunmuşlardır. Lin ve diğerleri [53] iki amaçlı personel atama probleminin çözümü için rastgele anahtar kodlama şeması, bireysel geliştirme şeması ve parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması birleştiren melez bir parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması geliştirmişlerdir. Mayrhofer ve diğerleri [54] ardışık plan ile personel atama planlamayı birleştirerek araçların saat başı verimliliğinde kayda değer artışlar elde etmenin mümkün olduğunu belirlemiş ve bütünleşik planlama yaklaşımı ile olay - ayrık benzetim, kısıt programlama temelli bir sıralama çözümünü geliştirmişlerdir.

Liu ve diğerleri [55] çalışmalarında veri madenciliği kümeleme algoritması ve bulanık matematik teorisini bir arada kullanarak İngilizce öğretmeni atama problemi için yeni bir akıllı tahmin algoritması sunmuşlardır. Bai ve diğerleri [56] çapraz görev, çapraz personel atamaları ve en küçüklenmiş işletme maliyetleri ile güvenlik gereksinimlerini karşılamak için optimum personel stratejilerinin geliştirilmesinden ortaya çıkan iç güvenlik tehditlerinin modellemesini gerçekleştirmişlerdir. Lin ve diğerleri [57] iki amaçlı personel atama probleminin çözümü için rastgele anahtar kodlama şeması ile birlikte parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması birleştirmişlerdir. Arslanoğlu ve Toroslu [58] makalelerinde hiyerarşik sırlama ve takım kısıtları içeren personel atama problemini çok amaçlı optimizasyon problemi olarak ele almışlardır. Otero ve diğerleri [59] çalışmalarında beceri merkezli (tabanlı) ortamlarda personel atama kararları için bir bulanık hedef programlama modeli geliştirmişlerdir.

Kong ve diğerleri [60] makalelerinde çoklu dönem ve sınırlı döngü modelinde risk faktörü içeren ve onun maliyetini en küçükleyecek optimal atama modelini geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelde iki özel çalışan ile en uygun atama özelliğini önermişlerdir. Niknafs ve diğerleri [61] personel atama problemini ve bunu çözmek için önerilen çözümleri incelemişlerdir. Mayrhofer ve diğerleri [62] çalışmalarında ticari araç montajında karmaşık üretim ayarları için benzetim tabanlı bir yazılım geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yazılımı üretim hattı için gerekli olan personel ve geçici personel sayısını tahmin etmede kullanmışlardır. De-Los-Santos ve diğerleri [63] hat problemi içerisinde demiryolu araçlarının ve personel maliyetinin en küçüklenmesini amaçlayan bir algoritma geliştirmişlerdir.

3. YETENEK YÖNETİMİ

Yetenek Yönetimi, doğru zamanda, doğru yerde, doğru kişinin değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir [64,65]. Bu tanım, gelişime açık mevcut çalışanlar ile yüksek yetenekli çalışanların birleştirilmesi olarak da tanımlanabilir. ASTD'nin (Amerikan Eğitim ve Gelişim Topluluğu) tanımına göre ise Yetenek Yönetimi, işletmenin kısa ve uzun vade de iş hedeflerine ulaşılmasında, gerekli olan kurum kültürü, bağlılık, kabiliyet ve kapasite gereksinimlerinin işletmeye kazandırılmasını, geliştirme ve yetiştirme süreçlerini kapsayan insan kaynaklarının bütünsel bir yaklaşımıdır [66].

İşletmeler günümüzde hedef ve stratejilerini gerçekleştirme doğrultusunda insan kaynaklarını etkin şekilde yönetebilmek ve geliştirebilmek için çeşitli sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. İşletmelerin kullandığı teknolojilerin, yeniliklerin kısa zaman içerisinde diğer işletmeler tarafından da kullanılabilir hale gelmesi ile personelin çalıştığı işletmeye olan katkısı daha da önemli bir hale gelmiştir. Bilginin, teknolojinin ve haberleşmenin kısa zamanda yaygınlaşması ve ulaşılabilir olması nedeniyle değişime ve yenilenmeye sebep olabilecek adımların atılması için çalışan personel yeteneği önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda işletme yönetimleri başarmak istedikleri amaçların gerçekleştirilmesinde personelin katkısı hakkında bilgilenmek ve kendisini geliştirmek için çeşitli kararlar ve önlemler almak zorundadır. İşletmenin dinamikliğinin devamlı olması için olmazsa olmaz şartlardan biriside budur. Dinamik olmak için personelin yetenekli olması anahtar bileşen olarak ortaya çıkmaktadır. Öyle ki yetenekli personelin görev tanımındaki görev, faaliyet ve sorumluluklarını etkili ve verimli olarak yerine getirmesi kurumun hizmetlerinde aksama olmamasını ve paydaş memnuniyetinin artmasını sağlamaktadır. Bu da kurumun iç ve dış risklerinin azalmasına sebep olur [67]. İşte tam bu durumda işletmelerin yenilikçilik ihtiyacını karşılamada yardım alabilecekleri unsurlardan biri olarak Yetenek Yönetimi devreye girmektedir.

Herhangi bir işletmede çalışan personelin satış pazarlama, teknoloji, üretim, hizmet, piyasa, finans gibi günlük hayata sirayet etmiş konular hakkında bilgi sahibi olması artık normal karşılanmaktadır. Yeteneğin temelinde ise yenilikçi düşünce sistemi ile değer yaratmak, yeni ürün/hizmet anlayışı geliştirmek, müşteri ilişkilerinde fark yaratmak,

verimliliği artırarak maliyetleri düşürmek ve takım çalışmasını güçlendirmek gibi unsurları barınmaktadır.

Potansiyeli tanımlayan performans değerlemeleri, yetenek boşluklarını tanımlayan merkezi değerlendirmeler ve psikolojik testler, yetiştirme ve geliştirme programları, yeniden yerleştirme, gelişmeyi hızlandırmak için proje ve is tecrübesi gibi pek çok unsurdan oluşan yetenek yönetimi halen dahi birçok kişi/kurum/işletme/pazar için yeterli değerin verilmediği bir konumdadır [68,69]. İşletmelerin yenilikçi anlayış ile sürekli olarak yeni ürün/hizmet, yeni pazarlama/pazar vs. arayışında olmaları bile belirli zaman ve koşullar altında yeterli olmamaktadır. Buna karşın, yenilik yaratmak ve onu kullanışlı hale getirerek müşterilere sunmak artık zorunluluk haline gelmiştir. İşte tam bu noktada gelecekte önemini artırarak iş dünyasında yerini koruyacak olan yetenek yönetimi devreye girmektedir.

İşletmelerin yetenek yönetimi uygulamaları için başlıca yapması gerekenler şu şekildedir [68,70].

- Hünerin tanınması,
- Cezbedilmesi,
- Seçilmesi,
- Devamlılığının sağlanması,
- Başarı yönetimi,
- Örgüt kültürünün gelişmesi,
- Yetenekli çalışanların ilgilerini çekebilecek ve onların işte kalmalarını sağlayabilecek yaşayan ve daha geniş bir çevre oluşturulması,
- Çalışanların yeteneklerini geliştirmeye yönelik yenilenme politikalarının oluşturulması

Yetenek Yönetimi kavramı 2000'li yıllarla literatürde kullanılmaya başlanmıştır. Literatüre girdikten sonra önemi işletmeler tarafından daha iyi anlaşılmaya başlanmış ve günümüzde stratejik öneme sahip bir konu haline gelmiştir. Literatürde yönetim anlayışı olarak incelenmekle beraber değişik alanlarda ki (sağlık, sosyoloji, bilgisayar bilimi, mühendislik, karar bilimi) uygulamaları da görülmektedir [71–75].

Yetenek yönetimi işletmelerin ve dolayısıyla piyasaların itici gücü olarak nitelendirilebilecek nitelikte önem atfedilen kavramlarından biri olmuştur. Yetenek yönetiminin piyasalar içindeki durumu göz önüne alındığında ise ekonomi içerisindeki döngülere tepki olarak ortaya çıkmış bir görünüm sergilemektedir. Öyle ki Charles Fishman "The War for Talent" isimli kitabında Yetenek Yönetimini ekonomi hayatının etkili faktörlerden biri olarak tanımlamıştır [76].

Kısa süreli kazançlar açısından rekabet avantajı sağlayan birçok kaynak bulunmasına rağmen, uzun vadeli rekabet üstünlüğü sağlayan avantajlarıyla yetenek yönetimi büyük önem kazanmaktadır. Yeni teknolojiler ve süreçler kolay bir şekilde elde edilmekte ve dolayısıyla sağlayabileceği rekabet üstünlüğü kısa süreli bir kazançtan öteye gidememektedir [68,77]. İşletmelerde sürdürülebilir rekabet üstünlüğü için ihtiyaç duyulan en önemli unsur yetenek yönetimidir. İşletmenin sahip olduğu yetenek; cazibesi, gelişimi, motivasyonu, yönetimi ve ödülleri ile rekabetçi avantajlar sağlayan bir konumu ifade etmektedir [68,70]. Ekonomik güce etkisinden dolayı işletmeler her geçen gün daha fazla yeteneğe ve yetenek yönetimine ihtiyaç duymaktadır. Yetenek işletmenin daha verimli bir yapıya kavuşmasında, daha tanınır olmasında önemli bir rol üslenmektedir [68,78].

Yetenek Yönetimi çalışmalarında değişik alanlarda çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Cappelli, Tedarik Zinciri Yönetim Modeli'nden (TZYM) hareketle yetenek yönetim modeli oluşturmuştur. Oluşturulan yetenek yönetim modeli; işletme için gerekli yetenek miktarının tespiti, elde edilmesi, uygun yerlere, uygun miktarlarda atanması, geliştirilmesi ve kurumsallaştırılması aşamalarından oluşmaktadır [79,80].

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Levis ve Heckman [8] insan kaynakları ve yönetimi kavramında yetenek yönetiminin yeri ve tanımı ile ilgili karşılaşılan sorulara ve bu sorulara cevap vermeye çalışan uygulayıcıların iddialarına yetenek yönetimi tanımı üzerinden cevap vermeye çalışarak yüksek düzeyli bir hiyerarşi önermişlerdir. Uren [81] ise yeteneği çekmek, desteklemek, geliştirmek, uygun yere yerleştirmek ve işletmeye bağlı olmasını sağlamak olmak üzere beş ana bileşene ayırmıştır. Altman [82] çalışmasında yetenek yönetiminin insan sermayesini çeken ve destekleyen bir süreç olduğunu ve onu uygulayan şirketlerin kazandığını söylemiştir. Yetenek yönetimi sürecini uygulamak isteyen işletmelerin temel kılavuz olarak yeteneği yönetmeleri gerektiğini ancak asıl başarının birey bazında kalplerin ve zihinlerin ilgisini çekmek olduğunu belirtmiştir.

Oosthuizen ve Nienaber [83] 2008 yılında Güney Afrikada inşaat mühendisliği sektöründeki yetenek yönetimi durumunu belirlemek için işletmelerin kendi örgütlerindeki yetenek yönetiminden sorumlu kişilerin algılarını inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Araştırmaya katılanların çoğu (%94) yetenek yönetiminin öncelikli olduğunu düşündüğünü belirtmiş ama bunların sadece % 57'sinin yetenek yönetimi ile ilgili girişkenliğe sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Leisy ve Pyron [84] çalışmalarında yetenek yönetiminin işletmelerin karşılaştıkları risk durumlarındaki etkilerini incelemişlerdir. Phillips [85] bugünün rekabetçi pazar ortamlarından olan gayrimenkul işletmelerinin başarısında kritik rol oynayacak yetenek yönetimi sistemi önermiştir.

Kirkland [86] yetenek yönetimini program olarak geliştirirken döngü olarak tanımlamış ve kazanç, performans yönetimi, eğitim ve geliştirme, değerlendirme ve planlama olmak üzere dört bileşene ayırmıştır. Jantan ve diğerleri [65] makalelerinde, yetenek yönetiminin etkinliğini insan kaynakları uygulamalarından biri olan performans tahmini kullanarak var olan yeteneklerin belirlenmesi olarak tarif edilebileceğini belirtmişlerdir. Collings ve Mellahi [7] yetenek yönetimi için stratejik bir model önermişlerdir. Önerilen modelde işletme performansının artırılması için yetenek yönetimi ile farklılaştırılmış bir yönetim anlayışı temelinde işletme içi/dışı yetenekli personelin mevcut yeteneklerinin değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonucu yapılacak düzenlemeler ile çalışan teşviki ve işletmeye bağımlılığın sağlanması amaçlanmıştır

Davies ve Davies [87] bilimsel ortamda yetenek yönetimi için orijinal ve kullanışlı bir taslak çerçeve oluşturmuştur. Horváthová, ve Davidová [88] yetenek yönetiminin özünü, içeriği, önem ve faydaları ile inceleyerek, bilgi ve iletişim teknolojileri alanında uygulanabilirliğini Çek Cumhuriyeti temelinde gelişen, gelişmekte olan ve geçiş aşamasındaki ekonomiler açısından tartışmışlardır. Horváthová, ve Durdová [89] Çek Cumhuriyeti bölgelerinden biri olan Moravian - Silesian Bölgesi'nde işletmeler için anketler ile yetenek yönetiminin bilgi getirisini ve kullanım alanı seviyesini belirlemeye çalışmışlardır. Barkhuizen ve diğerleri [90] Güney Afrika yükseköğretim kurumlarında kendi yetenek yönetimi üzerinde etkiye sahip olabilecek iş taleplerini ve 146 akademik personel için iş kaynaklarını belirlemeyi amaçlayan bir çalışma yapmışlardır.

Baqutayan [91] yetenek yönetiminin önemli olup olmadığı ve çalışanların performanslarını en iyileme konusunda yetenek yönetimine genel bir bakış olacak şekilde bir çalışma

yapmıştır. Yetenek yönetimi için her işletmenin büyük çaba verrmesi gerektiği ve çalışan performansını en iyilemek için psikolojik sonuçlarının tartışılması gerektiğini belirtmiştir. Kim ve diğerleri [92] çalışmalarında teknik yetenek yönetimi için niteliksel bir vaka çalışmasına dayalı stratejik bir model geliştirmiştir. Çalışmalarında teknik uzmanlar ve izole edilmiş uzmanların yönetimine odaklanmak yerine, mühendislerin bilgilerinin aktarımı, cezbedici, gelişmekte olan ve destekleyici problemler ile ilgilenmişlerdir. Vivas-López [93] çalışmasında yetenek yönetimi ve takım çalışmasının etkileşimini yetenek yönetimi temelli (bağımsız değişken) takım çalışması tasarlayarak büyük İspanyol işletmelerinde yaptığı deneme ile kanıtlamaya çalışmıştır.

Salih ve Alnaji [94] çalışmalarında yetenek yönetiminin işletmenin itibarını geliştirmedeki etkisini yetenek yönetimi değişkenleri (keşfetme, ilham verme, dönüştürme) ve itibar değişkenleri (kendini geliştirme, kendini doğrulama, etkileşim sıklığı) arasındaki ilişkiyi dikkate alarak incelemişlerdir. Nijs ve diğerleri [75] çalışmalarında yeteneğin tanımı, tanımlanma sürecini ve ölçümünü birden çok bilim dalını içeren bir yapıda yeniden gözden geçirmiştir. Farndale ve diğerleri [95] çalışmalarında küresel yetenek yönetimi temelinde bireylerin ve işletmelerin hedeflerini dengeleme konusunu işlemiş ve gelecekte yapılacak araştırmalar için önerilerde bulunarak ve küresel yetenek yönetimi uygulamaları için etkilerini araştırmışlardır. Cerdin ve Brewster [96] çalışmalarında ayrı araştırma alanları olmalarına rağmen birbirleri ile örtüşen yetenek yönetimi ve sürgün kavramlarını bir araya getiren araştırma ve uygulamaların önemli ve yararlı etkileri olduğunu tartışmışlardır. Çalışmadaki amaçları sürgünü yetenek yönetimi perspektifinde stratejik olarak yönetmeyi teşvik ederken, gelecekteki araştırmalar için temel oluşturmaktır.

Meyers ve van Woerkom [97] yetenek anlayışları farklı olan dört yetenek felsefesini takdim etmişlerdir. (a) nadir (ayrıcalıklı) veya evrensel (kapsamlı) ve (b) sabit veya geliştirilebilir: nadir / sabit; ayrıcalıklı / geliştirilebilir; kapsamlı/ sabit ve kapsamlı/ geliştirilebilir yetenek felsefeleri. Çalışmada her bir felsefenin temel varsayımlarını, yetenek yönetimi uygulamalarını, fırsatlarını ve zorluklarını tartışmışlardır. Yasir ve diğerleri [98] yetenek yönetimi literatürünü incelemiş ve stratejik amacını yorumlayarak sanal işletmelerin verimliliğini artırmak için nasıl kullanılacağı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Maya ve Krishnapriya [99] Hint Bilgi Teknolojileri şirketleri çalışanlarına Yetenek Yönetimi teamülleri uygulandıktan sonra çalışanlar arasındaki bağlılık ve güvenilirlik düzeyini ölçmeye çalışmışlardır. Çalışmayı örnek bir t-testi üzerinden

yapmışlar ve Yetenek Yönetimi uygulanmasının şirket içinde çalışanlar arasında bağlılık ve güvenilirlik düzeyini iyileştirdiğini belirlemişlerdir.

Schiemann [100] makalesinde iş hacmi, finansal performans, kalite, verimlilik, müşteri tutma ve örgütsel süreçler ve politikalar gibi yüksek veya düşük yetenek en iyilemesini sağlayan konuları bireysel ve organizasyonlar arasında dünya çapında bir köprü görevi gören insanların eşitlik çerçevesi temelinde sunmuş ve açıklamıştır. Al Ariss ve diğerleri [5] yetenek yönetiminin incelenmesinde yöntem bilimsel konuları ele almış, ayrıca çoklu seviye ve çoklu içerikte araştırma gündemi önererek bilgi boşluklarını doldurmaya katkıda bulunmuşlardır. Juhdi ve diğerleri [101] çalışmalarında Malezya'daki yüksek potansiyele sahip çalışanları belirlemek ve yönetmek için işletmeler tarafından kullanılan anahtar yetkinlikleri tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmada potansiyeli belirlemek için kullanılan en yaygın yöntemin ilgili personelin üstleri tarafından yapılan performans değerlendirmesi olduğunu belirlemişlerdir. Olckers ve Du Plessis [102] çok yetenekli çalışanları kaybetmemek için psikolojik özgürlüğün rolünü ve elemanlarını belirlemeye ve açığa kavuşturmaya çalışmışlardır. Çalışmanın metodolojisi nitel araştırma tasarımını kapsamaktadır.

Furusawa ve Brewster [103] yaptıkları çalışmada Brezilya'da yaşayan Japon göçmen ve onun soyundan gelen iki ayrı kültür unsurunu bir aradan bulunduran insanların çok uluslu şirketler için büyük ölçüde keşfedilmemiş uluslararası yetenek kaynağı olduğunu belirtmişlerdir. Latukha [104] çalışmasında Rus ve Rusya piyasasında bulunan fakat merkezleri başka ülkede olan uluslararası şirketlerin yetenek yönetimi uygulamalarını ve bu uygulamaların şirketlerin performansına etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere bakıldığında yetenek yönetimi uygulamalarının farklı bir dizi faktörden etkilendiğini ve farklılık gösterdiğini görülmüştür. Festing ve diğerleri [105] çalışmalarında yetenek yönetimi hakkındaki bilgileri kavramsal ve deneysel olarak farklılıklarını göz önünde bulundurarak incelemişler, Almanya şartlarını göz önüne alarak cinsiyete göre yetenek yönetiminin insan kaynakları yönetimini de kapsayan bir çalışma olup olmadığını incelemişlerdir. Karatop ve diğerleri [74] çalışmalarında çalışanların yetenek seviyelerini araştıran ve çalışanların duygusal ve entelektüel becerileri ve deneyimlerinden yararlanarak ideal seviyede verim elde etmeye yönelik yapay sinir ağları temelli bir model önermişlerdir. Aksakal ve Dağdeviren [3] çalışmalarında işgücü yetenek

düzeyinin AHP ve DEMATEL yöntemleri ile bulanık değerlendirmesini yapmış daha sonra 0-1 Hedef Programlama ile işgücü ataması yapmışlardır.

Değişimi, rekabeti ve yenilenmeyi oluşturacak yegâne faktör insan olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan, doğası gereği düşünen, düşüncelerini üretim, değişim ve gelişim oluşturmak için kullanan varlık olması sebebiyle kendine yapılan yatırımı kısa zamanda özümseyip, gerekli şekilde kullanma özelliğine sahiptir. Değişim ve gelişimin sürekli olduğu günümüzde etkinliğin, verimliliğin ve bilinen bir işletme olmanın kaynağının "insan" olduğu gerçeği tüm işletmeler tarafından kabul edilmektedir.

