



## An algorithm and a decision support system for the panelist assignment problem: The case of TUBITAK

Bora Kat

The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK), 06100, Kavaklıdere, Ankara, Turkey

### Highlights:

- Interactive and dynamic Decision Support System for panelist assignment
- Heuristic algorithm that satisfies equity and relevance
- Competitive performance on test panels: within 1% of exact solutions

### Keywords:

- Reviewer assignment problem
- Dynamic panelist assignment
- Integer programming
- Heuristic algorithm
- Decision support system

### Graphical/Tabular Abstract

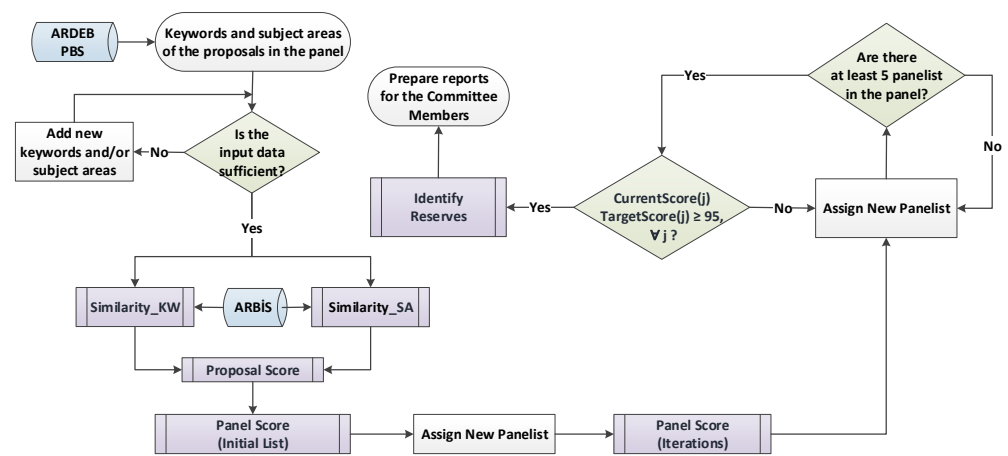


Figure A. Main steps of PaneLIST

### Article Info:

Research Article  
Received: 08.10.2019  
Accepted: 10.06.2020

### DOI:

10.17341/gazimmfd.631071

### Acknowledgement:

The author gratefully acknowledges TÜBİTAK for providing this opportunity and thanks Serkan Üçer and Prof. Dr. Lale Özbakır for their comments.

### Correspondence:

Author: Bora Kat  
e-mail:  
bora.kat@tubitak.gov.tr  
phone: +90 312 298 1231

**Purpose:** This study proposes a decision support system (PaneLIST) that would help funding organizations, conference organizers and journal editors in assigning the most appropriate panelists/reviewers in an interactive way while keeping the balance between the evaluation levels of the proposals/papers.

### Theory and Methods:

Relevance scores of the candidate panelists are calculated based on the overlaps between their academic expertise and the expertise requirements of the proposals. Keywords and technological codes in TÜBİTAK are used to define these overlaps. Then, a heuristic algorithm is developed to provide a dynamic list of most appropriate candidates considering the existing profile of the panel in order to keep balance of evaluation levels across proposals. Finally, a visual and interactive decision support system (PaneLIST) is developed based on the algorithm.

### Results:

PaneLIST's suggestions have been validated on the test panels generated based on the TÜBİTAK data. Its performance was compared with the results of the two integer programming models having the objectives of maximizing the sum of relevance scores (EBSkT) and minimizing the total deviation among the evaluation levels of the proposals (EKSp) as well as a third model (EBSkT-5) which couples the two. The numerical experiments showed that PaneLIST attains high sum of relevance scores with a balanced distribution in terms of evaluation levels of proposals, thus shows regard to objectives of both EBSkT and EKSp at the same time; moreover, the results are so close (less than 1%) to the results of EBSkT-5 in which sum of relevance scores is maximized under a 5% constraint on the total deviation among the evaluation levels of the proposals.

### Conclusion:

PaneLIST is a first attempt to automatize panelist/reviewer assignment process in a dynamic and inter-active manner. Besides, it considers not only the total relevance scores assigned to subjects but also the balance across the proposals in terms of their evaluation levels. Further studies on determining relevance scores are needed for better performance of such assignment procedures.



## Panelist atama problemi için bir algoritma ve karar destek sistemi: TÜBİTAK örneği

Bora Kat\*

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Tunus Caddesi, No:80, 06100, Kavaklıdere, Ankara, Türkiye

### Ö N E Ç İ K A N L A R

- Panelist atamaları için dinamik ve interaktif bir Karar Destek Sistemi
- En uygun ve dengeli atama sağlayan sezgisel algoritma
- Test panelleri kapsamında kesin çözüm yöntemlerine yakın performans (%)

#### Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi  
Geliş: 08.10.2019  
Kabul: 10.06.2020

#### DOI:

10.17341/gazimmfd.631071

#### Anahtar Kelimeler:

Akran değerlendirmesi,  
panel değerlendirmesi,  
karar destek sistemi,  
hakem atama problemi,  
TÜBİTAK,  
tamsayı programlama,  
sezgisel algoritma,  
dinamik panelist atama

#### ÖZET

Proje önerilerinin sağlıklı bir şekilde ve proje konusunda uzmanlığa sahip kişiler tarafından değerlendirilmesi hem kaynakların etkin bir şekilde kullanılması hem de bu hizmetleri yürüten kurumların güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, birden fazla proje önerisinin değerlendirildiği panellerde en uygun panelist kümesinin oluşturulması için potansiyel panelist adaylarını dinamik bir şekilde listeleyen bir algoritma ve bu algoritmayı kullanan bir karar destek sistemi (PanelIST) geliştirilmiştir. MS Excel VBA tabanlı PanelIST, ülkemizde araştırma desteklerinin önemli bir bölümünü sağlayan ve bunu gerçekleştirirken her yıl çok sayıda panel düzenleyen TÜBİTAK'ın verileri kullanılarak oluşturulan test panellerinde sınanmış ve elde edilen sonuçların öngörülen kriterlerin tamamını önemli ölçüde sağladığı görülmüştür. Ayrıca, PanelIST'in sunduğu çözümler, uygunluk skorları toplamını en büyükleen (EBSkT) ve proje önerilerinin değerlendirme seviyeleri arasındaki sapmaları en küçükleen (EKSp) tamsayı programlama modelleri ile birlikte bu iki durumu bir arada ele alan üçüncü bir modelden (EBSkT-5) elde edilen kesin ve en iyi çözümleri ile kıyaslanmıştır. PanelIST'in, yüksek uygunluk skorları toplamını, projeler arasında dengeli bir dağılım gözeterek gerçekleştirdiği ve bu yönüyle EBSkT ve EKSp'de yer alan iki hedefi bir arada gözettiği; %5'lik bir sapma kısıtı altında en büyük skoru bulmayı amaçlayan problem (EBSkT-5) ile hemen hemen aynı (%1'in altında yakınlık) performansı gösterdiği belirlenmiştir.

## An algorithm and a decision support system for the panelist assignment problem: The case of TUBITAK

### H I G H L I G H T S

- Interactive and dynamic Decision Support System for panelist assignment
- Heuristic algorithm that satisfies equity and relevance
- Competitive performance on test panels: within 1% of exact solutions

#### Article Info

Research Article  
Received: 08.10.2019  
Accepted: 10.06.2020

#### DOI:

10.17341/gazimmfd.631071

#### Keywords:

Peer review,  
panel evaluation,  
decision support system,  
reviewer assignment problem,  
TUBITAK,  
integer programming,  
heuristic algorithm,  
dynamic panelist assignment

#### ABSTRACT

Evaluation of project proposals in a proper manner and by the people who have expertise on the topics of the proposals is crucial not only for efficient deployment of resources, but also for credibility of the funding organizations. In this study, an algorithm and a decision support system (PanelIST) are developed to provide a dynamic list of potential panelists from which the most appropriate set of panelists will be selected. PanelIST, which is based on MS Excel VBA, has been validated by using the data of TUBITAK, primary organization responsible for research funding and conducts the comprehensive peer review activities for a long time. The results showed that the PanelIST satisfies the required criteria to a great extent. Moreover, PanelIST's performance was compared with the results of the two integer programming models having the objectives of maximizing the sum of relevance scores (EBSkT) and minimizing the total deviation among the evaluation levels of the proposals (EKSp) as well as a third model (EBSkT-5) which couples the two. The numerical experiments showed that PanelIST attains high sum of relevance scores with a balanced distribution in terms of evaluation levels of proposals, thus shows regard to objectives of both EBSkT and EKSp at the same time; moreover, the results are so close (less than 1%) to the results of EBSkT-5 in which sum of relevance scores is maximized under a 5% constraint on the total deviation among the evaluation levels of the proposals.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: bora.kat@tubitak.gov.tr/ Tel: +90 312 298 1231

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bilimsel ve teknolojik araştırmalar, ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan toplumların gelişmesi ve refah düzeyinin artması yönünde büyük önem taşımaktadır. Hızla artan dünya nüfusunun ihtiyaçları ve her geçen gün farklı ve daha karmaşık bir yapıya bürünen üretim-tüketim ilişkileri sonucunda ortaya çıkan, kaynakların mümkün olduğunca etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması zorunluluğu da bilimsel ve teknolojik araştırmaların önemini artırmıştır. Bu süreçlerin işleyebilmesi; altyapı, malzeme ve en önemlisi yetişmiş insan gücü gerektirmektedir ki bu girdilerin tamamı ancak iyi hazırlanmış planlar ve finansman ile mümkün olabilir. Araştırma ve geliştirme çalışmaları için ihtiyaç duyulan fonların bir bölümü, rekabet etme yeteneklerine sundukları katkılardan dolayı özel sektör eliyle veya kâr amacı gütmeyen yerel/bölgesel/küresel örgütler tarafından sağlanıyor olsa da gelişmekte olan ülkelerde ağırlıklı olarak kamusal kaynaklar ile karşılanmaktadır. Bu bağlamda, stratejik bakımdan, kamu kaynaklarının araştırma ve/veya geliştirme alanlarına en etkin şekilde paylaşılması; operasyonel açıdan ise belli bir alandan gelen proje fikirlerinin doğru yöntemler ile değerlendirilmesi kritik karar süreçleri olarak karşımıza çıkar. Bu çalışma, ikinci problemi, yani birden fazla proje önerisinin bilimsel olarak değerlendirilmesi sürecini ele alırken, sunulan önerilerin proje konusunda en uygun uzman grubu tarafından değerlendirilmesine yardımcı olacak bir karar destek sisteminin (KDS) geliştirilmesini amaçlamaktadır.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), ülkemizde akademik ve endüstriyel araştırma ve geliştirme çalışmalarına fon sağlayan en önemli kurumdur. Çeşitli alt bileşenleri aracılığı ile yürüttüğü çok sayıda ve farklı yapıdaki destek programı kapsamında akran değerlendirmeleri gerçekleştirmektedir. Özellikle Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB) kapsamında yapılan değerlendirmelerin önemli bir bölümünde 2004 yılından bu yana panel değerlendirmesini kullanmaktadır. TÜBİTAK'ta uygulanan panel değerlendirmesi, benzer konudaki proje önerilerinin konunun uzmanı olan araştırmacıların katılımı ile gerçekleştirilen bir toplantı kapsamında sıra ile tartışıldığı ve belirli değerlendirme kriterleri çerçevesinde puanlanarak hem bilimsel hususları hem de bütçe hususlarını içeren ortak değerlendirme raporlarının hazırlandığı bir yöntemdir. Yıllar içerisinde, elde edilen tecrübe ve "know-how" ile birlikte bu değerlendirmeleri daha etkin yönetmek amacıyla çeşitli veri tabanları ve iş uygulama yazılımları geliştirilerek bütünlük bir bilgi yönetim sistemi oluşturulmuştur. Araştırmacı Bilgi Sistemi (ARBİS) ile başlayan bu yapı, zamanla geliştirilen Proje Başvuru Sistemi (ARDEB-PBS), Panel Yönetim Sistemi (PYS) ve Proje Takip Sistemi (ARDEB-PTS) ile birlikte bütünlük bir yapıda servis sağlamaktadır. Öngörülen algoritma ve KDS (PaneLIST) mevcut pilot versiyonunda ARBİS ve ARDEB-PBS verileri ile çalışmaktadır. Sonraki aşamada ise PYS'ye entegre edilmesi planlanmaktadır. ARDEB kapsamında 2004 yılında 71 panel

ile başlayan süreç, 2018 yılı itibariyle yaklaşık bine ulaşmıştır. Bunlara ek olarak, dış danışmanlar tarafından uzaktan değerlendirilen proje önerisi sayısı ise 2018 için 3-4 bin mertebelerindedir. Çalışmada kurgulanan PaneLIST yazılımı, hangi proje önerilerinin yer alacağı belirli olan bir panel için; proje önerisi ile potansiyel panelistlerin anahtar kelimelerinin ve faaliyet alanlarının ne kadar örtüştüğüne göre hesaplanan skorları dikkate alarak bir öneri listesi oluşturmaktadır. Daha da önemlisi, oluşturulan bu liste, panele panelist eklendikçe veya davet edilen panelistlerin katılmayı kabul etmemesi durumunda, panelin mevcut durumunu dikkate alarak dinamik bir şekilde güncellenmektedir. PaneLIST, ARDEB'e bağlı Mühendislik Araştırma Grubu'nda (MAG) Endüstri Mühendisliği alanındaki veriler kullanılarak test edilmiştir. Oluşturulan panellerin kalitesini belirlemek için PaneLIST'in sunduğu çözümler, ikisi doğrusal olmayan üç farklı tamsayı programlama modeli ile kıyaslanmıştır. Bunlardan ilki, uygunluk skorları toplamını en büyükleyen EBSkT modeli; ikincisi, proje önerilerinin değerlendirme seviyeleri arasındaki sapmaları en küçükleyen EKSp modeli ve sonuncusu da ilk iki modeldeki amaçları birlikte temsil eden EBSkT-5 modelidir. PaneLIST'in, yüksek uygunluk skorları toplamını, projeler arasında dengeli bir dağılım gözeterek gerçekleştirdiği ve bu yönüyle EBSkT ve EKSp'de yer alan iki hedefi bir arada gözettiği; %5'lik bir sapma kısıtı altında en büyük skoru bulmayı amaçlayan EBSkT-5 ile hemen hemen aynı (%1'in altında yakınlık) performansı gösterdiği belirlenmiştir.

