

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KALDER KALİTE ÇEMBERİ VE KAİZEN ÖDÜL
DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ÇOK
ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME UYGULAMASI**

NESLİŞAH ALBAYRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2019

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.



**KALDER KALİTE ÇEMBERİ VE KAİZEN ÖDÜL
DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ÇOK
ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME UYGULAMASI**

**IMPROVEMENT of QUALITY CIRCLES and KAIZEN
AWARD EVALUATION PROCESS in KALDER:
APPLICATION of MULTI-CRITERIA DECISION MAKING
TECHNIQUES**

NESLİŞAH ALBAYRAK

Başkent Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
KALİTE Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

"KALDER KALİTE ÇEMBERİ VE KAİZEN ÖDÜL DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME UYGULAMASI" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından, 28/01/2019 tarihinde, **KALİTE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

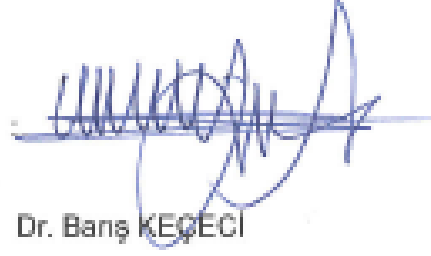
:



Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Üye (Danışman)

:



Dr. Banş KEÇECİ

Üye

:



Doç. Dr. Kumru Dildem ATALAY

ONAY

28/01/2019

Prof. Dr. Ömer Faruk ELALDI
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih:09 /01 / 2019

Öğrencinin Adı, Soyadı : Neslişah ALBAYRAK

Öğrencinin Numarası : 21620303

Anabilim Dalı : Kalite Mühendisliği

Programı : Kalite Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans

Danışmanın Adı, Soyadı : Dr. Öğr. Üyesi Barış KEÇECİ

Tez Başlığı :Kalder Kalite Çemberi ve Kaizen Ödül Değerlendirme Sürecinin İyileştirilmesi:
Çok Ölçütlü Karar Verme Uygulaması

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 78 sayfalık kısmına ilişkin, 09 / 01 / 2019 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 17'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

"Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esasları"nı inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci imzası:

Onay

09 / 01 / 2019

Dr. Öğr. Üyesi Barış KEÇECİ

TEŐEKKÖR

Sayın Senem DEMİRDAMAR GÜNER'e (KalDer Ankara Şubesi Genel Sekreteri) ve Yönetim Kurulu Başkanı ve Üyelerine bana bu konuda çalışma fırsatı verdiklerinden,

Sayın Dr. Barış KEÇECİ'ye (tez danışmanı), çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yardımcı ve yol gösterici olduğundan,

Sevgili ailem Üzeyir ALBAYRAK, Seynur ALBAYRAK, Gülşah ALBAYRAK ve Berke ALBAYRAK'a, her daim yanımda olduklarından,

Kadim dostlarım Cansu AĞRALI, Zeynep SÜNGÜ, Gözde GÜLLETUTAN, Kübra SARIOĞLU ve Fatmanur ARSLAN'a, desteklerinden dolayı,

teşekkürlerimi sunarım.

ÖZ

KALDER KALİTE ÇEMBERİ VE KAİZEN ÖDÜL DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME UYGULAMASI

Neslişah ALBAYRAK

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kalite Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışmada Türkiye Kalite Derneği (KalDer) Ankara Şubesi'nin 2008 yılından bu yana firmalarda sürekli iyileştirme faaliyetlerini ve ekip çalışmalarını desteklemek adına uyguladığı Kalite Çemberleri ve Kaizen Ödül Süreci incelenmiştir. Değerlendirici kararlarının ödül puanlaması üzerinde ve sıralamada hangi etkilere sahip olduğu araştırılmıştır. Değerlendirmelerin, değerlendiriciler arası farkları azaltacak şekilde matematiksel metodlarla desteklenmesi için çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) teknikleri uygulanmıştır.

Çalışmada 2018 yılında ödüle başvuran 13 Kobetsu Kaizen ekibi ve 2017 yılında ödüle başvuran 7 Kobetsu Kaizen ekibinin verilerinden yararlanılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP metodu kullanılmıştır. Ödül sıralamasında ise AHP-GRA ve AHP-TOPSIS bütünleşik olarak kullanılarak sonucunda duyarlılık analizleri de uygulanmıştır. Geometrik ortalama kullanılarak yapılan sıralamalarda değerlendiricilerin puanlamalarının, sıralamaları değiştirdiği gözlemlenmiştir. Değerlendiricilerin yüzyüze gerçekleştirdiği uzlaşım toplantısında uygulanan yöntemin matematiksel metoda göre yapıldığında farklı sonuçlar vereceği ve dolaylı olarak ödül sıralamasını etkileyeceği söylenebilir. Duyarlılık analizi sonucunda ise GRA ve TOPSIS yöntemleri kriter üstünlükleri ile değil de uzaklık bazlı çalıştıklarından sıralamalarda değişiklikler meydana gelmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kalite Çemberi ve Kaizen, ödül süreci, çok ölçütlü karar verme teknikleri, AHP, GRA, TOPSIS.

Danışman: Dr. Barış KEÇECİ, Başkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ABSTRACT

IMPROVEMENT of QUALITY CIRCLES and KAIZEN AWARD EVALUATION PROCESS KALDER: APPLICATION of MULTI-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

Neslişah ALBAYRAK

Başkent Üniversitesi Institute of Science and Technology

Department of Quality Engineering

In this study, Quality Circles and Kaizen Award process is inspected. This award process has been organized by Turkish Society for Quality (KalDer) Ankara Branch since 2008 to support the continuous improvement activities and teamwork within the companies. The effects of evaluators' decisions' on award scoring and ranking are observed. Multi-criteria decision making techniques are applied to support the assessment of mathematical methods to reduce the differences caused by the evaluators.

The data of 13 Kobetsu Kaizen teams which applied for 2018 award and 7 Kobetsu Kaizen teams which applied for 2017 award, are used. The AHP method is used to determine the criteria weights. In the award ranking, AHP-GRA and AHP-TOPSIS are used as integrated and sensitivity analyzes are performed. It is observed that the final ranking is changed with the use of geometric mean in the calculations. It can be said that the method applied by the evaluators in face to face meeting will give different results, then applied according to the mathematical method and indirectly affect the award ranking. As a result of the sensitivity analysis, since the GRA and TOPSIS are rather than criteria based but distance based methods, changes are occurred.

KEYWORDS: Quality Circles and Kaizen, award process, multi-criteria decision making techniques, AHP, GRA, TOPSIS.

Advisor: Dr. Barış KEÇECİ, Başkent Üniversitesi, Department of Industrial Engineering

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
1 GİRİŞ.....	1
1.1 KAIZEN	1
1.2 KALDER Tarihçesi ve Kalite Çemberi ve Kaizen Ödül Süreci.....	4
1.3 Kalite Çemberi ve KAIZEN Önceki Çalışmalar	9
1.4 Kullanılan Yöntem ve Önceki Çalışmalar	11
2 UYGULAMA	24
2.1 Gri İlişkisel Analiz Metodunun Uygulanması	25
2.1.1 GRA Geometrik ortalama puanları uygulaması 2018	25
2.1.2 GRA Konsolide puanları uygulaması 2018	30
2.1.3 GRA Saha puanları uygulaması 2018	34
2.1.4 GRA Konsolide puanlar uygulaması 2017	39
2.1.5 GRA Saha puanları uygulaması 2017	41
2.2 TOPSIS Metodunun Uygulanması	44
2.2.1 TOPSIS Geometrik ortalama puanları uygulaması 2018	44
2.2.2 TOPSIS Konsolide puanlar uygulaması 2018.....	48
2.2.3 TOPSIS Saha puanları uygulaması 2018	51
2.2.4 TOPSIS Konsolide puanlar uygulaması 2017	55
2.2.5 TOPSIS Saha puanları uygulaması 2017	57
2.3 Duyarlılık Analizi.....	61
2.3.1 Kriter ağırlıkları için duyarlılık analizi.....	61
2.3.2 GRA Ayırıcı sayı için duyarlılık analizi	65
3 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR LİSTESİ	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Yenilik-Kaizen grafiği	2
Şekil 1.2	Sorumluluk seviyeleri	3
Şekil 1.3	PUKÖ döngüsü	3
Şekil 1.4	Kaizen ekipleri modeli	5
Şekil 1.5	Kalite çemberi puanlama modeli	7
Şekil 1.6	Kaizen puanlama modeli	7
Şekil 1.7	Ödül akış şeması	9



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1	Kobetsu Kaizen adımları	4
Çizelge 1.2	Hong Kong kalite çemberi modeli	10
Çizelge 1.3	AHP önem skalası	13
Çizelge 1.4	Rassal indeks	15
Çizelge 2.1	Ağırlıklandırılmış kriter matrisi	24
Çizelge 2.2	Normalize kriter matrisi ve ağırlıklar	25
Çizelge 2.3	Geometrik ortalama puanları matrisi.....	26
Çizelge 2.4	Normalize matris.....	27
Çizelge 2.5	Referans seri	27
Çizelge 2.6	Fark matrisi.....	28
Çizelge 2.7	Gri ilişki katsayıları.....	28
Çizelge 2.8	Ağırlıklı gri ilişki katsayıları	29
Çizelge 2.9	2018 GRI geometrik ortalama sıralaması	30
Çizelge 2.10	Konsolide puanlar matrisi	30
Çizelge 2.11	Normalize matris.....	31
Çizelge 2.12	Referans seri	31
Çizelge 2.13	Fark matrisi.....	32
Çizelge 2.14	Gri ilişki katsayıları.....	32
Çizelge 2.15	Ağırlıklı gri ilişki katsayıları	33
Çizelge 2.16	2018 GRA konsolide puan sıralaması	34
Çizelge 2.17	Saha puanları	34
Çizelge 2.18	Saha puanları matrisi.....	35
Çizelge 2.19	Normalize matris.....	35
Çizelge 2.20	Referans seri	36
Çizelge 2.21	Fark matrisi.....	36
Çizelge 2.22	Gri ilişki katsayıları.....	37
Çizelge 2.23	Ağırlıklı gri ilişki katsayıları	37
Çizelge 2.24	2018 GRA saha puanları ödül sıralaması	38
Çizelge 2.25	2018 puan ve sıralamaları	38
Çizelge 2.26	Konsolide puanlar matrisi	39
Çizelge 2.27	Normalize matris.....	39
Çizelge 2.28	Referans seri	40
Çizelge 2.29	Fark matrisi.....	40
Çizelge 2.30	Gri ilişki katsayıları.....	40
Çizelge 2.31	Ağırlıklı gri ilişki katsayıları	41
Çizelge 2.32	2017 GRA Konsolide puan sıralaması.....	41
Çizelge 2.33	Saha puanları matrisi.....	42
Çizelge 2.34	Normalize matris.....	42
Çizelge 2.35	Referans seri	42
Çizelge 2.36	Fark matrisi.....	43
Çizelge 2.37	Gri ilişki katsayıları.....	43
Çizelge 2.38	Ağırlıklı gri ilişki katsayıları	44
Çizelge 2.39	2017 GRA saha puanları ödül sıralaması	44
Çizelge 2.40	Kriter matrisi	45
Çizelge 2.41	Normalleştirme katsayıları	45