Kapsamlı bir süreç olan yetenek yönetimi işletmenin her aşamasında değerlendirmeye alınması gereken, özellikle üst yönetimin destek, ilgi ve kontrolüne ihtiyaç duyan bir yaklaşım ve işletmedeki tüm anahtar fonksiyonların/pozisyonların değerlendirilmesine/ yönlendirilmesine dönük bir sistem olarak tasarlanması gereken bir konudur. Yeteneğin keşfedilmesi ve kullanılmasının yanı sıra sahip olunan yeteneğin korunması ve yeni yeteneklerin keşfedilmesi konuları da çok önemlidir. Müşteri ihtiyaçlarındaki ani değişimler, rekabet şartlarının değişmesi ve pazarlardaki çalkantılar, yöneticilerin üstesinden gelmesi gereken zorluklardan bazılarıdır. Bu bağlamda işletmedeki yeteneğin korunması için yeni yeteneklerin daha gelişmiş erişim imkânlar ile ortaya çıkarılması gerekmektedir [70]. Öyle ki yetenek yönetimi sadece işletmenin üst düzey pozisyonları için değil, aslında işletmedeki tüm anahtar fonksiyonların/pozisyonların değerlendirilmesine/yönlendirilmesine dönük bir sistem olarak tasarlanmalıdır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada literatürdeki çalışmalara ek olarak yetenek yönetiminin uygulama sürecini iyileştirecek bir matematiksel model geliştirilmeye çalışılmıştır.

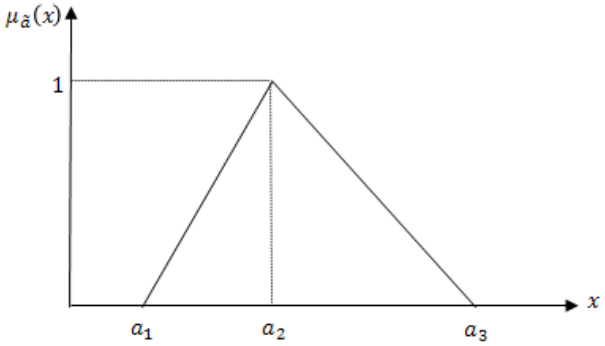
4. YÖNTEMLER

4.1. Bulanık Küme ve Bulanık Sayılar

Zadeh [106], gerçek değerinde olmayan ve belirsizlikten dolayı oluşan kararsızlığın üstesinden gelmek için dilsel terimler aracılığıyla kolaylıkla ifade edilebilecek kesin olmayan bilgi veya insanların sübjektif yargılarını kullanan bulanık küme teorisini tanımlamıştır. İnsanların duygu ve yargılarını ifade ederken kullandıkları dilsel terimler belirsizdir. Dilsel terimler karar vericilerin sadece sübjektif yargılarını yaklaşık olarak değerlendirirken, yaygın olarak kabul gören üçgensel bulanık sayı ise bu dilsel terimlerin belirsizliğini temsil etmek için kullanılır [107,108].

Bulanık küme teorisinin önemli bir katkısı belirsiz verileri temsil etme kabiliyetidir. Teori, karar vericilere ölçülemeyen bilgilerin, eksik bilgilerin, elde edilemez bilgilerin ve kısmen boş olguların karar modeline dâhil edilmesini sağlar [109]. Teori aynı zamanda matematiksel operatörlerin ve programlamanın bulanık alanda uygulanmasına izin verir. Bulanık küme, üyeliklerin aşamalarının sürekli olduğu objeler sınıfıdır. (Bulanık küme sürekli üyelik derecelerinin oluşturduğu amaçlar kümesidir). Böyle bir dizi, her bir amaç için sıfır ve bir arasında değişen üyelik derecesi atanan üyelik (karakteristik) fonksiyonu ile nitelendirilir [110].

Uzatma işareti '~' üzerine konulduğu sembolün bulanık küme olduğunu temsil eder. Üçgensel bulanık sayı ã Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Üçgensel bulanık sayı basitçe $(a_1/a_2, a_2/a_3)$ veya (a_1, a_2, a_3) olarak ifade edilebilir. Sırasıyla $a_1, a_2\ ve\ a_3$ değişkenleri, mümkün olan en küçük değer, en umut verici değer ve mümkün olan en büyük değer olarak bulanık olayı tanımlar [111].



Şekil 4.1. Üçgensel bulanık sayı ã

Aşağıdaki bölümde bulanık kümelerin bazı basit ve önemli tanımları verilmiştir [112-119].

Tanım 1: Her element x'in X söylem evreninde [0,1] aralığında gerçek bir sayı olduğunu bağdaştıran bulanık $\tilde{A}$ kümesi $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu ile karakterize edilir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ Fonksiyon değeri x'in $\tilde{A}$' daki üyelik derecesi olarak adlandırılmıştır.

Tanım 2: Üçgensel bulanık sayı "ã" üçlü (a_1, a_2, a_3) olarak Resim 1'deki gibi tanımlanabilir. Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ şu şekilde tanımlanır.

$$\mu_{\tilde{a}}(X) = \begin{cases} 0, & X < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \le X \le a_2 \\ \frac{x-a_3}{a_2-a_3}, & a_2 \le X \le a_3 \\ 0, & X > a_3 \end{cases} \tag{4.1}$$

Sırasıyla (a_1, a_2, a_3) ve (b_1, b_2, b_3) parametreleriyle izah edilmiş olan ã ve b̃ üçgensel bulanık sayıların işlemsel kuralları aşağıdaki gibidir.

$$\tilde{a}(+)\tilde{b} = (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3). \tag{4.2}$$

$$\tilde{a}(-)\tilde{b} = (a_1, a_2, a_3)(-)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3). \tag{4.3}$$

$$\tilde{a}(\times)\tilde{b} = (a_1, a_2, a_3)(\times)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3). \tag{4.4}$$

$$\tilde{a}(/)\tilde{b} = (a_1, a_2, a_3)(/)(b_1, b_2, b_3) = (a_1/b_3, a_2/b_2, a_3/b_1). \tag{4.5}$$

$$\tilde{a} \times k = (ka_1, ka_2, ka_3) \tag{4.6}$$

Tanım 3: Dilsel değişkenler dilsel olan terimlerin değişken değerlerdir. Dilsel değişken kavramı geleneksel nicel ifadelerle açıklanamayacak kadar karmaşık veya tam tanımlanmamış durumlarla ilgili olarak çok yararlıdır [120,121]. Örneğin, ' ağırlık " bir dilsel değişkendir; onun değerleri çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek, vb.dir. Bu dilsel değerler de bulanık sayılarla temsil edilebilir.

Tanım 4: $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ iki bulanık üçgensel sayı olsun, aralarındaki mesafe hesaplamak için köşe yöntemi tanımlanır.

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2\right]}. \quad (4.7)$$

Tanım 5: Her kriterin farklı önem değerleri dikkate alınarak, ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi düzenlenir.

$$\tilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{n*J} \quad i = 1,2,\dots,n \quad j = 1,2,\dots,J \quad (4.8)$$

- $\tilde{v}_{ij} = \tilde{x}_{ij} * w_i$
- Kriter C_i $(i = 1,2,\dots,n)$ ile ilgili A_j $(j = 1,2,\dots,J)$ performans değerlendirme kümesi $\tilde{X} = \left\{\tilde{x}_{ij}, i = 1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,J\right\}$ olarak adlandırılır.
- Her bir kriter önem ağırlıkları kümesi w_i $(i = 1,2,\dots,n)$.

Buna ek olarak, karar problemleri formüle edilirken mevcut bilgilerin subjektif ve kesin olmadığı durumlarda üçgen bulanık sayıların kullanılması etkili bir yoldur [112, 119, 122-124].

4.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. AHP karar almada, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. AHP'de, öncelikle amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda

seçimi etkileyen kriterler tespit edilir, bu aşamada seçimi etkileyen tüm kriterlerin belirlenebilmesi için anket çalışmasına veya bu konuda uzman kişilerin görüşlerine başvurulabilir [125,126].

AHP yönteminin en çok kritik edildiği nitel kriterlerin sayısal olarak değerlendirilmesi problemi için bulanık sayıların kullanılması önerilmiştir. Literatürde ikili karşılaştırmalarda bulanık sayıları kullanan ilk çalışmalar Van Laarhoven ve Pedrycz [127], ve Buckley [128] tarafından yapılmıştır. Sonrasında ikili karşılaştırma sürecinde bulanık sayıları kullanan birçok çalışma yapılmıştır. Özfırat [129] çalışmasında hata türleri ve etkileri analizi yöntemine bulanık mantık dâhil ederek madencilik sektöründe uygulamasını yapmıştır. Kaa ve diğerleri [130] teknoloji standartları savaşlarında çok nitelikli fayda uygulaması olarak niteledikleri bulanık AHP yönteminin kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Jakiel ve Fabianowski [131] çalışmalarında betonarme otoyol köprüsü için teknolojik ve yapısal model seçimine yönelik bulanık AHP yöntemiyle yeni bir yaklaşım önermişlerdir.

Budak ve Üstündağ [132] çalışmalarında farklı sektörlerde faaliyet gösteren şirketler için uygun RTLS teknolojisi seçimi için bir model geliştirilmiştir. Model Türkiye'de bir hastanede üç ayrı RTLS sistemi (Melez IR-RF, UHF RFID ve Active RFID) arasından Bulanık Analitik Hiyerarşi yöntemi ile en uygun RTLS teknolojisi seçmek için önerilmiştir. Hsu ve diğerleri [133] çalışmalarında, kıyı taşımacılığında tanker ürünlerinin güvenlik faktörlerini değerlendirmek için Bulanık AHP modeline dayalı bir Güvenlik Yönetim indeksi önermişlerdir. Pandley ve diğerleri [134] çalışmalarında yeni bir ürün veya yenilik için benzer/benzeşen ürünleri belirlemek için Bulanık AHP ve TOPSIS tabanlı bir metodoloji geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin önceliklerinin hesaplanması için Buckley [128] tarafından önerilen çözüm yaklaşımı kullanılmıştır. Bu çözüm yaklaşımına göre bulanık karar matrisi şu şekilde tanımlanır:

$$\tilde{R}^k = \left[\tilde{r}_{ij}\right]^k \tag{4.9}$$

Burada $\tilde{R}^k$ *k*. değerlendiricinin belirlediği bulanık karar matrisini, $\tilde{r}_{ij}^k$ ise yine *k*. değerlendiricinin *i* ve *j* kriterleri arasındaki bulanık değerlendirmesini ifade etmektedir.

$$\tilde{r}_{ij}^k = \left(l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k\right) \qquad \tilde{r}_{ij}^k = (1,1,1), \forall i = j \qquad \text{ve} \qquad \tilde{r}_{ij}^k = {}^{1}\!\Big/\!_{\tilde{r}_{ji}^k} \ \forall i, j = 1,2, \dots, n$$

$\tilde{r}_{ij}^k = \left(l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k\right)$ ise *k*. değerlendiricinin *i* ve *j* kriterleri arasında belirlediği bulanık sayıyı ifade etmektedir.

Csutora ve Buckley'in [135] yaptığı tutarlılık analizine göre $\tilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]$ bulanık karar matrisi ve $\tilde{r}_{ij} = \left(\alpha_{ij}, \beta_{ij}, \gamma_{ij}\right)$ üçgensel bulanık sayı için $R = \left[\beta_{ij}\right]$ olarak oluşturulabilir.

Eğer *R* tutarlı ise, $\tilde{R}$'de tutarlıdır. Saaty [125] karar vericilerin tutarlı olup olmadıklarını anlamak için tutarlılık oranı (CR) hesaplama şartını koşmuştur. Tutarlılık oranı hesabı için ilk olarak Eş. 4.10 ile tutarlılık indeksi hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \tag{4.10}$$

Burada λ_{max} en büyük öz değeri, *n* matrisin boyutunu göstermektedir. Sonraki aşamada Eş. 4. 11 ile tutarlılık oranı hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{4.11}$$

Eş. 4.11 ile yapılan hesaplamada n matris boyutuna bağlı olarak rastgele indeks sayıları kullanılır. Hesaplamalar sonucunda bulunan değer 0,10'un altında çıkmışsa oluşturulan karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılır. Aksi durumda karar matrisi tekrar düzenlenmelidir.

Bulanık AHP'de kritik adımlardan birisi de bulanık ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen bulanık ağırlıkların durulaştırılması işlemidir. Literatürde bu amaçla kullanılan birçok durulaştırma yöntemi mevcut olup, bu çalışmada bulanık olmayan en iyi değer yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada basit ve pratik kullanıma sahip olması nedeniyle bulanık olmayan en iyi değeri bulmak için ağırlık merkezi metodu tercih edilmiştir. Ağırlık

merkezi yöntemi literatürde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bulanık olmayan en iyi değer R_i aşağıdaki eşitsizlik ile belirlenir [136-138].

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i \qquad \forall_i \tag{4.12}$$

Eş. 4.12 ile elde edilen değerlerin kullanılabilmesi için normalize edilmeleri gerekmektedir. Normalize ağırlık değerleri (W_i) eşitsizlik 13 yardımı ile elde edilir.

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{4.13}$$

w_i i. kriterin ağırlığını temsil etmektedir.

4.3. Bulanık DEMATEL

The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) Metodu; karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarının çözümünde kullanılmak amacıyla 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından geliştirilmiştir [139–141].

DEMATEL, problemlerin kavrayışını geliştirmek, birbirine geçmiş problem kümeleri için hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerin tanımlanmasına katkı sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Graf teori temelli DEMATEL metodu nedensel ilişkinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, ilgili faktörleri sebep ve sonuç gruplarına bölerek, problemleri taslak olarak planlama ve çözme imkânı verir [141].

DEMATEL yönteminde kesin sayılarla değerlendirmenin zor olduğu durumlarda direk ilişki matrisi bulanık sayılarla oluşturulabilir. Bu çalışmada kullanılan bulanık DEMATEL metodu için aşağıda verilen 5 adım takip edilmiş ve matris çözümleri için MATLAB 7.8.0.347 (R2009a) programı kullanılmıştır.

Adım 1**:** Direk ilişki matrisinin oluşturulması

n kriterli bir direk ilişki matrisi (*X*) oluşturulur. Bu matriste $x_{ij} = \left(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}\right)$ olarak gösterilen değer i. kriterin j. kriter üzerindeki etkisidir. Matrisin diyagonal değerleri 0 olarak alınmıştır.

$$X = \begin{bmatrix} 0 & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

Adım 2: Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi belirlenir.

Normalleştirilmiş direk ilişki matrisinin belirlenmesi için satır ve sütun toplamlarının karşılaştırılmasını benimseyen yöntem kullanılır [142].

$$\Omega = Max\left(max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} u_{ij}\,, max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} u_{ij}\right) \tag{4.14}$$

$$b_{ij} = \frac{1}{\Omega} x_{ij} \tag{4.15}$$

Normalize edilmiş direk ilişki matrisi (B) Eş. 4.14 ve Eş. 4.15 kullanılarak hesaplanır.

$$B = b_{ij} X \tag{4.16}$$

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin (T) belirlenir.

$$T = B + B^2 + B^3 + \cdots = B(I - B)^{-1} \tag{4.17}$$

Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi elde edildikten sonra toplam ilişki matrisi (T) Eş. 4.16 ve Eş. 4.17 kullanılarak belirlenir. Bu eşitlikte birim matrisi (I) ile belirtilmektedir. Birinci adımda oluşturulan *X* matrisi bu adımda *T* matrisine dönüşmüş ve $x_{ij} = \left(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}\right)$ değerleri $t_{ij} = \left(tl_{ij}, tm_{ij}, tu_{ij}\right)$ olarak değişmiştir [144].

Adım 4: Satır ve sütun toplamları belirlenir.

Toplam ilişki matrisinin bulunmasından sonra sütunlar toplamı (R), satırlar toplamı (D) Eş. 4.18'de verilen ağırlık merkezi yöntemi ile durulaştırılır ve Eş. 4.19 ve Eş. 4.20 ile D-R ve D+R değerleri belirlenir.

$$T_{ij} = \frac{tl_{ij}+tm_{ij}+tu_{ij}}{3} \quad (4.18)$$

$$D_i = \sum_{j=1}^{n} T_{ij} \quad (i = 1,2,\dots,n) \quad (4.19)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^{n} T_{ij} \quad (j = 1,2,\dots,n) \quad (4.20)$$

Adım 5: Satır ve sütun toplamları kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenir.

Eş. 4.21 ile kriterlerin nihai ağırlıkları belirlenir [143].

$$\omega = \{(D+R)^2 + (D-R)^2\}^{1/2} \quad (4.21)$$

Literatürde özellikle son yıllarda kullanılmaya başlayan bulanık DEMATEL tekniğini Wu ve Lee [144] küresel yöneticilerin yetkinliklerinin geliştirilmesi problemine uyarlamışlardır. Lin ve Wu [145] Tayvan menşeli bir firma için araştırma ve geliştirme proje seçimi problemi için kullanmışlardır. Tseng [146] gri teori ve bulanık DEMATEL yaklaşımı kullanarak hizmet kalite beklentisi için neden-sonuç karar verme modeli geliştirmiştir. Büyüközkan ve Çiftçi [147] bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini içeren yeni bir ÇKKV yaklaşımı geliştirerek yeşil tedarikçi seçimi yapmışlardır. Chang ve diğerleri [148] Tedarikçi seçim kriterleri geliştirmek için bulanık DEMATEL yöntemi kullanmıştır. Patil ve Kant [149] tedarik zincirinde bilgi yönetimi kabulü başarısını tahmin etmek için bulanık DEMATEL ve bulanık ÇKKV temelli melez bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Samvedi ve Jain [150] bulanık DEMATEL yöntemini kullanarak tedarik zincirinin risk yönetimi kriterleri arasındaki etkileşimleri üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Lu ve diğerleri [151] bulanık ortamda yeşil inovasyon performansını artırmak için çevre stratejik yönelimlerini kullanarak bütünleşik bir ÇKKV modeli önermişlerdir. Menteş ve diğerleri [152] çalışmalarında resmi güvenlik değerlendirmesi için kargo gemilerindeki ölümle sonuçlanan olay ve hataların olduğu andaki coğrafi konumları gibi itici faktörleri belirlemek ve değerlendirmek için Bulanık DEMATEL yönetimi ile bir metodoloji önermişlerdir. Uygun ve diğerleri [153] çalışmalarında, bulanık melez çok kriterli karar verme yaklaşımı ile küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) kurumsallaşma isteklerini ölçmeye çalışmışlar ve bu çalışmada bulanık DEMATEL ve bulanık analitik ağ süreci yöntemleri kriter ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Jeng [154] çalışmasında örnek bir vaka olarak Tayvanlı imalat firmalarının tedarik zinciri işbirliği için nedensel bir model oluşturmayı incelemiş ve insan görüşlerinin belirsizliğini uygun hale getirmek ve nedensel ilişki haritasını oluşturmak için bulanık DEMATEL tekniğini kullanmıştır.

4.4. Bulanık TOPSIS

TOPSIS (technique for order performance by similarity to idea solution) yöntemi ilk olarak 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından ÇKKV problemlerini çözmek için geliştirilmiş olan, ÇKKV yöntemlerinden biridir. Bu yönteme göre en iyi alternatif, pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak olan alternatif olacaktır. [155]. TOPSIS yöntemi ideal çözümlere yakınlık yoluyla tercihlerin sıralanması tekniği olarak da tanımlanabilir. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterlerini maksimize eden ve maliyet kriterlerini minimize eden çözüm olarak tanımlanırken, negatif ideal çözüm maliyet kriterlerini maksimize eden ve fayda kriterlerini minimize eden çözüm olarak tanımlanabilir [156]. Bir başka ifadeyle bütün kriterler düşünüldüğünde en iyi seviyede olan alternatif ideal alternatif, en kötü seviyede olan alternatif ise negatif ideal alternatif olarak adlandırılır [157].

TOPSIS yönteminde performans değerlendirmelerinde ve kriterlerin önem ağırlıklarında kesin sayılar kullanılmaktadır. Oysaki seçim kararlarını içeren düşünceler genellikle belirsizdir ve tercihler kesin sayısal değerlerle tahmin edilemezler. Bu nedenle birçok durumda kesin sayılar gerçek hayat durumlarını modellemek için yetersiz kalmaktadır. Daha gerçekçi bir yaklaşım olarak sayısal değerler yerine dilsel değerlerin kullanılması gerekebilmektedir. Bulanık TOPSIS yönteminde gerçek hayattaki bu belirsizlik ortamı dikkate alınarak, grup kararı verilirken kriterlerin önem ağırlıkları ve kriterlere göre

alternatiflerin değerlendirmeleri dilsel değişkenler kullanılarak yapılır. Bulanık TOPSIS yöntemi, dilsel belirsizliğin olduğu ve grup kararı vermeyi gerektiren problemlerin çözümünde, karar verme sürecinde insan yargılarından kaynaklanan belirsizliği ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir [120].