Makalenin bundan sonraki bölümünde ilk olarak literatür taraması sunulacak, ardından ise tanımlar ve metod bölümü gelecektir. Dördüncü bölümde ARDEB kapsamındaki uygulamalar açıklanıp, PaneLIST'in Endüstri Mühendisliği verileri baz alınarak hazırlanan test panellerindeki performansı analiz edilecektir. Beşinci bölüm simgelere, altıncı bölüm ise sonuçların özetlenmesi ve ileride yapılacak çalışmalara ayrılmıştır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Akran değerlendirmesi, bilimsel dergi makalelerinden araştırma fonu için sunulan proje önerilerine, konferans bildirilerinden akademik unvanların veya ödül alacak kişilerin belirlenmesine pek çok alanda kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemin; ülkeler, bilimsel alanlar, varsa değerlendirme sonucunda karar verilen bütçe miktarı, değerlendirme için verilen süre kısıtı vb. hususlara bağlı olarak pratikte pek çok varyasyonu bulunmaktadır. Bu varyasyonların her biri için önceden belirlenmiş kriterler ve performans ölçütlerini en üst derecede sağlayacak algoritma ve yaklaşımlara yönelik literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde, konunun farklı boyutlarına yönelik literatür genel olarak ele alınacaktır. Bununla birlikte, TÜBİTAK özelinde tanımlanan problem kapsamında, belirlenmiş bir panel için en uygun panelistlerin atanması problemi ile yakın ilişkili olan çalışmalara odaklanılacaktır.

## 2.1. TÜBİTAK Örneği ve Bu Örneğin Literatürdeki Yeri (Case of TUBITAK and Its Place in the Literature)

TÜBİTAK ARDEB kapsamında düzenlenen panellere ilişkin sürecin bütünü aşağıda Şekil 1’de özetlenmiştir. Bu süreç, ulusal ve uluslararası fonlayıcı kuruluşlarda da ana hatları ile benzer bir şekilde işlemektedir, örn. [1]. Süreçte yer alan Adım 4-Adım 6 dışındakiler, çerçevesi daha net olan ve mevcut uygulama yazılımları ile büyük oranda sistematik hale getirilmiş rutin işlemleri içermektedir. Ancak, Adım 4-Adım 6’da, daha etkin ve sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi ve süreçlerin daha şeffaf ve ikna edici olabilmesi için karar destek sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreçler hâlihazırda aşağıda sunulan alt adımlar ile gerçekleştirilmektedir:

**Adım 4:** Öneriler, her panelde 3 ila 5 proje önerisi olacak şekilde konularına göre gruplanmaktadır. Bu işlem, proje yürütücülerinin ARDEB-PBS’de girmiş oldukları panel tercihleri de dikkate alınarak Kurul Üyeleri’nin (ARDEB Araştırma Destek Grupları faaliyetleri ile ilgili konularda görüş, öneri ve karar oluşturan Grup Yürütme Kurulu – GYK- Üyeleri ile GYK’ya görüş bildirmekle sorumlu Danışma Kurulu Üyeleri) görüşleri doğrultusunda ARDEB Araştırma Destek Grupları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kurul Üyeleri, bu aşamada ayrıca her bir grup için sorgu yapılacak anahtar kelimeleri belirlemektedir.

**Adım 5:** İlgili anahtar kelimeler, çıkar ilişkileri ve varsa projenin önceki değerlendirmeleri dikkate alınarak ARBİS, Web of Knowledge, Scopus ve YÖK veri tabanlarında tarama yapılarak potansiyel panelist listeleri oluşturulur ve ilgili Kurul Üyeleri’ne iletilir.

**Adım 6:** Kurul Üyeleri’nin belirlediği asil ve yedek listeler, Grup Koordinatörü’nün onayı doğrultusunda kullanılarak paneller kurulur.

Panelist atama problemleri, konferans bildirilerinin değerlendirilmesi veya bir dergiye gönderilen makalelerin değerlendirme süreciyle önemli benzerlikler içermektedir. Bu problemlerde, ülkeler ve kurumlar tarafından farklı yaklaşımlar sergilense de, izlenen yöntemler iki ana grupta toplanabilir (akran değerlendirmesi üzerine daha detaylı bilgi için bkz. [2]):

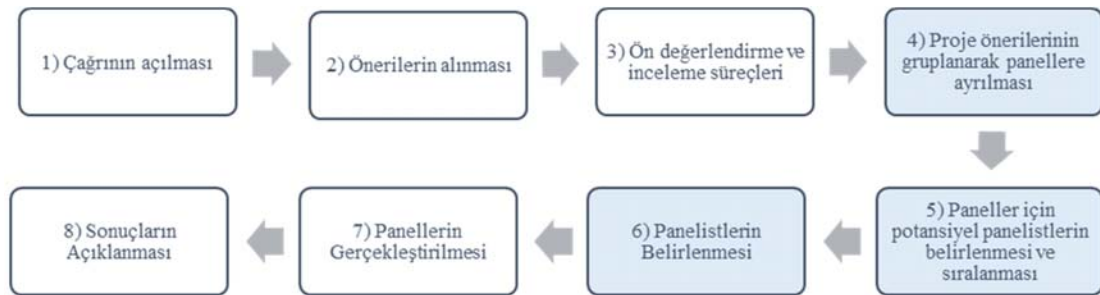
1. Değerlendiricilerin tüm değerlendirme süreçlerini internet üzerinden ve diğer değerlendiricilerden bağımsız olarak gerçekleştirdikleri yöntem. Bu yöntem, pratikte iki şekilde uygulanır:

- Akademik dergilere sunulan makaleler veya fon sağlayıcı kuruluşlarda herhangi bir çağrı dönemi olmaksızın sürekli başvuruya açık olan programlara sunulan proje önerileri bu yöntemle değerlendirilir. Başvuru sayısının, alan bazında konu bütünlüğü sağlanabilecek şekilde gruplamaya imkân vermediği veya değerlendirme süreci için kısa süre verilen çağrılar için de kullanılabilir. Bu yöntemde, makale ve öneriler diğer başvurulardan bağımsız olarak bireysel bir şekilde değerlendirilir. ARDEB kapsamında yürütülen 1002-Hızlı Destek Programı, 3501-Kariyer Programı ve çok sayıda ikili iş birliği programı bu şekilde değerlendirmeye alınmaktadır.
- Başvurular toplu olarak ele alınır. Konferans organizasyonlarında bu yöntem uygulanır.

2. Değerlendiricilerin nihai değerlendirmelerini bir araya gelerek gerçekleştirdikleri yöntem. Literatürde panel veya komite yöntemi olarak da adlandırılır [3-5]. Bu yöntemin pratikteki karşılığı da iki ana grupta toplanmaktadır:

- Panelistlerin çok sayıda proje önerisinin yer aldığı panelde belirli önerilere atandığı; panelistler için işyükü, öneriler için ise atanan minimum panelist sayısı kısıtlarının yer aldığı yöntem. Pek çok ülkedeki fon sağlayıcı kuruluşlarda, Avrupa Çerçeve Programı kapsamındaki çağrılarda ve Avrupa Bilim Vakfı’nın düzenlediği panellerde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır [2, 3].
- Az sayıda proje önerisinin değerlendirildiği ve panelistlerin, ön değerlendirme raporu hazırlamasalar bile tüm proje önerileri için oylamaya katılımlarının zorunlu olduğu uygulama. Bu yöntem ARDEB kapsamında düzenlenen tüm panellerde uygulanmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar genellikle Şekil 1’deki Adım 4-Adım 6 ile 1b ve 2a’da yer alan problemleri ele almaktadır. 1b ve 2a’daki problemler çözüm açısından küçük nüanslara sahip olmakla birlikte esasında aynı problemdir. Her ikisinde de amaç, bir grup makale, bildiri veya proje önerisine belirli sayıda veya üzerinde hakem/panelist atamak ve her



**Şekil 1.** TÜBİTAK ARDEB kapsamında panel ile değerlendirme yapılan programlara ilişkin süreç  
(Process steps related to the TUBITAK ARDEB programs which are evaluated at panel meetings)

hakem/panelist için belirli sayıda veya altında atama yapmaktır. Literatürde en sık çalışılan yapı olan bu problem Hakem Atama Problemi, HAP, (Reviewer Assignment Problem, RAP; Conference Paper Assignment Problem, CPAP) olarak adlandırılır. 1a'daki problem, tek bir proje veya makaleyi ele aldığından, aslında Adım 5'in sonucunda ortaya çıkan liste üzerinden, varsa ek hususlar dikkate alınarak basit bir prosedür ile çözülebilmektedir. Mevcut çalışmada, yukarıda 2b grubunda tanımlanan uygulama ele alınmakta ve bu problemde Adım 5 ve Adım 6 için katkı sağlayacak modeller önerilmektedir. Bu problem, mevcut çalışmada tam eşleşmeli Hakem Atama Problemi, teHAP (complete match Reviewer Assignment Problem, cmRAP) olarak adlandırılmıştır. Elbette, teHAP, HAP'ın özel bir durumudur ve önerilere atanması gereken panelist sayısı ve panelistlerin atanabileceği öneri sayısı değiştirilerek teHAP durumu elde edilebilir. Ancak, panelistlerin panelde yer alan tüm öneriler için puan vermesi durumu, her panelistin her proje önerisi için belirli seviyede uzman olmasını zorunlu kılmaktadır. Diğer taraftan, öneriler arasında değerlendirme düzeyleri açısından dengeli bir dağılım olması da bu çalışmanın amaçları arasındadır. Literatürde, her bir öneriye veya bildiriye atanacak kişi sayısının belirli bir değerin üzerinde olmasını ve belirli bir uygunluk skoru seviyesini sağlamayı amaçlayan ve dengeleme kısıtlarını ayrı ayrı farklı kurgularda ele alan çalışmalar olsa da hepsinin birlikte ele alındığı bir çalışma bulunmamaktadır. ARDEB örneği, bu çalışmaların, ek kısıtlar veya amaçlar getirilerek uyarlanması ile oluşturulabilir ki son bölümde bu formülasyonlar sunulmuştur. Ayrıca PaneLIST, Adım 5 için gerçekleştirdiği hesaplamalar sonucunda, karar vericilerin en yüksek skorlu yüz aday arasından dinamik bir şekilde panelist belirlemesini öngörmektedir. Bu ölçekte bir problem için tüm kombinasyonları dikkate alarak amaçları sağlayacak en uygununu seçme problemi, gelişmiş veri işleme kapasiteleri dikkate alındığında makul süreler içinde çözülebilir. Ancak, bu çalışmadaki en önemli katkı, tüm bu hususların problemin doğası gereği dinamik bir yapıda ele alınması, asil/yedek panelistlerin belirlenmesi, asil-yedek değişiminin yapılması, uygunluk skoru dışında dikkat edilen diğer hususların da bu yapı içerisinde kolaylıkla yönetilebilmesidir. Bir sonraki bölümde, literatürdeki yaklaşımlar, kesin çözüm yöntemleri ve sezgisel algoritmalar; problemin daha iyi konumlandırılması ve PaneLIST'in genel kabul gören performans kriterlerini ne ölçüde sağladığını analiz etmek için detaylı bir şekilde sunulmuştur.

## 2.2. Konu ile Yakından İlgili Çalışmalar (Review of Closely Related Studies)

İki veya daha fazla kümenin elemanları arasında en iyi eşleşmeyi amaçlayan atama problemleri (AP) literatürde 60 yıldan uzun süredir çalışılmaktadır. Bu problemlerde amaç, en küçük maliyeti veya en büyük karı/faydayı elde etmek olabileceği gibi aşağıdaki bölümlerde değinileceği üzere, ele alınan problem özelinde belirlenmiş farklı amaçlar için de kullanılmıştır. Klasik AP, Macar Yöntemi [6] ile polinom zamanlı çözülebilir bir problemdir. Klasik AP için zaman içerisinde uygulama alanları ile değişen amaçları ve kısıtları dikkate alan çok sayıda varyant tanımlanmış ve bunlara

yönelik çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir [7, 8]. Diğer taraftan, klasik AP, literatürde ağırlıklı İki Parçalı Eşleştirme Problemi (Weighted Bipartite Matching Problem) ve İnsan Kaynağı Tahsisi Problemleri (Human Resource Allocation Problem, HRAP) ile belirli koşullar altında matematiksel olarak eşitir [7, 9]. Kaynak tahsisi probleminin (resource allocation problem, RAP) kaynak olarak insan kaynağı olduğu özel durumunu ele alan HRAP, üretim planlama, sağlık sistemleri, proje yönetimi, bakım yönetimi, otel yönetimi, eğitim sistemleri, askeri hizmetler ve spor yönetimi alanları kapsamında ele alındığı gibi hakem/panelist atamaları kapsamında da değerlendirilebilir [9]. Ayrıca, kişilerin yetkinlikleri ve tercihleri dikkate alınarak ekip oluşturma ve oluşan ekipleri belirli görevlere/kişilere atama problemleri de bu kapsamda değerlendirilebilir, örn. [10].