Çizelge 2.42	Normalize kriter matrisi.....	46
Çizelge 2.43	Ağırlıklı normalize kriter matrisi.....	46
Çizelge 2.44	Yakınlık katsayıları	47
Çizelge 2.45	Geometrik ortalama sıralaması.....	48
Çizelge 2.46	Kriter matrisi	48
Çizelge 2.47	Normalleştirme katsayıları	49
Çizelge 2.48	Normalize kriter matrisi.....	49
Çizelge 2.49	Ağırlıklı normalize kriter matrisi.....	50
Çizelge 2.50	Yakınlık katsayıları	50
Çizelge 2.51	Konsolide puan sıralaması	51
Çizelge 2.52	Kriter matrisi	52
Çizelge 2.53	Normalleştirme katsayıları	52
Çizelge 2.54	Normalize kriter matrisi.....	53
Çizelge 2.55	Ağırlıklı normalize kriter matrisi.....	53
Çizelge 2.56	Yakınlık katsayıları	54
Çizelge 2.57	Saha puanları sıralaması.....	54
Çizelge 2.58	Kriter matrisi	55
Çizelge 2.59	Normalleştirme katsayıları	55
Çizelge 2.60	Normalize kriter matrisi.....	56
Çizelge 2.61	Ağırlıklı normalize kriter matrisi.....	56
Çizelge 2.62	Yakınlık katsayıları	57
Çizelge 2.63	Konsolide puan sıralaması	57
Çizelge 2.64	Kriter matrisi	58
Çizelge 2.65	Normalleştirme katsayıları	58
Çizelge 2.66	Normalize kriter matrisi.....	58
Çizelge 2.67	Ağırlıklı normalize kriter matrisi.....	59
Çizelge 2.68	Yakınlık katsayıları	59
Çizelge 2.69	Saha puanları sıralaması.....	60
Çizelge 2.70	GRA ve TOPSIS sıralaması 2018	60
Çizelge 2.71	GRA ve TOPSIS sıralaması 2017	61
Çizelge 2.72	GRA ve TOPSIS kriter yeni ağırlıkları.....	62
Çizelge 2.73	GRA 2018 duyarlılık analizi sıralaması	63
Çizelge 2.74	TOPSIS 2018 duyarlılık analizi sıralaması	63
Çizelge 2.75	GRA 2017 duyarlılık analizi sıralaması	64
Çizelge 2.76	TOPSIS 2017 duyarlılık analizi sıralaması	64
Çizelge 2.77	Ayırıcı katsayı için sonuçlar 2018	65
Çizelge 2.78	Ayırıcı katsayı için sonuçlar 2017	66

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	Analytical Hierarchy Process
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
GRA	Grey Relational Analysis
KalDer	Türkiye Kalite Derneği
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR	Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
MOORA	Multi-Obective Optimization by Ratio Analysis
ELECTRE	Elemination and Choice Translating Reality English
ARAS	Additive Ratio Assesment
PUKÖ	Planla Uygula Kontrol Et Önlem Al

1 GİRİŞ

Günümüzdeki pazar yapısı, küçük ve bölünmüş pazarlardan küresel pazara dönüşmektedir. Bu yapıda müşteriler yüksek kalitede ürünlere düşük maliyetlerle sahip olmayı istemektedirler. Bu rekabetçi şartlar altında müşterinin beklentilerini karşılayan ürün ve hizmet geliştirme zorunluluğu oluşmuştur.

Günümüzde, sektöründe ve dünyada başarı kazanmış firmalar değişimleri önceden planlayarak sürekli iyileştirme faaliyetleri ile piyasadan pay almışlardır. Japon şirketleri ve diğer tüm şirketler başarılarını, Kaizen felsefesini içselleştirerek ve hayata geçirmişlerdir. Türkiye Kalite Derneği (KalDer) Ankara Şubesi de 2008 yılından bu yana firmalarda sürekli iyileştirme faaliyetlerini ve ekip çalışmalarını desteklemek adına Kalite Çemberleri ve Kaizen Ödüllerini vermektedir.

Türkiye Kalite Derneği Kalite Çemberleri ve Kaizen ödül değerlendirme sürecini iyileştirmek adına çalışmalar yürütülmüştür.

2008 yılından bu yana KalDer Ankara Şubesi tarafından yürütülen Kalite Çemberleri ve Kaizen ödül süreci, iyileştirilmek amacıyla incelenmiştir. İnsan faktörünün ödül puanlaması üzerinde hangi etkilere sahip olduğu ve ödül sıralamasında değişikliklere yol açıp açmadığının üzerinde durulmuştur. Değerlendirmenin insanlar arası farkları azaltacak şekilde matematiksel metodlarla desteklenmesi hedeflenmiştir. KalDer tarafından değerlendiriciler arası kalibrasyon olmadığı bildirilmiş ve sürecin daha sağlıklı işlemesi için analizlerin yapılması gerekliliği doğmuştur.

Çalışmada 2018 yılında ödüle başvuran 13 Kobetsu Kaizen ekibi ve 2017 yılında ödüle başvuran 7 Kobetsu Kaizen ekibinin verilerinden yararlanılmıştır.

Çalışma kapsamında, ödül değerlendirme süreci bir Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) problemi olarak ele alınmıştır. Çalışmada birden fazla ÇÖKV yöntemi uygulanmıştır ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Bunlar, AHP-GRİ ilişkisel analiz ve AHP-TOPSIS bütünleşik yöntemleridir.

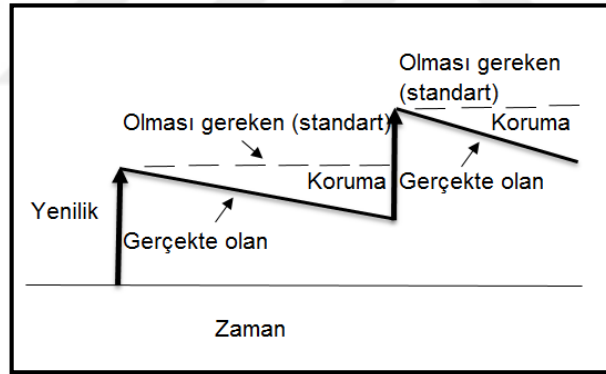
1.1 KAIZEN

Kaizen, Japoncada kai (değişim) ve zen (daha iyi) sözcüklerinin birleşimidir. Daha iyiye değişim yani sürekli iyileştirme manasındadır. Çalışma ortamlarında üst düzey

yöneticilerin, müdürlerin ve çalışanların müdahil olduğu faaliyetleri kapsar. Kaizen, mevcut durumla yetinmek yerine problemleri ve olası sorunları görmeyi sağlar.

2. Dünya Savaşı'ndan sonra Japon firmalarının çoğu hemen hemen sıfırdan başlamak zorunda kalmıştır. Yöneticiler ve çalışanlar her gün yeni zorluklarla karşılaşmıştır ve her gün ilerleme kaydetmek anlamına gelmiştir. Sadece işe devam etmek, sonsuz gelişme anlamına gelmiştir. Böylece Kaizen bir yaşam biçimi haline gelmiştir. Kaizen konseptinin yeni zirvelere ulaşmasına yardım eden araçlar, Deming ve Juran gibi uzmanlar tarafından 50'li yılların sonu ve 60'lı yılların başında Japonya'da tanıtılmıştır. Günümüzde birçok sektör ve firmada Kaizen felsefesi uygulanmaktadır.

Firmalarda süreç iyileştirme yöntemleri incelendiğinde iki farklı yöntem bulunmaktadır; bunlardan biri kademeli ilerleme (kaizen) diğeri ise bir anda büyük adımla oluşan (yenilik) ilerlemedir. Yapılan yenilikler sonrasında kaizenler ile desteklenmezse Şekil 1.1'de görüldüğü gibi sistemler zamanla eski haline geri dönmektedirler.



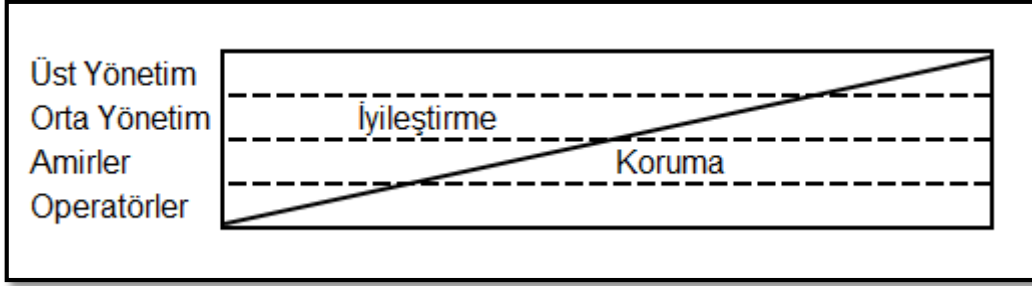
Şekil 1.1 Yenilik-Kaizen grafiği

Kaizen için süreç önemlidir çünkü sonuçların iyi olabilmesi için önce süreçlerin iyi olması gerekmektedir.

Yapılan sürekli iyileştirme çalışmasının sonuçları iş güvenliği, kalite ve maliyet için olumsuz bir sonuç yaratmamalıdır.

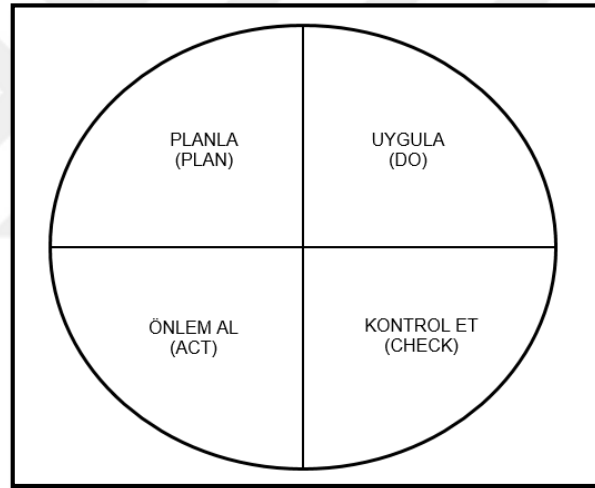
İyileştirme ileri standartların oluşturulması için yapılan faaliyetlerdir. İleri standartlar oluştuktan sonra, yeni standartların uygulanmasını sağlamak korumayı gerektirir. Şekil 1.2' de sorumluluklar seviyeleri görülmektedir. Operatörlerden üst yönetime

doğru gidildikçe sistemi korumaktan çok sistemi iyileştirmeye odaklanılır. Operatörlerin sorumluluğu kurulan sistemi korumaktır.



Şekil 1.2 Sorumluluk seviyeleri

PUKÖ döngüsü Şekil 1.3’de görüldüğü üzere, iyileştirme faaliyetlerinin planlanması, uygulanması, sonuçların kontrol edilmesi ve bir daha aynı problemlerle karşılaşılması için alınan önlemleri ve yaygınlaştırılmasını kapsar.



Şekil 1.3 PUKÖ döngüsü

Kaizen önce-sonra kaizen ve odaklanmış kaizen olmak üzere 2’ye ayrılır. Önce-Sonra Kaizenler, genellikle çalışanlardan gelen önerilerle kısa sürede tamamlanan anlaşılması ve çözümü kolay iyileştirme çalışmalarıdır.

Kobetsu Kaizenler, genellikle üst yönetim tarafından konusu belirlenir, ekipler oluşturulur ve hedefler atanır. Problem çözme araçları kullanılır ve farklı departmanlardan çalışanların katılımıyla gerçekleştirilir.

Odaklanmış iyileştirmeler Çizelge 1.1’de görüldüğü üzere 10 adımda yapılır [1].