Bulanık TOPSIS yöntemi, TOPSIS yöntemi bulanık küme teorisi ile genişletilerek, karar verme sürecinde insan yargılarından kaynaklanan belirsizliği ortadan kaldırmak için geliştirilmiştir. Bulanık TOPSIS' in yapısı belirsizliğin egemen olduğu bulanık ortamlarda karar vermeye oldukça uygundur [158]. Diğer bir ifadeyle, Bulanık TOPSIS yöntemini birden fazla karar vericinin, çok sayıda karar kriterine göre, belirsizlik altında, alternatifleri değerlendirerek sıralamasına, dolayısıyla da seçime yönelik kararını doğru vermesine yardımcı olan bir yöntem olarak tanımlayabiliriz.

Bulanık TOPSIS yönteminin temelini, seçilen alternatifin Bulanık Pozitif İdeal Çözüm'e (BPİÇ) en yakın, Bulanık Negatif İdeal Çözüm'den (BNİÇ) ise en uzak mesafede olması oluşturur [114]. Bulanık TOPSIS yöntemi, bulanık ortamlarda grup kararı vermede kullanılan, dilsel değişkenlerle yapılan değerlendirmelere üyelik fonksiyonu vererek sayısal hale getiren ve algoritması yardımıyla alternatifleri değerleme imkânı sunan bir karar aracıdır [159]. Personelin değerlendirilmesi sürecinde kriterlerinden büyük bir bölümü nitel kiterlerden oluşmaktadır. Bu kriterlere göre personelin sayısal değerler ile değerlendirilmesi yerine "Mükemmel", "Çok iyi", "İyi", "Orta", "Zayıf" gibi dilsel değişkenler kullanılarak değerlendirilmesi daha pratik ve doğru sonuçlar vermektedir.

Literatürde TOPSIS metodunu içeren çalışmalar incelendiğinde Tavana ve diğerleri [160] yaptıkları çalışmada, projelerin en uygun kombinasyonu seçmek için üç aşamalı bulanık bir melez yöntem önermişlerdir. Veri Zarflama Analizi, TOPSIS ve tam sayılı programlamayı içeren bu melez yöntemde TOPSIS metodu projelerin sıralaması için kullanılmıştır. Tu ve Chiu [161] çalışmalarında Çin'e özgü çevre estetiğini kullanarak tesis yerleşimi planlaması için Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini içeren entegre bir çok kriterli karar verme projesi geliştirmişlerdir. Chang ve diğerleri [162] çalışmalarında Tayvan'ın Taoyuan (TPE), Kaohsiung (KHH) ve Taipei Songshan (TSA) uluslararası havaalanlarında Güvenlik Yönetim Sistemi işlemlerinin performansını değerlendirmek için iki aşamalı bir süreç kullanmışlardır. İlk aşamada ANP kullanarak bileşenler ve

elemanların ağırlıklarını bulmaya, ikinci aşamada ise bulanık TOPSIS kullanarak performanslarını ve sıralamaları elde etmeye çalışmışlardır.

Baykasoğlu ve diğerleri [163] ürün fiyatlandırma stratejilerinin değerlendirilmesi için yeni bir bulanık çok kriterli karar verme modeli sunmuşlardır. Çalışmada TOPSIS metodu karar vericilerin dilsel değerlendirmelerinin dönüştürülmesi ve sıralaması için kullanılmıştır. Sánchez-Lozano ve diğerleri [164] çalışmalarında güneş enerjisi santrali için en iyi yeri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu bağlamda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve çok kriterli karar yöntemlerinden TOPSIS ve Analitik Hiyerarşi Sürecinin beraber kullanılarak karmaşık yerleri ve sorunları çözmek için mükemmel bir bileşim olduğunu göstermeye çalışmışlardır.

Bu çalışmada kullanılan bulanık TOPSIS metodu için aşağıda verilen 5 adım takip edilmiştir. [112,116]

Adım 1: Standart karar matrisinin oluşturulur.

Kriter bazında alternatifler için kullanılacak olan bulanık sayılar $\left(\tilde{x}_{ij}, i = 1,2, \dots, n; j = 1,2, \dots, J\right)$ belirlenir. Alternatifler için bulanık karar matrisi oluşturulur. Oluşturulan bulanık sayılar [0, 1] aralığında oldukları için normalize edilmelerine gerek yoktur.

Adım 2: Ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur.

Ağırlıklandırılmış normalize değer $\tilde{v}_{ij}$ Eş. 4. 22 kullanılarak bulunur.

$$\tilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{n*J} \quad i = 1,2, \dots, n \quad j = 1,2, \dots, J \tag{4.22}$$

Adım 3: Pozitif (A^*) ve negatif (A^-) ideal çözümleri belirlenir.

Pozitif $(\text{FPIS } A^*)$ ve negatif $(\text{FNIS } A^-)$ ideal çözümler aşağıda gösterilen eşitsizlikler kullanılarak belirlenir.

$$A^* = \{\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_i\} = \left\{\left(\max_j v_{ij} | i \in I'\right), \left(\min_j v_{ij} | i \in I''\right)\right\}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, J \quad (4.23)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_i\} = \left\{\left(\min_j v_{ij} | i \in I'\right), \left(\max_j v_{ij} | i \in I''\right)\right\}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, J \quad (4.24)$$

Burada I' fayda kriterini, I'' ise maliyet kriterini göstermektedir.

Adım 4: Ayırım ölçüleri hesaplanır.

Her bir alternatifin Pozitif (A^*) ve negatif (A^-) ideal çözümlerden uzaklığı Eş. 4.25 dikkate alınarak aşağıda belirtilen eşitlikler ile bulunur.

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2\right]}. \quad (4.25)$$

$$D_j^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_i^*) \quad j = 1,2, \dots, J \quad (4.26)$$

$$D_j^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_i^-) \quad j = 1,2, \dots, J \quad (4.27)$$

Adım 5: İdeal çözüme yakınlık hesaplanır.

Her bir karar noktasının ideal çözüme yakınlığının hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır.

$$CC_j = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-} \quad \text{j} = 1,2, \dots, \text{J} \quad (4.28)$$

İdeal çözüme yakınlık ile seçenekler sıralanır ve CC_j^* için en büyük CC_j^- için en küçükleyen değer seçilir.

4.5. Uzlaşık Programlama

Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümünde en sık kullanılan yöntemlerin başında amaç programlama yöntemi gelmektedir. Bu yöntemin genel gayesi, değerleri kesin olarak belirlenen iki veya daha fazla amaç fonksiyonunun, hedeflenen değerlerinden sapmalarını minimize etmektir [24]. Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümünde literatürde yine sıklıkla kullanılan diğer yöntemler grubu ise, amaç fonksiyonlarının birleştirilmesine yönelik yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlar arasında; global amaç yöntemi, minimum sapma yöntemi ve uzlaşık programlama yöntemi sayılabilir. Bu yöntemlerin tamamında, her bir amacın optimal değerlerinden sapma miktarları toplamı en küçüklenerek en iyi uzlaşık çözüme ulaşılmaya çalışılır [165].

Bu yöntemler arasında uzlaşık programlama (compromise programming), çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümünde her bir amaç ağırlığının da dikkate alınmasına olanak sağladığı için, karar verme prosesinin etkinliği açısından daha doğru sonuçlar üretebilmektedir. Uzlaşık programlama P. Yu [166] ve M. Zeleny [167, 168] tarafından geliştirilmiş doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. Uzlaşık programlama birden fazla amacı ele alma kabiliyetine sahip, kriterlerin kendi aralarındaki anlaşmazlıklarının üst seviyede olduğu durumlarda dikkate alınan amaçların eş zamanlı en iyilenmesine izin vermeyen bir matematiksel programlama tekniğidir [169]. Uzlaşık programlamanın temel düşüncesi ideal çözümün bir nokta olarak tanımlanması ve incelenen her özelliğin başardığı noktanın onun en iyi değeri olduğudur. Zeleny [167] ideale yakın alternatiflerin uzak olan alternatiflere göre tercih edilir olduğunu çünkü algılanan ideal çözümün seçim yapılmasında mantıklı açıklamasının olduğunu belirtmiştir [170].

Yöntemin temel amacı, çok sayıdaki amaç fonksiyonları arasındaki d ile gösterilen sapmayı en küçükleyecek şekilde bir çözüm seti elde etmektir. Burada sapma değeri $0 \leq d \leq 1$ aralığında olup sapma değerinin 0'a yakın olması ideal çözüme yakınlığı gösterir. Her bir amaç için farklı çözümler (uygun olmayan çözümler), üstün olmayan çözüm durumu olarak ifade edilmektedir. Buradaki sorun üstün olmayan çözümler ile ideal çözüme yakınlığın ortaya konabilmesidir. Eğer üstün olmayan çözümler ile ideal çözümler arasındaki yakınlık minimize edilebilirse iki çözüm arasında bir uzlaşı sağlanabilecektir. İşte bu süreci gerçekleştiren yaklaşım uzlaşık programlama olarak adlandırılmaktadır [171, 172].

Bulanık uzlaşık programlama yöntemi kullanılarak yapılan bazı yeni çalışmalar şöyledir. Bernabeu ve diğerleri [173] yatırımcıların hükümetin mali desteği ile fotovoltaik enerji santralleri inşa etme kararı almasına yardımcı olacak şekilde bir uzlaşık programlama modeli önermişlerdir. Bu amaçla, hükümet (mümkün olduğunca düşük siyasal fiyatlar sürdürmek) ve proje sponsorları (mümkün olduğunca yüksek getiri isteyen stokastik nakit akışları) arasında örnek olay olarak temsili bir anlaşma gerçekleştirilmiştir. Eyvindson ve Kangas [174] genellikle alternatif orman yönetim planlarının geliştirilmesine yönelik görüş tercihini içeren bir metodolojik yaklaşım geliştirmek için birden fazla paydaşın katıldığı çok kriterli bir problem olan orman yönetim planı tanımlamışlardır. Çalışmada uzlaşık programlama, paydaşların görüş ve belirtilen parametrelere bağlı olarak zamanla kereste miktarını optimize eden muhtemel alternatifleri geliştirmek için kullanılmıştır.

Jeang [175] proje çizelgeleme ile ilgi bilgisayar simülasyonu ve belirsiz faaliyetlerin istatistiksel analizini kullanan bir yaklaşım benimsemiştir. Çalışmada tepki yüzey metodolojisi zaman-maliyet-değiş-tokuş probleminin geliştirilmesi için kullanılmış ve uzlaşık programlama önerilen proje çizelgeleme probleminin çok amaçlı optimizasyonu için kullanılmıştır. Gebrezgabher ve diğerleri [176] Hollanda'da gübre yönetim sistemlerinin sosyo-ekonomik faydalar ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki temel dengelerindeki problemlerin çözümü için çok kriterli karar verme temelli bir uzlaşma programlama ve amaç programlama uygulaması yapmışlardır. Gharis ve diğerleri [177] ürün depolama ve ikame toprak beklenti değeri üzerinden, ormandaki karbon depolama ve karbondioksit emisyonu tasarrufunu maksimize eden ve rekabet hedefleri ile optimum boyut düzey yönetimini araştırmak için bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada uzlaşık programlama bir karbon piyasası için orman yönetimini ayarlama ile ilgili mübadeleyi karşılaştırmak için pratik bir yöntem olarak kullanılmıştır.

Sitarz [178] stokastik düzen ve uzlaşık programlamaya dayalı ayrık rasgele değişkenlerin getirileri ile karar verme yöntemi sunmuşlardır. Uzlaşık programlamada artırılmış Tchebycheff normu kullanmış ve projelerin kâğıt seçimleri, karar ağacı ve piyango uygulamaları seçimi yapılmıştır. Liu ve diğerleri [179] özdeş olmayan işlerle uğraşmak için yığın işlemenin dinamik kontrolünü dikkate alan MLAB (mould look-ahead batching) adlı geleceği düşünen yeni bir yığın stratejisi önermişlerdir. Uzlaşık programlama MLAB stratejisinin kullanımında, teslimat ve kullanım performansları ile ilgili iki tür çelişkili hedefin arasındaki değiş tokuşun gösterilmesi için kullanılmıştır.

Uzlaşık programlama yönteminin adımları aşağıda gösterilmiştir [172, 180].

Adım 1: Amaç fonksiyonu oluşturulur.

Uzlaşık programlama amaçlardan sapmayı minimize eder. Bu nedenle amaç fonksiyonu, Eş. 4.29'da gösterildiği gibi sadece sapma değişkeninden meydana gelir.

$$\mathrm{Min\ Z = d} \tag{4.29}$$

Adım 2: Pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri oluşturulur.

Uzlaşık programlamada öncelikle her bir amaç için ve amacın yönüne bakılmaksızın, amaç fonksiyonunun çözüm değerleri bulunur. Pozitif ideal çözüm kümesi (I^*) Eş. 4.30'da gösterildiği üzere amaç fonksiyonun karar sorunundaki amaç yönlerine ilişkin çözüm değerleridir. Burada Y_k^* k adet en üst düzeye çıkarma yönlü amaç çözüm değerini, W_l^* ise l adet minimizasyon yönlü amaç çözüm değerini gösterir.

$$(\mathrm{I^*}) = \{\mathrm{Y_1^*, Y_2^*, \dots, Y_k^*; W_1^*, W_2^*, \dots, W_l^*}\} \tag{4.30}$$

Negatif ideal çözüm kümesi (I^-) ise amaç fonksiyonlarının başlangıçtakinden ters yönlü çözüm değerlerinden oluşur. Negatif ideal çözüm kümesi Eş. 4.31'de gösterilmiştir.

$$(\mathrm{I^-}) = \{\mathrm{Y_1^-, Y_2^-, \dots, Y_k^-; W_1^-, W_2^-, \dots, W_l^-}\} \tag{4.31}$$

Adım 3: Sapma kısıtları oluşturulur.

Bir uzlaşık programlama modelinde amaç sayısı kadar sapma kısıtı vardır. Sapma kısıtları, maksimizasyon yönlü amaçlar için Eş. 4.32'den, minimizasyon yönlü amaçlar için Eş. 4.33'den yararlanarak elde edilir.

$$\mathrm{d} \geq \frac{\mathrm{Y_k^* - \max Z_k}}{\mathrm{Y_k^* - Y_k^-}} \tag{4.32}$$

$$d \geq \frac{\min Z_l - W_l^-}{W_l^- - W_l^*} \tag{4.33}$$

5. ÖNERİLEN MODEL ve UYGULAMASI

Bu tez kapsamında Ankara'da faaliyet gösteren bir işletmenin mevcut işgücünün yetenek düzeyi temelinde değerlendirilmesi ve personelin var olan üretim hatlarına atanması problemi ele alınmıştır. Çok amaçlı modellenen problem yetenek yönetimini temel alan yapısına ek olarak personelin istasyon bazında yeteneklerini, ürün teslim zamanlarını, işçi maliyetlerini de dikkate alacak şekilde tasarlanmıştır.

İki özdeş ürün çerçevesinde oluşturan modelde yetenek düzeyi yüksek personelin atanması ile çalıştırılacak operatör sayısını düşük tutma eğiliminde olan bir yapı kullanılarak çelişki içeren bir durum olarak yetenek en iyilemesi ele alınmıştır. Çelişki yaratan bu durum problemin çözümünü zorlaştırmakla beraber daha iyi sonuç elde etmemizi sağlamıştır. Ayrıca diğer amaç olan maliyet kaleminde ise işçi bazında maliyet en küçüklemesi dikkate alınmıştır. Modelde farklı iki amacı çözüme kavuşturmak için uzlaşık programlama yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde personelin incelenme yani değerlendirme aşaması ele alınmıştır. Bu aşamada personelin hem belirlenen kriterler bazında yetenek düzeyi hem de üretim hattındaki yeteneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygulamada ilk olarak konu ile ilgili işletme yöneticilerinden ve akademisyenlerden oluşan bir uzman grup oluşturulmuştur. Uzman grubun oluşturulmasında işletme içinden özellikle çalışanları tanıyan ve onlar hakkında değerlendirme yapabilecek düzeyde bilgi sahibi olan kişiler seçilmiştir. Akademisyenler ise uygulama aşamasına destek olmuşlardır. Uzman grup oluşturulduktan sonra personelin yetenek düzeylerinin belirlenmesi aşamasında kullanılacak değerlendirme kriterleri belirlenmesi için konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş, elde edilen verilerin işlenmesi ile birbirleri ile ortak payda da buluşan bazı kriterler birleştirilmiştir.

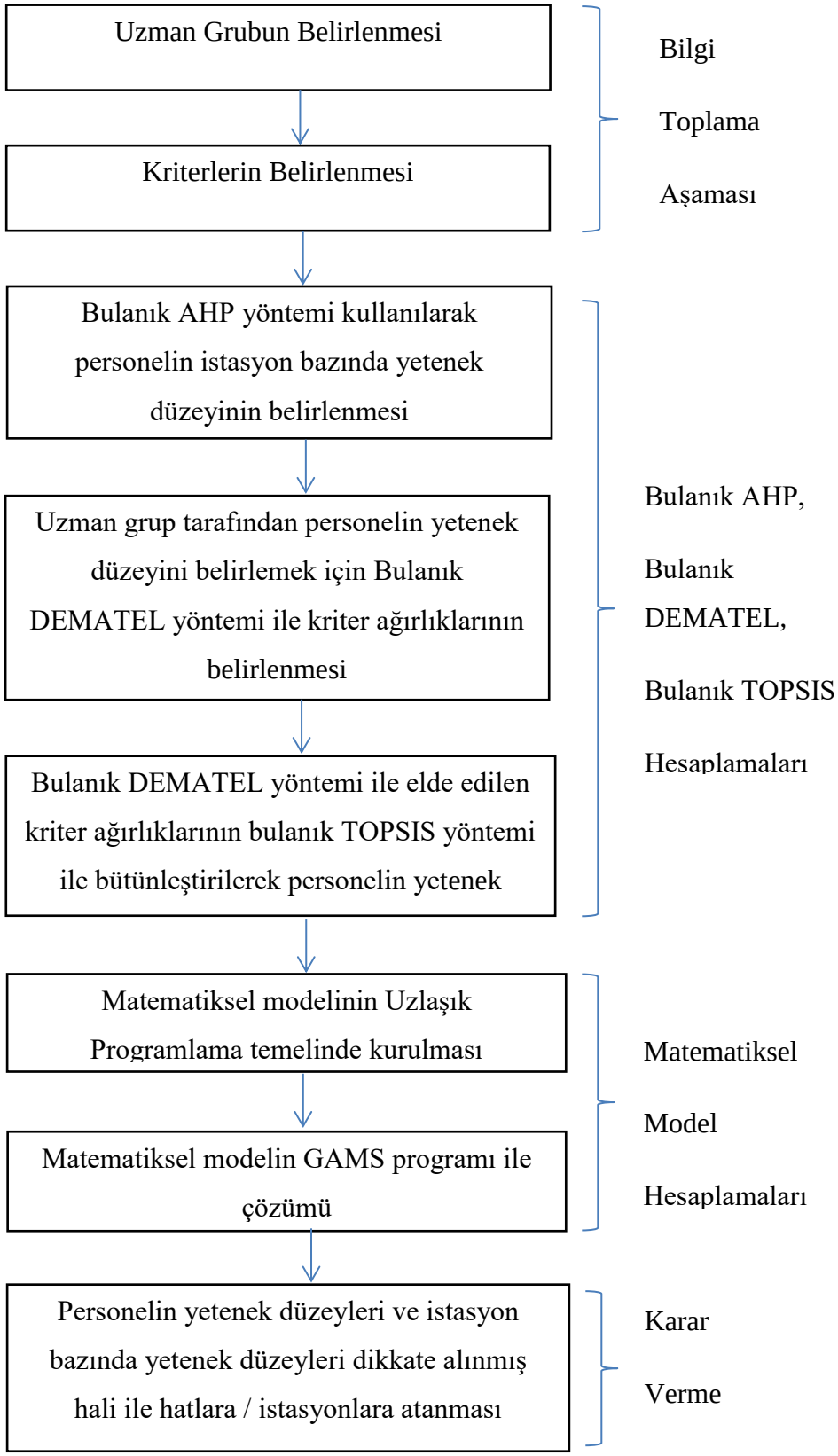
Personelin istasyon bazındaki yetenek düzeyinin belirlenmesi aşamasında bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bulanık AHP yönteminin kullanılması esnasında her bir personel için yapılan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılıkları ayrıca hesaplanmıştır. Değerlendirme süreci 4 istasyon (Montaj, Temizleme, Test, Son Kontrol) için yapılmış ve ilgili personel için elde edilen sonuçlar matematiksel modelde parametre ($YD_{lk)}$ olarak kullanılmıştır. Ayrıca her personel için elde edilen değerler durulaştırılarak bir sonraki

bölümde bulanık TOPSIS metodu ile elde edilecek değer ile birlikte personelin saatlik alacağı ücretin belirlenmesi için kullanılmıştır.

Personelin yetenek düzeyinin belirlenmesi süreci personeli öncelikle sıralamaya tabi tutacak şekilde deterministik ve bulanık durumlar göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Söz konusu durum kapsamında "C1: Bireysel Bilgi ve Beceri", "C2: Takım Çalışması ve Çeşitliliğe Uyum", "C3: Disiplinli ve Yenilikçi Çalışma Yaklaşımı", "C4: Problem Çözme ve İnisiyatif Kullanma", "C5: Teknik ve Fonksiyonel Nitelikler" olmak üzere 5 değerlendirme kriteri belirlenmiş ve çözümleme yapılmıştır.