Bu çalışmada ele alınan HAP, kısıtlar ve amaç fonksiyonları olarak farklı AP'ler ile ortak özellikler taşımaktadır. Sonuç olarak, elimizde panelist adayları ve proje önerileri olmak üzere iki küme bulunmakta, en büyük uygunluk skorlarını elde etme amacıyla birlikte dengeli atama problemi (balanced assignment problem) ve en küçük sapmalı atama problemlerine (minimum deviation assignment problem) benzer şekilde, proje önerilerinin değerlendirme seviyelerinin mümkün olduğunca birbirine yakın olmaları beklenmektedir [7, 11].

HAP, en genel haliyle Eş. 1-Eş. 4'deki gibi tanımlanır [12]:

$$\text{Maks } \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} * x_{ij} \quad (1)$$

s. t.

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = a_j \quad \forall j \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq b_i \quad \forall i \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq \left\lfloor \frac{c_{ij}}{T} \right\rfloor \quad \forall i, j \quad (4)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ veya } 1$$

Bu modelde,  $I$  ve  $J$  kümeleri, sırasıyla kişileri ve görevleri temsil etmektedir.  $c(i, j)$ ,  $i$  hakeminin  $j$  makalesi ile eşleşme derecesini göstermektedir.  $x_{ij}$  ise  $i$  hakeminin  $j$  makalesine atanması durumunda 1, aksi durumda 0 değerini alan ikili değişkendir.  $a_j$  makale  $j$  için atanması gereken hakem sayısını,  $b_i$  ise hakem  $i$  için en çok kaç makale atanabileceğini göstermektedir. Eş. 2'de  $j$  makalesine atanacak hakem sayısı sabitlenmekte, Eş. 3'te ise her hakemin değerlendireceği makale sayısı sınırlandırılmaktadır.  $T$  ise bir hakemin bir makaleye atanabilmesi için gerekli olan en düşük eşleşme seviyesini belirtmekte ve her bir makale için yazılan kısıtlar Eş. 4'te görülmektedir. Bazı durumlarda, bir makale için en az bir hakemin belirli bir eşik değeri aşması, mümkün olduğunca uzman olması ("as expert as possible", [13]) yeterli görülebilir. Böyle bir durumda Eş. 4,  $\max_{i \in I} \{c_{ij} x_{ij}\} \geq T$  şeklinde uyarlanır [12]. HAP, bir önceki bölümde de belirtildiği üzere aslında birkaç adımda oluşmakta ve

uygulamada farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışmada ele alınan TÜBİTAK örneğini değerlendirirken literatürdeki çalışmaların Adım 4- Adım 6 ve 1b, 2a ve 2b ile ilişkileri de kurulacaktır.

Adım 4, yani projelerin gruplandırılması problemi, pazarlamadan siyasete, sosyolojiden teknoloji yönetimine pek çok farklı alanda karşılaşılan yaygın bir problemdir. Burada amaç, belirli bir kümede yer alan elemanların, aralarındaki benzerlik ilişkileri dikkate alınarak gruplanmasıdır. Kümeleme (clustering) olarak bilinen bu problem için son yıllarda çok gelişmiş istatistiksel yöntemler ve makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır. ARDEB’de hâlihazırda proje önerileri Kurul Üyeleri ve Araştırma Destek Grupları tarafından yürütücülerin önerdikleri panel isimleri de dikkate alınarak gruplandırılmaktadır. Mevcut çalışma, bu aşamanın tamamlandığı, yani hangi projelerin yer alacağı belirli olan panelleri ele almaktadır. Literatürde projelerin gruplaması aşamasını [1] veya mevcut bir panel içindeki projelerin gruplanmasını kapsayan çalışmalar bulunmaktadır [14-18].

Goldsmith ve Sloan [19] HAP’ın varyantlarını ve bunlara yönelik sunulan çözüm yöntemlerini derledikleri çalışmalarında, literatürde kullanılan altı farklı amaç fonksiyonunu tanımlamış ve sadece hakem adaylarının tercihlerinin dikkate alındığı durum için problemleri Minimum/En Küçük Maliyet Akış Problemi (Minimum Cost Flow Problem, MCFP) olarak modellemiştir. Diğer taraftan, makaleler için de bir tercih sıralaması dikkate alındığında problem Kararlı Evlilik Problemi’nin (Stable Marriage Problem) polinom zamanda çözülemeyen bir varyantına dönüşmektedir. Ancak, sonraki bölümlerde de değinileceği üzere panele atanan tüm panelistlerin tüm proje önerileri için puanlamaya katılma zorunlulukları ve konunun doğası gereği atama yapılırken mevcut panel durumunun dikkate alınması veya daveti kabul etmeyen panelistler için yeni isimlerin belirlenmesi gereksinimleri, daha esnek ve dinamik bir yaklaşımın geliştirilmesini elzem kılmaktadır. Diğer taraftan, Hartvigsen vd. [13], HAP için iki aşamalı bir çözüm yöntemi önermiştir. İlk aşamada her bir hakem adayının her bir makale için uzmanlık seviyeleri belirlenmektedir. Adayların bildirdikleri uzmanlık alanları ve makale yazarlarının bildirdikleri makalenin uzmanlık alanları dahilinde çok sayıda Ulaştırma Probleminin (Transportation Problem) çözümü sonucunda, hakem-makale çiftleri arasındaki uzmanlık değerleri hesaplanmaktadır. İkinci aşamada ise, her bir makale için en az bir atanmanın yüksek uzmanlık seviyesinde olması için Kapasite Kısıtlı Darboğaz Aktarma Problemi (Capacitated Bottleneck Transshipment Problem) tanımlanmıştır.

Janak vd. [3] 2a’daki problemi ABD Ulusal Bilim Vakfı (US National Science Foundation, NSF) özelinde Çok Kaynaklı Genelleştirilmiş Atama Problemi (Multi Resource Generalized Assignment Problem, MRGAP) olarak ele almıştır. NSF’deki uygulama, aslında panelist seçimini değil, panel için atanmış panelistlerin hangi projelere hangi görevle (ana sorumlu - lead, raportör - scribe, hakemler -

reviewers) atanacağını belirlemeyi amaçlamaktadır ve bu aşamada panelistlerin her bir proje için yaptıkları tercihleri de dikkate almaktadır. Bu problem, hangi panelistlerin panele atanacağına karar vermemesi, tüm panelistlerin tüm projeler için değerlendirme yapma zorunluluğu olmaması ve uygunluk skoru yerine tercihlerin dikkate alınması hususları ile mevcut çalışmadan ayrılmaktadır. Geliştirilen yöntemin NSF örneği özelinde uygulandığı bir başka çalışma ise Hettich ve Pazzani’nin [17] çalışmasıdır. Bu çalışmada, önerilerin paneller bazında gruplanması ve hakem belirlenmesi aşamalarında Terim Frekansı - Ters Belge Frekansı (Term Frequency - Inverse Document Frequency, TF-IDF) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, sunulan öneriler ve panelist adaylarının daha önce sundukları öneriler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Panelist-proje eşleşmelerini ise, elde ettikleri terim ağırlıkları üzerinden hesapladıkları indekslerin tepe tırmanma (hill climbing) sezgiselinde kullanmıştır. Bu çalışmada da dinamik bir yaklaşım söz konusu değildir.

HAP’ların önemli sayıda çalışma ile ele alındığı bir kurum da Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı’dır (National Natural Science Foundation of China, NSFC). Xu vd. [15], 2008 yılında yaklaşık 80.000 önerinin sunulduğu NSFC için internet tabanlı bir bilim bilişim sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, öncelikle proje önerilerini disiplinlere ayırmakta, ardından her disiplinindeki önerileri konularına göre gruplamakta [18] ve son olarak da hakem atamalarını gerçekleştirmektedir. Atamalar için Açgözlü Rastgele Uyarlanabilir Arama Prosedürü (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, GRASP) ve genetik algoritma kullanılmıştır. Bu yapı, bir proje grubuna atanan panelistlerin o gruptaki tüm projelere atanması ile ARDEB uygulamasına yakın görüne de her bir panelistin birden fazla panele atanmasını da içermesi ve dinamik bir çözüm sunmayı bakımından ARDEB uygulaması ile farklılaşmaktadır. Sun vd. [20] yine NSFC’yi baz alarak [15]’dakine benzer bir yapıda uzmanlık skorları toplamını en büyükleyen bir model geliştirmiştir. Çözüm için matematiksel karar modelleri ve bilgi kuralları kullanılmıştır. NSFC özelinde yapılan bir başka çalışmada, Liu vd. [21] karar modelleri ve bilgi kuralları tabanlı bir akıllı karar destek sistemi tasarlamış; uzmanlık kriterinin yanısıra çıkar çakışması ve farklı seviyelerdeki proje önerilerin dengeli bir dağılımla atanması hususları da dikkate alınmıştır. Xu ve Zuo [22], NSFC’ye sunulan öneri sayısının 2015 yılı itibarıyla 150.000’i aştığını belirtmiş; Saklı Dirichlet Tahsisi (Latent Dirichlet Allocation, LDA) ile konu kelimelerinin proje önerileri metinlerinden, uzman profillerinin ise metin madenciliği teknikleriyle elde edildiği bir yaklaşım geliştirmiştir. Elde edilen veriler gruplandırılmış; makaleler için elde edilen verilere yönelik iki ağırlık grubu (proje başlığı, disiplini ve anahtar kelimeler; özet ve giriş bölümleri), uzmanlar için elde edilen veriler için ise dört ağırlık grubu (profesyonel alan, araştırma yönü ve durumu; yayınlar; araştırma projeleri; kişisel yetkinlikler, unvan ve ödüller) belirlenmiştir. Son olarak kosinüs benzerliği kullanılarak 8 adaylık kısa öneri listesi oluşturulmaktadır. Protasiewicz vd. [23] bilgi erişimi (information retrieval) teknikleri ile

desteklenmiş bir hakem önerme sistemi geliştirmiştir ve bu sistemi Polonya Ulusal Araştırma ve Geliştirme Merkezi (Poland National Center for Research and Development, NCRD) verileri ile test etmiştir. Bilgi erişimi ile; yayınların kategorize edilmesi, yazarlara yönelik belirsizliğin giderilmesi, anahtar kelime çıkarımı ve tam metin indeksleme aşamaları gerçekleştirilen bu yaklaşımda, öneriler ve adayların anahtar kelimeleri veya indeksleri arasındaki kosinüs benzerliği kullanılmaktadır. Adayların anahtar kelimeleri, hangi kaynaklardan elde edildikleri ve frekansları dikkate alınarak ağırlıklandırılmıştır.

Daş ve Göçken [16] HAP'ı paneller kapsamında ele almış ve panelistlerin belirlenmesine yönelik bir bulanık model geliştirmiştir. Panelist-öneri eşleme seviyeleri dilsel değişkenlerle (linguistic variables) belirlenmiştir. Xu vd. [15] tarafından önerilen projelerin gruplanarak hakemlere atanması fikri bu çalışmada da kullanılmıştır. Modelin, literatürdeki diğer modellerden en önemli farkı, panel oluşturulması aşamasının bütçe kısıtı altında gerçekleştirilmesi durumunu da ele almasıdır. Ancak, ARDEB panellerinde değerlendirilen projelerin bütçeleri ve destek oranları dikkate alındığında; panel için harcanan bütçenin, verilmesi beklenen fon miktarına göre ihmal edilebilir seviyede olması nedeniyle bu yaklaşım pratikte ARDEB için çok geçerli değildir. Ayrıca, bütçe kısıtı nedeniyle mesafe olarak Ankara'ya yakın kurumlardan panelist belirlenmesini teşvik edebilecek bu yapı, ARDEB panelleri için en önemli kriterlerden birisi olan panelistlerin ülke genelinden seçilmesine yönelik yaygın dağılım hedefi ile çelişmektedir. Tayal vd. [24] ise panelist adaylarının uzmanlık seviyelerinin belirlenmesinde tip-2 bulanık kümeleri kullanmış; çok sayıda kriter (patent sayısı, tez danışmanlıkları, eğitim bilgileri, yazılan kitaplar, yapılan hakemlikler, son yayından bugüne geçen süre vb.) dikkate alınmış ve ağırlıkları belirlenmiştir. Bu çalışmada hakem atama probleminde dikkate alınan diğer kriterlerin yanında çıkar çakışması hususu da yer almıştır. Çalışma sonucunda bir uygulama yazılımı geliştirilmiştir.

Cook vd. [25] 2a'daki problemi farklı bir şekilde ele alarak, proje önerilerini ikili gruplara ayırmış ve amaç olarak her bir çift için değerlendirme yapan ortak panelist sayılarının toplamını en büyükmüştür. Bu problemi Küme Kapsama (Set Covering) Problemi olarak modellemiş ve ayrıca sezgisel bir çözüm yöntemi önermiştir. Yeşilçimen ve Yıldırım [26] aynı ikili gruplama fikrinden yola çıkarak farklı çiftler arasında dengeli bir değerlendirme hususunu da dikkate alan ve veri ölçeğine göre polinom zamanlı olan bir formülasyon ile birlikte en iyileme tabanlı bir sezgisel geliştirmiştir. Yıldırım vd. [14], aynı yapıda, panellerin oluşturulması aşamasını da içine alan daha kapsamlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmaların ARDEB panellerinden en önemli farkı, ARDEB değerlendirmelerinde proje önerilerinin mümkün olduğunca kıyaslanmadan birbirinden bağımsız şekilde puanlanması hususudur. Ayrıca, önceki örnekler gibi bu çalışmalar da teHAP problemini değil klasik HAP problemini ele almaktadır.