Çizelge 1.1 Kobetsu Kaizen adımları

Planla	1. Konunun seçimi 2. Hedefin belirlenmesi 3. Ekibin atanması 4. Mevcut durum tespiti 5. Proje planı 6. Analiz
Uygula	7. Uygulama
Kontrol Et	8. Doğrulama
Önlem Al	9. Standartlaştırma 10. Yaygınlaştırma

1.2 KALDER Tarihçesi ve Kalite Çemberi ve Kaizen Ödül Süreci

Türkiye Kalite Derneği (KalDer) 1991 yılında önde gelen sanayi temsilcilerinin çalışmalarıyla kurulmuştur. KalDer'in kuruluş amaçları toplam kalite felsefesinin Türkiye'de etkinliğinin artırılması ve yaygınlaştırılması, kalite bilincinin içselleştirilmesi, kalite uygulamalarının çoğaltılması ve rekabetçiliğin artırılmasıdır. İstanbul merkez olmak üzere, Ankara, Bursa, Eskişehir ve İzmir şubeleri bulunmaktadır. Ayrıca Trakya ve Kayseri temsilcilikleri de faaliyetlerine devam etmektedir. Dernek, genel ve şirketlere özel eğitimlerin yanısıra uygulamalı rehberlikler, sertifika programları ve bilgi paylaşım konferansları düzenlemektedir. Ayrıca yayınlarla birlikte kurumlara destek olmaktadır. EFQM – Avrupa Kalite Yönetim Vakfı Ulusal İşbirliği Ortağı'dır [2].

Kalite Çemberi ve Kaizen Ödülleri kurum ve kuruluşlarda, problem çözme tekniklerinin kullanıldığı kuruma değer katan ekip çalışmalarının örnek teşkil etmesini sağlamak ve çalışanların kalite gelişimine katkılarını ödüllendirmek amacıyla 2008 yılında KalDer Ankara Şubesi tarafından oluşturulmuştur.

Ödül;

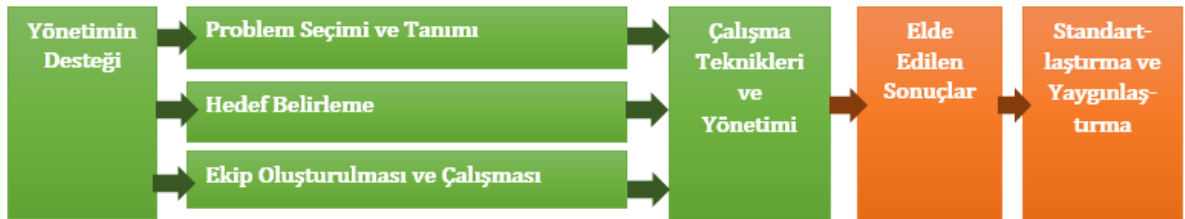
- Kuruluşların kendi kalite uygulamalarını diğer kurumlarla kıyaslama olanağını sağlar.

- Kuruluşların sektörlerindeki rekabet üstünlüklerini güçlendirme fırsatını sunar.

- Kurumun kalite yönetimine bağlılığının onaylanması demektir.
- Kalite uygulamalarını teşvik ederek, yaygınlaştırılmasına yardımcı olur.
- Çalışanların iş tatmininin artmasını sağlayarak üretkenliği yükseltir.
- Elde edilmiş başarıların takdiri anlamını taşır.
- Kuruluşun toplum içindeki saygınlığının artmasını sağlar.

Kalite çemberi ekipleri; aynı veya benzer işi yapan, mavi yakalı çalışanların gönüllü olarak bir araya geldiği ekip çalışmalarıdır. İş en iyi yapan bilir felsefesinden yola çıkarak kalite çemberi ekiplerinde mavi yakalı çalışanları yönlendirecek ya da fikirlerini açıklamalarını engelleyecek beyaz yakalı yöneticiler gibi kişiler ekibe alınmaz.

Kobetsu kaizen ekipleri; kurum içinde yönetim ya da yönetim tarafından kurulan kaizen ofisi/iyileştirme sorumlusu/komitesi gibi bir yapı tarafından oluşturulur. Ekip kurulmadan önce bu yönetim organı kayıpları, israfları belirler ve kurum stratejisi doğrultusunda iyileştirme yapılacak konulara karar verir. Problemin niteliğine bağlı olarak ekip kurulur. Problemin etkilediği alanlardan ekibe üye seçilir ve uzmanlıklara dikkat edilir, mavi yaka ve beyaz yaka birlikte ekipte yer alabilir. Şekil 1.4'de kaizen ekipleri modeli görülmektedir.



Şekil 1.4 Kaizen ekipleri modeli

1) Problem Seçimi ve Tanımı

- a) Problemin belirlenmesinde rol oynayan taraflar: Problemi kim ya da kimler belirledi?
- b) Problemin seçilmesindeki nedenler (Problem seçiminde arka plan bilgilerinin değerlendirilmesi, organizasyonel sıkıntılar ve önceki istatistiklere dayandırılması/ problemin seçiminde kullanılan yöntemler): Neden bu problem?
- c) Problemin ne olduğunun açık ve net olarak belirlenmesi: Sorun nedir?

2) Hedef Belirleme

a) Problemin çözümü için ölçülebilir, erişilebilir, gerçekçi hedeflerin varlığı: Hedef akıllı mı? Hedefler belirli, ölçülebilir, ulaşılabilir, gerçekçi ve zamana bağlı mı?

b) Hedefi belirleyen taraflar: Hedefi kim ya da kimler belirledi?

c) Hedef verme sistematığı: Neden bu hedef, sistematik var mı?

3) Ekip Oluşturulması ve Çalışması

a) Ekibin kurulum aşaması, ekip üyelerinin belirlenme yöntemi: Ekip nasıl bir araya geldi?

b) Toplantıların düzenli yapılması ve düzenlenme sıklığı: Kayıtlar var mı?

c) Çalışmanın tamamlanma süresi: Kaç ay sürdü?

d) Ekip üyelerinin çalışmalara katılımı ve katkısı: Kim ne kadar katkı sağladı?

e) Ekip üyelerinin eğitim alması: Problem çözme teknikleri eğitimi alındı mı?

4) Yönetimin Desteği

a) Yönetimin ekip çalışmalarına teşviği, ekip başarılarını tanıma ve takdir yöntemleri: Ekip çalışmaları için yönetim ne sağlıyor (finansal, zamansal, alt yapı olarak)? Tanımlı tanıma ve takdir yöntemleri var mı? İyileştirme çalışmalarının değerlendirilmesi ve ödüllendirilmesi için belirli bir sistematik var mı?

b) Yönetimin bu uygulamaya yönelik organizasyon kurması: Ekip çalışmalarından kim sorumlu?

c) Kurumda yapılan ekip çalışmalarıyla ilgili genel bilgi: Ekip çalışmaları kurumda ne zaman başlamış, yayılım sağlanmış mı, kaç çalışma var?

5) Çalışma Teknikleri/ Yöntemi

a) Problem çözme tekniklerinin uygun, yerinde ve doğru bir şekilde kullanılması: Doğru teknik, doğru yerde kullanıldı mı, kök neden bulundu mu?

b) Çalışmanın hayata geçmesi için uygulanma planının varlığı: Plan var mı?

c) Çözümün yol açabileceği olası problemlerin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar: Risk değerlendirmesi yapılmış mı?

6) Elde Edilen Sonuçlar

a)Hedeflenen sonuca ulaşma durumu, hedeflerle varılan sonuçlar arasındaki farklılıkların nedenlerinin açıklanması: Hedefe ulaşıldı mı? Hedef ile sonuç arasında fark var mı? (pozitif ya da negatif)

b)Sonuçların kuruma kattığı değer (sayısal veriler): Çalışmanın kuruma kattığı değer ölçüldü mü?

c)Farklı alanlardaki kazanımlar: Ana sorun alanı dışında elde edilen kazanımlar var mı?

7) Standartlaştırma ve Yaygınlaştırma

a)Çözümün etkinliğinin belli bir süreyle takibinin yapılması (örneğin: pilot uygulama) çalışmanın izlenmesi sürecinde hedeften sapma durumlarının kontrolü.

b)Çalışma sonrası sonuçların standardizasyonunun sağlanması (sonuçlardan ders almış olmak ve sürekliliğini sağlamak için sonucun sisteme entegrasyonu ve sistematik kontrol) [3].

Puanlamalar Şekil 1.5 ve Şekil 1.6'da verilmiştir [3]. Şekilde belirtilen numaralar puanlamalara aittir. Örneğin Yönetimin Desteğinde maksimum alınabilecek puan 15'tir.



Şekil 1.5 Kalite çemberi puanlama modeli



Şekil 1.6 Kaizen puanlama modeli

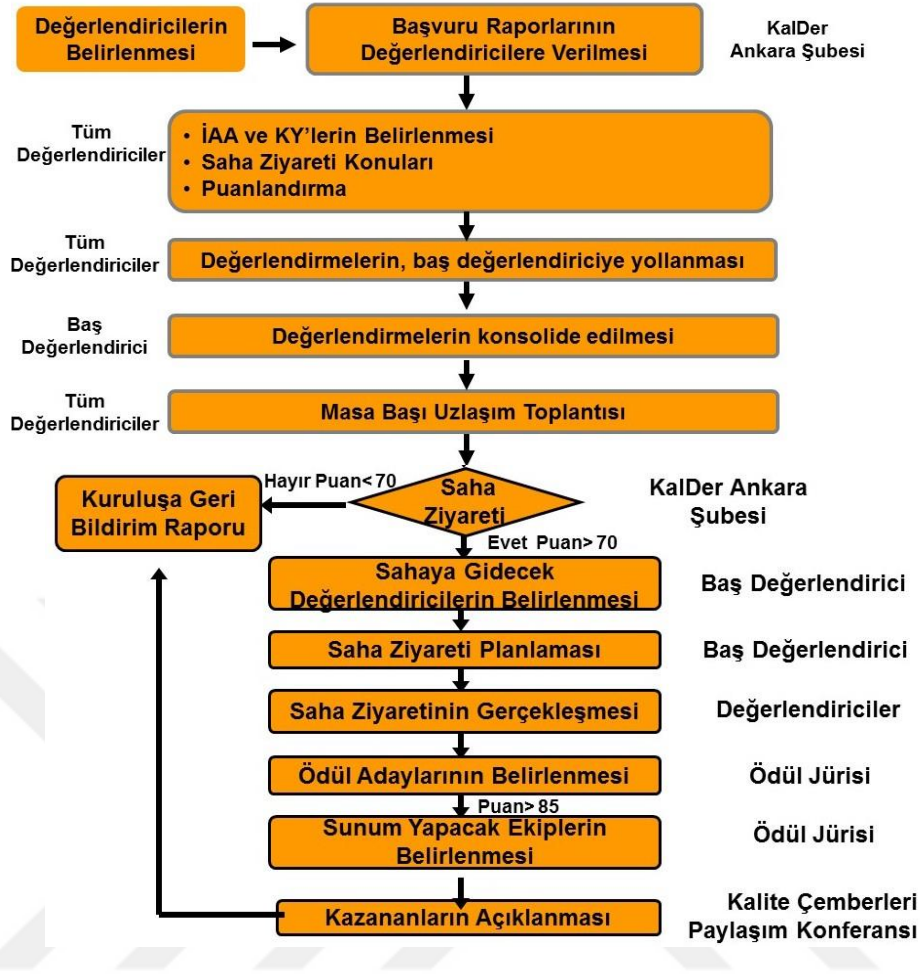
İki puanlama modeli karşılaştırıldığında ekip oluşturulması ve çalışması kalite çemberinde gönüllülük esas olduğu ve bu sebeple daha zor olduğu için 3 puan daha fazladır. Elde edilen sonuçlarda yine kalite çemberlerinin gönüllülük esaslı yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri kazanımları daha değerli olduğu için 3 puan daha fazladır. Kaizen’de ise standartlaştırma yaygınlaştırma kısmının önemine vurgu yapmak ve yapılan iyileştirme çalışmasının sürecin tümüne yansıtmak için değerlendirmede 1 puan fazla olarak 13 puan belirlenmiştir. Toplamda Kaizen ekipleri 100 puan üzerinden değerlendirilirken Kalite Çemberi ekipleri 105 puan üzerinden değerlendirilmektedir [3].