Personel yetenek düzeyinin belirlenmesi için personel niteliklerinin ağırlıklandırılması süreci bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak yapılmış, bulanık DEMATEL yöntemi ile elde edilen ağırlıklar bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak personelin yetenek düzeyi belirlenmiştir. Personelin belirlenen yetenek düzeyi yapılan normalizasyon sonrası matematiksel modelde parametre olarak (C_l) kullanılacak şekilde düzenlenmiştir. Personel sıralamasının yapılması ve alacakları saatlik ücretlerin belirlenmesi için ise daha önce her bir personel için istasyon bazında elde edilen değer ile personelin yetenek düzeyini beraber dikkate alan bir yapı düşünülmüştür. Bulanık TOPSIS yöntemi ile elde edilen değerler ile bulanık AHP yöntemi ile elde edilen değerlerin ortalaması alınarak personelin sıralanması sağlanmış ve sıralamaya tabi tutulan personelin sahip olduğu yetenek ölçüsünde alacağı saatlik ücret belirlenmiştir. Personelin sıralamadaki durumları ve alacakları saatlik ücret göz önüne alınarak geliştirilen yöntemde, elde edilen sonuçlar matematiksel modelde parametre olarak (M_{Cl}) kullanılmıştır.

Uygulamada birbirine özdeş iki ürün için atölye tipi üretim yapan bir sistem ele alınmıştır. Sistem yetenekli iş gücünü gerektiren bir yapıda olmakla beraber planlama ve çizelgelemenin zor, iş sürecinin zaman aldığı yavaş bir iş akışına sahiptir. Belirlenen ürünlerin üretilmesi aşamasında birbirine özdeş 2 hat, 4 istasyon ve bu hatlarda çalışabilecek yetenekte 30 personel bulunan düz montaj hatlı bir üretim süreci ele alınmış ve aşağıda verilen akış şeması (Şekil 5.1) dikkate alınarak önerilen yöntemin adımları aşama aşama gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Önerilen modelin akış şeması

5.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmada ilk olarak seçim sürecini etkileyen kriterlerin belirlenmesi ele alınmıştır. Kriterlerin belirlenmesi aşamasında literatür incelenmesi ile elde edilen kriterler ve işletme yöneticileri ile yapılan çalışmalar sonucunda birbirleri ile ortak payda da buluşan bazı kriterler birleştirilerek işletme için yetenek düzeyini belirlemede etken olacağı düşünülen 5 kriter aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1. BİREYSEL BİLGİ VE BECERİ: Personelin geçmiş ve hâlihazırdaki çalışma hayatından elde ettiği bilgileri ve yapmış/yapacak olduğu işlerdeki maharet düzeyini kapsamaktadır.
2. TAKIM ÇALIŞMASI VE ÇEŞİTLİLİĞE UYUM: Personelin ortak hedef çevresinde birleşmesi, beraber işi bitirme çabası ve bu birleşme esnasında oluşacak farklılıklara kısa zamanda ayak uydurabilme durumlarını kapsamaktadır.
3. DİSİPLİNLİ VE YENİLİKÇİ ÇALIŞMA YAKLAŞIMI: Gelişen ve gelişmeye devam eden teknoloji ve bilgi çağında planlı, programlı ve yeniliğe açık olarak sarf edilen emekleri kapsamaktadır.
4. PROBLEM ÇÖZME VE İNİSİYATİF KULLANMA: Ortaya çıkan problemin çözülmesi noktasında personelin oluşan sıkıntılı durumu bertaraf etmesine ve riskleri azaltmaya yönelik karar alma ve uygulama durumlarını kapsamaktadır.
5. TEKNİK VE FONKSİYONEL NİTELİKLER: Personelin ilgili alanda kullandığı yöntemler ve işlevsel vasıflarını kapsamaktadır.

Bu kriterler doğrultusunda personel değerlendirilmesi aşamasında bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılması için bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmış, personelin değerlendirilmesi ve daha sonra oluşturulacak matematiksel modelde parametre olarak kullanılabilecek hale getirilmesinde bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Ayrıca personelin sıralanması aşamasında bulanık TOPSIS yönteminden elde edilen değer ile bulanık AHP yönteminden elde edilen değerlerin beraber kullanıldığı bir yapı oluşturulmuştur.

5.2. Personelin İstasyon Bazında Yetenek Düzeyinin Belirlenmesi

Personelin istasyon bazında yetenek düzeyinin belirlendiği bu adımda bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu değerlendirmede Çizelge 5.1'de verilen Lin [108] tarafından önerilen dilsel değişkenler kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Bulanık AHP için dilsel ölçek skalası

Dilsel Ölçek	Üçgensel Bulanık Sayı
Eşit Önem (1)	(1,1,1)
Biraz Önemli (3)	(2,3,4)
Fazla Önemli (5)	(4,5,6)
Çok Fazla Önemli (7)	(6,7,8)
Kesinlikle Çok Önemli (9)	(9,9,9)

Aşağıda verilen hesaplamalar istasyonların ağırlıklarını bulmaya yönelik olup personelin istasyon bazında yetenek düzeylerinin belirlenmesi için aynı hesaplamalar tekrarlanmıştır. Kriterlerin değerlendirilmesi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş (Çizelge 5.2), Csutora ve Buckley [137] tarafından önerilen tutarlılık oranı hesaplama algoritması (Eş. 4.9 ve Eş. 4.11) kullanılarak kriterlerin birbirleri arasındaki ilişkinin tutarlılığı 0,017 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.2. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	Ağırlık (w)
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	0,3727
C_2	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	0,3349
C_3	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,1779
C_4	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	0,1144

Bulanık ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılığının hesaplanmasından sonra Eş. 4.12 ve Eş. 4.13 kullanılarak kriterler için belirlenen bulanık ağırlıklar durulaştırılmış ve her bir kriter için hesaplanan kesin ağırlık değeri Çizelge 5.2'deki gibi elde edilmiştir.

Yapılan hesaplamada matris tutarlılık oranı ayrıca hesaplanmış ve 0,077 olarak bulunmuştur. Çizelge 5.2'de elde edilen istasyon bazında kriter ağırlıkları incelendiğinde birinci istasyonun diğer istasyonlardan daha önemli olduğu görülmüştür.

Personelin istasyon bazında yetenek düzeyini gösteren sonuçlar Çizelge 5.3'de verilmiştir. Tabloda sonuç bölümü olarak verilen personelin istasyon bazında yetenek düzeylerinin hesaplanma aşaması, matrisler ve tutarlılık oranlarını da içerecek şekilde Ek-1'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Çizelge 5.3'de elde edilen değerler matematiksel modelde parametre olarak kullanılmıştır.

Çizelge 5.3. Personelin istasyon bazında yetenek düzeyi

Personel	İstasyon				Personel	İstasyon			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,3481	0,2908	0,2581	0,1029	16	0,3013	0,2735	0,3013	0,1238
2	0,3522	0,3022	0,2070	0,1385	17	0,4367	0,2444	0,2176	0,1012
3	0,3481	0,2581	0,2908	0,1029	18	0,3522	0,3165	0,1552	0,1762
4	0,3468	0,3468	0,1532	0,1532	19	0,3296	0,3689	0,1989	0,1027
5	0,3549	0,3073	0,1556	0,1821	20	0,3555	0,2701	0,2373	0,1371
6	0,3050	0,2425	0,3050	0,1475	21	0,4074	0,2301	0,2301	0,1325
7	0,4388	0,2507	0,1961	0,1144	22	0,3066	0,2753	0,2753	0,1427
8	0,3013	0,3013	0,2735	0,1238	23	0,2753	0,3066	0,2753	0,1427
9	0,3349	0,3727	0,1779	0,1144	24	0,4571	0,1720	0,1988	0,1720
10	0,3513	0,2662	0,2613	0,1212	25	0,3401	0,2099	0,2401	0,2099
11	0,3503	0,2960	0,2356	0,1181	26	0,3503	0,2960	0,2356	0,1181
12	0,3453	0,3453	0,1757	0,1337	27	0,3522	0,3165	0,1552	0,1762
13	0,3513	0,2613	0,2662	0,1212	28	0,4218	0,2008	0,2008	0,1766
14	0,3411	0,3768	0,1515	0,1305	29	0,3218	0,3218	0,1782	0,1782
15	0,3468	0,3468	0,1532	0,1532	30	0,3267	0,2725	0,2423	0,1586

Çizelge 5.3'de elde edilen personelin istasyon bazında yetenek düzeyi değerleri Çizelge 5.2'de elde ettiğimiz istasyon ağırlık değerleri ile çarpılarak personelin sıralanması esnasında kullanılmak üzere yalın bir sayıya dönüştürülmüştür. Elde edilen bu sayılar daha sonra normalize edilmiş ve birinci personel için yapılan hesaplamada 0,0336 değeri elde edilmiştir. Diğer personel içinde aynı hesaplamaların yapılmasına müteakip Çizelge 5.4'de görülen değerler elde edilmiştir.

Çizelge 5.4. Personel istasyon bazında yetenek düzeyi normalizasyonu

Personel	Sonuç	Normalize Sonuç	Personel	Sonuç	Normalize Sonuç
1	0,2849	0,0336	16	0,2717	0,0320
2	0,2852	0,0336	17	0,2949	0,0348
3	0,2797	0,0330	18	0,2850	0,0336
4	0,2902	0,0342	19	0,2935	0,0346
5	0,2837	0,0335	20	0,2809	0,0331
6	0,2661	0,0314	21	0,2850	0,0336
7	0,2955	0,0349	22	0,2718	0,0321
8	0,2761	0,0326	23	0,2706	0,0319
9	0,2944	0,0347	24	0,2831	0,0334
10	0,2805	0,0331	25	0,2638	0,0311
11	0,2851	0,0336	26	0,2851	0,0336
12	0,2909	0,0343	27	0,2850	0,0336
13	0,2797	0,0330	28	0,2804	0,0331
14	0,2953	0,0348	29	0,2798	0,0330
15	0,2902	0,0342	30	0,2743	0,0324

Normalize edilen istasyon bazında yetenek düzeyi değerleri daha sonra bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS metotlarının bütünleşik kullanımı ile elde edilen personel yetenek düzeyi ile beraber personelin sıralanmasında ve personelin alacağı ücretin belirlenmesi için kullanılacaktır. Daha yüksek yetenek düzeyine sahip olan personelin daha fazla ücret alması gerektiği düşüncesinden hareketle değerlendirme sürecinin hesaplanan her iki yetenek düzeyini kapsamasının daha uygulanabilir ve kabul edilebilir olduğu değerlendirilmiştir.

5.3. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlanan Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan bulanık DEMATEL kullanılmıştır. Bulanık DEMATEL ile elde edilen kriter ağırlıkları çalışma içerisinde bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılan hesaplamalarda da kullanılmıştır. Bu değerlendirmede Li [181] tarafından önerilen dilsel değerler kullanılmıştır (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. Bulanık DEMATEL dilsel ölçek skalası

Dilsel Ölçek	Üçgensel Bulanık Sayı (l,m,u)
Etki Yok (1)	(0;0;0,25)
Çok Az Etkili (2)	(0;0,25;0,50)
Az Etkili (3)	(0,25;0,50;0,75)
Etkili (4)	(0,50;0,75;1)
Çok Fazla Etkili (5)	(0,75;1;1)

Kriterlerin belirlenmesinden sonra yapılacak değerlendirmede ilk olarak Çizelge 5.5.'de verilen dilsel ölçek skalası kullanılarak direk ilişki matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Direk ilişki matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	0	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)
C_2	(0,25;0,50;0,75)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)
C_3	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	0	(0,75;1;1)	(0,25;0,50;0,75)
C_4	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	0	(0;0,25;0,50)
C_5	(0,75;1;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	0

Direkt-ilişki matrisinin bulunmasından sonra sırasıyla Eş. 4.14, Eş. 4.15, Eş. 4.16 ve Eş. 4.17 kullanılarak Çizelge 5.7'de gösterilen normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi ve Çizelge 5.8'de gösterilen toplam ilişki matrisleri elde edilmiştir.

Çizelge 5.7. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	0	(0,133;0,200;0,267)	(0,200;0,267;0;267)	(0,133;0,200;0,267)	(0,067;0,133; 0,200)
C_2	(0,067;0,133; 0,200)	0	(0,067;0,133; 0,20)	(0,133;0,200;0,267)	(0,200;0,267;0;267)
C_3	(0,133;0,200;0,267)	(0,133;0,200;0,267)	0	(0,200;0,267;0;267)	(0,067;0,133; 0,200)
C_4	(0,133;0,200;0,267)	(0;0,067;0;133)	(0,133;0,200;0,267)	0	(0;0,067;0;133)
C_5	(0,200;0,267;0;267)	(0,067;0,133; 0,20)	(0,067;0,133; 0,200)	(0,067;0,133; 0,200)	0

Çizelge 5.8. Toplam ilişki matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	(0,107;0,446;2,489)	(0,193;0,520;2,425)	(0,275;0,641;2,583)	(0,237;0,625;2,711)	(0,131;0,458;2;222)
C_2	(0,164;0,531;2,502)	(0,057;0,315;2,0720)	(0,146;0,502;2,389)	(0,208;0,573;2,551)	(0,232;0,527;2,138)
C_3	(0,222;0,605;2,670)	(0,185;0,509;2,425)	(0,1030;0,422;2,372)	(0,283;0,662;2,710)	(0,125;0,450;2,222)
C_4	(0,177;0,485;2,308)	(0,050;0,322;1,989)	(0,184;0,479;2,211)	(0,069;0;329;2;105)	(0,034;0,303;1,848)
C_5	(0,259;0,601;2,432)	(0,125;0,425;2,144)	(0,151;0;491;2,283)	(0,151;0,509;2,396)	(0,052;0,293;1,834)

Toplam ilişki matrisinin oluşturulmasından sonra Eş. 4.18, Eş. 4.19 ve Eş. 4.20 kullanılarak öncelikle D+R ve D-R değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler durulaştırıldıktan sonra Eş. 4.21 ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Durulaştırılmış D+R ve D-R değerleri ile kriterler bazında elde edilen ağırlıklar Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. D+R, D-R ve kriter bazında ağırlıklar

	D+R	D-R	W
C_1	10,6955	0,0108	0,2164
C_2	9,5533	0,3835	0,1935
C_3	10,4082	0,2553	0,2107
C_4	9,6708	-1,0749	0,1969
C_5	9,0051	0,4253	0,1824

5.4. Personelin Değerlendirilmesi

Personelin değerlendirilmesi aşaması bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu aşamada uzman grup tarafından her personelin belirlenen kriterler temelinde değerlendirilmeleri dikkate alınarak karar matrisi oluşturulmuştur. Bulanık olarak oluşturulan karar matrisinde Çizelge 5.10'da verilen dilsel değerler kullanılmıştır.

Çizelge 5.10. Bulanık TOPSIS dilsel ölçek skalası

Dilsel Ölçek	Üçgensel Bulanık Sayı (l,m,u)
Çok Az	(0;0;0,2)
Az	(0;0,2;0,4)
Orta Düzey	(0,2;0,4;0,6)
Yüksek	(0,4;0,6;0,8)
Çok Yüksek	(0,6;0,8;1)
Mükemmel	(0,8;1;1)

Çalışmanın çözümünü göstermek adına birinci personel için yapılan işlemlerin adımları ayrıntılı olarak gösterilecek olup, diğer personel için yapılan işlemlerin sonuçları EK 2-5'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Birinci personelin karar matrisi ve bulanık DEMATEL yöntemi ile elde etmiş olduğumuz ağırlık değerleri Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Birinci personel bulanık karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)
Ağırlık	0,2164	0,1935	0,2107	0,1969	0,1824

Bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi Eş. 4.22 ve ağırlık değerleri kullanılarak elde edilir. Personel için belirlenen bulanık sayılar [0, 1] aralığında olduğu için sayıların normalize edilmelerine gerek yoktur. Birinci personel için ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ve pozitif ve negatif ideal çözümler Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Birinci personel ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
P_1	(0.0866,0.1298,0.1731)	(0.0387,0.0774,0.1161)	(0.0843,0.1264,0.1686)	(0.0394,0.0788,0.1181)	(0.0365,0.0730,0.1094)
A^*	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
A^-	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)

Çizelge 5.12'de elde edilen değerler incelendiğinde normalize edilmiş üçgensel bulanık sayıların [0,1] değer aralığında olduğu görülmektedir. Çalışmamızda sadece fayda kriteri dikkate alındığından dolayı fayda kriteri için pozitif ve negatif ideal çözümleri sırasıyla (1,1,1) ve (0,0,0) olarak verilmiştir.

Personelin pozitif (D^*) ve negatif (D^-) ideal çözümlerden uzaklığı Eş. 4.25 dikkate alınarak Eş. 4.26 ve Eş. 4.27 kullanılarak bulunur. Birinci personel için elde edilen pozitif (D^*) ve negatif (D^-) ideal çözümlerden uzaklık ve Eş. 4.28 kullanılarak elde edilen ideal çözüme yakınlık değerleri (CC) Çizelge 5.13'de verilmiştir [182].

Çizelge 5.13. Birinci personel için uzaklık ve yakınlık değerleri

	D_1^*	D_1^-	CC_1
A_1	4,5176	0,5131	0,1020

Birinci personel için yapılan hesaplamalar diğer personel içinde yapılmış ve EK 2-5'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile elde edilen değerler matematiksel modelde parametre olarak kullanılmakla beraber, daha önce elde edilen bulanık AHP değerleri ile personelin iş için alacağı saatlik ücreti belirlemede kullanılmıştır.

Yetenek temelli değerlendirilen iş için personelin yetenek ve istasyon bazında yetenek düzeylerini dikkate alan bir yaklaşım ile ücret politikası belirlenmesinin daha gerçekçi olacağı düşünülerek her iki yöntemden elde edilen değerler dikkate alınmıştır. Ücret belirleme aşamasında bulanık TOPSIS ve bulanık AHP yöntemlerinden elde edilen değerlerin ortalaması alınarak personelin sıralaması yapılmış ve elde edilen sıralamaya istinaden personelin iş için alacağı saatlik ücret belirlenmiştir.

Personelin iki yöntemden gelen değerleri, ortalaması, sıralaması ve alacakları saatlik ücretleri gösteren veriler Çizelge 5.14.'de verilmiştir. Çizelge 5.13.'de 0,1020 olarak elde

edilen birinci personelin ideal çözüme yakınlık değeri normalize edildikten sonra 0,0276 değerini almıştır.

Çizelge 5.14. Personelin yetenek düzeyi, istasyon bazında yetenek düzeyi, sıralaması ve saatlik ücreti

Personel	TOPSIS	AHP	Ortalama	Sıralama	Saatlik Ücret
1	0,0276	0,0336	0,0306	28	2
2	0,0335	0,0336	0,0335	15	3
3	0,0316	0,0330	0,0323	21	3
4	0,0232	0,0342	0,0287	30	2
5	0,0315	0,0335	0,0325	20	3
6	0,0355	0,0314	0,0334	16	3
7	0,0312	0,0348	0,0330	18	3
8	0,0335	0,0325	0,0330	19	3
9	0,0294	0,0347	0,0320	23	3
10	0,0274	0,0331	0,0302	29	2
11	0,0331	0,0336	0,0334	17	3
12	0,0294	0,0343	0,0319	25	2
13	0,0375	0,0330	0,0352	6	5
14	0,0372	0,0348	0,0360	1	5
15	0,0272	0,0342	0,0307	27	2

Çizelge 5.14. (devam) Personelin yetenek düzeyi, istasyon bazında yetenek düzeyi, sıralaması ve saatlik ücreti

Personel	TOPSIS	AHP	Ortalama	Sıralama	Saatlik Ücret
16	0,0312	0,0320	0,0316	26	2
17	0,0358	0,0348	0,0353	5	5
18	0,0364	0,0336	0,0350	7	4
19	0,0337	0,0346	0,0342	13	4
20	0,0354	0,0331	0,0342	12	4
21	0,0350	0,0336	0,0343	11	4
22	0,0317	0,0320	0,0319	24	2
23	0,0389	0,0319	0,0354	4	5
24	0,0366	0,0334	0,0350	8	4
25	0,0367	0,0311	0,0339	14	3
26	0,0354	0,0336	0,0345	10	4
27	0,0356	0,0336	0,0346	9	4
28	0,0311	0,0331	0,0321	22	3
29	0,0390	0,0330	0,0360	2	5
30	0,0388	0,0323	0,0355	3	5

Çizelge 5.14.'de görüldüğü gibi daha büyük ortalamaya yani sıralamaya sahip personel daha fazla ücret ile çalıştırılmaktadır. Ücret toplamı 102 olarak bulunmakla beraber personelin alacağı saatlik ücret matematiksel modelde parametre (M_{Cl}) olarak kullanılmaktadır.