Dumais ve Nielsen [27], HAP yapısındaki öncül çalışmalarında, konferanslar için hakem atama probleminde Saklı Anlam İndeksleme (Latent Semantic Indexing, LSI) kullandıkları bir yöntem geliştirmiştir; eşleşme derecesi, bildiriler için başlık ve özetler; hakemler için ise daha önceki konferanslara sundukları bildirilerin özet bilgileri veya kendilerinden ayrıca istenen özetler kullanılarak hesaplanmıştır. Ancak, hesaplanmış eşleşme değerleri kullanılarak bir atama yöntemi önerilmemiş; sadece adayların kendileri için hesaplanmış sıralama hakkında yaptıkları değerlendirmeler üzerinden analiz yapılmıştır. Garg vd. [28] değerlendirmeyi gerçekleştirecek olan komite/panel üyelerinin sözlüksel (lexicographic) tercihlerini dikkate alarak leximin-optimal ağırlıklar vektörü ile HAP'a çözüm önermiştir. Zhao vd. [29] problemi bir sınıflama problemi olarak tanımlamıştır. Başvurular ile hakemler arasındaki benzerlik "Word Mover's Distance" algortiması kullanılarak hesaplanmış ve Yapıcı Kapsama Algortiması ile sınıflama gerçekleştirilmiştir. Mungen vd. [30] hakem arama probleminde, yani atama olmadan sadece adaylar için uygunluk değerlerinin hesaplanmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, istatistiksel yaklaşımlar ve Geliştirilmiş Yerel Yakınlık Yayılımı (Improvement Topical Affinity Propagation, I-TAP) yöntemi kullanılmıştır.

Liu vd. [31] hakemlerin uzmanlıklarının proje konusu ile örtüşmesinin yanısıra alanlarında yetkinliklerini ve çalışma alanlarının çeşitliliğini de dikkate alan, Yeniden Başlamalı Rastgele Yürüyüş (Random Walk with Restart) yöntemi ile çözüm sağlayan bir yaklaşım önermiştir. Jin vd. [32] ise benzer şekilde yetkinlik ve konusal örtüşme ile birlikte araştırma ilgisi kriterleri biraraya getirilmiş olan adayların skorlarını belirlemek üzere doğrusal tamsayı programlama modeli geliştirmiştir.

Karimzadehgan vd. [33] hakem veya panelist adaylarının makale veya öneriler için uygunluklarını bir bütün olarak değil de alt konular bazında ele almışlardır. Atamaların tüm alt konuları yeterince kapsayacak şekilde gerçekleşmesi için stratejiler ve performans kriterleri tanımlanmıştır. Atamaları birbirinden bağımsız bir şekilde gerçekleştiren bu çalışmadan farklı olarak; Karimzadehgan ve Zhai [5], tüm paneli/komiteyi dikkate alarak eş zamanlı atama yapılmasını sağlayan doğrusal tamsayı programlama formülasyonu önermiştir.

Yakın zamanda gerçekleştirilmiş olan çalışmada [34], MINARET ismi verilen bir öneri sistemi geliştirilmiştir. MINARET, konunun kapsamı, bilimsel etki (atıf sayısı veya h-İndeks), yakın zamanda konu ile ilgili yayın yapıp yapılmadığı, yapılan hakemlik sayıları, mevcut dergideki yayın yapıp yapılmadığı gibi hususlar için belirlenen ağırlıklarla hesaplanan skora göre sıralanmış bir liste sunmaktadır. Ayrıca, Panelist'de olduğu gibi, MINARET de kriterlerin bir bölümünü modele doğrudan entegre etmeden filtreler aracılığıyla uygulayarak aday havuzunu daraltmaktadır. Nguyen vd. [35] ise klasik HAP'ı ele almış ve hakem adaylarını, erişime açık farklı kaynaklardan elde

edilen verileri PaneLIST'teki önceliklendirme sistemine benzer bir yapıda Sıralı Ağırlıklandırılmış Ortalamalar (Ordered Weighted Averaging, OWA) hesaplayarak, önceliklendirmiştir. Ancak, bu iki çalışmada da PaneLIST'teki gibi dinamik bir listeleme ve adım adım ilerleme veya yedek panelist işlemleri gibi özellikler bulunmamaktadır.

Panelistlerin, dış danışmanların veya hakemlerin bilimsel yöntemler ile belirlenmesi konusu TÜBİTAK bünyesinde de uzun süredir gündemde olan ve mesai harcanan bir konudur. Bu konuda en büyük problem, kullanıma hazır ve farklı sistemlerin birbiri ile konuşabildiği bir veri yapısının eksikliği, son yıllarda yapılan ve halen devam etmekte olan çalışmalar ile bu eksiklik önemli oranda giderilmektedir. Diğer taraftan, kurumda gerçekleştirilen Uzmanlık ve Başuzmanlık tezleri ile konunun algoritmaya dönük altyapısı oluşturulmaktadır. Üçer [36] TÜBİTAK Uzmanlık Tezi kapsamında üç farklı skorun geliştirilmesine odaklanmıştır: araştırmacıların TÜBİTAK destekleri ile gerçekleştirdikleri bilimsel çalışmalara ilişkin performans skorları, TÜBİTAK için yerine getirdikleri görev ve hizmetler kapsamındaki performans skorları ve belirli bir konuda uzmanlıklarına ihtiyaç duyulması halinde hesaplanan uygunluk skorları. Mevcut makalede, Üçer'in ele aldığı üçüncü bileşen olan uygunluk skorlarının hesaplanmasından çok, uygunluk skorları belirlenmiş panelistlerin panele atanmasına odaklanılmış; uygunluk skorları için ise Üçer'in önerdiği yaklaşımın daha sadeleştirilmiş bir versiyonu kullanılmıştır. Ancak, skor hesaplamasında gerçekleştirilecek iyileştirmeler panelist ataması aşamasını da doğrudan etkileyeceği için Üçer'in önerdiği hesaplamaların, yukarıda detaylı olarak sunulan benzerlik/uygunluk skorları hesaplama çalışmaları ile birlikte geliştirilmesi önem taşımaktadır. Selçuk Doğan [37], yüksek lisans tezi kapsamında, LDA ile alanlar ve hakem adayları arasında anlamsal bir katman oluşturan bir uzman bulma sistemi geliştirmiş ve TÜBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı'na (TEYDEB) sunulan proje önerileri üzerinde test etmiştir. Önerilen model, sıralı bir liste oluşturma ve yedek aday belirleme açılarından mevcut çalışma ile ortak hususlar taşısa da, proje önerileri için değerlendirmeler ayrı ayrı ele alınmaktadır; diğer bir deyişle, panel değerlendirmesi söz konusu değildir. Ayrıca, PaneLIST, dinamik listelerin oluşturulması ve proje önerileri

için değerlendirme seviyeleri bazında dengeli bir atama öngörmesi açılarından Selçuk Doğan [37] ile farklılaşmaktadır. Aksop [38] ise TÜBİTAK Başuzmanlık Tezi'nde, TÜBİTAK tarafından yayımlanan akademik dergiler için, kaynakçada yer alan yayınların Dijital Nesne Tanımlayıcılarından (Digital Object Identifier, DOI) faydalanarak bir hakem öneri sistemi geliştirmiştir. Diğer bir deyişle, sunulan makalede atıf verilen DOI'lerin yazarları ve bu DOI'lere atıfta bulunan diğer yazarlar potansiyel hakem adayları olarak görülmektedir. Bu fikrin mevcut çalışmanın sonraki aşamalarında kullanılması düşünülmektedir.

### 3. TANIMLAR VE METOT (DEFINITIONS AND METHODOLOGY)

Bu bölümde, geliştirilen algoritma ve MS Excel VBA kullanılarak oluşturulan uygulamanın detaylarına yer verilecektir. Öncelikle, algoritma kapsamında kullanılan indisler, parametreler, kümeler ve bunların tanımları verilecektir. Ardından, önce algoritmayı oluşturan her bir alt modülün sözde kodları ve açıklamaları sunulacak, sonra ise algoritmanın genel işleyişi şematik gösterimi ile birlikte açıklanacaktır. Bölümün sonunda, geliştirilen yazılımın yetenekleri ve nasıl kullanıldığı arayüz görüntüleri üzerinden özetlenecektir.

#### 3.1. Tanımlar ve Notasyon (Definitions and Notation)

PaneLIST'te kullanılan indis, parametre ve kümeler, tanımları ile birlikte Tablo 1'de sunulmuştur. Algoritmada kullanılan iki temel indis, havuzda yer alan panelist adayları,  $i$ , ve panelde değerlendirilecek olan projelerdir,  $j$ . Ayrıca, panelist adaylarının ve projelerin anahtar kelimeleri ( $k$  ve  $l$ ) ve faaliyet alanları ( $p$  ve  $r$ ) için de indisler tanımlanmıştır. Herhangi bir anda panele eklenmiş panelistlerin yer aldığı küme ise  $I_{j,20}$  ile gösterilmektedir. Bu tabloda yer alan  $I_{j,20}$  kümesi ise bir sonraki bölümde detaylı bir şekilde açıklanacak olan referans ve hedef değerlendirme düzeylerinin hesaplanmasında kullanılacaktır;  $j$  projesi için en yüksek skora sahip 20 adayı içermektedir.

Tablo 2., ARDEB-PBS ve ARBİS'deki proje ve kişi verilerinin algoritmanın kullanacağı formatta kaydedilmesi için tanımlanmış parametre ve fonksiyonlar ile bunların tanımlarını içermektedir.

**Tablo 1.** İndisler (Indices)

Sembol	Tanım
$i, i', I$	Panelist adayına yönelik indisler ve ilgili küme
$j, J$	Panelde yer alan projelerin indisi ve ilgili küme
$k, K$	Panelist adayına ait anahtar kelimenin indisi ve ilgili küme
$l, L$	Projedeki anahtar kelimenin indisi ve ilgili küme
$p, P$	Panelist adayının faaliyet alanına ait indis ve ilgili küme
$r, R$	Projedeki faaliyet alanına ait indis ve ilgili küme
$s, S$	Tüm anahtar kelimelerin indisi ve ilgili küme
$I_{j,20}$	$j$ projesi için en yüksek 20 skora sahip panelistlerin kümesi
$\overline{panel}$	Panele eklenmiş panelistlerin kümesi



**Tablo 2.** Parametre ve fonksiyonlar (Parameters and functions)

Sembol	Tanım
$N_{pan}$	Veri tabanındaki tüm panelist adaylarının sayısı
$N_{prj}$	Paneldeki proje sayısı
$N_{panAK}(i)$	$i$ panelist adayının anahtar kelime sayısı
$N_{prjAK}(j)$	$j$ projesinin anahtar kelime sayısı
$N_{panFA}(i)$	$i$ panelist adayının faaliyet alanı sayısı
$N_{prjFA}(j)$	$j$ projesinin faaliyet alanı sayısı
$panAK(i, k)$	$i$ panelist adayının $k$ 'nci anahtar kelimesi
$prjAK(j, l)$	$j$ projesinin $l$ 'inci anahtar kelimesi
$panFA(i, p)$	$i$ panelist adayının $p$ 'inci faaliyet alanı
$prjFA(j, r)$	$j$ projesinin $r$ 'inci faaliyet alanı
$AKskor(i, j)$	$i$ panelist adayının $j$ projesi için anahtar kelime bileşeni
$FAskor(i, j)$	$i$ panelist adayının $j$ projesi için faaliyet alanı bileşeni
$Skor(i, j)$	$i$ panelist adayının $j$ projesi için toplam skoru
$ToplamSkor(i)$	$i$ panelist adayının toplam skoru
$MinSkor$	Aday listesinde yer alabilmek için gerekli minimum uygunluk skoru
$RefSkor(j)$	$j$ projesi için referans değerlendirme düzeyi
$HedefSkor(j)$	$j$ projesi için hedeflenen değerlendirme düzeyi
$gr[s]$	$s$ anahtar kelimesinin bağlı olduğu ana grup
$gr[t]$	$t$ faaliyet alanının bağlı olduğu ana grup
$w$	Uygunluk skoru hesaplamasında anahtar kelimelere verilen ağırlık
$wd(j)$	$j$ projesi için, panelin mevcut durumu dikkate alınarak, dinamik olarak beliren değer ve bu değere ulaşmak için hesaplanan ara değerler
$sapma(i)$	$i$ adayının olabilecek en iyi adaydan sapma miktarı

### 3.2. Algoritma (The Algorithm)

ARBİS'teki aday panelistlerin bir proje önerisine bilimsel açıdan ne kadar uygun olduklarını belirlemek için iki temel veri önem taşımaktadır: anahtar kelimeler ve faaliyet alanları. Elbette, panelistlerin belirlenmesi süreci sadece bu bilimsel kriterlerle sınırlı değildir. TÜBİTAK örneğinde, bunların dışında bir kısmı aşağıda sıralanan pek çok kriter de göz önünde bulundurulur:

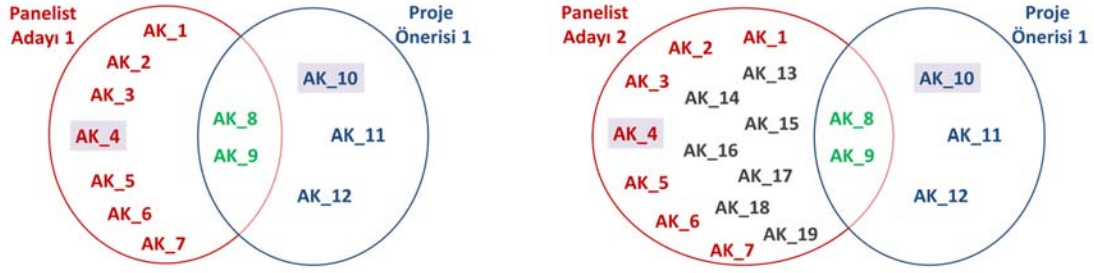
- Akademik unvan
- Daha önce yapılan panelistlik / dış danışmanlık sayıları
- TÜBİTAK Ödülleri, TÜBA üyeliği gibi yetkinlik belirten hususlar
- TÜBİTAK Projesi deneyimi (yürütücü/araştırmacı/danışman/bursiyer/...)
- TÜBİTAK BİDEB bursiyerliği
- Çıkar ilişkileri (tez danışmanı/öğrencisi, akrabalık, ortak yayın, aynı kurumda görev vb.)
- Kurumlar ve bölgeler arası yaygın dağılımın korunması

Yukarıda sıralanan hususların bir kısmı panelist belirlenmesi açısından farklı programlarda hâlihazırda dikkate alınmakta, bir kısmının ise yakın zamanda alınması planlanmaktadır. Ancak, bu kriterlerin algoritma kapsamında hesaplanan puanlamaya doğrudan katılmasından ziyade aday havuzunu daraltmak için filtreler şeklinde uygulanması hem sonuç kalitesi bakımından daha anlamlı, hem de PaneLIST'in sorgu sonucunu oluşturması aşamasında gereken veri işleminin boyutunu ve dolayısıyla işlem süresini azaltması açısından önemlidir. Sonuç olarak; PaneLIST'te, bu bölümün başında da değinildiği üzere, ARBİS'te yer alan bir

kişinin bir proje için ne kadar uygun olduğu, anahtar kelimeler ve faaliyet alanları verisi dikkate alınarak sayısallaştırılmıştır. Önerilen hesaplama, literatürde farklı şekilde hesaplanan ve Üçer'in [36] Uzmanlık Tezi'nde belirtilen hesaplamanın bir versiyonudur. Mevcut makalenin katkısı, uygunluk skorunun hesaplanmasından daha çok, uygunluk skoru belirlenmiş olan adayların dinamik bir liste aracılığıyla ve panelin mevcut kompozisyonu dikkate alınarak panellere atanması aşamasındadır.