Ödül Süreci genel esaslarına bakılacak olursa ödüle kamu, özel sektör, sivil toplum kuruluşları başvurabilmektedir. Aynı kurum ve kuruluştan birden fazla ekip başvuruda bulunabilmektedir. Ekiplerin çalışmalarını en fazla iki yıl önce tamamlamaları beklenmektedir. 2 yıl üst üste ödül alan kurumlar ise 1 yıl bekledikten sonra tekrar başvuruda bulunabilirler.

Değerlendirmede birden fazla değerlendirci bir ya da daha fazla ekibin çalışmasını değerlendirmek üzere görev alır. İlk değerlendirme sonunda 100 üzerinden 70 ve üzerinde puan alan ekipler saha ziyaretine hak kazanır. Saha ziyareti sonrası ekipler saha ziyaretine giden değerlendirciler tarafından tekrar değerlendirilir. 70 puan ve üzeri alan kuruluşlar finalist olur. Finalistler arasında ödül alacak ekiplerin en az 85 puan almış olması koşulu aranır. 85 puan ve üzerinde üçten fazla ekip olması durumunda en yüksek puan alan üç ekip ödüle hak kazanır. Değerlendirmeler sonunda ödül jürisinin inisiyatifinde olmak üzere kurumlara Jüri Teşvik Ödülü verilebilir.

Başvuru raporu; ekip çalışmasının değerlendirciler için özetlenmiş bir halidir. Rapor, öncelikle kurumun faaliyet alanını anlattığı bir bölüm ile başlar. Kalite Çemberi ve Kaizen Ödülü’nü oluşturan 7 ana kriter çerçevesinde toplam 12 sayfada oluşturulmaktadır.

Ödül süreci akış şeması Şekil 1.7’ de verilmiştir [3].



Şekil 1.7 Ödül akış şeması

1.3 Kalite Çemberi ve KAIZEN Önceki Çalışmalar

Kalite Çemberi ve Kaizen Ödül Süreci, Hong Kong Kalite Çemberi Ödülü örnek alınarak tasarlanmıştır. Ödülün amacı çalışanların kalite gelişimine katkılarının ödüllendirilmesi ve şirketin kalite yönetimine bağlılığının onaylanmasıdır. Hong Kong Kalite Yönetimi Kurumu ve Hong Kong Üretkenlik Konseyi ortak olarak ödülü organize eder. Bir 'Büyük Kalite Çemberi Ödülü' (QC), dört 'Kalite Çemberi Ödülü' ve 'Liyakat' ödülü oluşturulmuştur. Yapılan başvurular içinden en iyi 5 takım, jüri heyeti tarafından 'Kalite Ödülü' ile ödüllendirmek amacıyla belirlenmiş değerlendirme kriterlerine göre seçilmektedir. Bu ödül katılımcı firmalara kendi kalite uygulamalarını diğer rakipleriyle kıyaslama olanağını ve endüstrilerindeki rekabet üstünlüklerini güçlendirme fırsatını sunmaktadır. Değerlendirme kriterleri Çizelge 1.2 'de gösterilmiştir [3].

Çizelge 1.2 Hong Kong kalite çemberi modeli

Konu Başlığı	Değerlendirme Kriteri	Maksimum Puanlar
Takım Çalışması	• Toplantılar düzenli olarak ve yüksek bir katılım oranıyla gerçekleşti. • Üyelerin önerileri uygulandı ve gelişim için benimsendi. • Kurum içinden veya dışından öneri veya yardım arandı.	5
Proje Seçimi	• Proje seçimi arka plan bilginin değerlendirilmesi, organizasyonel sıkıntılar ve önceki istatistiklere dayandırıldı. • Proje departmansal veya bölümsel ihtiyaçları karşıladı.	5
Problem Tanımlama	• Problemler açık olarak belirlendi. • Belirgin (Spesifik) hedefler formüle edildi.	10
Analitik Teknikler	• Grafik, Balık Kılçığı Diyagramı, Pareto Diyagramı, kontrol çizelgeleri gibi analitik teknik ve yöntemler etkin şekilde kullanıldı. • En olası nedenleri tanımlamak ve doğruluğunu kanıtlamak için sistematik bir yaklaşım benimsendi. Planla Uygula Kontrol Et Önlem AI (PUKÖ) modeli uygun bir şekilde uygulandı.	10
Gelişim Aktiviteleri ve Uygulanması	• Alternatif çözümler belirtildi. • Çözümler uygun şekilde değerlendirildi. • Önerilen çözüm mantıklı ve uygulanabilirdi. • Çözümler yaratıcı ve yenilikçiydi.	15
Ulaşılan Sonuçlar	• Somut sonuçlara ulaşıldı. • Soyut sonuçlara ulaşıldı. • Orijinal hedef(ler)le varılan sonuçlar arasındaki değişim(ler) (varyasyonlar) açıklandı.	25
Standardizasyon	• Standardizasyon, prosedür ve diğer düzenlemelerdeki değişimler aracılığıyla gerçekleştirildi. • Yeni prosedürlere uyumun sağlanması için takip-edici önlemler alındı.	10
Kendini Sınama ve Gelecek Planları	• Takımlar problemlerinin farkında. • Projeyi başarıırken karşılaşılan zorluklar göz önünde bulunduruldu. • Takımların bir sonraki projeleri ve bunun gerekli nedenleri belirtildi. Sınır ve problemlerinin aşılması için alternatifler düşünüldü.	10
Rapor Sunumu	• Veri toplama ve analizindeki profesyonellik sergilendi.	10
Toplam		100

1.4 Kullanılan Yöntem ve Önceki Çalışmalar

Karar verme problemi belirli bir alternatif havuzundan bir tanesinin en az bir hedefe veya kriterle uygun şekilde belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Tek kriterle göre karar verme, karar verme probleminin en sade halidir. Fakat mevcut problemde hedef birden çok ise, problem ÇÖKV problemi olmaktadır. Tek kriterle göre karar vermede alternatifler arasından bu kriterle göre en iyi değeri alan alternatifi seçmek nispeten kolaydır. ÇÖKV problemindeki esas nokta, alternatifler havuzu içerisinde mevcut ölçütlere göre en iyi sonucu veren çözümü bulmaktır. Bu tür problemlerde hedefler birbiriyle zıt olduğundan, her hedefi en iyi şekilde sağlayan bir alternatif bulmak oldukça güçtür. Fakat belirtilmelidir ki, ÇÖKV problemlerinde her zamanki gibi en iyileme kavramından çok uzlaşma, ara bulma, yeterlilik, önemlilik gibi kavramlar temeli oluşturur[4].

ÇÖKV farklı seçenekler içerisinde önceden belirlenmiş olan hedeflere uygun olarak en doğru olanı seçmektir denilebilir [5]. Bu problem tipinde, karar verici, alternatifler ve kriterler bulunmaktadır. En tarafsız seçimi yapabilmek için başvurulabilecek metodlardan biri ÇÖKV'dir [6]. ÇÖKV yöntemleri, karar verme akışına birden çok karar vericiyi katmasına ek olarak, operasyonel ve stratejik bileşenleriyle analiz etme olanağı yaratan analitik metodlardır [7].

ÇÖKV problemlerinin çözümü için birçok yöntem tasarlanmıştır. Bu yöntemler; karar vericinin bir kişi veya ekip olması; karar verme problemlerinin rasgele olması veya olmaması; alternatiflerin sonlu veya sonsuz elemanlı bir küme oluşturmalarına göre sınıflandırılabilir [8].

ÇÖKV, karar vericinin sayılabilir ya da sayılamaz çoklukta alternatiften meydana gelen bir küme içinde en az iki kriter kullanarak yaptığı tercihtir [9].

En çok uygulanan ÇÖKV Teknikleri AHP, ELECTRE, ANP, TOPSIS, GRİ, VİKOR ve PROMETHEE'dir. Kaynaklarda tekniklerin genellikle AHP-TOPSIS [10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21], AHP-TOPSIS-ELECTRE [22], AHP-VİKOR [23], AHP-PROMETHEE-VİKOR [24], AHP-VİKOR ve MOORA [25] gibi bütünleşik olarak kullanıldığı görülmektedir.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP – Analytic Hierarchy Process), 1970'li senelerde Thomas Saaty tarafından ortaya konulmuştur. Karar vericilerin, problemleri, esas

amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki bağlantıyı gösteren bir hiyerarşik düzende modellemelerini sağlamaktadır [26].

AHP, ekiplere ve bireylere karar verme sürecinde sayısal ve sayısal olmayan kriterleri birleştirme imkanı veren güçlü ve kolay idrak edilebilir bir yöntemdir.

AHP Aşamaları

Aşama 1:ÇÖKV Probleminin Tanımlanması

İlk olarak karar noktaları belirlenir. İkinci olarak karar noktalarını etkileyen kriterler belirlenir. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m , karar noktalarını etkileyen kriter sayısı ise n ile gösterilmiştir.

Aşama 2: Hiyerarşik Yapı Kurulması

AHP metodunun ikinci aşamasında problemin tanımlanmasına kolaylık sağlamak için hiyerarşik yapı oluşturulur.

Aşama 3: Kriterler Arası Karşılaştırma Matrisinin Düzenlenmesi

Kriterler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni 1 değerlerinden oluşur. Karşılaştırma matrisi Eşitlik 1.1' de gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

İlgili kriter, kendisi ile karşılaştırıldığında 1 değerini alır. Kriterlerin karşılaştırılması, kendileriyle ve birbirleriyle önem skalasına göre yapılır. Önem skalası Çizelge 1.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.3 AHP önem skalası

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor
3	Orta derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor
5	Kuvvetli derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli derecede tercih ettiriyor
7	Çok kuvvetli derecede önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor
9	Mutlak derecede önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük güvenirliliğe sahip
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Aşama 4: Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Saptanması:

Karşılaştırma matrisi, kriterlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını belirlemek için kullanılır. Yüzde önem dağılımlarını belirlemek için sütun vektörlerinden faydalanılır. n adet ve n bileşenli Eşitlik 1.2’de gösterilen B sütun vektörü oluşturulur.

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

Eşitlik 1.3 kullanılarak B sütun vektörü elde edilir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad \forall i, j \quad i=1,2,\dots, n \quad j=1,2,\dots, n \quad (1.3)$$

n adet B sütun vektörü ise Eşitlik 1.4'de gösterilen C matrisi şekline getirilebilir. Sonrasında C matrisinden yüzde önem dağılımları oluşturulabilmektedir.