5.5. Matematiksel Modelin Varsayımları

Matematiksel modelde kullanılacak varsayımlar çizelge 5.15'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Varsayımların çoğu konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalarla benzer olup iki tanesi geliştirilen modelin daha iyi anlaşılması için ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Varsayım sekiz, personelin yetenek düzeyinin işlem zamanı üzerinde etkili olabileceğini ve bunun personelin yetenek düzeyi ile işlem zamanının çarpımı olarak gösterilebileceğini ifade etmektedir [183]. Burada önemli olan bütün görevlerin işlem seviyelerinin tamamlanma

zamanından küçük olması gerektiğidir. Personelin yetenek düzeyi hazırlık işlemlerini hızlandırabilir veya yavaşlatabilir. Bir işin hazırlık zamanı kısıt 5,1'de görüldüğü gibi standart hazırlık zamanı ile personelin yetenek seviyesinin çarpımı olarak tanımlanabilir.

$$S'_{ijk} \geq s_{ijk} * \left(1 - yd'_{jk}\right) \qquad \forall ijk \qquad (5.1)$$

Dokuzuncu varsayım matematiksel modelin amaçlarından biri olan yetenek seviyesinin en iyilenmesi durumunu sağlamak için, istasyonlara atanacak personelin sahip olduğu yetenek düzeyinden daha düşük bir yetenek düzeyine sahip istasyona atanabileceğini ifade etmektedir. Durumun gerçekleşmesi halinde personelin atandığı istasyonda kendi yetenek seviyesine uygun olarak çalışacağı varsayılmıştır. [184].

Çizelge 5.15. Matematiksel modelin varsayımları

Varsayımlar	Varsayımların Açıklamaları
1. Ürün Varsayımı	Her ürün bir hatta atanacaktır.
2. Hat, İstasyon Varsayımları	Personel hattın bir istasyonuna atanacaktır.
3. Bağımsız Makine Kapasiteleri	Her makine tipi bağımsız ve aynı kapasiteye sahiptir.
4. Makinalar için İşlem Zamanı	Bütün makine türleri için işlem zamanı bilinmektedir.
5. Hazırlık Zamanı	Hazırlık süreleri işlem zamanına dâhil değildir.
6. Teslim Zamanı	Teslim zamanları %100 tam zamanlı olarak gerçekleşir
7. Personel Yeteneğinin Üretim Üzerindeki Etkisi	Personelin yetenek düzeyi işlem zamanı üzerinde etkili olabilir ve bu personelin yetenek düzeyi ile işlem zamanının çarpımı olarak ifade edilebilir.
8. Yetenek Düzeyi	Personel sahip olduğu yetenek düzeyinden daha düşük bir istasyona atanabilir.

Matematiksel modelin notasyonları ve açıklamaları;

Çalışmada kullanılan notasyonlar ve problemin matematiksel modeli aşağıda belirtilmiştir.

İndisler;

i: Ürün indisi ($i = 1,2,\ldots,p$)

j: Hat indisi ($j = 1,2,\ldots,n$)

k: İstasyon indisi ($k = 1,2,\ldots,s$)

l: Personel ($l = 1,2,\ldots,e$)

Parametreler;

M_{Cl} : $l.personelin\ alacağı\ saatlik$ ücret

C_l : $l.personelin\ yetenek$ düzeyi $(bulanık)$

S_{ijk} : i ürününün $j\ hattı\ k\ istasyonundaki\ hazırlık\ zamanı$

YD_{lk} : $l.personelin\ k\ istasyonundaki\ yetenek$ düzeyi $(bulanık)$

P_{ijk} : i ürününün $j\ hattı\ k\ istasyonundaki\ işlem\ zamanı$

B_{jk} : $k\ istasyonuna\ atanacak\ maksimum\ personel\ sayısı$

D_j : $j\ hattındaki\ işlem\ tamamlanma\ zamanı$

M : büyük $sayı$

Karar Değişkenleri;

Matematiksel model her i ürününün k istasyonuna l sayıda personel ile atanmasını amaçlamaktadır. Atama probleminde kullanılacak karar değişkenleri aşağıdaki gibidir.

$$A_j = \begin{cases} 1 & j\ hattı\ açılırsa \\ 0 & diğer\ durumda \end{cases}$$

$$Y_{jkl} = \begin{cases} 1 & i\ \text{ürünü}\ k.ncı\ istasyonda\ l\ personeli\ tarafından\ işlem\ görürse \\ 0 & diğer\ durumda \end{cases}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & i\ \text{ürünü}\ j.hatta\ işlem\ görürse \\ 0 & diğer\ durumda \end{cases}$$

Modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları;

Matematiksel modelin amacı kalite fonksiyonunu içerir halde personelin hem yetenek hem de istasyon bazında yetenek düzeyini en iyilemek ve aynı zamanda maliyetleri en küçüklemektir. Bunu sağlamak için her iki amaç fonksiyonu sapmasını en küçükleyecek şekilde ifade edilmiştir.

Amaç Fonksiyonu:

$$Min\ d \tag{5.2}$$

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{l=1}^{L} mc_l * Y_{jkl} - n_1 = z_1 \tag{5.3}$$

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{l=1}^{L} c_l * Y_{jkl} + n_2 = z_2 \tag{5.4}$$

$$d \geq \frac{n_1}{z_1^- - z_1^+} \tag{5.5}$$

$$d \geq \frac{n_2}{z_2^+ - z_2^-} \tag{5.6}$$

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} Y_{jkl} \leq 1 \qquad \forall l \tag{5.7}$$

$$\sum_{l=1}^{L} Y_{jkl} \leq a_j * b_{jk} \qquad \forall j,k \qquad (5.8)$$

$$a_j \leq \sum_{i=1}^{I} X_{ij} \qquad \forall j \qquad (5.9)$$

$$a_j \geq \frac{\sum_{i=1}^{I} X_{ij}}{M} \qquad \forall j \qquad (5.10)$$

$$\sum_{l=1}^{L} Y_{jkl} \geq a_j \qquad \forall j,k \qquad (5.11)$$

$$S'_{ijk} \geq s_{ijk} * \left(1 - yd'_{jk}\right) \qquad \forall ijk \qquad (5.12)$$

$$yd'_{jk} \geq yd_{lk} * Y_{jkl} \qquad \forall jkl \qquad (5.13)$$

$$yd_{UL} \geq yd_{lk} * Y_{jkl} \qquad \forall jkl \qquad (5.14)$$

$$yd'_{lk} \leq yd_{UL} \qquad \forall kl \qquad (5.15)$$

$$\sum_{i=1}^{\text{İ}} \sum_{k=1}^{K} s_{ijk} + p_{ijk} * X_{ij} \leq d_j \qquad \forall j \qquad (5.16)$$

$$\sum_{j=1}^{J} X_{ij} = 1 \qquad \forall i \qquad (5.17)$$

Modelde birden çok amaç fonksiyonu olduğu için (birinci amacımız maliyet en küçüklemesi, ikinci amacımız ise yetenek en iyilemesi) farklı iki amacın sapmasının en küçüklenmesini hedefleyen bir matematiksel model (5.2) geliştirilmiştir.

Kısıt (5.3) birinci amaçtan sapma değerinin (n_1) olduğu durumda maliyet en küçüklemesi ile ilgili uzlaşık programlama kısıtını göstermektedir.

Kısıt (5.4) ikinci amaçtan sapma değerinin (n_2) olduğu durumda yetenek en iyilemesi ile ilgili uzlaşık programlama kısıtını göstermektedir.

Kısıt (5.5) maliyet en küçükleme amacından sapmayı (z_1) göstermektedir.

Kısıt (5.6) yetenek en iyilemesi amacından sapmayı (z_2) göstermektedir.

Kısıt (5.7) her personelin bir hattın sadece bir istasyonuna atanmasını göstermektedir.

Kısıt (5.8) hattın açılma durumu göz önüne alınarak açılan hattın istasyonlarına atanacak maksimum personel sayısını göstermektedir.

Kısıt (5.9) ve Kısıt (5.10) açılan hatta tek ürün atanmasını sağlayan kontrol kısıtlardır.

Kısıt (5.9) açılma durumunun toplam atanan ürün-hat durumundan küçük olmasını, kısıt (5.10) hattın açılma durumunun toplam atanan ürün-hat durumunun büyük bir sayıya bölümünden daha büyük olması durumu ile hatta sadece bir ürünün atanmasını sağlayan kısıtlardır.

Kısıt (5.11) açılan hatta en az bir personel atanmasını sağlamaktadır.

Kısıt (5.12) yetenek düzeyinin dâhil edildiği hazırlık zamanı hesaplanmasını göstermektedir.

Kısıt (5.13), Kısıt (5.14) ve Kısıt (5.15) hat bazında istasyonlara atanacak personelin arasından en iyi yetenek düzeyinin hesaplanmasını göstermektedir.

Kısıt (5.16) tüm istasyonlardaki işlem zamanları toplamının operasyon zamanından (teslim zamanı) küçük olması gerektiğini göstermektedir.

Kısıt (5.17) her ürünün sadece bir hatta atanmasını sağlamaktadır.

5.6. Matematiksel Model

Bu bölümde daha önceki bölümlerde personel ile ilgili elde edilen değerlere ek olarak işletmeden alınan tamamlanma zamanı, hat-istasyon hazırlık ve işlem zamanı bilgileri verilmiştir. Her iki hat için tamamlanma zamanı 75 dakika olarak verilmiştir. Hat-istasyon bazında hazırlık ve işlem zamanı bilgileri çizelge 5.16'da verilmiştir.

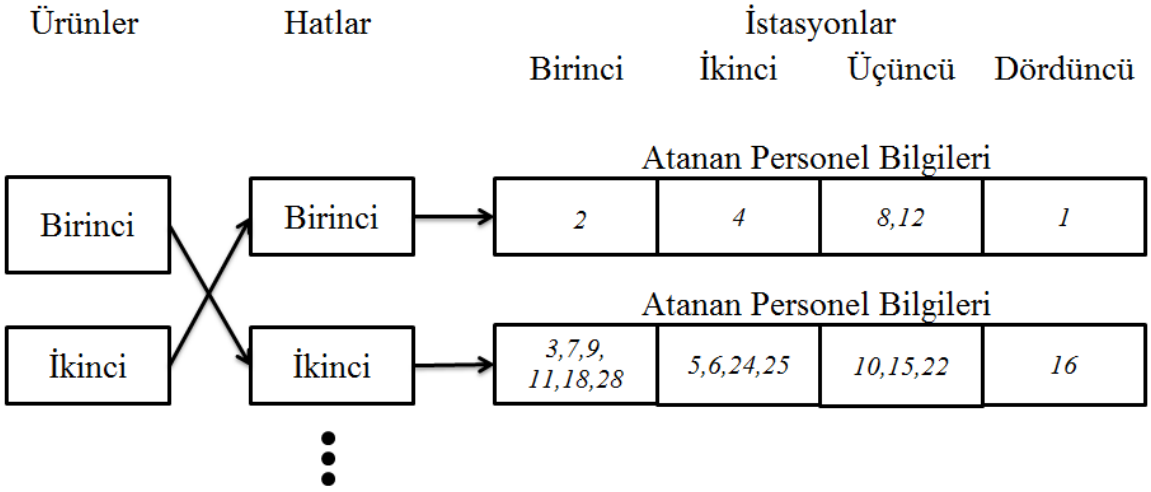
Çizelge 5.16. Hat ve istasyon hazırlık ve işlem zamanları (dk.)

		İstasyonlar (k)							
Ürün (i)	Hat (j)	1		2		3		4	
		S_{ijk}	P_{ijk}	S_{ijk}	P_{ijk}	S_{ijk}	P_{ijk}	S_{ijk}	P_{ijk}
1	1	2,40	6,00	2,00	9,80	1,80	9,00	1,00	3,00
	2	2,10	6,30	2,00	9,40	1,60	8,80	0,80	3,10
2	1	2,20	6,50	2,10	9,40	2,00	9,10	0,90	3,20
	2	2,60	6,20	2,00	9,40	1,90	9,20	1,00	2,90

Matematiksel modelin çözümü GAMS programının 23.3.3 sürümü kullanılarak yapılmıştır. Matematiksel modelde maliyeti en küçüklerken personelin yetenek düzeyi ve istasyon bazında yetenek düzeylerini beraber dikkate alarak personelin yetenek düzeyini en iyilemeyi sağlamak amaçlanmıştır. Matematiksel modelin amaca uygun olarak verilen parametreler ve kısıtlar ile çözümüyle 19 personel istasyonlara atanmıştır. Çizelge 5. 17 ve Şekil 5.2'de personel atama sonuçları ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 5.17. Hat ve istasyonlara atanabilecek maksimum personel sayısı ve hat-istasyonlara atanan personel bilgileri

	Hat *(j)*			
İstasyonlar *(k)*	1		2	
	Atanabilecek Maksimum Personel Sayısı	Atanan Personel Bilgisi	Atanabilecek Maksimum Personel Sayısı	Atanan Personel Bilgisi
1	6	2	6	3,7,9,11,18,28
2	5	4	5	5,6,24,25
3	3	8,12	3	10,15,22
4	2	1	2	16

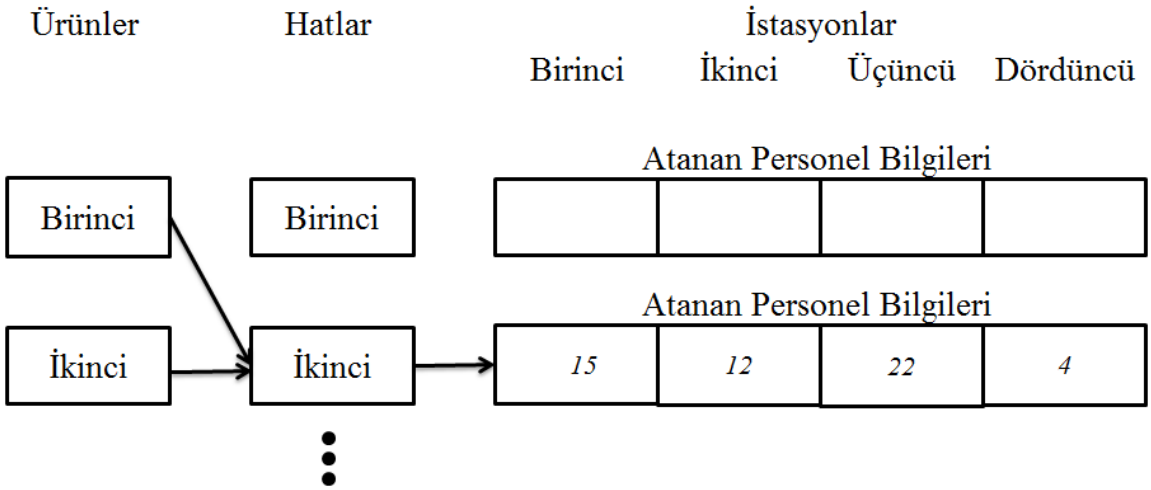


Şekil 5.2. Hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri

Matematiksel modelin sahip olduğu iki farklı amacın çözümü için sapma değerleri üzerinden uzlaştırma amaçlanmıştır. Model çözüme ulaşmak için öncelikle her iki amacın en küçükleme ve en büyükleme değerlerini bulacak şekilde çalıştırılmıştır. Daha sonra elde ettiği değerler üzerinden modelin istemiş olduğu maliyet en küçüklemesi ve yetenek en büyüklemesi sonuçlarını uzlaştıracak şekilde tekrar çalıştırılmıştır.

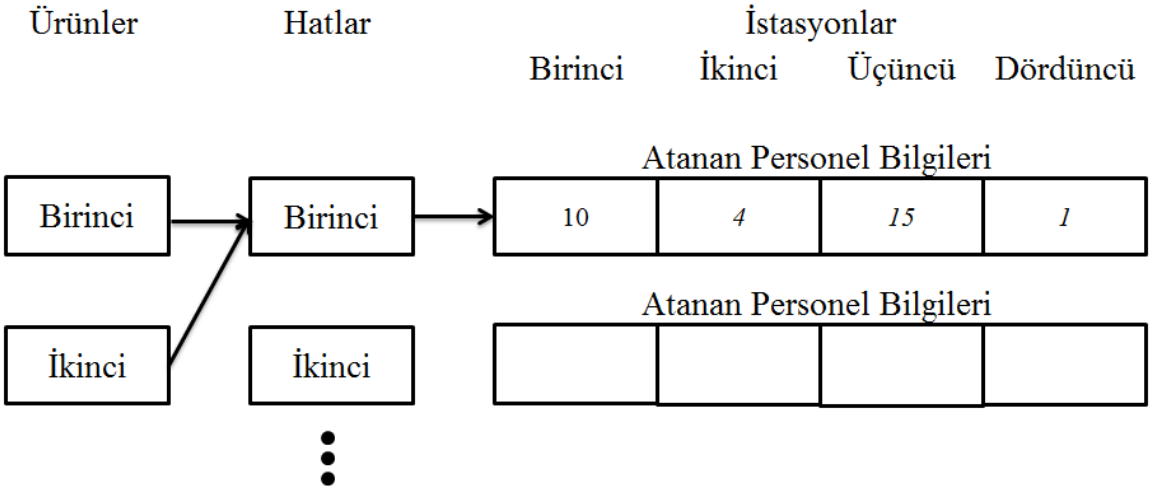
Modelin bulunan amaçlarından sapmaları 0,4681; maliyet amacı için 44 ve yetenek düzeyi için 0,402 olarak elde edilmiştir. Modelde kullanılan maliyet değerleri normalizasyon sürecine dâhil olmadan tamsayı olarak alınmıştır. Maliyet değeri için normalizasyon süreci uygulandığında sapmanın 0,4076 olduğu görülmüştür. Elde edilen bütün sapma değerleri $0 \leq d \leq 1$ aralığını sağladığı için sonuçların uygun olduğu belirlenmiştir. Modelin her çözüm ile elde etmiş olduğu sonuçları sırasıyla Şekil 5.3- 5.6'da ayrıntılı olarak verilmiştir.

Modelin sadece maliyet en küçüklemesi ele aldığı durumda ikinci ürün için ikinci hattı üretime açıyor ve her istasyona bir personel atıyor. Modelin bu durumda elde ettiği sonuç 8 birim ve 15,12,22 ve 4. personel hatta atanıyor (Şekil 5.3).



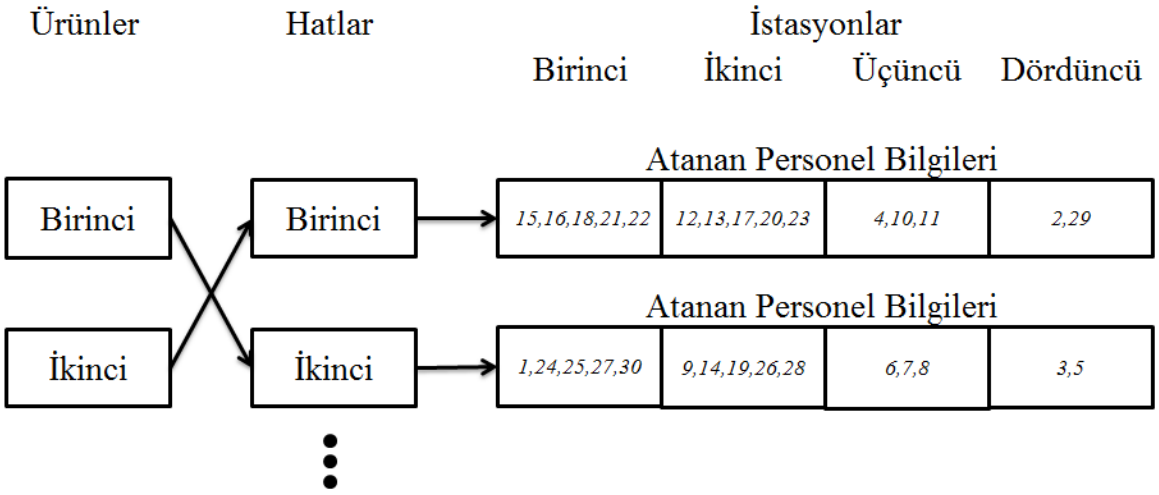
Şekil 5.3. Modelin maliyet en küçüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri

Modelin sadece yetenek düzeyini en küçüklemeyi ele aldığı durumda ise birinci ürün için birinci hattı üretime açıyor ve her istasyona bir personel atıyor. Modelin bu durumda elde ettiği sonuç 0,105 birim ve 10,4,15 ve 1. personel hatta atanıyor (Şekil 5.4).