Bu nedenle, uygunluk skoru hesaplaması, mümkün olduğunca sade, anlaşılır, literatür ile uyumlu ve ihtiyaca cevap veren bir şekilde tasarlanmıştır. Bu skor, güvenilir veriye oldukça bağımlıdır, pek çok açıdan geliştirilmeye açıktır ve TÜBİTAK'ın da bu konuda çalışmalarını devam ettirmektedir. Örneğin, beyan edilen anahtar kelimeler yerine ORCID veya Web of Science tarafından sağlanmış yayınlarda geçen anahtar kelimeler, proje önerisinde atıfta bulunulan yayınların DOI'leri, TÜBİTAK'ta başarı ile sonuçlanmış projelerdeki anahtar kelimeler ve daha önce panelist veya dış danışman olarak görev alınan projelerdeki anahtar kelimeler de bu skorun hesaplanmasına entegre edilebilir. Bu konuda yakın zamanda gerçekleştirilen Başuzmanlık Tezi [38] dergi makaleleri için hakem belirlenmesi aşamasında kaynakçada yer alan DOI'leri dikkate alan bir yaklaşım önermektedir.

Bir proje önerisinin, panelist adayları için anahtar kelimeler üzerinden hesaplanan uygunluk skoru bileşeninin nasıl belirlendiğinin şematik gösterimi Şekil 2'de, sözde kodu ise Şekil 3'te sunulmuştur. Faaliyet alanları bileşeninin şematik gösterimi de Şekil 2 'dekine benzer şekilde gerçekleşmekte, sözde kodu ise Şekil 4 'de yer almaktadır.



Şekil 2. Panelist adayları ve proje önerilerinin anahtar kelime bazında kesişimi  
(Intersection of candidate panelist and project proposal in terms of keywords)

```

for all i ∈ I
  for all j ∈ J
    AKskor(i,j) ← 0
    for k ← 1 to NpanAK(i)
      for l ← 1 to NprjAK(j)
        if panAK(i,k) = prjAK(j,l) then AK_Skor(i,j) = AK_Skor(i,j) + 1
        elseif gr[panAK(i,k)] = gr[prjAK(j,l)] then AK_Skor(i,j) ← AK_Skor(i,j) + 0,25
      end for (l)
    end for (k)
  end for (j)
end for (i)

```

Şekil 3. Sözde kod – Anahtar kelime benzerlik modülü (Pseudocode – Keyword similarity module)

```

for all i ∈ I
  for all j ∈ J
    FAskor(i,j) ← 0
    for p ← 1 to NpanFA(i)
      for r ← 1 to NprjFA(j)
        if panFA(i,p) = prjFA(j,r) then FA_Skor(i,j) = FA_Skor(i,j) + 1
        else if gr[panFA(i,p)] = gr[prjFA(j,r)] then FA_Skor(i,j) = FA_Skor(i,j) + 0,25
      end for (r)
    end for (p)
  end for (j)
end for (i)

```

Şekil 4. Sözde kod – Faaliyet alanı kesişim modülü (Pseudocode – Subject area similarity module)

Şekil 2 'de görüldüğü üzere, adaylar ile ele alınan proje önerisinin ortak anahtar kelimeleri 2 adettir. Diğer taraftan, adayların anahtar kelimeleri arasında yer alan  $AK_4$  ile proje önerisindeki  $AK_{10}$  aynı üst gruba dahildir,  $gr(AK_4) = gr(AK_{10})$ . Gerçekleştirilen çok sayıda ön deneme sonucunda; skorlar hesaplanırken tam eşleşmeler için 1 puan, üst grup eşleşmeleri için ise 0,25 puan kullanılması öngörülmüştür. Bu durumda, her iki aday için de uygunluk skorlarının anahtar kelime bileşenleri 2,25 olarak hesaplanır,  $AK\_Skor(i,j) = 2 \cdot 1 + 0,25 = 2,25$ . Diğer taraftan, iki adayı daha yakından kıyasladığımızda, iki adayın da proje ile tam veya üst grup bazında örtüşen anahtar kelimeleri eş olmasına rağmen ilk adayın anahtar kelime sayısının 9, ikincisinin ise 16 olduğu görülmektedir. Bu durumda, her iki adayın da eş seviyede uygun olduğunu kabul etmek oldukça güçtür. Bu husus, Şekil 5'te yer alan skor hesabında görüldüğü üzere

dikkate alınmıştır. Bir sonraki aşama, panelist adayları ile panelde yer alan proje önerileri arasında oluşan eşleşme skorlarını aynı ölçeğe getirmek üzere gerçekleştirilen işlemdir. Bu işlemde, öncelikle her bir proje önerisi için en yüksek skor belirlenir ve tüm adayların skorları bu skora bölünüp 100 ile çarpılarak skorlar 0 ile 100 arasında bir ölçeğe yerleştirilmiş olur. Projelerin konuları ve kapsamaları dikkate alındığında, her öneri için gereken uzmanlık ihtiyacına cevap verebilecek potansiyel farklı olabilir. Örneğin,  $AK_1$  ve  $AK_2$  konularında çok az sayıda uzman bulunabilirken;  $AK_3$  ve  $AK_4$  konularında ülkemizde çok sayıda araştırmacı bulunabilir. Bu husus, her bir proje önerisi için belirleyeceğimiz hedef değerlendirme skorlarının farklı referans değerler ile belirlenmesi gerektiğini işaret eder. Bu nedenle, önerilen algoritmada bu referans değerlerin belirlenmesine yönelik de bir çözüm düşünülmüştür.

Öncelikle, ilgili proje önerisi için hesaplanan skorlar büyükten küçüğe sıralanır, ardından en yüksek 20 değerini ortalaması alınır. Bu ortalama, kendisinden küçük ve 2,5'in katı olan en yakın sayıya yuvarlanarak referans değerlendirme seviyesi hesaplanır; bu yuvarlamanın nedeni, daha standart ve kategorik referans değerleri kullanılmak istenmesidir. Bu parametre için belirlenen 20 rakamı, diğer tüm parametrelerin belirlenmesinde olduğu üzere detaylı ön analizler, testler ve geçmiş uygulamalardaki deneyimler sonucunda elde edilmiştir. Örneğin, ortalama alınırken en yüksek 10, 20, 30, 40 ve 50 seviyeleri test edilmiş; ortalama değerini 10 ve 20 için kayda değer bir şekilde azaldığı (%10-25 arası), 20'den sonra ise bu azalmanın önemli ölçüde yavaşladığı (yaklaşık %5-%7) ve sonucu çok değiştirmedeği gözlenmiştir. Diğer taraftan en yüksek 10 adayın ortalaması alındığında, hedef değerlendirme seviyesinin 5 panelistle karşılanamadığı durumlarla sıklıkla karşılaşmıştır. Hedef değerlendirme seviyesi, bir projenin sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi için belirlenmiş olan toplam skoru göstermektedir. Paneldeki tüm panelistlerin, 0 ile 100 arasındaki uygunluk skorlarının toplamının bu değerini en az %95'ini sağlaması beklenmektedir. TÜBİTAK panellerinde yer alan panelist sayısı genellikle 5'tir; bu sayı aynı zamanda bir panelin kurulması için gerekli olan en küçük panelist sayısıdır. Hedef değer de, 5 panelistin yer aldığı paneller için referans değerini 5 ile çarpımı ile hesaplanmaktadır. 5'ten fazla panelist yer alan panellerde ise, her bir ekstra panelist için referans değerini yarıya eklenerek hedef değer hesaplanır; bunun nedeni, eklenen panelist sayısı arttıkça, listede görece daha düşük skorlu adayların kalmasıdır.

Makalenin farklı bölümlerinde değinildiği üzere, Panelist'in asıl özgülüğü, panel kurulum aşamasında paneldeki mevcut panelistleri dikkate alarak dinamik listeler ve proje önerileri için dengeli bir panelist kümesi sunması olarak belirtilebilir. Panel skoru modülü verilen bu aşamanın sözde kodu Şekil 6'da görülebilir. Dengeli yapının sağlanması, listenin ilk kez oluşturulması aşamasında ve sonraki iterasyonlarda farklılık göstermektedir. İlk aşamada, panele henüz panelist eklenmediğinden, projeler üzerinden skorlar toplamı en yüksek olan adayın ilk sırada yer alması

makul bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Ancak; toplam skora bakılması, dengeli bir atamanın yapılmasını garanti etmeyecektir. Örneğin, 5 projenin yer aldığı bir panelde, uygunluk skorları sırasıyla [100|100|100|80|50] olan bir aday yerine skorları [85|85|85|85|85] skorlarına sahip bir aday tercih edilebilir. İlk adayın proje skorlarının aritmetik ortalaması, ikinci adaydan yüksektir. Ancak; ikinci aday, tüm projeler için dengeli ve belirli bir seviyenin üzerinde skorlara sahiptir. Bu nedenle, ilk listenin aritmetik yerine geometrik ortalamaya göre sıralanması tercih edilmiştir. Örnekteki adaylar için aritmetik ortalamalar sırasıyla 86 ve 85'ken; geometrik ortalamalar, sırasıyla 83,25 ve 85'tir.

Sonraki iterasyonlarda ise, paneldeki proje önerilerinin mevcut değerlendirme seviyeleri (*MevcutSkor(j)* / *HedefSkor(j)*) her bir proje için ve ortalama olarak hesaplanır (satır 19 ve 20). Ardından, ortalama değerlendirme seviyeleri, mevcut değerlendirme seviyesinden çıkarılarak, mevcut önerinin ortalamasının ne kadar gerisinde olduğu hesaplanır. Bu farka normalde 1 eklenip *RefSkor(j)* ile çarpılarak ilgili proje için hangi puana sahip bir aday eklenirse hedefin tutturulacağı belirlenir. Ancak, koddan görüleceği üzere, bu aşamada 1 yerine 1,2 eklenmiştir (daha önce de değinildiği üzere, bu parametrelerin değerleri; farklı seviyeleri, bir süredir test aşamasında olan sistemde detaylı bir şekilde analiz edilerek belirlenmiştir). Bunun sebebi, dengeli dağılımdan ödün vermeden daha yüksek skorlu adayları öne çıkarmaktır. Burada yapılan işlemi şöyle değerlendirmek daha uygun olur: panele yeni bir panelist eklenirken her bir proje için hedef skorların yakalanması amaçlanmaktadır.

Bu aşamada yapılan işlem ile, bir sonraki adayın puanları nasıl olursa tüm hedeflerin sağlanacağı hesaplanmakta; yani ilgili durum için ideal bir adayın profili tanımlanmaktadır. Satır 28'de yapılan işlem ile; adayın, ideal adaya ne kadar benzediği her bir proje skoru ile ideal adayın skorlarının farklarının karesi toplanarak elde edilir.