Eşitlik 1.5 ile Ağırlık vektörü olan W sütun vektörü oluşturulur.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad \forall i \quad i=1,2,\dots, n \quad (1.5)$$

W ağırlık vektörü Eşitlik 1.6' da gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (1.6)$$

Aşama 5: Kriter Kıyaslamalarında Tutarlılığın Ölçülmesi:

AHP Tutarlılık Oranı (CR), bulunan önem vektörünün ve kriterler arasında yapılan karşılaştırmaların tutarlılığının test edilebilmesi sağlar. Test için lamdanın hesaplanması gerekmektedir. Eşitlik 1.7' de gösterilen D sütun vektörü, A karşılaştırma matrisi ve W ağırlık matrisinin çarpımıdır.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (1.7)$$

Eşitlik 1.8' de gösterilen W ağırlıkları ve D sütun vektörü oranı ile temel değerler (E) hesaplanır. Temel değerlerin aritmetik ortalaması Eşitlik 1.9' da gösterildiği üzere λ yı verir. λ karşılaştırma için kullanılan sabittir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1.8)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1.9)$$

CI Tutarlılık Göstergesi Eşitlik 1.10'daki gibi hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1.10)$$

Çizelge 1.4' de Rassal Indeks (RI) değerleri yer almaktadır. Rassal Indeks değerleri kriter sayısına (n) göre seçilmektedir.

Çizelge 1.4 Rassal indeks

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Eşitlik 1.11'deki gibi Tutarlılık Oranı (CR), Tutarlılık Göstergesi'nin Rassal Indeks'e oranıyla bulunur.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1.11)$$

Karar vericinin karşılaştırmalarının tutarlı olması için CR'nin 0,10'den küçük olması beklenir.

Aşama 6: Her Bir Kriter İçin, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Derecelerinin Bulunması:

Her bir kriter için karar noktalarının yüzde önem dereceleri tespit edilir.

Matris işlemleri ve karşılaştırmalar kriter sayısı kadar (n kez) gerçekleştirilir.

Her bir kriter için karar noktalarında oluşturulacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu $m \times m$ 'dir. Kriterlerin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri Eşitlik 1.12'de gösterilmiştir.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix} \quad (1.12)$$

Aşama 7: Eşitlik 1.13'de gösterildiği gibi n tane $m \times 1$ boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve $m \times n$ boyutlu K karar matrisi elde edilir.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.13)$$

Karar matrisi W ağırlık vektörü ile Eşitlik 1.14' deki gibi çarpıldığında m elemanlı L sütun vektörü hesaplanmış olur. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. L vektörünün satırlarının toplamı 1' dir. Bu vektör aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da gösterir [27].

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (1.14)$$

Özgörmüş vd. [9] yaptıkları çalışmada bir firmadaki çalışan seçim problemini ÇÖKV problemi olarak modellemişlerdir. Çalışan seçiminde, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Tedarikçi performans değerlendirilmesinde de Akman ve Alkan [28] Bulanık AHP yöntemini uygulamışlardır. Otomotiv yan sanayiinde çalışan 3 tedarikçi değerlendirilmiştir.

Günay [20] çalışmasında telekomünikasyon sektöründe 360 derece performans değerlendirme yetkinliklerinin yönetici ve çalışan açısından karşılaştırılmasında AHP yöntemine başvurmuştur. Sekiz yaklaşım için yetkinlik ağırlıkları yöneticilerce ve bağlı çalışanlarca karşılaştırılarak elde edilmiştir. Çalışma sonucunda yöneticilerce önem verilen yetkinlik değişimlere uyabilmek, çalışanlarca önem verilen yetkinliğin ise liderlik olduğu tespit edilmiştir.

AHP yönteminde karar verme aşamasında ölçüt ağırlıklarının belirlenmesinde farklı sektörlerde uygulamalar görülmüştür. Örnek olarak; Peker vd. [29] ise dağıtım merkezi yeri seçiminde Karayolu yakınlık ölçütünü, Manap Davras ve Karaatlı [30] otel işletmeleri için tedarikçi seçiminde Fiyat ve Ürün kalitesi ölçütlerini, Bogdanovic vd. [31] maden çıkarma yönteminin belirlenmesinde Excavation Cost ölçütünü, Xi vd. [32] trafik kazalarında Sürücü faktörü ölçütünü en önemli ölçüt olarak seçmişlerdir.

Deng 1982 yılında gri ilişkisel analizi ortaya koymuştur. Bu analiz, gri sistem teorisi içerisindedir [33]. Analizin uygulama aşamaları aşağıda verilmiştir [34]:

1.Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması

Probleme ait veriler üzerinden karar matrisi hazırlanır. m alternatif sayısını n ise kriter sayısını göstermektedir. Karar matrisi Eşitlik 1.15' de gösterilmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} X_1(1) & \dots & X_1(n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_m(1) & \dots & X_m(n) \end{bmatrix} \quad i:1,\dots,m \quad j=1,\dots,n \quad (1.15)$$

2.Aşama: Normalleştirme

Kriterlerin birbiriyle karşılaştırma yapılabilmesi için normalleştirme yapılır (Tayyar vd., 2014: 30) [35]. Normalleştirme işleminde kullanılabilecek 3 eşitlik bulunmaktadır ve bunlar büyük daha iyi, küçük daha iyi ve normal iyi seçenekleridir. Eşitlikler sırasıyla 1.16, 1.17 ve 1.18'de verilmiştir.

$$x'_i(j) = \frac{x_i(j) - \min x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (\text{büyük değer daha iyi ise}) \quad (1.16)$$

$$x'_i(j) = \frac{\max x_i(j) - x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (\text{küçük değer daha iyi ise}) \quad (1.17)$$

$$x'_i(j) = 1 - \frac{|x_i(j) - x_{idl}(j)|}{\max \{ \max x_i(j) - x_{idl}(j), x_{idl}(j) - \min x_i(j) \}} \quad (\text{ideal değer daha en iyi ise}) \quad (1.18)$$

Burada $x'_{idl}(j)$ ideal değeri gösterir.

3. Aşama: Referans Serisinin Hazırlanması

Referans serisi, karar matrisindeki her sütundan en büyük değer bulunarak hazırlanır. Eşitlik 1.19 ve 1.20' de gösterilmiştir.

$$\text{Karar Matrisi } X' = \begin{bmatrix} X'_1(1) & X'_1(2) & \dots & X'_1(m) \\ X'_2(1) & X'_2(2) & \dots & X'_2(m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X'_n(1) & X'_n(2) & \dots & X'_n(m) \end{bmatrix} \quad (1.19)$$

$$\text{Referans Serisi } x'_0 = x'_0(1), x'_0(2), \dots, x'_0(m) \quad (1.20)$$

4. Aşama: Mutlak Değer (Fark Matrisinin) Oluşturulması

Normalize karar matrisinden referans serisi çıkarılarak oluşturulur. Eşitlik 1.21 ve 1.22' de gösterilmiştir.

$$\Delta_{0i}(j) = |x'_0(j) - x'_i(j)| \quad (1.21)$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \cdots & \Delta_{01}(m) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \cdots & \Delta_{02}(m) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \Delta_{0n}(1) & \Delta_{0n}(2) & \cdots & \Delta_{0n}(m) \end{bmatrix} \quad i=1, \dots, n \text{ ve } j=1, \dots, m \quad (1.22)$$

5. Aşama: Gri İlişki Katsayılarının Hesaplanması

Gri ilişki katsayıları, fark matrisinde yer alan tüm satır ve sütunlar için Eşitlik 1.23 kullanılarak elde edilir.

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\min \min \Delta_{0i}(j) + \zeta \times \max \max \Delta_{0i}(j)}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \times \max \max \Delta_{0i}(j)} \quad (1.23)$$

Ya da Peker ve Baki [36] tanımı ile,

$$\ell_{(j)} = (\Delta_{enk} + \delta \Delta_{enb}) / (\Delta_i(j) + \delta \Delta_{enb}) \quad (1.24)$$

$\Delta_{(enk)}$ = her dizi içerisindeki en küçük değişim değeri

$\Delta_{(enb)}$ = her dizi içerisindeki en büyük değişim değeri

Formülde $\Delta_i(j)$; Δ_i veri dizisindeki “j”. değeri göstermektedir. Buradaki “ ζ ” değeri 0 ile 1 arasındadır ve genellikle 0.5 alınır.

6. Aşama: Gri İlişki Derecesinin Hesaplanması

Hesaplanan gri ilişki katsayılarına karşılık gelen kriter ağırlıklarıyla çarpılır. Çarpım sonuçları her alternatif için toplanır ve gri ilişki derecesi bulunur. Eşitlik 1.25’ de gösterilmiştir. Gri ilişki derecesi büyükten küçüğe sıralanır ve sıralama en iyiden en kötüye doğru yapılmış olur [34].

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^m [w(j) \times \gamma_{0i}(j)] \sum_{j=1}^m w(j) = 1 \quad (1.25)$$

Baş [37] çalışmasında gri ilişkisel analiz tekniği ile firmalarda finansal başarısızlığı incelemiştir. Kullanılması düşünülen finansal oranlar için lojistik regresyon analizi uygulanmıştır.

Güngör [38] çalışmasında AHP ve GRA tekniklerini kullanarak tesis kuruluş yer seçim problemini çağrı merkezi kurulumu için incelemiştir. AHP ve GRA yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla oluşan Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz (HGRA) yöntemi uygulanmıştır.

Delice ve Zegerek [39] çalışmasında GRA tekniğini kullanarak Türkçe içerik sunan e-haber sitelerini ergonomik olup olmadığını incelemiştir. Böyle bir problemde ÇÖKV tekniğinin etkili bir şekilde kullanılabileceğini gösterilmiştir.

Çakmak vd. [40] hata türleri ve etkileri analizi ile GRA yöntemini üretim işletmesinde birlikte kullanmıştır. Sonuç olarak tespit edilen hata türleriyle olası hata nedenlerini ve ürün kalite sınıflandırması üzerinde analizler yaparak yönetim ve çalışanlar adına karar alma durumunda yol gösterici bir teknik olduğunu göstermişlerdir.

Demiray [41] çalışmasında makine yatırımı için yapılacak olan seçim problemini ÇÖKV problemi olarak ele almıştır. 5 grupta 27 kriter açısından 3 farklı makine karşılaştırılmıştır. Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz metodu firmanın en çok işine yarayan makineyi seçmesinde yardımcı olmuştur. Literatürde ilk kez ÇÖKV tekniği bir makinenin seçiminde uygulanmıştır.

Kaygısız ve Bülbül [42] çalışmasında inovasyon performansı açısından Eskişehir’de yer alan süt ve süt ürünleri alanında firmaların faaliyetleri değerlendirilmiştir. AHP ile ağırlıklandırma yapılmış ve GRA ile sıralama belirlenmiştir. Sonuç olarak faaliyet gösteren firmaların kapasite eksikliği sebebiyle rekabet açısından inovasyon gücünde olumsuzluğa sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında TOPSIS geliştirilmiştir. Yöntem negatif ideal çözüm ve pozitif ideal çözüme uzaklıklara göre sıralama yapar [43]. Pozitif ideal çözüm, kriterin alabileceği en yüksek değer ve negatif ideal çözüm, kriterin alabileceği en düşük değerdir. İstenilen faydanın artırılması ise ideal çözüme yakınlık faydanın maksimizasyonudur. Eğer istenilen maliyetin minimizasyonu ise negatif ideal çözüme uzaklık anlamındadır [44].

TOPSIS Yönteminin aşamaları aşağıda verilmiştir [44]:

Aşama 1: Amacın ve değerlendirme kriterlerinin tespit edilmesi

Sıralanması düşünülen alternatifler ve hangi açıdan karşılaştırılacağını gösteren kriterler seçilir.