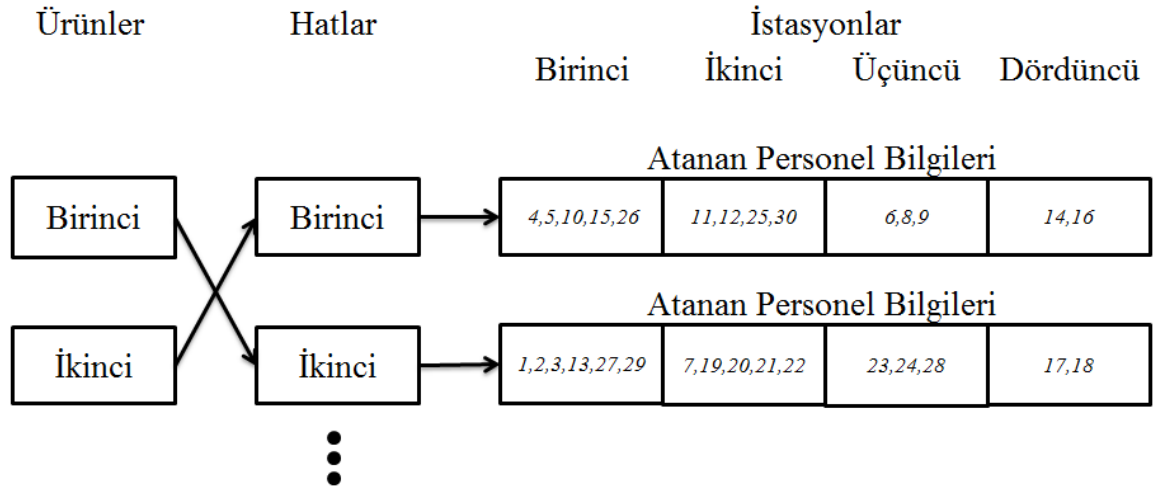
Şekil 5.4. Modelin yetenek en küçüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri

Model maliyet en büyüklemesi için çalıştırıldığında bütün personel ilgili hatlara atanmıştır (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Modelin maliyet en büyüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri

Model yetenek en büyüklemesi için çalıştırıldığında bütün personel ilgili hatlara atanmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Modelin yetenek en büyüklemesi amacıyla çalıştırıldığında hat ve istasyonlara atanan personel bilgileri

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Her geçen gün işletmeler üzerinde baskısını artıran, değişime ve gelişime zorlayan rekabet kavramı literatürde sıklıkla kullanılan ama anlamı ve tanımlanması üzerinde söz birliğine varılamayan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüz işletmelerinde devamlılığın sağlanmasında kilit rol oynayan rekabet, aynı zamanda kendini oluşturan girdi ve çıktıların sürekliliğini ve gelişimini de sağlamaktadır.

Yapılan araştırmalar ve gözlemler sonucunda her hangi bir alan ve/veya durum için süreklilik ve gelişimin sağlanması için kullanılacak en önemli etkenlerden birinin insan kaynağı olduğu görülmüştür. Doğası gereği düşüncelerini değişim ve gelişim için kullanan insan kaynağı aynı zamanda kendisine yapılacak her türlü yatırımı kısa zamanda içselleştirip, gerekli şekilde kullanma özelliği ve yeteneğine sahiptir.

İşletmelerin günümüz iş dünyasında kendilerine yer bulmalarını ve devamlılıklarını sağlamada kullanacakları birçok etkenin yanı sıra insan kaynağına yaptığı yatırımlarda önemli rol oynamaktadır. Çünkü küreselleşen dünya temelinde hızla yayılan bilgi ve teknolojiye herkesin ulaşabilecek hale gelmesi rekabeti ve dolayısıyla rekabeti oluşturacak etkenleri hızla kavrayacak ve kullanıma sokacak yegâne etkenin insan olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca değişim ve gelişimin sürekli olduğu günümüz iş dünyasında etkin, verimli ve tanınan bir işletme olmanın kaynağının “insan” olduğu gerçeği artık herkes tarafından kabul görmektedir.

İnsan faktörünün literatürdeki kullanım alanlarına bakıldığında yeni bir kavram olarak Yetenek Yönetimi karşımıza çıkmaktadır. Kavramsal olarak karşımıza çıkan yetenek yönetimi doğru zamanda doğru kişinin doğru yerde olmasını sağlamak olarak ifade edilebilir. Özellikle kurumsal işletmelerde daha fazla kullanılan bir yönetim anlayışı olarak görünse de, sahip olduğu temel uygulama prensipleri ile her ölçekteki işletmede uygulanabilir bir yapıya sahiptir. Burada dikkat edilmesi gereken yegâne durum her işletmenin farklı ihtiyaç, beklentileri ve hedefleri olmasından dolayı her işletme için ayrı tasarlanma gerekliliğidir. Çünkü personelin doğru zaman ve yerde olmasını sağlamak kadar yapacağı işi güvenli ve fayda sağlayacak şekilde tamamlaması da önem arz etmektedir.

Personeli doğru yerde ve doğru şekilde kullanmak için işletmenin ihtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda iyi tasarlanmış bir değerlendirme sürecine sahip olması gerekmektedir. Bu değerlendirme şeklinin bir yönetim şekli kullanılarak hayata geçirilmesi söz konusu işletme için büyük kazanımların yolunu açacaktır. Günümüzde önemini giderek artıran yetenek yönetimi, işletmeler için söz konusu kazanımları rahatça elde edebilecekleri ve bünyelerine kolaylıkla adapte edebilecekleri bir yönetim şeklidir.

Bu tez kapsamında, yetenek yönetimi temelli olarak düz montaj hatlarında üretim taleplerini karşılamak üzere gerekli personel atama problemine yeni bir çözüm anlayışı getirecek bulanık uzlaşık programlama modeli sunulmaktadır. Literatürdeki personel atama problemlerinde genellikle yeteneklerin dikkate alınmadığı ya da tek amaç olarak kullanıldığı personel atamaları gerçekleştirilmektedir. Literatürde yer alan bu eksikliğin giderilmesi adına çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak her bir personelin yetenek düzeyi ve atamasının yapılacağı hat üzerinde bulunan istasyon bazındaki yetenek düzeyinin birlikte değerlendirilerek sisteme alındığı ve maliyet amacının eklendiği bir personel atama problemi üzerinde çalışılmıştır.

Çalışmada, bulanık AHP, bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin yetenek yönetimi temelinde nasıl kullanılacağı, değerlendirme sonucunda elde edilen ağırlıkların matematiksel modele nasıl taşınacağı ve modelin çözümünün nasıl yapılacağı aşama aşama gösterilmiştir. Bu bağlamda öncelikle bulanık Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi kullanılarak personelin atamasının yapılacağı istasyonların ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıkların elde edilmesinden sonra her bir personelin istasyon bazında yetenek düzeyleri belirlenmiş ve sonuçları matematiksel model için bir parametre haline dönüştürülmüştür. İstasyonların ağırlığı ve her bir personel için elde edilen değerlerin çarpımı sonucu elde edilen değerler ise normalize edilerek personelin sıralanması aşamasında kullanılacak hale getirilmiştir. Daha sonra bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılarak personelin genel yetenek düzeyleri değerlendirilmiş ve sonuçları matematiksel model için parametre haline dönüştürülmüştür. Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yönteminin beraber kullanılması sayesinde personelin değerlendirilmesinde hem kriterlerin birbirileri ile olan bağımlılığı dikkate alınmış hem de personel temelinde yetenek düzeylerini belirleyecek ağırlıklar elde edilmiştir.

Matematiksel modelde maliyet bölümünü oluşturacak personel saatlik ücret durumunun çözümü için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin beraber değerlendirilerek personelin sıralandığı ve yetenek seviyesine göre ücretlendirilmenin yapıldığı bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme sonuçları matematiksel model için parametre haline dönüştürülmüştür.

Çalışmanın son bölümünde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak elde edilen bu ağırlıklar ile beraber karar vericinin belirlediği diğer kısıtların da kullanıldığı bir matematiksel model geliştirilerek personel ataması yapılmıştır. Oluşturulan matematiksel model yardımıyla personel yetenek düzeyinin en iyilenmesi ile beraber bu en iyilemenin oluşturacağı maliyet kalemini en küçükleyecek şekilde maliyet en küçüklemesi amacı ele alınmıştır. Birbiri ile çelişecek iki ayrı amaç fonksiyonuna sahip olmak problemi daha zor, karmaşık bir hale getirmiş ve diğer çalışmalardan farklı olmasını sağlamıştır. Diğer bir fark ise personelin yetenek düzeyi ve atamasının yapılacağı hat üzerinde bulunan istasyon bazındaki yetenek düzeyi olarak iki ayrı yetenek seviyesi kullanılmasıdır. Önerilen modeli literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran en temel fark ise istasyon bazında yetenek düzeyinin dikkate alınmasıdır. Model çözümüyle elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise kullanılan yöntemler ve dikkate alınan kısıtlar ile modelin anlamlı ve uygulanabilir sonuçlar verdiği görülmüştür.

Tez kapsamında önerilen yöntemler, her sektörde uygulanabilecek yöntemler olup, uygulamada dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar, hedefin ve kriterlerin uzman kişiler tarafından belirlenmesi ve tutarlı matrislerle çalışılmasıdır. Matematiksel model adımında ise işletmenin belirlediği kısıtlar temelinde sapmaların göz önüne alınmasıdır. Böylelikle kısıtlar temelinde mevcut sapmalar dikkate alınarak karar verici tarafından işletme için en iyi karar verilebilir.

Geliştirilen model NP-hard bir model olmakla beraber küçük boyutlu problemleri çözebilmekte fakat büyük boyutlu problemler için bu yöntem ile çözüme ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle daha büyük boyutlu olarak tasarlanacak çalışmalarda etkili bir sezgisel yöntem geliştirilebilir. Ayrıca bu çalışmanın devamı olarak, üretim hatlarının özdeş olmaktan çıkarılması, birden çok ürünün üretilebilmesi, talep kısıtının eklenmesi, hat dengelenmesi ve amaç sayısının artırılması gibi yaklaşımlar geliştirilebilir.

Geliştirilen model de kullanılan yöntemlerin farklılaştırılması da geleceğe yönelik çalışmalar arasına girebilir. Personelin değerlendirilmesi aşamasında ana kriterler haricinde alt kriterlerin dikkate alındığı bir süreç kullanılarak daha karmaşık bir yapı elde edilebilir ve bulanık ANP metodu ile çözüm geliştirilebilir. Bununla birlikte personel yetenek düzeyinin belirlenmesi için PROMETHEE ve ELECTRE metotları da kullanılabilir. Hat dengelenmesi problemin içeriğine eklenebileceği gibi, hat dengeleme problemlerine yetenek yönetimi kavramı da entegre edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Aksakal, E. (2009). *Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yönteminin Personel Seçim Problemine Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,

2. Doğan, S. ve Demiral, Ö. (2008). İnsan kaynakları yönetiminde çalışanların kendilerine doğru yolculuk yöntemi: yetenek yönetimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 145–166.

3. Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2015). Yetenek yönetimi temelli personel atama modeli ve çözüm önerisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 249–262.

4. Çırpan, H. ve Şen, A. (2009). İşletmelerde yenilikçiliği geliştirmede etkili bir araç: yetenek yönetimi, *Çerçeve Dergisi*, 52(16), 110-116.

5. Ariss, A. A., Cascio, W. F. and Paauwe J. (2014). Talent management: current theories and future research directions. *Journal of World Business*, 49(2), 173–179.

6. Dries, N. (2013). The psychology of talent management: a review and research agenda. *Human Resource Management Review*, 23(4), 272–285.

7. Collings, D.G. and Mellahi, K. (2009). Strategic talent management: a review and research agenda. *Human Resource Management Review*, 19(4), 304–313.

8. Lewis, R. E. and Heckman, R. J. (2006). Talent management: a critical review. *Human Resource Management Review*, 16(2), 139–154.

9. Burkard, R., Dell'Amico, M. and Martello, S. (2009). *Assignment Problems* (First edition). Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 172.

10. Erciyes, E. ve Gencer, C. (2005). İl jandarma komutanlıklarında jandarma astsubayların atanması için karar destek sistemi. *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 4(2), 139-160.

11. Odior, A. O., Charles-Owaba, O. E. and Oyawale, F. A. (2010). Determining feasible solutions of a multicriteria assignment problem. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, 14(1), 35–38.

12. Fisher, M. L., Jaikumar, R. and Van Wassenhove, L. N. (1986). A multiplier adjustment method for the generalized assignment problem. *Management Science*, 32(9), 1095-1103.

13. İlkuçar, M. (2012). *Personel atama probleminin genetik algoritma ile optimizasyonu: Hekim atama probleminde bir uygulama*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 5-8.

14. Pentico, D.W. (2007). Assignment problems: a golden anniversary survey. *European Journal of Operational Research*, 176(2), 774–793.

15. Thorndike, R. L. (1950). The problem of classification of personnel. *Psychometrika*, 15(3), 215-235.

16. Votaw, D.F. and Orden, Jr. A. (1952). The personnel assignment problem. *In symposium on linear Inequalities and Programming SCOOP 10*, 155-163.

17. Dantzig, D. (1954). Scheduling of toll collectors. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2(3), 339-341.

18. Özçelik, S. (2011). *Çok Yönlü Personellerin Değerlendirilmesi ve Üretim Hattı Personel Atama Problemi için Bir Optimizasyon Modeli,* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 7-8.

19. Foulds, L.R. and Wilson, J.M. (1999). On an assignment problem with side constraints. *Computers & Industrial Engineering*, 37(4), 847–858

20. Ping, J., Lee, W.B. and Li, H. (1997). A new algorithm for the assignment problem: an alternative to the hungarian method. *Computers & Operation Research*, 24(11), 1017-1023.

21. Ernst, A.T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M. and Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: a review of applications, methods and models. *European Journal of Operational Research*, 153(1), 3–27.

22. Güngör, İ. (2005). *İşgücü Maliyetlerinin Minimizasyonu, Vardiya Planlaması, Modeller, Algoritmalar ve Uygulamalar* (Birinci Baskı). Türkiye: Asil Yayın Dağıtım, 25-27.

23. Çetin, E. İ., Kuruüzüm, A. ve Irmak S. (2008). Ekip çizelgeleme probleminin küme bölme modeli ile çözümü. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi,* 3(4), 47-54.

24. Mensch, G. (1973). On the personnel assignment problem. *Omega,* 1(3), 353-357.

25. Trippi, R.R., Ash, A.W. and Ravenis II, J.V. (1974). A mathematical approach to large scale personnel assignment. *Computers and Operations Research*, 1(1), 111-117.

26. Eichhorn, S. (1974). Planning of personnel assignment in the hospital. I. Personnel requirement and design of the duty schedule. *Krankenhaus Umschau*, 43(10), 853-863.

27. Kacprzyk, J. (1975). Application of fuzzy sets theory optimal personnel assignment. *Archiwum Automatyki i Telemechaniki,* 20(2), 247-260.

28. Pollatscheck, M.A. (1976). Personnel assignment by multiobjective programming *Zeitschrift für Operations Research*, 20(5), 161-170.

29. Ross, G.T. and Zoltners, A. (1979). A weighted assignment models and their application. *Management Science*, 2 (7), 683-696.

30. Collart, D. and Haurie, A. (1980). On the control of care supply and demand in a urology department. *European Journal of Operational Research*, 4 (3), 160-172.

31. Ramanan, P., Deogun, J.S. and Liu, C.L. (1984). A personnel assignment problem. *Journal of Algorithms*, 5(1), 132-144.

32. Klingman, D. and Phillips, N. V. (1984). Topological and computational aspects of preemptive multicriteria military personnel assignment problems. *Management Science*, 30(11), 1362-1375.

33. McBride, R.D. (1985). Solving embedded generalized network problems. *European Journal of Operational Research*, 21(1), 82-92.

34. Pape, U. (1985) Personnel Assignment in Organizations with Multiple Employee Shifts Demonstrated by the Crane Operator Disposition in the Steel Industry. *Applied Informatics*, 27(5), 215-218.

35. Liang, T.T. and Buclatin, B.B. (1988). Improving the utilization of training resources through optimal personnel assignment in the U.S. Navy. *European Journal of Operational Research*, 33(2), 183-190.

36. Bühner, R. and Kleinschmidt, P. (1988). Reflections on the architecture of a decision support system for personnel assignment scheduling in production cell technology. *Decision Support Systems*, 4(4), 473-480.

37. Constantopoulos, P. (1989). Decision support for massive personnel assignment. *Decision Support Systems*, 5(4), 355-363.

38. Ishimoto, K., Ishimitsu, T., Koshiro, A. and Hirose, S. (1990). Computer simulation of optimum personnel assignment in hospital pharmacy using a work-sampling method. *Medical Informatics*, 15(4), 343-354.

39. Feiring, B.R. (1993). Model generation approach to the personnel assignment problem. *Journal of the Operational Research Society*, 44(5), 503-512.

40. Blanco, T. A. and Hillery, R. C. (1994). Sea story: implementing the navy's personnel assignment system. *Operations Research,* 42(5), 814-822.

41. Toroslu, I.H. (2003). Personnel assignment problem with hierarchical ordering constraints. *Computers and Industrial Engineering*, 45(3), 493-510.

42. Zülch, G., Rottinger, S. and Vollstedt, T. (2004). A simulation approach for planning and re-assigning of personnel in manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 90(2), 265-277.

43. Ling, J. and Xie, R. (2004). Satisfaction-matrix search method for solving the stable personnel assignment problem. *Journal of Information and Computational Science*, 1(1), pp. 75-80.

44. Holness, K.S., Drury, C.G. and Batta, R. (2006). A systems view of personnel assignment problems. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 16(3), 285-307.

45. Toroslu, I.H. and Arslanoglu, Y. (2007). Genetic algorithm for the personnel assignment problem with multiple objectives. *Information Sciences*, 177(3),787-803.

46. Aydin, Ö. (2008). FMCDM for personnel assignment in turkish armed forces. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 25(1), 75-87.

47. Korkmaz, I., Gökçen, H. and Çetinyokuş, T. (2008). An analytic hierarchy process and two-sided matching based decision support system for military personnel assignment. *Information Sciences*, 178(14), 2915-2927.

48. Huang, D.K., Chiu, H.N., Yeh, R.H. and Chang, J.H. (2009). A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem. *Computers and Industrial Engineering*, 56(1), 1-10.

49. Otero, L.D., Centeno, G., Ruiz-Torres, A.J. and Otero, C.E. (2009). A systematic approach for resource allocation in software projects. *Computers and Industrial Engineering*, 56(4), 1333-1339.

50. Ash, R. (2009) An examination of engineering personnel assignment policies in the multi-project, capacity constrained situation. *Engineering Management Journal*, 21(4), 58-70.

51. Cao, L., Wang, B. and Liu, F. (2010). Measurement of worker differences and optimization of personnel assignment for assembly production. *Key Engineering Materials*, 439(440), 1469-1474.

52. Otero, L.D., Otero, C.E. and Centeno, G. (2010). A multi-objective model for resource assignments in software engineering. *Proceedings of the 2010 International Conference on Artificial Intelligence*, 1, 50-56.

53. Lin, S.Y., Horng, S.J., Kao, T.W., Huang, D.K., Fahn, C.S., Lai, J.L., Chen, R.J. and Kuo, I.H. (2010). An efficient bi-objective personnel assignment algorithm based on a hybrid particle swarm optimization model. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7825-7830.

54. Mayrhofer, W., März, L. and Sihn, W. (2011). Planning assistance for pearl chain forecasts and personnel assignment planning of sequenced assembly lines, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(1), 481-484.

55. Liu, G., Wu, S. and Zhang, Y. (2011). New prediction algorithm for English class personnel assignment problem. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 104, 95-98.

56. Bai, X., Gopal, R., Nunez, M. and Zhdanov, D. (2012). On the prevention of fraud and privacy exposure in process information flow. *INFORMS Journal on Computing*, 24(3), 416-432.

57. Lin, S.Y., Horng, S.J., Kao, T.W., Fahn, C.S., Huang, D.K., Run, R.S., Wang, Y.R. and Kuo, I.H. (2012). Solving the bi-objective personnel assignment problem using particle swarm optimization. *Applied Soft Computing Journal*, 12(9), 2840-2845.

58. Arslanoglu, Y. ve Toroslu, I.H. (2012). Adaptation and fine-tuning of the weighted sum method on personnel assignment problem with hierarchical ordering and team constraints. *Computer and Information Sciences II*, pp. 571-576.

59. Otero, L.D., Centeno, G., Otero, C.E. and Ruiz-Torres, A.J. (2012). A fuzzy goal programming model for skill-based personnel assignments. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 2(4), 313-337.

60. Kong, X., Yamamoto, H., Sun, J. and Matsui, M. (2013). Optimal assignment with two or three special workers in a reset limited-cycle problem with multiple periods. *Journal of Japan Industrial Management Association*, 64(2), 157-168.

61. Niknafs, A., Denzinger, J. and Ruhe, G. (2013). A systematic literature review of the personnel assignment problem. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2203(1), 1121-1128.

62. Mayrhofer, W., März, L. and Sihn, W. (2013). Simulation-based optimization of personnel assignment planning in sequenced commercial vehicle assembly: a software tool for iterative improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, 32(3), 423-428.

63. De-Los-Santos, A., Laporte, G., Mesa, J.A. and Perea, F. (2014). Simultaneous frequency and capacity setting for rapid transit systems with a competing mode and capacity constraints. *OpenAccess Series in Informatics*, 42, 107-121.

64. Jackson, S. E. and Schuler, R. S. (1990). Human resource planning: Challenges for industrial/organizational psychologists. *American Psychologist*, 45(2), 223−239.