Panel skoru modülü kullanılarak; en az 5 panelist olmak üzere, her proje önerisinin değerlendirme seviyesi en az %95

```

for all i ∈ I
  for all j ∈ J
    Skor(i,j) ← w * AKskor(i,j)/sqrt(max{9,NpanAK(i)}) + (1-w) * FASKor(i,j)/sqrt(max{4,NpanFA(i)})
  end for (j)
end for (i)

for all j ∈ J
  for all i ∈ I
    Skor(i,j) ← 100 * Skor(i,j) / max{Skor(i',j) | i' ∈ I}
  end for (i)
  RefSkor(j) ← ortalama{Skor(i',j) | i' ∈ Ij,20} değerini 2,5'in en yakın katına yuvarla
  HedefSkor(j) ← max{5, 5 + n(panel)/2} * RefSkor(j)
end for (j)

```

Şekil 5. Sözde kod – Proje Skoru Modülü (Pseudocode – Proposal score module)

```

0  İlk çözüm:
1  for all j ∈ J
2  ToplamSkor(i) ← 1
3      for all i ∈ I
4          ToplamSkor(i) ← Skor(i,j) * ToplamSkor (i)
5      end for (i)
6  ToplamSkor (i) ← ToplamSkor (i)(1/NPrj)
7  end for (j)
8  Sıralai[Azalan, ToplamSkor (i)]

9  İterasyonlar:
10  $\overline{\text{Panel}} \leftarrow \overline{\text{Panel}} \cup \{i\}$  : Listedeki i'panelistini panele ekle
11 top_wd ← 0
12 ToplamSkor(i) ← 0
13 sapma(i) ← 0
14 for all j ∈ J
15     MevcutSkor(j) ← 0
16     for all i ∈  $\overline{\text{Panel}}$ 
17         MevcutSkor(j) ← MevcutSkor(j) + Skor(i,j)
18     end for (i)
19     wd(j) ← MevcutSkor(j) / RefSkor(j)
20     top_wd ← top_wd + wd(j)
21 end for (j)
22 avg_wd ← top_wd / NPrj

23 for all j ∈ J
24     wd(j) ← [avg_wd - wd(j) + 1,2] * RefSkor(j)
25 end for (j)

26 for all i ∈ I
27     for all j ∈ J
28         sapma(i) ← sapma(i) + [Skor(i,j) - wd(j)]2
29     end for (j)
30 end for (i)
31 Sıralai[Artan, sapma(i)]

```

**Şekil 6.** Sözde kod - Panel Skoru Modülü (Pseudocode – Panel score module)

olana kadar panelist eklenmesine devam edilir. Panellerin oluşturulmasında önemli hususlardan birisi de yedeklerin belirlenmesidir. Panelist adaylarının programlarının önceden belirlenmiş olan panel tarihlerine uymaması veya öneri aşamasında belirtilmemiş/tespit edilememiş bir çıkar ilişkisinin ortaya çıkması ihtimal dahilindedir. Bu nedenle, TÜBİTAK'taki paneller için hazırlanan aday listeleri en az birer yedek belirlenmiş olarak hazırlanır. Panelist'te kullanılan yedek isim belirleme modülü Şekil 7'de özetlendiği üzere basit bir mantıkla çalışmaktadır: liste, ilgili panelistin çıkarılması durumunda oluşan panel kompozisyonunu dikkate alınarak sıralanır. Bu aşamada akla gelen bir diğer seçenek, ilgili paneliste benzerliği en yüksek olan adayların sıralanması olabilir. Diğer bir deyişle, yedeği belirlenmek istenen panelistin skor matrisi ile mesafesi (skor farklarının kareleri toplamı) en yakın olan adaylar sıralanabilir. Ancak, analizler bu yöntemin pratikte iyi işlemediğini göstermiştir. Çünkü bu yöntem, özellikle en

başlarda eklenen bir panelistin yedeğini belirlerken, o kişiden sonra eklenecek kişilerin skorlarını dikkate almamaktadır.

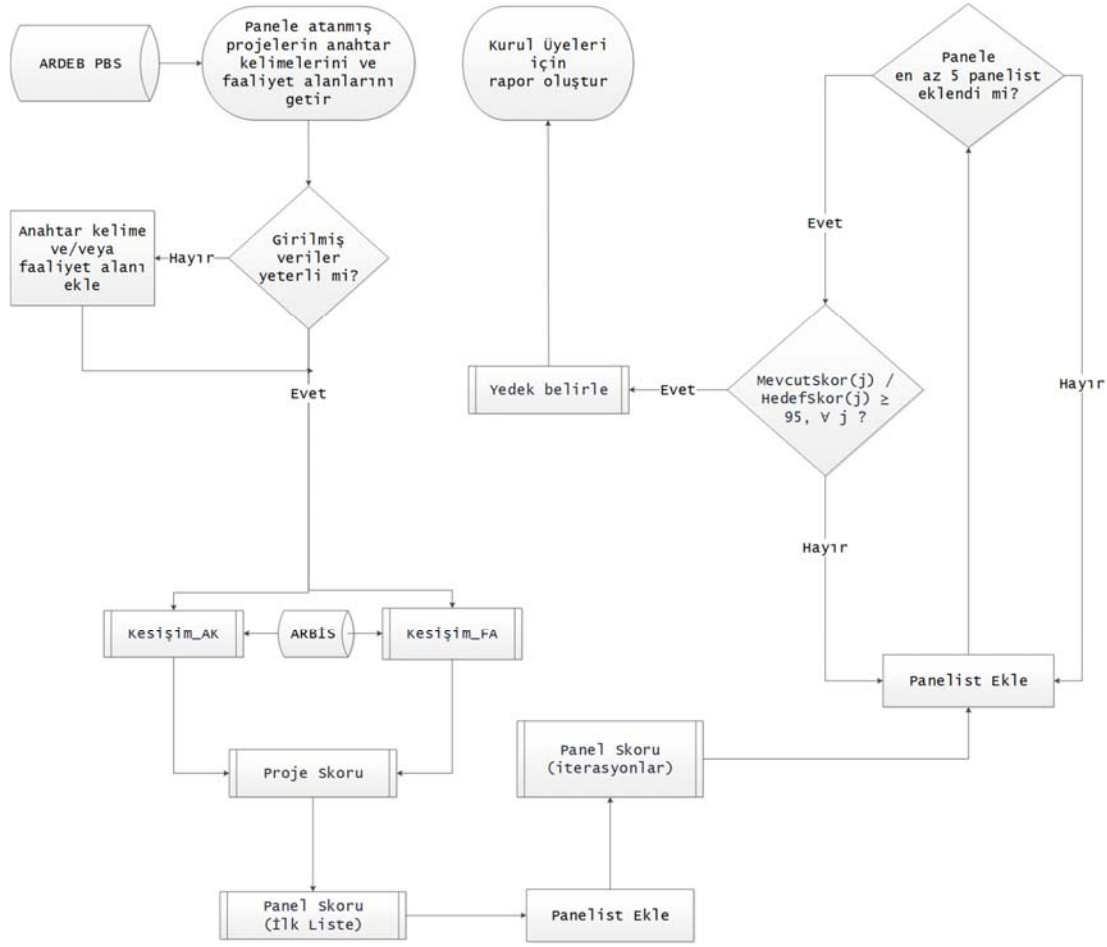
```

for all i ∈  $\overline{\text{panel}}$ 
 $\overline{\text{panel}} = \overline{\text{panel}} - \{i\}$ 
Çağır → Panel Skoru (İterasyon)
i için yedek panelist belirle
 $\overline{\text{panel}} = \overline{\text{panel}} + \{i\}$ 
end for (i)
Return Yedek Panelist Listesi

```

**Şekil 7.** Sözde kod – Yedek Belirleme Modülü (Pseudocode – Reserve panelist module)

Yukarıda açıklanan alt modüllerin tamamının bütünlüklü bir biçimde nasıl işlediği Şekil 8'de sunulmuştur. Bu şekilde de



Şekil 8. Algoritmanın genel işleyişi (General overview of the algorithm)

görüldüğü üzere, proje önerilerinin anahtar kelimeleri ARDEB-PBS'den alınmakta, yürütücüler tarafından projeyi tanımlamakta eksik bırakıldığı düşünülen uzmanlık alanları ise Grup Uzmanları ve Kurul Üyeleri'nin görüşleri ile tamamlanmaktadır. Ardından, asil ve yedek listeler belirlenerek, nihai kararın verilmesi için Kurul Üyeleri ile paylaşılmaktadır.

### 3.3. PaneLIST Arayüzü (PaneLIST Interface)

Bir önceki bölümde detayları sunulan algoritma, TÜBİTAK iş uygulama yazılımlarına entegre edilmek üzere pilot olarak hazırlanan bir KDS yazılımına dönüştürülmüştür. Bu pilot yazılımın arayüzleri bu bölümde kısaca tanıtılacaktır.

Bir panelde yer alan proje önerileri için proje ekipleri tarafından ARDEB-PBS'ye girilmiş olan anahtar kelimeler ve faaliyet alanları Şekil 9'de görülen ekrana girilmektedir. Bu ekranda ayrıca anahtar kelimelere verilecek ağırlık değeri ( $w$ ) belirlenir. Bu ağırlık, değerlendirmesi derin uzmanlık gerektiren paneller için yüksek, daha genel bakabilen ve daha geniş araştırma alanları olan adayların gerektiği paneller için düşük bir değer olarak belirlenir. Daha önce değinildiği üzere, eksik olduğu düşünülen anahtar kelime ve faaliyet alanları da bu aşamada girilir.

Veri girişinin tamamlanmasının ardından, skor hesaplamaları ve ilk listenin oluşturulması için yazılım çalıştırılır. Bu aşamanın sonucunda oluşan ilk liste Şekil 10'da görülebilir. Geometrik ortalamaya göre sıralanan listede, eklenmesi istenen panelist için ilgili hücreye "x" girilerek atama yapılır. Burada, atamalar tek tek yapılabileceği gibi toplu halde de yapılabilir. Ancak, toplu atama yapılması, PaneLIST'in en önemli yeteneği olan dinamik listelemeden faydalanılmaması anlamına geldiğinden tercih edilmemektedir. Ancak, tek bir projenin ele alındığı dış danışman panellerinde toplu atama kullanılır. Şekil 11'de asil ve yedek adayların yer aldığı tablolarla birlikte, her projenin değerlendirme seviyesinin sayısal ve görsel olarak sunulduğu ekran görülmektedir. Bu ekranda görüldüğü üzere, seçilen asil için yedek belirlemek üzere listenin güncellenmesi, yedek ismin asil listeye kaydırılması, asil veya yedek listeden isim silinmesi gibi işlemler yapılabilmektedir.

## 4. VAKA ÇALIŞMASI (CASE STUDY)

Geliştirilen PaneLIST yazılımı, TÜBİTAK ARDEB MAG kapsamında Endüstri Mühendisliği alanı verileri ile test edilmiştir. Bu bağlamda öncelikle, YÖK AKADEMİK veri tabanında "Temel Alan" olarak "Mühendislik" ve "Bilim

Anahtar Kelimeler	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4
	Anahtar Kelime 5	Anahtar Kelime 25	Anahtar Kelime 50	Anahtar Kelime 5
	Anahtar Kelime 50	Anahtar Kelime 50	Anahtar Kelime 62	Anahtar Kelime 51
	Anahtar Kelime 51	Anahtar Kelime 93	Anahtar Kelime 93	Anahtar Kelime 148
	Anahtar Kelime 62	Anahtar Kelime 128	Anahtar Kelime 171	Anahtar Kelime 171
	Anahtar Kelime 99	Anahtar Kelime 171	Anahtar Kelime 342	Anahtar Kelime 406
	Anahtar Kelime 128	Anahtar Kelime 300	Anahtar Kelime 551	Anahtar Kelime 429
	Anahtar Kelime 171	Anahtar Kelime 406	Anahtar Kelime 632	Anahtar Kelime 551
	Anahtar Kelime 300	Anahtar Kelime 551		Anahtar Kelime 632
Anahtar Kelime 429				
Faaliyet Alanları	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4
	Faaliyet Alanı 8	Faaliyet Alanı 43	Faaliyet Alanı 8	Faaliyet Alanı 8
	Faaliyet Alanı 43	Faaliyet Alanı 51	Faaliyet Alanı 51	Faaliyet Alanı 51
	Faaliyet Alanı 51	Faaliyet Alanı 72	Faaliyet Alanı 72	Faaliyet Alanı 81
	Faaliyet Alanı 72	Faaliyet Alanı 81		

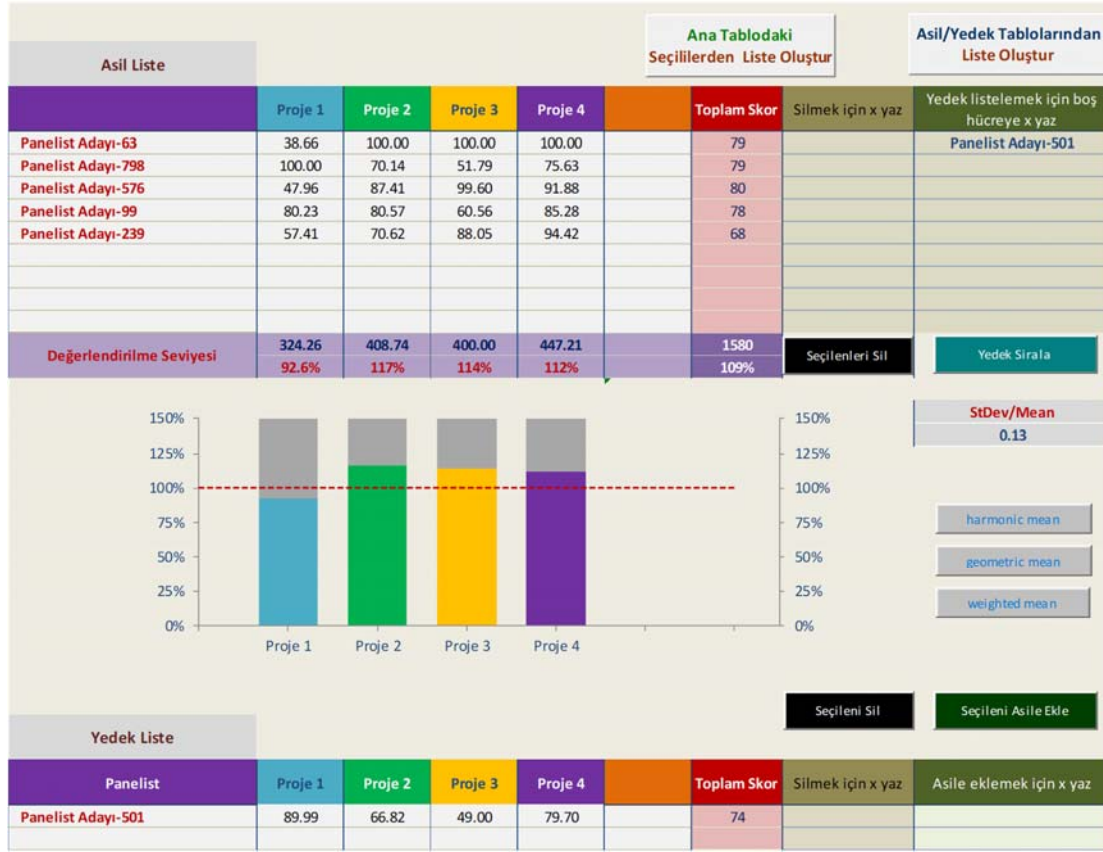
Şekil 9. Proje önerilerinin anahtar kelimeleri ve faaliyet alanlarının girildiği ekran  
(The screen where the keywords and fields of activity of the project proposals are entered)

Kişi	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4	Panel Skoru	Seçileni Yedek Ata
						Seçilenleri Ata
Panelist Adayı-63	38.66	100.00	100.00	100.00	79	x
Panelist Adayı-576	47.96	87.41	99.60	91.88	79	
Panelist Adayı-239	57.41	70.62	88.05	94.42	76	
Panelist Adayı-99	80.23	80.57	60.56	85.28	76	
Panelist Adayı-383	46.58	69.19	99.60	91.88	74	
Panelist Adayı-521	60.90	76.78	64.54	91.88	73	
Panelist Adayı-798	100.00	70.14	51.79	75.63	72	
Panelist Adayı-627	53.70	72.99	80.48	83.76	72	
Panelist Adayı-501	89.99	66.82	49.00	79.70	70	
Panelist Adayı-839	67.13	64.45	73.31	73.10	69	
...	66.19	61.61	51.79	75.63	63	

Şekil 10. PaneLIST tarafından oluşturulan ilk liste. (The first list created by PaneLIST.)