Aşama 2: Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisini oluşturan satırlar sıralanması düşünülen alternatifleri (m) göstermektedir. Karar matrisini oluşturan sütunlar ise alternatifleri (n) sıralamaya yarayacak olan değerlendirme kriterlerini gösterir. Karar matrisi Eşitlik 1.26' da verilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1.26)$$

Aşama 3: Normalize karar matrisini oluşturulması

Normalize karar matrisi Eşitlik 1.27 yardımıyla oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^j w_{ij}^2}}, \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (1.27)$$

Aşama 4: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elde edilmesi

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi öğeleri Eşitlik 1.28 yardımıyla elde edilmektedir.

$$v_{ij} = w_i \times r_{ij}, \quad (i=1,2,\dots,m), \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (1.28)$$

Aşama 5: Pozitif ve negatif ideal çözümün belirlenmesi

Eşitlik 1.29 ile pozitif ideal çözüm ve Eşitlik 1.30 ile negatif ideal çözüm belirlenir.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad \text{maksimum değerler} \quad (1.29)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad \text{minimum değerler} \quad (1.30)$$

Aşama 6: Her bir alternatifin pozitif ideal çözüme olan ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkların bulunması

Eşitlik 1.31 ve Eşitlik 1.32 yardımıyla alternatiflere olan uzaklıklar hesaplanır.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \quad (1.31)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \quad (1.32)$$

Aşama 7: Her alternatifin yakınlık katsayısının elde edilmesi

Eşitlik 1.33 kullanılarak her bir alternatifin yakınlık katsayısı hesaplanır. Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatifler en iyiden en kötüye doğru sıralanmış olur.

$$C_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (1.33)$$

Özkan [45] çalışmasında Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemi ile hayvan yetiştiriciliğe yönelik bir problemi ele almıştır. Koyun yetiştiriciliğinde kuzuların doğum ağırlıkları, ve yaşamları boyunca farklı ağırlıklar kriter olarak belirlenmiş ve 24 kuzu için en iyiden kötüye sıralama ekonomik değer bakımından çalışma tamamlanmıştır.

Yurdakul ve İç [46] çalışmasında, Türkiye’de otomotiv sanayiinde faaliyet gösteren ve BIST’ da işlem görmekte olan beş büyük ölçekli otomotiv firmasının bilançoları yardımıyla elde edilen finansal oranları kullanarak firmaların derecelendirilmesini TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir.

Benitez vd. [47] otel sektöründe hizmet kalitesinin ölçümü için bulanık TOPSIS tekniğini kullanmışlardır. Çalışmada resepsiyon, ana restoranlar/öğle yemeği, boş zaman etkinlikleri programı, halkla ilişkiler hizmeti gibi kriterler açısından değerlendirme yapmışlardır.

Onursal [48] çalışmasında inşaat sektöründe proje seçin kriterlerini konut ve gayrimenkul üretimi yapan firmalardan aldığı bilgiler doğrultusunda tespit etmiştir. Bulanık TOPSIS tekniği ile alternatif projeler sıralanmış ve tamsayılı matematiksel modelleme ile çözüm önerileri sunulmuştur.

Shih vd.[49] çalışmasında, insan kaynakları departmanında personel seçimi için TOPSIS yöntemini uygulamışlar ve TOPSIS tekniğinin seçimde etkili bir teknik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özgöl ve Yazgan [50] çalışmasında ERP yazılımı seçiminde TOPSIS ve AHP tekniklerini kullanmıştır. 5 alternatifin sıralaması 10 ana kriter grubu içerisinde toplam 526 kriter belirlenerek yapılmıştır. Kriterler, genel, yazılım mimarisi, sistem kontrolü, ana veri parçaları, malzemelerin faturası, üretim planlama, malzeme ihtiyaç planlaması, kapasite ihtiyaç planlama, borçlular hesabı ve ürün maliyetinin çıkarılması olarak belirlenmiştir.

Antucheviciene vd. [51], Athawale ve Chakraborty [52] , Çalışkan vd. [53], Poklepović ve Babić [54] ve Ağaç vd. [55] çalışmaları sonuçlarında farklı ÇÖKV yöntemleri için benzerlik yakalamışlardır.

Arslan ve Hüdaverdi [56] çalışmasında ÇÖKV tekniklerini kullanım amaçlarına ve sonuçlarına göre karşılaştırmıştır. Tekniklerden bazıları sıralamayı alternatifleri belirli referans noktasına olan uzaklığa bağlı olarak bazıları ise kriterlerin üstünlüklerine göre belirlemektedir. Geçerli bir çözüm için uygulanacak yöntemin seçiminde kullanım amacı önemlidir. Çalışma 2 aşamalı gerçekleştirilmiş ve rasgele örneklem sayısı azaltılarak yöntemlerin tutarlı sonuçlar verip vermediği analiz edilmiştir. ARAS, MOORA, COPRAS yöntemlerinin sıralamayı koruduğu görülmüştür. Kriterlerden birinin bu 3 yöntemin uygulanmasında fark alma adımının olmaması olarak belirlenmiştir. Bu üç tekniğin alternatif sayısına bağlı olarak değil de kriter üstünlüğüne bağlı olarak sıralamayı gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca TOPSIS yönteminin uygulanmasında fark işlemleri yapılırken skorların alternatif sayısına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Çalışma mantığı alternatif sıralamasından çok belirli bir referans noktasına olan uzaklıkla ilerlemektedir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda TOPSIS yönteminin GRA, VIKOR, MOORA' ya göre alternatif sayısına en duyarlı yöntem olduğu ve tutarsız sonuçlar verdiği söylenebilir.

2 UYGULAMA

Çalışmanın ilk aşamasında 2018 yılı için ödül sürecinde yer alan 13 Kobetsu Kaizen ekibinin değerlendirilmesi yapılmıştır. 13 kaizen ekibi ve değerlendiriciler harf kodları kullanılarak tanımlanmıştır. Ekip kodları A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L ve M olarak belirlenmiştir. N,O,P,R,S,T ve U kodları ise 2017 ekipleri için kullanılmıştır.

“A1” puan türü A ekibinin 1.değerlendirici tarafından kaç puan aldığını göstermek için tanımlanmıştır. “AT” puan türü A ekibinin saha öncesi raporlardan aldığı konsolide puan olarak tanımlanmıştır. “AS” puan türü ise A ekibinin saha sonrasında aldığı puan türü olarak tanımlanmıştır. “AG” puan türü A1, A2, A3 ve A4’ün geometrik ortalamasını yani değerlendiricilerin bireysel puanlarının geometrik ortalamasının alınmış halini temsil eder.

Kullanılan puan türlerinden birinin geometrik ortalama olmasının sebebi değerlendiriciler arası puan farklılıkları ve uç puanların etkisini azaltmaktır.

AHP metodu kullanılarak 7 kriter birbirlerine göre kriter matrisi oluşturularak ağırlıklandırılmıştır. Kriter matrisi Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Ağırlıklandırılmış kriter matrisi

Kriter Matrisi	1	2	3	4	5	6	7
1	1.0000	1.0000	0.3333	0.3333	0.1429	0.3333	0.5000
2	1.0000	1.0000	0.3333	0.3333	0.1429	0.3333	0.5000
3	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.3333	1.0000	2.0000
4	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.3333	1.0000	2.0000
5	7.0000	7.0000	3.0000	3.0000	1.0000	3.0000	5.0000
6	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.3333	1.0000	3.0000
7	2.0000	2.0000	0.5000	0.5000	0.2000	0.3333	1.0000
Toplam	20.0000	20.0000	7.1667	7.1667	2.4857	7.0000	14.0000

2.adımda normalize kriter matrisi oluşturulmuştur. Her satırın ortalaması alınarak ağırlıkların toplamı 1’e eşit olacak şekilde ağırlıklar tekrar oluşturulmuştur. Çizelge 2.2’de normalize kriter matrisi ve ağırlıklar gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Normalize kriter matrisi ve ağırlıklar

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	W
1	0.0500	0.0500	0.0465	0.0465	0.0575	0.0476	0.0357	0.0477
2	0.0500	0.0500	0.0465	0.0465	0.0575	0.0476	0.0357	0.0477
3	0.1500	0.1500	0.1395	0.1395	0.1341	0.1429	0.1429	0.1427
4	0.1500	0.1500	0.1395	0.1395	0.1341	0.1429	0.1429	0.1427
5	0.3500	0.3500	0.4186	0.4186	0.4023	0.4286	0.3571	0.3893
6	0.1500	0.1500	0.1395	0.1395	0.1341	0.1429	0.2143	0.1529
7	0.1000	0.1000	0.0698	0.0698	0.0805	0.0476	0.0714	0.0770

Ağırlıklar için tutarlılık analizi kriter matrisi ve nihai kriter ağırlıkları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eşitlik 1.9 yardımıyla hesaplanan λ , 7,0553 olarak bulunmuştur. Eşitlik 1.10 yardımıyla hesaplanan uyumluluk indeksi (CI) 0,0092 olarak elde edilmiştir. Çizelge 1.4’ de gösterilen rassal index çizelgesinden 7 kriter değeri için index 1,32 olarak kullanılmıştır. Eşitlik 1.10 yardımıyla uyumluluk oranı 0,007 olarak hesaplanmıştır ve 0,1’den küçük olduğu için geçerlidir.

2.1 Gri İlişkisel Analiz Metodunun Uygulanması

İlk olarak ÇÖKV yöntemlerinden gri ilişkisel analiz yöntemi 2018 verileri üzerinden geometrik ortalama puanları, konsolide puanlar ve saha sonrası puanlar için uygulanmıştır.

2.1.1 GRA Geometrik ortalama puanları uygulaması 2018

Her puanlama türü için 13 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar Çizelge 2.3’ de görüldüğü üzere matrise yerleştirilmiştir.

Çizelge 2.3 Geometrik ortalama puanları matrisi

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	10.741	8.207	9.685	12.157	9.188	8.349	9.671
BG	11.000	9.212	12.490	13.223	13.092	13.454	10.215
CG	10.488	7.483	10.954	11.958	10.000	9.165	11.958
DG	11.000	10.392	10.954	14.491	14.491	13.964	11.000
EG	10.000	6.236	13.743	14.000	12.742	12.000	7.953
FG	8.239	6.481	13.725	14.000	11.697	11.469	9.929
GG	8.972	6.117	14.225	14.000	12.945	11.979	11.469
HG	10.591	10.970	13.299	12.324	14.374	11.598	11.972
IG	8.143	10.323	12.633	13.299	12.272	11.630	8.320
JG	8.819	9.434	11.148	12.221	14.642	11.979	11.742
KG	8.629	10.169	10.850	12.203	12.117	13.322	8.518
LG	9.874	7.541	8.819	12.203	12.701	12.182	9.767
MG	9.716	7.896	11.895	12.203	11.659	10.169	11.858

Kriter matrisindeki en büyük ve en küçük değerleri kullanılarak normalize matris elde edilmiştir. Normalize matris Çizelge 2.4' de verilmiştir.

Çizelge 2.4 Normalize matris

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	0.5424	0.2451	0.4186	0.7084	0.3603	0.2619	0.4169
BG	0.5728	0.3630	0.7475	0.8336	0.8181	0.8605	0.4807
CG	0.5127	0.1603	0.5674	0.6852	0.4555	0.3575	0.6852
DG	0.5728	0.5015	0.5674	0.9823	0.9823	0.9204	0.5728
EG	0.4555	0.0139	0.8945	0.9246	0.7771	0.6901	0.2153
FG	0.2489	0.0427	0.8924	0.9246	0.6545	0.6278	0.4472
GG	0.3349	0.0000	0.9511	0.9246	0.8009	0.6876	0.6278
HG	0.5248	0.5692	0.8424	0.7281	0.9685	0.6429	0.6868
IG	0.2377	0.4933	0.7643	0.8424	0.7219	0.6466	0.2584
JG	0.3169	0.3890	0.5901	0.7160	1.0000	0.6876	0.6598
KG	0.2946	0.4753	0.5552	0.7139	0.7038	0.8451	0.2817
LG	0.4406	0.1671	0.3169	0.7139	0.7723	0.7114	0.4281
MG	0.4221	0.2087	0.6777	0.7139	0.6501	0.4753	0.6734

Normalize matris oluşturularak normalize matrsten de Çizelge 2.5’de verildiği üzere referans seri oluşturulmuştur.