65. Jantan, H., Hamdan, A.R. and Othman, Z.A. (2009). Knowledge discovery techniques for talent forecasting in human resource application. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 38, 803–811.

66. Çelik, M. ve Zaim, A.H. (2011). Yetenek yönetimi yaklaşımı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(20), 33-38.

67. Uysal, G. (2010). COSO İç kontrol sistemi'nde insan kaynakları yönetimi: bütünleşik çerçeve. Muhasebe ve Finansman Öğretim Üyeleri Derneği Dergisi, 48, 125-129.

68. Yavan, Ö. (2012). Hüner Yönetimi. *Kamu-İş İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 12(2), 75-100.

69. The CEO's role in talent management-how top executives from ten countries are nurturing the leaders of tomorrow economist intelligence unit. (2006). *The Economist*, 1-40.

70. Heinen, J. S. and O'Neill, C. (2004). Managing talent to maximize performance. *Employment Relations Today*, 31(2), 67-82.

71. Powell, M. (2014). The snakes and ladders of National Health Service management in England. *The International Journal of Health Planning and Management*, 29(3), 260–279.

72. Claussena, J., Grohsjean, T., Lugerc, J. and Probstd, G. (2014). Talent management and career development: what it takes to get promoted. *Journal of World Business*, 49(2), 236–244.

73. Sridhar, K. (2013). Employment branding at Google: a challenge to attract and/or build talent. *International Journal of Sustainable Society*, 5(4), 350-356.

74. Karatop, B., Kubat, C. and Uygun, Ö. (2015). Talent management in manufacturing system using fuzzy logic approach. *Computers & Industrial Engineering*. 86, 127–136.

75. Nijs, S., Gallardo-Gallardo, E., Dries, N. and ve Sels, L. (2014). A multidisciplinary review into the definition, operationalization, and measurement of talent. *Journal of World Business*, 49(2), 180–191.

76. Fishman, C. (1998). *The war for talent*. (First Edition) New York: Fast Company, 2-5.

77. Gardner, T. M. (2002). In the trenches at the talent wars: competitive interactions for scarce human resources", *Human Resource Management*, 41(2),225–237.

78. Mucha, R. T. (2004). The art and science of talent management. *Organization Development Journal*, 22(4), 96-100.

79. Altuntuğ N. (2009). Rekabet Üstünlüğünün Sürdürülmesinde Yeteneklerin Rolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 445-460.

80. Cappelli, P. (2008). Talent Management for the Twenty-First Century. *Harvard Business Review*, 86(3), 74-81.

81. Uren, L. (2007). From talent compliance to talent commitment: Moving beyond the hype of talent management to realizing the benefits. *Strategic HR Review*, 6(3), 32-35.

82. Altman, W. (2008). Tuning in to the talent. *Engineering and Technology*, 3(4), 74-77.

83. Oosthuizen, P. and Nienaber, H. (2010). The status of talent management in the South African consulting civil engineering industry in 2008: A survey. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 52(2), 41-47.

84. Leisy, B. and Pyron, D. (2009). Talent Management Takes On New Urgency. *Journal of Compensation & Benefits Review*, 41(4), 58-63.

85. Phillips, D. R. and Roper, K. O. (2009). A framework for talent management in real estate. *Journal of Corporate Real Estate*, 11(1), 7 – 16.

86. Kirkland, S. (2009). Creating a common language for building a successful talent management program: paving the path for succession, and success, within your organization. *Journal of blood services management*, 49(7), 1498-1501.

87. Davies, B. and Davies, B. J. (2010). Talent management in academies. *International Journal of Educational Management*, 24(5), 418 – 426.

88. Horváthová, P. and Davidová, M. (2011). Application of talent management with the use of Information and communications technology in the Czech Republic and other developing, emerging and transitions economies. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 80, 458-465.

89. Horváthová, P. and Durdová, I. (2011). Talent management and its use in the field of human resources management in the organization of the Czech Republic. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 77, 809-823.

90. Barkhuizen, N., Roodt, E. and Schutte, N. (2014). Talent management of academics: Balancing job demands and job resources. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20), 2033-2038.

91. Baqutayan, S.M.S. (2014). Is talent management important? An overview of talent management and the way to optimize employee performance. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(23), 2290-2295.

92. Kim, Y., Williams, R., Rothwell, W.J. and Penaloza, P. (2014). A strategic model for technical talent management: A model based on a qualitative case study. *Performance Improvement Quarterly*, 26(4), 93-121.

93. Vivas-López, S. (2014). Talent management and teamwork interaction: Evidence in large Spanish companies. *International Journal of Business*, 19(1), 30-43.

94. Salih, A.A. and Alnaji, L. (2014). The impact of talent management in enhancing organizational reputation: An empirical study on the Jordanian Telecommunications Companies. *Journal of Applied Business Research*, 30(2), 409-417.

95. Farndale, E., Pai, A., Sparrow, P. and Scullion, H. (2014). Balancing individual and organizational goals in global talent management: a mutual-benefits perspective. *Journal of World Business*, 49(2), 204-214.

96. Cerdin, J.-L. and Brewster, C. (2014). Talent management and expatriation: bridging two streams of research and practice. *Journal of World Business*, 49(2), 245-252.

97. Meyers, M.C. and Woerkom, M. v. (2014). The influence of underlying philosophies on talent management: theory, implications for practice, and research agenda. *Journal of World Business*, 49(2), 192-203.

98. Yasir, M., Majid, A. and Tabassum, N. (2014). Strategic significance of talent management for virtual organizations. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(9), 1878-1882.

99. Maya, M. and Krishnapriya, M. (2014). Employees' commitment and credibility towards job and organization in indian information technology companies. *International Journal of Applied Engineering Research*, 9(20),7847-7851.

100. Schiemann, W.A. (2014). From talent management to talent optimization. *Journal of World Business*, 49(2), 281-288.

101. Juhdi, N., Pawan, F. and Hansaram, R. (2015). Employers' experience in managing high potential employees in Malaysia. *Journal of Management Development*, 34(2), 187-201.

102. Olckers, C. and Plessis, D. Y. (2015). Psychological ownership as a requisite for talent retention: the voice of highly skilled employees. *European Journal of International Management*, 9 (1), pp. 52-73.

103. Furusawa, M. and Brewster, C. (2015). The bi-cultural option for global talent management: The Japanese/Brazilian Nikkeijin example. *Journal of World Business*, 50(1), 133-143.

104. Latukha, M. (2015). Talent management in Russian companies: domestic challenges and international experience. *International Journal of Human Resource Management*, 26(8), 1051-1075.

105. Festing, M., Kornau, A. and Schäfer, L. (2015). Think talent – think male? A comparative case study analysis of gender inclusion in talent management practices in the German media industry. *International Journal of Human Resource Management*, 26(6), 707–732.

106. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.

107. Chan, L. K., Kao, H. P. and Wu, M. L. (1999). Rating the importance of customer needs in quality function deployment by fuzzy and entropy methods. *International Journal of Production Research*, 37(11), 2499–2518.

108. Lin, H.-F. (2010). An application of fuzzy AHP for evaluating course website quality, *Computers & Education*, 54(4), 877-888.

109. Kulak, O., Durmusoglu, B. and Kahraman, C. (2005). Fuzzy multi-attribute equipment selection based on information axiom. *Journal of Materials Processing Technology*, 169(3), 337–345.

110. Kahraman, C., Ruan, D. and Doğan, I. (2003). Fuzzy group decision-making for facility location selection. *Information Sciences*, 157, 135–153.

111. Dağdeviren, M. and Yüksel, I. (2010). A fuzzy analytic network process (ANP) model for measurement of the sectoral competititon level (SCL). *Expert Systems with Applications.* 37(2), 1005–1014.

112. Dağdeviren, M., Yavuz, S. and Kılınç, N. (2009). Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8143–8151.

113. Chen, S. M. (1996). Evaluating weapon systems using fuzzy arithmetic operations. *Fuzzy Sets and Systems*, 77(3), 265–276.

114. Chen, C. T., Lin, C. T. and Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102(2), 289–301.

115. Cheng, C. H. and Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 174–186.

116. Önüt, S. and Soner, S. (2008). Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment, *Waste Management*, 28(9), 1552-1559.

117. Raj, P. A. and Kumar, D. N. (1999). Ranking alternatives with fuzzy weights using maximizing set and minimizing set. *Fuzzy Sets and Systems*, 105(3), 365–375.

118. Wang, T. C. and Chang, T. H. (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 33(4), 870–880.

119. Zimmerman, H.J. (1996). Fuzzy sets theory and its applications. Boston: Kluwer Academic Publishers,

120. Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9.

121. Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*, 8, 199–249.

122. Chang, Y.H. and Yeh, C.H. (2002). A survey analysis of service quality for domestic airlines. *European Journal of Operational Research*, 139(1),166–177.

123. Chang, Y.H., Chung, H.Y. and Wang, S.Y. (2007). A survey and optimization-based evaluation of development strategies for the air cargo industry. *International Journal of Production Economics*, 106(2), 550–562.

124. Kahraman, C., Beşkese, A. and Ruan, D. (2004). Measuring flexibility of computer integrated manufacturing systems using fuzzy cash flow analysis. *Information Sciences*, 168(1-4), 77–94.

125. Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill, 37-85.

126. Dağdeviren, M. (2007). Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4), 791-799.

127. Laarhoven, P.J.M.van. and Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3), 199-227.

128. Buckley, J.J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233-247.

129. Özfırat, P, M. (2014). Bulanık öncelendirme metodu ve hata türü ve etkileri analizini birleştiren yeni bir risk analizi yöntemi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(4), 755-768.

130. Kaa, G. v. D., Heck, E. V., Vries, H. J. d., Ende, J. v. D. and Rezaei J. (2014). Supporting decision making in technology standards battles based on a fuzzy analytic hierarchy process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 61(2), 336-348.

131. Jakiel, P. and Fabianowski, D. (2015). FAHP model used for assessment of highway RC bridge structural and technological arrangements. *Expert Systems with Applications*, 42(8), 4054–4061.

132. Budak, A. and Ustundag, A. (2015). Fuzzy decision making model for selection of real time location systems. *Applied Soft Computing*, 36, pp. 177-184.

133. Hsu, W.K.K., Huang, S.H.S. and Yeh, R.F.J. (2015). An assessment model of safety factors for product tankers in coastal shipping. *Safety Science*, 76, 74-81.

134. Pandey, P., Kumar, S. and Shrivastava, S. (2015). A fuzzy decision making approach for analogy detection in new product forecasting. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 28 (5), 2047-2057.

135. Csutora, R. and Buckley, J. J. (2001). Fuzzy hierarchical analysis: the lambda-max method. *Fuzzy Sets and Systems*, 120(2), 181–195.

136. Wu, H.Y., Tzeng, G.H. and Chen, Y.H. (2009). A fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on Balanced Scorecard. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 10135–10147.

137. Chen, M.F., Tzeng, G.H. and Ding, C.G.(2008). Combining fuzzy AHP with MDS in identifying the preference similarity of alternatives. *Applied Soft Computing*, 8(1), 110–117.

138. Hsieh, T.Y., Lu, S.T. and Tzeng, G.H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22(7), 573–584.

139. Fontela, E. and Gabus, A. (1974). DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique. *Battelle Geneva Research Institute*, 67-69.

140. Fontela, E. and Gabus, A. (1976). The DEMATEL observer: Battelle Institute. *Geneva Research Center*, 56–61.

141. Li, C.W. and Tzeng, G.H. (2009). Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 9891–9898.

142. Wang, C.H. and Chen, J.N. (2012). Using quality function deployment for collaborative product design and optimal selection of module mix. *Computers & Industrial Engineering*, 63(4), 1030-1037.

143. Dalalah, D., Hayajneh, M. and Batieha F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8384-8391.

144. Wu, W.W. and Lee, Y.T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32(2), 499-507.

145. Lin, C.J. and Wu, W.W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205-213.

146. Tseng, M.L. (2009). A causal and effect decision making model of service quality expectation using grey-fuzzy DEMATEL approach. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7738-7748.

147. Büyüközkan, G. and Çiftçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000-3011.

148. Chang, B., Chang, C.W. and Wu,C.H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850-1858.

149. Patil, S.K. and Kant, R. (2014). A hybrid approach based on fuzzy DEMATEL and FMCDM to predict success of knowledge management adoption in supply chain. *Applied Soft Computing*, 18, 126-135.

150. Samvedi, A. and Jain, V. (2013). A study on the interactions between supply chain risk management criteria using fuzzy DEMATEL method. *International Journal of Operational Research*, 18(3), 255-271.

151. Lu, M.T., Tzeng, G.H. and Tang, L.L. (2013). Environmental strategic orientations for improving green innovation performance in fuzzy environment - Using new fuzzy Hybrid MCDM model. *International Journal of Fuzzy Systems*, 15(3), 297-316.

152. Mentes, A., Akyildiz, H., Yetkin, M. and Turkoglu, N. (2015). A FSA based fuzzy DEMATEL approach for risk assessment of cargo ships at coasts and open seas of Turkey. *Safety Science*, 79, 1-10.

153. Uygun, Ö., Kahveci, T. C., Taşkin, H. and Piriştine, B. (2015). Readiness assessment model for institutionalization of SMEs using fuzzy hybrid MCDM techniques. *Computers and Industrial Engineering*, 88, 217-228.

154.Jeng, D.J.F. (2015). Generating a causal model of supply chain collaboration using the fuzzy DEMATEL technique. *Computers and Industrial Engineering*, 87, 283-295.

155.Ertugrul, I. and Karakasoglu, N. (2007). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702–715.

156.Wang, Y. M. and Elhag, T. M. S. (2006). Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 31(2), 309–319.

157.Yong, D. (2006). Plant location selection based on fuzzy TOPSIS. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 28(7),839-844.

158.Ecer, F. (2008). Grup kararı vermede yararlanılan farklı fuzzy topsis yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 229-241.

159.Ecer, F. (2006). Bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yardımcı bir yöntem: fuzzy topsis ve bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(2), 77-96.

160.Tavana, M., Keramatpour, M., Santos-Arteaga, F.J. and Ghorbaniane, E. (2015). A fuzzy hybrid project portfolio selection method using Data Envelopment Analysis, TOPSIS and Integer Programming. *Expert Systems with Applications*, 42 (22), 8432-8444.

161.Tu, J.C. and Chiu, P.L. (Article in Press). Fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS integrated multicriteria decision-making scheme employing Chinese environmental esthetics for facility layout design evaluation. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 1-13.

162.Chang, Y.H., Shao, P.C. and Chen, H.J. (2015) Performance evaluation of airport safety management systems in Taiwan. *Safety Science*, 75, 72-86.

163.Baykasoğlu, A., Gölcük, İ. and Akyol, D.E. (2015). A fuzzy multiple-attribute decision making model to evaluate new product pricing strategies. *Annals of Operations Research*, 1-38.

164.Sánchez-Lozano, J.M., García-Cascales, M.S. and Lamata, M.T. (2015). Evaluation of suitable locations for the installation of solar thermoelectric power plants. *Computers and Industrial Engineering*, 87, 343-355.

165.Özcan, E. C. (2013) *Elektrik Üretim Planlamasında Çok Amaçlı Optimizasyon Yaklaşımı: Türkiye Örneği*, Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,

166.Yu, P.L. (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management Science*, 19(8), 936 – 946.

167. Zeleny, M. (1973). *Compromise Programming. In Cochrane, J.L., Zeleny M. (Eds.) Multiple Criteria Decision Making*. Columbia: University of South Carolina Press, 262 – 301.

168. Zeleny, M. (1974). A concept of compromise solutions and the method of the displaced ideal. *Computers and Operations Research*, 1(3-4), 479 – 496.

169. Bilbao-Terol, A., Pérez-Gladish, B., Arenas-Parra., M. and Rodríguez-Uría, M.V. (2006). Fuzzy compromise programming for portfolio selection. *Applied Mathematics and Computation*, 173(1), 251-264.

170. Parra, M. A., Terol, A. B., Gladish, B. P. and Uría M.V. R. (2005). Solving a multiobjective possibilistic problem through compromise programming. *European Journal of Operational Research*, 164(3), 748-759.

171. Huang J.J, Tzeng G.H. and Ong, C.S. (2005). Motivation and Resource- Allocation For Strategic Alliance Through the De Novo Perspective. *Mathematical and Computer Modelling*, 41 (6-7), 711-721.

172. Yaralıoğlu, K. ve Umarusman, N. (2010). Çok amaçlı doğrusal programlamadan sistem tasarımına: DE NOVO. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(4), 61-74

173. Garcia-Bernabeu, A., Benito, A., Bravo, M. and Pla-Santamaria, D. (Article in Press). Photovoltaic power plants: a multicriteria approach to investment decisions and a case study in western Spain. *Annals of Operations Research*, 1-13.

174. Eyvindson, K. and Kangas, A. (2015). Using a compromise programming framework to integrating spatially specific preference information for forest management problems. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 22 (1-2), 3-15.

175. Jeang, A. (2015). Project management for uncertainty with multiple objectives optimisation of time, cost and reliability. *International Journal of Production Research*, 53 (5), 1503-1526.

176. Gebrezgabher, S.A., Meuwissen, M.P.M. and Lansink, A.G.J.M.O. (2014). A multiple criteria decision making approach to manure management systems in the Netherlands. *European Journal of Operational Research*, 232 (3), 643-653.

177. Gharis, L., Roise, J. and McCarter, J. (2014). A compromise programming model for developing the cost of including carbon pools and flux into forest management. *Annals of Operations Research*, 232(1), 115-133.

178. Sitarz, S. (2013). Compromise programming with Tchebycheff norm for discrete stochastic orders. *Annals of Operations Research*, 211 (1), 433-446.

179. Liu, J.J., Chen, Q.X., Mao, N. and Chen, X.D. (2013). Bi-objective dynamic control of batch processor with non-identical jobs in mould manufacturing. *International Journal of Production Research*, 51 (6), 1820-1835.

180. Zeleny, M.(1982). Multiple Criteria Decision Making, NewYork:McGraw-Hill

181. Li, R.J. (1999). Fuzzy method in group decision making. *Computers & Mathematics with Applications*, 38(1), 91–101.

182. Yang, T. and Hung, C. C. (2007). Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(1),126–137.

183. A. Costa., Cappadonna, F. A. and Fichera, S. (2013). A hybrid genetic algorithm for job sequencing and worker allocation in parallel unrelated machines with sequence-dependent setup times. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(9), 2799-2817.

184. McDonald, T., Ellis, K. P., Aken, E. M. V. and Koelling, C. P. (2009). Development and application of a worker assignment model to evaluate a lean manufacturing cell. *International Journal of Production Research*, 47(9), 2427-2447.