Alanı” olarak “Endüstri Mühendisliği” seçen araştırmacıların listesi ARBİS’teki verilerle eşleştirilerek 659 kişilik havuz oluşturulmuştur. Bu kişilerin hem YÖK’teki hem de ARBİS’teki anahtar kelimeleri listede yer almaktadır. Ayrıca, bu kişilerin bölüm web sayfaları/kişisel web sayfaları, varsa “Google Scholar” profillerindeki anahtar kelimeler ve Web of Science verileri taranarak eksik olan anahtar kelimelerin büyük bir bölümü de listeye eklenmiştir. Son olarak, hiyerarşik bir yapıda olmayan anahtar kelime havuzu üzerinde gruplama çalışması yapılmıştır. Daha önce Şekil 2’de özetlendiği üzere panelist adayları ile proje önerilerinin anahtar kelimeleri için iki tür eşleşme söz konusudur: birebir eşleşme ve üst grupların eşleşmesi. Anahtar kelime havuzunun çok geniş olduğu

dikkate alındığında, birebir eşleşmelerle sık karşılaşılacağı açıktır; ön çalışmalar da bu hususu işaret etmiştir. Bu aşamada temel kriter Şekil 2’deki AK\_4 ve AK\_10 üzerinden açıklanabilir. Eğer AK\_4 konusunda uzman olduğunu beyan eden bir panelist adayının AK\_10’un da uzmanı sayılabileceği düşünülüyorsa bu iki kelime aynı üst gruba atanmıştır. Oluşturulan gruplardan bir kısmı Tablo 3’te sunulmuştur. Örneğin, uzmanlık alanında anahtar kelime olarak “Ağ Analizi” girmiş bir adayın “Ağ Modelleri” anahtar kelimesine sahip bir proje önerisini de değerlendirebileceği varsayılabilir. Bu veri işlemlerinin ardından, geçmiş proje önerileri ve panel verileri dikkate alınarak 3, 4 ve 5 projenin yer aldığı 4’er panel olmak üzere toplamda 12 adet test paneli (tp1-tp12) oluşturulmuş,



Şekil 11. Asil ve yedek listelerle birlikte performans değerlerinin yer aldığı ekran (Display of performance values with main and reserve lists)

Tablo 3. Anahtar kelime grup örnekleri (Cluster samples for keywords)

Acil Durum Lojistiği	Ağ Akış Problemleri	Kuyruk Modelleri	Araç Rotalama Problemleri
Acil Durum ve Risk Yönetimi	Ağ Analizi	Kuyruk Sistemleri	Filo Yönetimi
Afet Hazırlığı ve Acil Müdahale	Ağ Modelleri	Kuyruk Teorisi	Gezgin Satıcı Problemi
Afet Lojistiği	Ağ Optimizasyonu		Güzergah Planlama
Afet Operasyonları Yönetimi	Ağ Planlama		Rota Planlama
Afet Sonrası İlk Yardım Lojistiği	Ağ Tasarımı		
İnsani Yardım Lojistiği	Ağ Teorisi		

Panelist'in bu paneller kapsamındaki performansı panel ataması problemi için hazırlanan tam sayılı model sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

#### 4.1. Panelist Atama için Tamsayı Doğrusal Programlama Modeli (EBSkT)

(Integer Linear Program for Panelist Assignment (EBSkT))

Hangi proje önerilerinin değerlendirileceği belirli olan bir panel için proje skorları toplamını enbüyükleyen tam sayılı doğrusal programlama modeli oluşturulmuştur (EBSkT):

$$\text{Maks } \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \text{Skor}(i, j) * x_i \quad (5)$$

s. t.

$$\sum_{i \in I} x_i = N_{pan} \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \text{Skor}(i, j) * x_i \geq \text{HedefSkor}(j) \quad \forall j \quad (7)$$

Bu modelde  $x_i$  ikili bir değişkendir ve panelist aday  $i$ 'nin panele atanması durumunda 1, aksi durumda 0 değerini almaktadır. Sunulan amaç fonksiyonu (Eş. 5), panele atanmış panelistlerin proje skorlarını tüm proje önerisileri üzerinden enbüyüklemek olarak tanımlanmıştır. Eş. 6, panele atanan panelist sayısının panelde yer alması öngörülen panelist sayısına, (pratikte genellikle 5 olarak belirlenir) eşit olmasını garanti eden kısıttır. Eş. 7'de ise her bir proje önerisinin, hedeflenen değerlendirme seviyesini sağlaması garanti edilmektedir. Model, temel olarak uygunluk skorlarını enbüyüklemeye yönelik olup, proje önerilerinin değerlendirme seviyeleri arasındaki varyasyonu dikkate almamakta, bu yönüyle dengeleme amacını yeterince karşılamamaktadır. Bu nedenle, Eş. 8 tanımlanmıştır.

$$\sqrt{\frac{\sum_{j \in J} \left[ \sum_{i \in I} \left[ \frac{Skor(i,j) * x_i}{HedefSkor(j)} \right] \right]^2}{(Nprj-1)}} \quad (8)$$

$$\leq 0,05 * (\sum_{j \in I} [\sum_{i \in I} Skor(i,j) * x_i / RefSkor(j)]) / NPrj$$

Bu eşitsizliğin sol tarafı, proje önerilerin değerlendirme seviyelerinin standart sapmasını vermektedir. Bu değer in ortalama değerlendirme düzeylerinin ortalamasının %5'ini aşmaması amaçlanmıştır. EBSkT modeline bu kısıtın eklenmesiyle oluşan model EBSkT-5 olarak adlandırılmıştır. EBSkT'nin yanında, PaneLIST'in dengeli bir panel kurmada ne ölçüde başarılı olduğunu test etmeye yönelik bir başka modele daha ihtiyaç duyulmuş ve hedef skorlar sağlanırken tek amacın dengeli bir panel kurulmasının olduğu model de tanımlanmıştır. EKSp olarak adlandırılan bu model EBSkT ile aynı kısıtlar altında amaç fonksiyonu olarak, Eş. 8'deki eşitsizliğin sol tarafında yer alan terimlerin (proje önerilerin değerlendirme seviyelerinin standart sapması), sağ taraftaki 0,05 ile çarpılan terime (değerlendirme seviyelerinin ortalaması) bölümünü kullanmaktadır. Aslında dengeleme amacı ile skorları en büyükleme amacı kullanılarak iki-amaçlı bir model kurmak da mümkündür; ancak, dengeleme amacının kısıt olarak kullanıldığı EBSkT-5 bu ihtiyacı kolaylıkla karşılamaktadır.

#### 4.2. Sonuçların Karşılaştırılması (Comparison of the Results)

Matematiksel model, hesaplanan panel skorları en yüksek olan 100 kişi arasından her proje önerisi için hedef skorları sağlamak üzere 5 panelisti seçecek şekilde oluşturulmuştur. 5 panelist ile olurlu çözüm elde edilemezse, panelist sayısı ( $Npan$ ) birer artırılarak devam edilmiştir. PaneLIST ise, ilk kez oluşturulan listede ve sonrasında dinamik bir şekilde güncellenen listelerde ilk sırada yer alan panelistin, hedef skorlar sağlanana kadar eklenmesi şeklinde çalıştırılmıştır. Sonuçlar, Tablo 4'te özetlenmiştir. Bu tabloda, PaneLIST; skorlar toplamı, değerlendirme seviyelerinin ortalaması ve değerlendirme yüzdelerinin standart sapmalarının ortalamaya oranları olmak üzere üç performans kriteri kapsamında EBSkT, EBSkT-5 ve EKSp modelleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar, skorlar toplamı için yüzde değişim; diğer başlıklarda ise, değerler zaten yüzde olarak sunulduğu için sayısal fark olarak hesaplanmıştır. Skorlar toplamında pozitif bir değişim daha yüksek skora işaret etmekte; diğer iki başlıkta yer alan pozitif değerler ise dengelilik açısından daha kötü bir panele işaret etmektedir. Görüldüğü üzere, PaneLIST, skorlar toplamı açısından EKSp'ten ortalama %12,20 daha iyiyken, bu amaç için olabilecek en iyi sonucu çözümü üreten EBSkT'den %4,14 daha düşüktür. Diğer taraftan, PaneLIST, olabilecek en dengeli panelin kurulmasına yönelik kesin çözüm veren EKSp modelinden yüzde olarak 3,93 puan daha az dengeli olan paneller önermektedir. Ancak, dengelilik kriteri dikkate alındığında, PaneLIST'in EBSkT'den 5,50 puan daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. PaneLIST ile EBSkT-5 karşılaştırıldığında, bu iki modelin hemen hemen eş sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Her bir performans kriteri bazında,

iki modelin sonuçlarının ortalama farkı %1'in veya yüzdesel olarak 1 puanın altındadır. Bu durumda, PaneLIST'in toplam değerlendirme skorlarını mümkün olduğunca büyükleterek (EBSkT'nin sadece %4,14 gerisindedir), olabilecek en dengeli panelin %5 yakınında paneller önerdiğini söyleyebiliriz. Yani, öngörülen her iki amaç da büyük oranda karşılanmaktadır.

PaneLIST'in performansına yönelik yukarıda değinilen tüm hususlardan bağımsız olarak, PaneLIST'in EBSkT ve EKSp'ye göre en büyük avantajı, karar vericilere pek çok alternatifini interaktif bir şekilde sunmasıdır. Diğer bir deyişle, diğer modellerin statik bir yapıda tek bir çözüm üretmesi önemli bir dezavantajdır. Bu dezavantaj, polinom zamanlı çözümleri de olan bu modellerin de bir KDS çerçevesinde entegrasyonu ile aşılabılır. Ancak, her aşamada yeni bir model çözülmesi, PaneLIST'teki gibi basit sayısal operatörlerle yapılan hesaplamalara göre daha yüksek çözüm karmaşıklığına sahip olacaktır. Test panellerinin çözümünde, listede en üstte yer alan kişilerin seçilmesi, sadece deneylerin kıyaslanabilir bir şekilde ve sistematik bir biçimde yapılması için gerçekleştirilmiştir. Pratikte, karar vericiler, kişilerin daha detaylı profillerini ve tercih nedeni olabilecek diğer kriterleri de kolayca dikkate alarak listeden herhangi bir kişiyi panele ekleyebilmekte ve bunun etkisini, kendisine sunulan sayısal ve görsel verilerle anında değerlendirebilmektedir. Ayrıca, yedek belirleme, asil-yedek değişikliği, panelist çıkarma gibi sunduğu opsiyonlar da PaneLIST'in artıları olarak sıralanabilir.