Çizelge 2.5 Referans seri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Referans Seri	0.5728	0.5692	0.9511	0.9823	1.0000	0.9204	0.6868

Referans seri ile normalize matris değerleri arası mutlak fark, fark matrisi olarak oluşturulmuştur. Fark matrisi Çizelge 2.6’ da verilmiştir.

Çizelge 2.6 Fark matrisi

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	0.0304	0.3241	0.5325	0.2739	0.6397	0.6586	0.2699
BG	0.0000	0.2062	0.2035	0.1487	0.1819	0.0599	0.2061
CG	0.0600	0.4089	0.3837	0.2971	0.5445	0.5629	0.0016
DG	0.0000	0.0677	0.3837	0.0000	0.0177	0.0000	0.1140
EG	0.1173	0.5553	0.0566	0.0576	0.2229	0.2304	0.4715
FG	0.3238	0.5265	0.0586	0.0576	0.3455	0.2927	0.2396
GG	0.2379	0.5692	0.0000	0.0576	0.1991	0.2328	0.0590
HG	0.0480	0.0000	0.1087	0.2542	0.0315	0.2776	0.0000
IG	0.3351	0.0759	0.1868	0.1399	0.2781	0.2738	0.4283
JG	0.2559	0.1802	0.3610	0.2663	0.0000	0.2328	0.0270
KG	0.2781	0.0939	0.3959	0.2684	0.2962	0.0753	0.4051
LG	0.1321	0.4021	0.6342	0.2684	0.2277	0.2091	0.2587
MG	0.1507	0.3605	0.2733	0.2684	0.3499	0.4452	0.0134

Fark matrisinde yer alan en küçük ve en büyük değerler kullanılarak gri ilişki katsayıları hesaplanmıştır. Gri ilişki katsayıları Çizelge 2.7’de görülmektedir.

Çizelge 2.7 Gri ilişki katsayıları

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	0.9155	0.5040	0.3821	0.5460	0.3398	0.3333	0.5496
BG	1.0000	0.6149	0.6180	0.6889	0.6442	0.8461	0.6151
CG	0.8458	0.4461	0.4619	0.5257	0.3768	0.3691	0.9951
DG	1.0000	0.8294	0.4619	1.0000	0.9489	1.0000	0.7428
EG	0.7374	0.3723	0.8534	0.8510	0.5964	0.5883	0.4112
FG	0.5042	0.3848	0.8488	0.8510	0.4880	0.5294	0.5788
GG	0.5806	0.3665	1.0000	0.8510	0.6232	0.5858	0.8480
HG	0.8729	1.0000	0.7519	0.5644	0.9128	0.5426	1.0000
IG	0.4956	0.8127	0.6380	0.7019	0.5421	0.5460	0.4346
JG	0.5627	0.6464	0.4770	0.5529	1.0000	0.5858	0.9242
KG	0.5421	0.7780	0.4541	0.5509	0.5265	0.8139	0.4484
LG	0.7137	0.4502	0.3418	0.5509	0.5912	0.6117	0.5601
MG	0.6861	0.4774	0.5464	0.5509	0.4848	0.4252	0.9610

Hesaplanan gri ilişki katsayıları AHP yöntemiyle bulunan kriter ağırlıkları ile çarpılarak 13 ekip için toplam gri ilişki katsayıları bulunmuştur ve Çizelge 2.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.8 Ağırlıklı gri ilişki katsayıları

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	TOPLAM
AG	0.044	0.024	0.055	0.078	0.132	0.051	0.042	0.426
BG	0.048	0.029	0.088	0.098	0.251	0.129	0.047	0.691
CG	0.040	0.021	0.066	0.075	0.147	0.056	0.077	0.482
DG	0.048	0.040	0.066	0.143	0.369	0.153	0.057	0.875
EG	0.035	0.018	0.122	0.121	0.232	0.090	0.032	0.650
FG	0.024	0.018	0.121	0.121	0.190	0.081	0.045	0.600
GG	0.028	0.017	0.143	0.121	0.243	0.090	0.065	0.707
HG	0.042	0.048	0.107	0.081	0.355	0.083	0.077	0.792
IG	0.024	0.039	0.091	0.100	0.211	0.083	0.033	0.582
JG	0.027	0.031	0.068	0.079	0.389	0.090	0.071	0.755
KG	0.026	0.037	0.065	0.079	0.205	0.124	0.035	0.570
LG	0.034	0.021	0.049	0.079	0.230	0.094	0.043	0.550
MG	0.033	0.023	0.078	0.079	0.189	0.065	0.074	0.540

Toplam gri ilişki katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 13 ekibin sıralaması elde edilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki geometrik ortalama verileri saha öncesi verilerdir. Yani bu veriler ödül sıralamasında direkt olarak kullanılmamaktadır. Sadece değerlendiricilerin, değerlendirme puanlarının geometrik ortalamasının sıralamada etkisini göstermek için uygulanmıştır. Sıralaması 2018 verileri için Çizelge 2.9’ da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9 2018 GRI geometrik ortalama sıralaması

Sıralama	Geometrik Ortalama Puan Türü	TOPLAM
1	DG	0.8754
2	HG	0.7925
3	JG	0.7547
4	GG	0.7068
5	BG	0.6910
6	EG	0.6499
7	FG	0.6005
8	IG	0.5816
9	KG	0.5703
10	LG	0.5497
11	MG	0.5398
12	CG	0.4823
13	AG	0.4257

2.1.2 GRA Konsolide puanları uygulaması 2018

Her puanlama türü için 13 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar Çizelge 2.10'da görüldüğü üzere matrise yerleştirilmiştir.

Çizelge 2.10 Konsolide puanlar matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	11	9	11	12	8	9	10
BT	11	9	13	13	14	13	10
CT	10	7	11	12	10	9	12
DT	11	11	11	14	15	14	10
ET	10	6.25	13.75	14	12.75	12	8.25
FT	8.25	6.5	13.75	14	11.75	11.5	10
GT	9	6.25	14.25	14	13	12	11.5
HT	9	10	13	12	12	10	11
IT	10	10	12	13	14	11	8
JT	9	9	11	12	15	11	12
KT	9	8	13	13	11	14	11
LT	9	6	11	13	11	14	11
MT	10	8	13	13	11	10	11

Kriter matrisi en büyük ve en küçük değerleri kullanılarak normalize matris elde edilmiştir. Normalize matris Çizelge 2.11’de verilmiştir.

Çizelge 2.11 Normalize matris

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	0.5556	0.3333	0.5556	0.6667	0.2222	0.3333	0.4444
BT	0.5556	0.3333	0.7778	0.7778	0.8889	0.7778	0.4444
CT	0.4444	0.1111	0.5556	0.6667	0.4444	0.3333	0.6667
DT	0.5556	0.5556	0.5556	0.8889	1.0000	0.8889	0.4444
ET	0.4444	0.0278	0.8611	0.8889	0.7500	0.6667	0.2500
FT	0.2500	0.0556	0.8611	0.8889	0.6389	0.6111	0.4444
GT	0.3333	0.0278	0.9167	0.8889	0.7778	0.6667	0.6111
HT	0.3333	0.4444	0.7778	0.6667	0.6667	0.4444	0.5556
IT	0.4444	0.4444	0.6667	0.7778	0.8889	0.5556	0.2222
JT	0.3333	0.3333	0.5556	0.6667	1.0000	0.5556	0.6667
KT	0.3333	0.2222	0.7778	0.7778	0.5556	0.8889	0.5556
LT	0.3333	0.0000	0.5556	0.7778	0.5556	0.8889	0.5556
MT	0.4444	0.2222	0.7778	0.7778	0.5556	0.4444	0.5556

Normalize matris oluşturularak normalize matrsten de Çizelge 2.12’de verildiği üzere referans seri oluşturulmuştur.

Çizelge 2.12 Referans seri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Referans Seri	0.5556	0.5556	0.9167	0.8889	1.0000	0.8889	0.6667

Referans seri ile normalize matris değerleri arası mutlak fark, fark matrisi olarak oluşturulmuştur. Fark matrisi Çizelge 2.13’de verilmiştir.

Çizelge 2.13 Fark matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	0.0000	0.2222	0.3611	0.2222	0.7778	0.5556	0.2222
BT	0.0000	0.2222	0.1389	0.1111	0.1111	0.1111	0.2222
CT	0.1111	0.4444	0.3611	0.2222	0.5556	0.5556	0.0000
DT	0.0000	0.0000	0.3611	0.0000	0.0000	0.0000	0.2222
ET	0.1111	0.5278	0.0556	0.0000	0.2500	0.2222	0.4167
FT	0.3056	0.5000	0.0556	0.0000	0.3611	0.2778	0.2222
GT	0.2222	0.5278	0.0000	0.0000	0.2222	0.2222	0.0556
HT	0.2222	0.1111	0.1389	0.2222	0.3333	0.4444	0.1111
IT	0.1111	0.1111	0.2500	0.1111	0.1111	0.3333	0.4444
JT	0.2222	0.2222	0.3611	0.2222	0.0000	0.3333	0.0000
KT	0.2222	0.3333	0.1389	0.1111	0.4444	0.0000	0.1111
LT	0.2222	0.5556	0.3611	0.1111	0.4444	0.0000	0.1111
MT	0.1111	0.3333	0.1389	0.1111	0.4444	0.4444	0.1111

Fark matrisinde yer alan en küçük ve en büyük değerler kullanılarak gri ilişki katsayıları hesaplanmıştır. Gri ilişki katsayıları Çizelge 2.14’de görülmektedir.

Çizelge 2.14 Gri ilişki katsayıları

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	1.0000	0.6364	0.5185	0.6364	0.3333	0.4118	0.6364
BT	1.0000	0.6364	0.7368	0.7778	0.7778	0.7778	0.6364
CT	0.7778	0.4667	0.5185	0.6364	0.4118	0.4118	1.0000
DT	1.0000	1.0000	0.5185	1.0000	1.0000	1.0000	0.6364
ET	0.7778	0.4242	0.8750	1.0000	0.6087	0.6364	0.4828
FT	0.5600	0.4375	0.8750	1.0000	0.5185	0.5833	0.6364
GT	0.6364	0.4242	1.0000	1.0000	0.6364	0.6364	0.8750
HT	0.6364	0.7778	0.7368	0.6364	0.5385	0.4667	0.7778
IT	0.7778	0.7778	0.6087	0.7778	0.7778	0.5385	0.4667
JT	0.6364	0.6364	0.5185	0.6364	1.0000	0.5385	1.0000
KT	0.6364	0.5385	0.7368	0.7778	0.4667	1.0000	0.7778
LT	0.6364	0.4118	0.5185	0.7778	0.4667	1.0000	0.7778
MT	0.7778	0.5385	0.7368	0.7778	0.4667	0.4667	0.7778

Hesaplanan gri ilişki katsayıları AHP yöntemiyle bulunan kriter ağırlıkları ile çarpılarak 13 ekip için toplam gri ilişki katsayıları bulunmuştur ve Çizelge 2.15' de gösterilmektedir.