EKLER

EK-1. Personel 1- 4 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.1. Birinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,022
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,059

Çizelge 1.2. İkinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,043
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,074

Çizelge 1.3. Üçüncü personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,022
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,059

Çizelge 1.4. Dördüncü personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	0,015
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,075

EK-1. (devam) Personel 5- 8 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.5. Beşinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(2,3,4)	(1,1,1)	0,065
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,099

Çizelge 1.6. Altıncı personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	0,058
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,069

Çizelge 1.7. Yedinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,030
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,089

Çizelge 1.8. Sekizinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,046

EK-1. (devam) Personel 9- 12 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.9. Dokuzuncu personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	0,017
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,076

Çizelge 1.10. Onuncu personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,030
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,082

Çizelge 1.11. On birinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,016
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,068

Çizelge 1.12. On ikinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,064

EK-1. (devam) Personel 13- 16 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.13. On üçüncü personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,030
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,082

Çizelge 1.14. On dördüncü personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,053

Çizelge 1.15. On beşinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	0,015
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,075

Çizelge 1.16. On altıncı personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,007
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,046

EK-1. (devam) Personel 17- 20 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.17. On yedinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,043
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,091

Çizelge 1.18. On sekizinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,076

Çizelge 1.19. On dokuzuncu personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	0,044
C_3			(1,1,1)	(2,3,4)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,092

Çizelge 1.20. Yirminci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,016
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,080

EK-1. (devam) Personel 21- 24 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.21. Yirmi birinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,003
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,086

Çizelge 1.22. Yirmi ikinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,058

Çizelge 1.23. Yirmi üçüncü personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,058

Çizelge 1.24. Yirmi dördüncü personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,045

EK-1. (devam) Personel 25- 28 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.25. Yirmi beşinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	(1,2,3)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	0,022
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,056

Çizelge 1.26. Yirmi altıncı personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	0,016
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,068

Çizelge 1.27. Yirmi yedinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,076

Çizelge 1.28. Yirmi sekizinci personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	(2,3,4)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	0,007
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,057

EK-1. (devam) Personel 29- 30 için bulanık AHP matris ve yapılan değerlendirmeler

Çizelge 1.29. Yirmi dokuzuncu personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	0
C_3			(1,1,1)	(1,1,1)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,078

Çizelge 1.30. Otuzuncu personel için istasyon bazında yapılan değerlendirme

	C_1	C_2	C_3	C_4	
C_1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,3)	Kriter Tutarlılık Oranı
C_2		(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	0,022
C_3			(1,1,1)	(1,2,3)	Matris Tutarlılık Oranı
C_4				(1,1,1)	0,096

EK-2. Personel 1 - 15 için bulanık TOPSIS karar matrisi

Çizelge 2.1. Birinci personel ile on beşinci personel arası için karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)
A_2	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)
A_3	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)
A_4	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)
A_5	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)
A_6	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)
A_7	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)
A_8	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)
A_9	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)
A_{10}	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)
A_{11}	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)
A_{12}	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)
A_{13}	(0,8;1;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)
A_{14}	(0,8;1;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)
A_{15}	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)

EK-2. (devam) Personel 16- 30 için bulanık TOPSIS karar matrisi

Çizelge 2.2. On altıncı personel ile otuzuncu personel arası için karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_{16}	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,2;0,4;0,6)	(0,6;0,8;1)
A_{17}	(0,6;0,8;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)
A_{18}	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,8;1;1)
A_{19}	(0,6;0,8;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)
A_{20}	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)
A_{21}	(0,8;1;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)
A_{22}	(0,6;0,8;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)
A_{23}	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,8;1;1)	(0,4;0,6;0,8)
A_{24}	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,8;1;1)
A_{25}	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,8;1;1)	(0,4;0,6;0,8)
A_{26}	(0,8;1;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,6;0,8;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)
A_{27}	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)
A_{28}	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,6;0,8;1)
A_{29}	(0,8;1;1)	(0,6;0,8;1)	(0,2;0,4;0,6)	(0,4;0,6;0,8)	(0,6;0,8;1)
A_{30}	(0,6;0,8;1)	(0,4;0,6;0,8)	(0,2;0,4;0,6)	(0,6;0,8;1)	(0,8;1;1)

EK-3. Personel 1- 15 için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık TOPSIS karar matrisi

Çizelge 3.1. Birinci personel ile on beşinci personel arası için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,0365;0,0730; 0,1094)
A_2	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_3	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0365;0,0730; 0,1094)
A_4	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,0365;0,0730; 0,1094)
A_5	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_6	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,1181;0,1575; 0,1969)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_7	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_8	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_9	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0365;0,0730; 0,1094)
A_{10}	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,0365;0,0730; 0,1094)
A_{11}	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,1094;0,1459; 0,1824)
A_{12}	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{13}	(0,1731;0,2164; 0,2164)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,1264;0,1686; 0,2107)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0365;0,0730; 0,1094)
A_{14}	(0,1731;0,2164; 0,2164)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,1181;0,1575; 0,1969)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{15}	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,0730;0,1094; 0,1459)

EK-3. (devam) Personel 16- 30 için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık TOPSIS karar matrisi

Çizelge 3.2. On altıncı personel ile otuzuncu personel arası için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_{16}	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,1094;0,1459; 0,1824)
A_{17}	(0,1298;0,1731; 0,2164)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,1181;0,1575; 0,1969)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{18}	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,1181;0,1575; 0,1969)	(0,1459;0,1824; 0,1824)
A_{19}	(0,1298;0,1731; 0,2164)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{20}	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,1264;0,1686; 0,2107)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,1094;0,1459; 0,1824)
A_{21}	(0,1731;0,2164; 0,2164)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,0788;0,1181; 0,157)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{22}	(0,1298;0,1731; 0,2164)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0394;0,0788; 0,118)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{23}	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,1161;0,1548; 0,1935)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,1575;0,1969; 0,196)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{24}	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,1264;0,1686; 0,210)	(0,0788;0,1181; 0,157)	(0,1459;0,1824; 0,1824)
A_{25}	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,1161;0,1548; 0,1935)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,1575;0,1969; 0,196)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{26}	(0,1731;0,2164; 0,216)	(0,0387;0,0774; 0,1161)	(0,1264;0,1686; 0,210)	(0,0394;0,0788; 0,118)	(0,0730;0,1094; 0,1459)
A_{27}	(0,0866;0,1298; 0,1731)	(0,0387;0,0774; 0,116)	(0,1264;0,1686; 0,2107)	(0,0788;0,1181; 0,157)	(0,1094;0,1459; 0,1824)
A_{28}	(0,0433;0,0866; 0,1298)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0843;0,1264; 0,1686)	(0,0394;0,0788; 0,1181)	(0,1094;0,1459; 0,1824)
A_{29}	(0,1731;0,2164; 0,2164)	(0,1161;0,1548; 0,1935)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,0788;0,1181; 0,1575)	(0,1094;0,1459; 0,1824)
A_{30}	(0,1298;0,1731; 0,2164)	(0,0774;0,1161; 0,1548)	(0,0421;0,0843; 0,1264)	(0,1181;0,1575; 0,1969)	(0,1459;0,1824; 0,1824)

EK-4. Personel 1- 30 için pozitif ve negatif ideal ayrım ölçütleri

Çizelge 4.1. Birinci personel ile otuzuncu personel arası için pozitif ve negatif ideal ayrım ölçütleri

	Pozitif Ayrım	Negatif Ayrım		Pozitif Ayrım	Negatif Ayrım
A_1	4,5176	0,5131	A_{16}	4,4481	0,5799
A_2	4,4031	0,6218	A_{17}	4,3592	0,6655
A_3	4,4396	0,5871	A_{18}	4,3459	0,6767
A_4	4,6029	0,4320	A_{19}	4,3985	0,6272
A_5	4,4418	0,5850	A_{20}	4,3678	0,6572
A_6	4,3638	0,6601	A_{21}	4,3726	0,6502
A_7	4,4463	0,5807	A_{22}	4,4379	0,5898
A_8	4,4031	0,6218	A_{23}	4,2984	0,7217
A_9	4,4828	0,5461	A_{24}	4,3431	0,6794
A_{10}	4,5210	0,5098	A_{25}	4,3405	0,6817
A_{11}	4,4099	0,6162	A_{26}	4,3664	0,6571
A_{12}	4,4811	0,5477	A_{27}	4,3632	0,6616
A_{13}	4,3249	0,6966	A_{28}	4,4492	0,5788
A_{14}	4,3298	0,6918	A_{29}	4,2975	0,7234
A_{15}	4,5244	0,5066	A_{30}	4,3015	0,7199

EK-5. Personel 1- 30 için ideal çözüme yakınlık değerleri

Çizelge 5.1. Birinci personel ile otuzuncu personel arası için ideal çözüme yakınlık değerleri

	İdeal Çözüm	Normalize İdeal Çözüm		İdeal Çözüm	Normalize İdeal Çözüm
A_1	0,1020	0,0276	A_{16}	0,1153	0,0312
A_2	0,1237	0,0335	A_{17}	0,1324	0,0358
A_3	0,1168	0,0316	A_{18}	0,1347	0,0364
A_4	0,0858	0,0232	A_{19}	0,1248	0,0337
A_5	0,1164	0,0315	A_{20}	0,1308	0,0354
A_6	0,1314	0,0355	A_{21}	0,1295	0,0350
A_7	0,1155	0,0312	A_{22}	0,1173	0,0317
A_8	0,1237	0,0335	A_{23}	0,1438	0,0389
A_9	0,1086	0,0294	A_{24}	0,1353	0,0366
A_{10}	0,1013	0,0274	A_{25}	0,1357	0,0367
A_{11}	0,1226	0,0331	A_{26}	0,1308	0,0354
A_{12}	0,1089	0,0294	A_{27}	0,1317	0,0356
A_{13}	0,1387	0,0375	A_{28}	0,1151	0,0311
A_{14}	0,1378	0,0372	A_{29}	0,1441	0,0390
A_{15}	0,1007	0,0272	A_{30}	0,1434	0,0388

EK-6. Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
Sets
i/1*2/
j/1*2/
k/1*4/
l/1*30/;

scalar M/10000/;

parameter d(j)
/
1       75
2       75
/;

parameter s(i,j,k)
/
1.1.1  2.40
1.1.2  2.00
1.1.3  1.80
1.1.4  1.00
1.2.1  2.10
1.2.2  2.00
1.2.3  1.60
1.2.4  0.80
2.1.1  2.20
2.1.2  2.10
2.1.3  2.00
2.1.4  0.90
2.2.1  2.60
2.2.2  2.00
2.2.3  1.90
2.2.4  1.00
/;
```

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
parameter p(i,j,k)
/
1.1.1   6.00
1.1.2   9.80
1.1.3   9.00
1.1.4   3.00
1.2.1   6.30
1.2.2   9.40
1.2.3   8.80
1.2.4   3.10
2.1.1   6.50
2.1.2   9.40
2.1.3   9.10
2.1.4   3.20
2.2.1   6.20
2.2.2   9.40
2.2.3   9.20
2.2.4   2.90
/;

Parameter c(l)
/
1       0.0276
2       0.0335
3       0.0316
4       0.0232
5       0.0315
6       0.0355
7       0.0312
8       0.0335
9       0.0294
10      0.0274
```

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
11      0.0331
12      0.0294
13      0.0375
14      0.0372
15      0.0272
16      0.0312
17      0.0358
18      0.0364
19      0.0337
20      0.0354
21      0.0350
22      0.0317
23      0.0389
24      0.0366
25      0.0367
26      0.0354
27      0.0356
28      0.0311
29      0.0390
30      0.0388
/;

parameter mc(l)
/
1       2
2       3
3       3
4       2
5       3
6       3
7       3
8       3
```

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

9 3
10 2
11 3
12 2
13 5
14 5
15 2
16 2
17 5
18 4
19 4
20 4
21 4
22 2
23 5
24 4
25 3
26 4
27 4
28 3
29 5
30 5
/;

Table yd(l,k)

	1	2	3	4
1	0.3481	0.2908	0.2581	0.1029
2	0.3522	0.3022	0.2070	0.1385
3	0.3481	0.2581	0.2908	0.1029
4	0.3468	0.3468	0.1532	0.1532
5	0.3549	0.3073	0.1556	0.1821

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

6	0.3050	0.2425	0.3050	0.1475
7	0.4388	0.2507	0.1961	0.1144
8	0.3013	0.3013	0.2735	0.1238
9	0.3349	0.3727	0.1779	0.1144
10	0.3513	0.2662	0.2613	0.1212
11	0.3503	0.2960	0.2356	0.1181
12	0.3453	0.3453	0.1757	0.1337
13	0.3513	0.2613	0.2662	0.1212
14	0.3411	0.3768	0.1515	0.1305
15	0.3468	0.3468	0.1532	0.1532
16	0.3013	0.2735	0.3013	0.1238
17	0.4367	0.2444	0.2176	0.1012
18	0.3522	0.3165	0.1552	0.1762
19	0.3296	0.3689	0.1989	0.1027
20	0.3555	0.2701	0.2373	0.1371
21	0.4074	0.2301	0.2301	0.1325
22	0.3066	0.2753	0.2753	0.1427
23	0.2753	0.3066	0.2753	0.1427
24	0.4571	0.1720	0.1988	0.1720
25	0.3401	0.2099	0.2401	0.2099
26	0.3503	0.2960	0.2356	0.1181
27	0.3522	0.3165	0.1552	0.1762
28	0.4218	0.2008	0.2008	0.1766
29	0.3218	0.3218	0.1782	0.1782
30	0.3267	0.2725	0.2423	0.1586

;

Parameter b(j,k)

/

1.1 6

1.2 5

1.3 3

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
1.4   2
2.1   6
2.2   5
2.3   3
2.4   2
/;

parameters obj1,obj2,obj1n,obj2p;

Variables z,z1,z2;

binary variables x(i,j),y(j,k,l),a(j);

positive variable s1(i,j,k),u(i,j,k),sapma,n1,n2,UL(j,k),yd1(j,k);

equations

obj,amac1,amac2,kisit1,kisit2,kst1,kst2,kst21,kst22,kst23,kst3,kst31,kst32,kst33,kst4,kst5,
kstamac1,kstamac2;

obj..  z=e=sapma;

amac1..z1=e=sum((j,k,l),(mc(l)*y(j,k,l)));

amac2..z2=e=sum((j,k,l),(c(l)*y(j,k,l)));

kisit1..sum((j,k,l),(mc(l)*y(j,k,l)))-n1=e=obj1n;

kisit2..sum((j,k,l),(c(l)*y(j,k,l)))+n2=e=obj2p;

kstamac1..n1=l=obj1*sapma;
```

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
kstamac2.. n2=l=obj2*sapma;

kst1(l)..sum((j,k),y(j,k,l))=l=1;

kst2(j,k)..sum(l,y(j,k,l))=l=a(j)*b(j,k);

kst21(j)..a(j)=l=sum(i,x(i,j));

kst22(j)..a(j)=g=sum(i,x(i,j))/M;

kst23(j,k)..sum(l,y(j,k,l))=g=a(j);

kst3(i,j,k,l)..s1(i,j,k)=g=s(i,j,k)*(1- yd1(j,k));

kst31(j,k,l)..yd1(j,k)=g=yd(l,k)*y(j,k,l);

kst32(j,k,l)..UL(j,k)=g=yd(l,k)*y(j,k,l);

kst33(j,l,k).. yd1(j,k)=l=UL(j,k);

kst4(j)..sum((i,k),s1(i,j,k)+p(i,j,k)*x(i,j))=l=d(j);

kst5(i)..sum(j,x(i,j))=e=1;

Modelpa  /amac1,kst1,kst2,kst21,kst22,kst23,kst3,kst31,kst32,kst33,kst4,kst5/;

pa.optcr=0;

solve pa maximizing z1 using mip;

display x.l,y.l;
```

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
obj1=z1.l;

Model pa1 /amac1,kst1,kst2,kst21,kst22,kst23,kst3,kst31,kst32,kst33,kst4,kst5/;

pa1.optcr=0;

solve pa1 minimizing z1 using mip;

display x.l,y.l;

obj1=obj1-z1.l;

obj1n=z1.l;

Model pa2  /amac2,kst1,kst2,kst21,kst22,kst23,kst3,kst31,kst32,kst33,kst4,kst5/;

Pa2.optcr=0;

Solve pa2 maximizing z2 using mip;

display x.l,y.l;

obj2=z2.l;

obj2p=z2.l;

Model pa3  /amac2,kst1,kst2,kst21,kst22,kst23,kst3,kst31,kst32,kst33,kst4,kst5/;

Pa3.optcr=0;

Solve pa3 minimizing z2 using mip;
```

EK-6. (devam) Modelin GAMS dilinde kodlanması

```
display x.l,y.l;

obj2=obj2-z2.l;

Model pa4
/obj,kisit1,kisit2,kst1,kst2,kst21,kst22,kst23,kst3,kst31,kst32,kst33,kst4,kst5,kstamac1,kstamac2/;

Pa4.optcr=0;

Pa4.reslim=10000;

solve pa4 minimizing z using mip;

display x.l,y.l;
```

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Soyadı, adı : AKSAKAL, Erdem

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 10.06.1979, Erzurum

Medeni hali : Bekâr

Telefon : 0 (312) 582 38 02

Faks : 0 (312) 230 84 34

e-mail : eaksakal@gazi.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstri Müh.	2009
Lisans	Çankaya Üniversitesi/ Endüstri Müh.	2002
Lise	Erzurum Anadolu Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2005	Dışbank A.Ş.	Yönetici Yardımcısı
2005-2007	Atatürk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2007-Halen	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Aksakal, E. ve M. Dağdeviren (2010). ANP ve Dematel Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. ***Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,*** 25(4), (905-913).

2. Aksakal, E. ve Dağdeviren M. (2015). Yetenek Yönetimi Temelli Personel Atama Modeli ve Çözüm Önerisi. ***Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,*** 30(2), (249-262).

3. Aksakal, E., Dağdeviren, M., Eraslan, E. and Yüksel, İ. (2012). Personnel selection based on talent management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 73, (68-72).

4. Eraslan, E., Atalay, K.D., Dağdeviren, M. and Aksakal, E. (2012). Using fuzzy wage management system in heavy industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 73, (07-13).

5. Aksakal, E. and Dağdeviren M. (2013). Analyzing Reward Management Framework with Multi Criteria Decision Making Methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 147, (147-152).

6. Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2009, 15-17 Ekim). *Üretim Sistemlerinde İnsan Kaynakları Esnekliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model ve Uygulaması,* 9. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumunda sunuldu, Eskişehir.

7. Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2012, 10-12 Mayıs). *Yeşil Tedarik Zinciri İndeksinin Tedarikçi Seçimine Uygulanması*, 1. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresinde sunuldu, Konya.

8. Aksakal, E. Dağdeviren, M. ve Eraslan, E. (2014, 26-28 Eylül). *Bulanık Yetenek Yönetimi ile Personel Değerlendirme.* 20. Ulusal Ergonomi Kongresinde sunuldu, Ankara.

9. Aksakal, E., Dağdeviren, M. ve Kabak, M. (2015,07-12 Mayıs). *Doğal Kaynak Suları Analizleri İçin Bir Değerlendirme Modeli*. 16. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumunda sunuldu, Edirne.

10. Aksakal, E., Dağdeviren, M. and Eraslan, E. (2009, October). *A Hybrid Model for Personel Selection: DEMATEL, ANP, Weighted Fuzzy Axiomatic Design*. Paper presented at the 1st International Fuzzy Systems Symposium, Ankara.

11. Aksakal, E., Dağdeviren, M. and Yüksel, İ. (2011). *A new hybrid approach to interns problems: AHP and DEMATEL*. Paper presented at the 11th International Symposium on the AHP, Sorrento.

12. Aksakal, E., Dağdeviren, M. and Eraslan, E. (2009, July). *A model for personel selection: an integrated approach with ANP and axiomatic design.* Paper presented at the 23rd European Conference on Operational Research, Bonn.

13. Aksakal, E., Dağdeviren, M. and Eraslan, E. (2010, July). *A hybrid approach to personnel selection problem: AHP and Weighted Fuzzy Axiomatic Design.* Paper presented at 24th European Conference on Operational Research, Lisbon.

14. Dağdeviren M., Aksakal, E. and Yüksel, İ. (2010, July). *A model for equipment selection: An integrated approach with DEMATEL and ANP*. Paper presented at 24th European Conference on Operational Research, Lisbon.

15. Yüksel, İ., Dağdeviren, M. and Aksakal, E. (2010, July). *Determining strategic priorities with fuzzy TOPSIS.* Paper presented at 24th European Conference on Operational Research, Lisbon.

16. Aksakal E., Dağdeviren, M. and Akcayol, M. (2011, August). *Genetic Algorithm Based Method for Water Distribution Location Problem*. Paper presented at the OR 2011 Conference, Zurich.

17. Aksakal, E., Dağdeviren, M. and Yüksel, İ. (2012, July). *A hybrid decision making model for labor flexibility*. Paper presented at the 25th European Conference on Operational Research, Vilnius.

18. Yüksel, İ., Aksakal, E. and Dağdeviren, M. (2012, July). *Using analytic network process (Anp) in four links model.* Paper presented at the 25th European Conference on Operational Research, Vilnius.

19. Aksakal, E. and Dağdeviren, M. (2013, June). *Evaluation of the risk factors for employee Assignment under uncertainty.* Paper presented at the 22nd International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Malaga.

20. Çalışkan, E. Aksakal, E., Dağdeviren, M., and Türkey, O. (2013, July). *Power plant evaluation and site selection: A study for Turkey.* Paper presented at the 26th European Conference on Operational Research, Rome.

21. Aksakal, E. and Dağdeviren, M. (2013, July). *Water treatment evaluation for a plant using a hybrid method based on DEMATEL and ANP*. Paper presented at the 26th European Conference on Operational Research, Rome.

22. Aksakal, E. and Dağdeviren, M. (2014, July). *Accident Causation Analysis with Multiple Criteria Decision Making Methods in Workplaces*. Paper presented at the 20th Conference of the International Federation of Operational Research Societies, Barcelona.

23. Aksakal, E. and Dağdeviren, M. (2014, May). *An Integrated Approach to Personnel Evaluation Based On Fuzzy Talent Management*. Paper presented at the European Multiple Criteria Decision Aiding (MCDA) Spring School "Multiple criteria decision making: a key for sustainability", Perugia.

24. Aksakal E. and Dağdeviren, M. (2014, September). *The Risk Factors Analysis That Can Be Faced in Logistics Sector with Dematel Method*. Paper presented at the OR 2014 Conference, Aachen.

25. Aksakal, E. and Dağdeviren, M. (2015, March). *Integrated wind turbine selection model under multi-criteria decision making methods: Entropy and TOPSIS*. Paper presented at the 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2015), Dubai.

26. Aksakal, E., Aktaş, A., Kabak, M. and Dağdeviren, M. (2015, August). *Site Selection for Wind Energy Plant by Using Analytic Network Process*. Paper presented at the 23rd International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Hamburg.

27. Dağdeviren, M., Aktaş, A., Aksakal, E. and Kabak, M. (2015, August). *A New Decision Making Model for Bank Branch Location Selection.* Paper presented at the 23rd International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Hamburg.

28. Aksakal E. and Dağdeviren, M. (2015, September). *A New Hybrid Decision Making Model for Tourism Destination Selection*. Paper presented at the OR 2015 Conference, Vienna.

Hobiler

Tenis, Tiyatro, Seyahat



GAZİ GELECEKTİR..