#### 5. SİMGELER (SYMBOLS)

TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ARDEB	: Araştırma Destek Programları Başkanlığı
TEYDEB	: Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı'na
MAG	: Mühendislik Araştırma Destek Grubu
ARBİS	: Araştırmacı Bilgi Sistemi
ARDEB-PBS	: ARDEB Proje Başvuru Sistemi
ARDEB-PTS	: ARDEB Proje Takip Sistemi
PYS	: Panel Yönetim Sistemi
AP	: Atama Problemi
HAP (RAP)	: Hakem Atama Problemi (Reviewer Assignment Problem)
teHAP (cmRAP)	: tam eşleşmeli Hakem Atama Problemi, (complete match Reviewer Assignment Problem)
CPAP	: Conference Paper Assignemnt Problem (Konferans Makale Atama Problemi)
MCFP	: Minimum Cost Flow Problem (Minimum/En Küçük Maliyet Akış Problemi)
MRGAP	: Multi Resource Generalized Assignment Problem (Çok Kaynaklı Genelleştirilmiş Atama Problemi)
GRASP	: Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (Atamalar için Açgözlü Rastgele Uyarlanabilir Arama Prosedürü)



**Tablo 4.** Performans Karşılaştırması: PaneLIST ve Diğer Modeller  
(Performance Comparison: PaneLIST vs Other Models)

Test Paneli	Skorlar Toplamı				Değerlendirme Yüzdesi: Ortalama				Değerlendirme Yüzdesi: Standart Sapma / Ortalama			
	PanelIST	EBSKT	EKSp	EBSKT-5	PanelIST	EBSKT	EKSp	EBSKT-5	PanelIST	EBSKT	EKSp	EBSKT-5
tp1	1126,61	1138,41	868,33	1138,41	123,46%	124,68%	95,16%	124,68%	2,77%	4,40%	0,08%	4,40%
tp2	1012,51	1138,80	833,44	1000,28	118,30%	137,28%	96,62%	116,86%	5,09%	19,10%	0,07%	4,75%
tp3	958,96	975,79	928,91	957,45	99,60%	101,43%	96,49%	99,80%	3,73%	5,03%	0,29%	4,15%
tp4	1141,32	1194,04	927,80	1142,80	122,09%	128,26%	98,97%	122,31%	4,30%	9,89%	0,06%	4,77%
tp5	1615,69	1677,14	1403,35	1598,48	110,50%	115,41%	96,00%	109,24%	5,03%	9,64%	1,08%	4,95%
tp6	1583,94	1629,33	1496,81	1590,42	103,74%	107,64%	98,11%	104,21%	2,59%	8,35%	0,99%	3,65%
tp7	1384,53	1514,80	1169,70	1374,19	115,95%	128,46%	97,48%	115,19%	5,90%	14,59%	0,12%	4,96%
tp8	1639,74	1673,00	1413,32	1639,74	111,56%	114,43%	95,81%	111,56%	4,17%	10,58%	0,14%	4,17%
tp9	1711,90	1806,76	1644,84	1644,84	107,16%	113,31%	102,84%	102,84%	5,20%	11,96%	1,54%	1,54%
tp10	1859,31	1914,92	1715,94	1865,82	105,00%	108,52%	96,67%	105,41%	3,08%	9,32%	0,52%	4,63%
tp11*	2068,05	2103,90	1880,85	2023,18	110,60%	112,67%	99,93%	107,89%	7,15%	10,79%	1,67%	4,53%
tp12	2055,41	2084,73	1741,07	1998,93	116,16%	117,97%	98,06%	112,84%	5,38%	7,38%	0,71%	4,47%
Ortalama	1513,17	1570,97	1335,36	1497,88	112,01%	117,51%	97,68%	111,07%	4,53%	10,09%	0,61%	4,25%
PanelIST'e göre performans	-	4,14%	-12,20%	-0,84%	-	5,50%	-14,33%	-0,94%	-	5,55%	-3,93%	-0,29%

\* Bu panelde, öngörülen değerlendirme seviyeleri 5 panelistle sağlanamadığı için 6 panelist eklenmiştir. Diğer test panellerinin tamamına 5 panelist atanmıştır.

LDA	: Latent Dirichlet Allocation (Saklı Dirichlet Tahsisi)
LSI	: Latent Semantic Indexing (Saklı Anlam İndeksleme)
HRAP	: Human Resource Allocation Problem (İnsan Kaynağı Tahsisi Problemleri)
TF-IDF	: Term Frequency - Inverse Document Frequency (Terim Frekansı - Ters Belge Frekansı)
I-TAP	: Improvement Topical Affinity Propagation (Geliştirilmiş Yerel Yakınlık Yayılımı)
DOI	: Digital Object Identifier (Dijital Nesne Tanımlayıcı)
ESF	: European Science Foundation (Avrupa Bilim Vakfı)
NSF	: US National Science Foundation (Ulusal Bilim Vakfı)
NSFC	: National Natural Science Foundation of China (Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı)
NCRD	: Poland National Center for Research and Development (Polonya Ulusal Araştırma ve Geliştirme Merkezi)
YÖK	: Yükseköğretim Kurumu

## 6. SONUÇLAR (CONCLUSION)

TÜBİTAK, uzun yıllardır bilimsel proje önerilerini değerlendirmek üzere paneller düzenlemektedir. Bu

süreçlerin yönetilmesi aşamalarında yıllar içerisinde çeşitli iş uygulama yazılımları geliştirilmiş ve uluslararası standartlarda hizmet verebilecek deneyim elde edilmiştir. Ancak, panelistlerin seçimi sürecinin daha objektif ve şeffaf bir şekilde yürütülmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç devam etmektedir. Bu çalışmada, hangi projelerin değerlendirileceği önceden belirlenmiş bir panel için en uygun panelistlerin atanmasına yardımcı olacak bir karar destek sistemi olan PaneLIST, geliştirilmiştir. Çalışma, panelist adaylarının proje önerileri için ne kadar uygun olduğuna yönelik bir ölçüğün geliştirilmesi ve hesaplanan skorlar üzerinden en uygun panelist kompozisyonunun oluşturulması amacıyla, paneldeki mevcut panelistleri de dikkate alacak şekilde, dinamik aday listeleri oluşturulması aşamalarında literatüre ve pratiğe önemli katkılar sunmaktadır. Bu dinamik yapı, TÜBİTAK panellerinin literatürdeki benzer problemlerden ayrıştığı en önemli hususlardan birisi olan tüm panelistlerin oy kullanma zorunluluğu nedeniyle, proje önerilerinin değerlendirme seviyelerinde mümkün olduğunca az sapmanın olması hedefini önemli ölçüde sağlamaktadır. PaneLIST sonuçları, kesin çözüm veren doğrusal ve doğrusal olmayan tam sayılı program sonuçları ile kıyaslanmış ve hem skorlar toplamında hem de dengelik hedefinde en iyi çözümlere yakın çözümler elde edilmiştir.

Çalışmanın algoritma bağlamında geliştirmeye açık yönleri kısıtlı olsa da, bundan sonraki çalışmaların uygunluk

skorlarının daha iyi belirlenmesine odaklanması önemlidir. Bu husus, önemli ölçüde güvenilir veri teminine bağlıdır. TÜBİTAK da bu ihtiyacı öngörmüş ve bu doğrultuda çalışmalarına devam etmektedir. En önemli kısıtlardan birisi olan beyana bağlı veriden, doğrulanmış verilere geçiş amacıyla YÖK, Web of Science vb. paydaşlarla işbirliklerinin kapsamı genişletilmektedir. Ayrıca, özellikle veri madenciliği ve makine öğrenmesi kapsamında gerçekleşen gelişmelerle birlikte, uygunluk skorlarının hesaplanmasına yönelik çok daha kapsamlı yaklaşımlar oluşturulabilir.

Bir sonraki aşamada, doğrulanmış kaynaklardan gelen anahtar kelimelerin frekanslarının da uygunluk skoru hesaplamalarına entegre edilmesi planlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmada pilot olarak geliştirilen PaneLIST'in mevcut iş uygulama yazılımına entegrasyon çalışmaları da başlamıştır. Mevcut çalışma her ne kadar panellere odaklanmış olsa da; PaneLIST, herhangi bir uyarlamaya ihtiyaç duymadan, dış danışman değerlendirmelerinde ve akademik dergilerin hakem belirleme süreçlerinde de kullanılabilir kapsamda hazırlanmıştır.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için imkân sağlayan TÜBİTAK'a; değerli görüşleri ve katkılarından dolayı Serkan Üçer'e ve Prof. Dr. Lale Özbakır'a teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Ma J., Xu W., Sun Y., Turban E., Wang S., Liu O., An Ontology-Based Text-Mining Method to Cluster Proposals for Research Project Selection, *IEEE Trans Syst Man, Cybern - Part A Syst Humans*, 42 (3), 784-790, 2012.
- ESF. European Peer Review Guide. Strasbourg; 2011.
- Janak S., Taylor M., Floudas C., Burka M., Mountziaris T., Novel and Effective Integer Optimization Approach for the NSF Panel-Assignment Problem: A Multiresource and Preference-Constrained Generalized Assignment Problem, *Ind Eng Chem Res.*, 45 (1), 258-265, 2006.
- Ceylan D., Saatçioğlu Ö., Sepil C., An algorithm for the committee construction problem, *Eur J Oper Res.*, 77 (1), 60-69, 1994.
- Karimzadehgan M., Zhai C., Integer linear programming for Constrained Multi-Aspect Committee Review Assignment, *Inf Process Manag.*, 48 (4), 725-740, 2012.
- Kuhn H., The Hungarian method for the assignment problem, *Nav Res Logist Q*, 2 (1-2), 83-97, 1955.
- Pentico D.W., Assignment problems: A golden anniversary survey, *Eur J Oper Res.*, 176 (2), 774-793, 2007.
- Dell'amico M., Martello S., Linear assignment in Annotated Bibliographies in Combinatorial Optimization, Editör: Martello S., Dell'amico M., Maffioli F., John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 1997.
- Bouajaja S., Dridi N., A survey on human resource allocation problem and its applications, *Oper Res.*, 17 (2), 339-369, 2017.
- Çavdur F., Sebatlı A., Köse Küçük M., A group-decision making and goal programming-based solution approach for the student project team formation problem, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34 (1), 505-521, 2019.
- Gupta S., Punnen A., Minimum deviation problems, *Oper Res Lett.*, 7 (4), 201-204, 1988.
- Wang F., Chen B., Miao Z., A Survey on Reviewer Assignment Problem. *International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems*, Springer, Berlin, Heidelberg, 718-727, 2008.
- Hartvigsen D., Wei J., Czuchlewski R., The Conference Paper-Reviewer Assignment Problem, *Decis Sci.*, 30 (3), 865-876, 1999.
- Yıldırım E., Aykanat C., Oruç A., Atmaca A., Kayaaslan E., Koca E., Geniş Kapsamlı Proje Değerlendirme ve Seçim Sistemi, TÜBİTAK, 2012.
- Xu Y., Ma J., Sun Y., Hao G., Xu W., Zhao D., A decision support approach for assigning reviewers to proposals. *Expert Syst Appl.*, 37 (10), 6948-6956, 2010.
- Daş G., Göçken T., A fuzzy approach for the reviewer assignment problem, *Comput Ind Eng.*, 72, 50-57, 2014.
- Hettich S., Pazzani M., Mining for proposal reviewers, in *Proceedings of the 12th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining - KDD '06.*, ACM Press, New York, USA, 862-871, 2006.
- Fan Z., Chen Y., Ma J., Zhu Y., Decision support for proposal grouping: A hybrid approach using knowledge rule and genetic algorithm, *Expert Syst Appl.*, 36 (2), 1004-1013, 2009.
- Goldsmith J., Sloan R., The AI conference paper assignment problem, in *Proc. AAAI Workshop on Preference Handling for Artificial Intelligence*. Vancouver, Canada, 2007.
- Sun Y., Ma J., Fan Z., Wang J., A Hybrid Knowledge and Model Approach for Reviewer Assignment, in *40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, IEEE, 2007.
- Liu O., Wang J., Ma J., Sun Y., An intelligent decision support approach for reviewer assignment in R&D project selection, *Comput Ind*, 76, 1-10, 2016.
- Yunhong X., Xianli Z., A LDA model based text-mining method to recommend reviewer for proposal of research project selection, in *13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*, IEEE, 1-5, 2016.
- Protasiewicz J., Pedrycz W., Kozłowski M., vd., A recommender system of reviewers and experts in reviewing problems, *Knowledge-Based Syst*, 106, 164-178, 2016.
- Tayal D., Saxena P., Sharma A., Khanna G., New method for solving reviewer assignment problem using type-2 fuzzy sets and fuzzy functions, *Appl Intell*, 40 (1), 54-73, 2014.

25. Cook W.D., Golany B., Kress M., Penn M., Raviv T., Optimal allocation of proposals to reviewers to facilitate effective ranking, *Manage Sci.*, 51 (4), 655-661, 2005.
26. Yeşilçimen A., Yıldırım E., An alternative polynomial-sized formulation and an optimization based heuristic for the reviewer assignment problem, *Eur J Oper Res.*, 276 (2), 436-450, 2019.
27. Dumais S., Nielsen J., Automating the assignment of submitted manuscripts to reviewers, in *Proceedings of the 15th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 1992.
28. Garg N., Kavitha T., Kumar A., Mehlhorn K., Mestre J., Assigning Papers to Referees, *Algorithmica*, 58 (1), 119-136, 2010.
29. Zhao H., Tao W., Zou R., Xu C., Construction and Application of Diversified Knowledge Model for Paper Reviewers Recommendation, in *International Conference of Pioneering Computer Scientists, Engineers and Educators*, Springer, Singapore, 120-127, 2018.
30. Mungen A., Gundogan E., Alhajj R., Kaya M., A Novel Local Propagation Based Expert Finding Method, in *International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)*, IEEE, 1-7, 2018.
31. Liu X., Suel T., Memon N., A robust model for paper reviewer assignment, in *Proceedings of the 8th ACM Conference on Recommender Systems - RecSys '14*, ACM Press, New York, USA, 25-32, 2014.
32. Jin J., Niu B., Ji P., Geng Q., An integer linear programming model of reviewer assignment with research interest considerations, *Ann Oper Res.*, 1-25, 2018.
33. Karimzadehgan M., Zhai C., Belford G., Multi-aspect expertise matching for review assignment, in *Proceeding of the 17th ACM Conference on Information and Knowledge Management - CIKM '08*, ACM Press, New York, USA, 1113-1122, 2008.
34. Moawad M., Maher M., Awad A., Sakri S., MINARET: A Recommendation Framework for Scientific Reviewers, in *22nd International Conference on Extending Database Technology (EDBT)*, Lisbon, Portugal, 2019.
35. Nguyen J., Sánchez-Hernández G., Agell N., Rovira X., Angulo C., A decision support tool using Order Weighted Averaging for conference review assignment, *Pattern Recognit Lett*, 105, 114-120, 2018.
36. Üçer S., Bilimsel Değerlendirmeler için Performans Varisi Tabanlı Bir Değerlendirme Sistemi Geliştirilmesi. TÜBİTAK Uzmanlık Tezi, Ankara, 2011.
37. Selçuk Doğan G.H., Expert Finding in Domains with Unclear Topics, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
38. Aksop C. Akademik Makale Değerlendirmesi Kapsamında Hakem Atma Süreçlerinin İncelenmesi ve Yeni Bir Sistem Önerisi, TÜBİTAK Uzmanlık Tezi, Ankara, 2018.