Çizelge 2.15 Ağırlıklı gri ilişki katsayıları

Konsoli de Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	TOPLAM
AT	0.048	0.030	0.074	0.091	0.130	0.063	0.049	0.485
BT	0.048	0.030	0.105	0.111	0.303	0.119	0.049	0.765
CT	0.037	0.022	0.074	0.091	0.160	0.063	0.077	0.524
DT	0.048	0.048	0.074	0.143	0.389	0.153	0.049	0.903
ET	0.037	0.020	0.125	0.143	0.237	0.097	0.037	0.696
FT	0.027	0.021	0.125	0.143	0.202	0.089	0.049	0.655
GT	0.030	0.020	0.143	0.143	0.248	0.097	0.067	0.748
HT	0.030	0.037	0.105	0.091	0.210	0.071	0.060	0.604
IT	0.037	0.037	0.087	0.111	0.303	0.082	0.036	0.693
JT	0.030	0.030	0.074	0.091	0.389	0.082	0.077	0.774
KT	0.030	0.026	0.105	0.111	0.182	0.153	0.060	0.667
LT	0.030	0.020	0.074	0.111	0.182	0.153	0.060	0.629
MT	0.037	0.026	0.105	0.111	0.182	0.071	0.060	0.592

Toplam gri ilişki katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 13 ekibin sıralaması elde edilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki konsolide puanlar saha öncesi verilerdir. Yani bu veriler ödül sıralamasında direkt olarak kullanılmamaktadır. Konsolide puan Sıralaması 2018 verileri için Çizelge 2.16' da gösterilmiştir.

Çizelge 2.16 2018 GRA konsolide puan sıralaması

Sıralama	Konsolide Puan Türü	TOPLAM
1	DT	0.9033
2	JT	0.7742
3	BT	0.7649
4	GT	0.7484
5	ET	0.6963
6	IT	0.6931
7	KT	0.6666
8	FT	0.6552
9	LT	0.6294
10	HT	0.6043
11	MT	0.5918
12	CT	0.5244
13	AT	0.4846

2.1.3 GRA Saha puanları uygulaması 2018

Saha puanlar ise Çizelge 2.17’de verilmiştir.

Çizelge 2.17 Saha puanları

KRİTER	AS	BS	CS	DS	ES	FS	GS	HS	IS	JS	KS	LS	MS
1	11	11	10	12	10	10	10	10	11	12	11	11	11
2	10	11	12	12	8	9	7	10	10	11	9	8	10
3	13	13	15	13	15	13	13	14	12	14	12	13	15
4	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15	12	12	12
5	10	15	10	15	15	12	15	14	14	15	11	12	13
6	10	14	15	15	12	10	12	11	12	14	14	15	14
7	13	11	13	13	11	10	11	12	12	13	11	13	13
TOPLAM	80	88	88	93	85	78	82	85	85	94	80	84	88

Her puanlama türü için 13 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar Çizelge 2.18’de görüldüğü üzere matrise yerleştirilmiştir.

Çizelge 2.18 Saha puanları matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	11	10	13	13	10	10	13
BS	11	11	13	13	15	14	11
CS	10	12	15	13	10	15	13
DS	12	12	13	13	15	15	13
ES	10	8	15	14	15	12	11
FS	10	9	13	14	12	10	10
GS	10	7	13	14	15	12	11
HS	10	10	14	14	14	11	12
IS	11	10	12	14	14	12	12
JS	12	11	14	15	15	14	13
KS	11	9	12	12	11	14	11
LS	11	8	13	12	12	15	13
MS	11	10	15	12	13	14	13

Kriter matrisi en büyük ve en küçük değerleri kullanılarak normalize matris elde edilmiştir. Normalize matris Çizelge 2.19’ da verilmiştir.

Çizelge 2.19 Normalize matris

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	0.500	0.375	0.750	0.750	0.375	0.375	0.750
BS	0.500	0.500	0.750	0.750	1.000	0.875	0.500
CS	0.375	0.625	1.000	0.750	0.375	1.000	0.750
DS	0.625	0.625	0.750	0.750	1.000	1.000	0.750
ES	0.375	0.125	1.000	0.875	1.000	0.625	0.500
FS	0.375	0.250	0.750	0.875	0.625	0.375	0.375
GS	0.375	0.000	0.750	0.875	1.000	0.625	0.500
HS	0.375	0.375	0.875	0.875	0.875	0.500	0.625
IS	0.500	0.375	0.625	0.875	0.875	0.625	0.625
JS	0.625	0.500	0.875	1.000	1.000	0.875	0.750
KS	0.500	0.250	0.625	0.625	0.500	0.875	0.500
LS	0.500	0.125	0.750	0.625	0.625	1.000	0.750
MS	0.500	0.375	1.000	0.625	0.750	0.875	0.750

Normalize matris oluşturularak normalize matrsten de Çizelge 2.20’de verildiği üzere referans seri oluşturulmuştur.

Çizelge 2.20 Referans seri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Referans Seri	0.6250	0.6250	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7500

Referans seri ile normalize matris değerleri arası mutlak fark, fark matrisi olarak oluşturulmuştur. Fark matrisi Çizelge 2.21’ de verilmiştir.

Çizelge 2.21 Fark matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	0.1250	0.2500	0.2500	0.2500	0.6250	0.6250	0.0000
BS	0.1250	0.1250	0.2500	0.2500	0.0000	0.1250	0.2500
CS	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.6250	0.0000	0.0000
DS	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
ES	0.2500	0.5000	0.0000	0.1250	0.0000	0.3750	0.2500
FS	0.2500	0.3750	0.2500	0.1250	0.3750	0.6250	0.3750
GS	0.2500	0.6250	0.2500	0.1250	0.0000	0.3750	0.2500
HS	0.2500	0.2500	0.1250	0.1250	0.1250	0.5000	0.1250
IS	0.1250	0.2500	0.3750	0.1250	0.1250	0.3750	0.1250
JS	0.0000	0.1250	0.1250	0.0000	0.0000	0.1250	0.0000
KS	0.1250	0.3750	0.3750	0.3750	0.5000	0.1250	0.2500
LS	0.1250	0.5000	0.2500	0.3750	0.3750	0.0000	0.0000
MS	0.1250	0.2500	0.0000	0.3750	0.2500	0.1250	0.0000

Fark matrisinde yer alan en küçük ve en büyük değerler kullanılarak gri ilişki katsayıları hesaplanmıştır. Gri ilişki katsayıları Çizelge. 2.22’de görülmektedir.

Çizelge 2.22 Gri ilişki katsayıları

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	0.7143	0.5556	0.5556	0.5556	0.3333	0.3333	1.0000
BS	0.7143	0.7143	0.5556	0.5556	1.0000	0.7143	0.5556
CS	0.5556	1.0000	1.0000	0.5556	0.3333	1.0000	1.0000
DS	1.0000	1.0000	0.5556	0.5556	1.0000	1.0000	1.0000
ES	0.5556	0.3846	1.0000	0.7143	1.0000	0.4545	0.5556
FS	0.5556	0.4545	0.5556	0.7143	0.4545	0.3333	0.4545
GS	0.5556	0.3333	0.5556	0.7143	1.0000	0.4545	0.5556
HS	0.5556	0.5556	0.7143	0.7143	0.7143	0.3846	0.7143
IS	0.7143	0.5556	0.4545	0.7143	0.7143	0.4545	0.7143
JS	1.0000	0.7143	0.7143	1.0000	1.0000	0.7143	1.0000
KS	0.7143	0.4545	0.4545	0.4545	0.3846	0.7143	0.5556
LS	0.7143	0.3846	0.5556	0.4545	0.4545	1.0000	1.0000
MS	0.7143	0.5556	1.0000	0.4545	0.5556	0.7143	1.0000

Hesaplanan gri ilişki katsayıları AHP yöntemiyle bulunan kriter ağırlıkları ile çarpılarak 13 ekip için toplam gri ilişki katsayıları bulunmuştur ve Çizelge 2.23'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.23 Ağırlıklı gri ilişki katsayıları

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	TOPLAM
AS	0.034	0.026	0.079	0.079	0.130	0.051	0.077	0.477
BS	0.034	0.034	0.079	0.079	0.389	0.109	0.043	0.768
CS	0.026	0.048	0.143	0.079	0.130	0.153	0.077	0.656
DS	0.048	0.048	0.079	0.079	0.389	0.153	0.077	0.873
ES	0.026	0.018	0.143	0.102	0.389	0.070	0.043	0.791
FS	0.026	0.022	0.079	0.102	0.177	0.051	0.035	0.492
GS	0.026	0.016	0.079	0.102	0.389	0.070	0.043	0.725
HS	0.026	0.026	0.102	0.102	0.278	0.059	0.055	0.649
IS	0.034	0.026	0.065	0.102	0.278	0.070	0.055	0.630
JS	0.048	0.034	0.102	0.143	0.389	0.109	0.077	0.902
KS	0.034	0.022	0.065	0.065	0.150	0.109	0.043	0.487
LS	0.034	0.018	0.079	0.065	0.177	0.153	0.077	0.603
MS	0.034	0.026	0.143	0.065	0.216	0.109	0.077	0.671

Toplam gri ilişki katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 13 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Ödül sıralaması 2018 verileri için Çizelge 2.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.24 2018 GRA saha puanları ödül sıralaması

Sıralama	Saha Puan Türü	TOPLAM
1	JS	0.9019
2	DS	0.8732
3	ES	0.7911
4	BS	0.7680
5	GS	0.7252
6	MS	0.6706
7	CS	0.6558
8	HS	0.6487
9	IS	0.6299
10	LS	0.6034
11	FS	0.4923
12	KS	0.4872
13	AS	0.4769

2018 verileri için tüm puan türlerinde karşılaştırma Çizelge 2.25' de görülmektedir.

Çizelge 2.25 2018 puan ve sıralamaları

Sıralama	Çalışma	Puan	Çalışma	Puan	Çalışma	Puan
1	DG	86	DT	86	JS	94
2	HG	85	BT	83	DS	93
3	BG	83	GT	80	BS	88
4	JG	80	JT	79	CS	88
5	GG	80	KT	79	MS	88
6	EG	77	IT	78	ES	85
7	IG	77	ET	77	HS	85
8	KG	76	HT	77	IS	85
9	FG	76	MT	76	LS	84
10	MG	75	FT	75,8	GS	82
11	LG	73	LT	75	AS	80
12	CG	72	CT	71	KS	80
13	AG	68	AT	70	FS	78

2018 yılında ödül alan çalışmalar JS,DS ve BS'dir.

2.1.4 GRA Konsolide puanlar uygulaması 2017

ÇÖKV yöntemlerinden gri ilişkisel analiz yöntemi 2017 verileri üzerinden konsolide puanlar ve saha sonrası puanlar için uygulanmıştır. Değerlendiricilerin ayrı ayrı puanları bulunmadığından yöntemler 2017 verileri için geometrik ortalama puanları üzerinden uygulanamamıştır.

Her puanlama türü için 7 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar Çizelge 2.26' de görüldüğü üzere matrise yerleştirilmiştir.

Çizelge 2.26 Konsolide puanlar matrisi

Matris	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	10	8	10.7	12	12.7	11	7.7
OT	9	7	9	13	12	14	10
PT	10	9	11	11	9	11	11
RT	9	9	15	12	12	13	10
ST	10	10	15	12	13	12	8
TT	10	8	14	10	14	11	9
UT	8	7	14	9	13	11	11

Kriter matrisi en büyük ve en küçük değerler kullanılarak normalize matris elde edilmiştir. Normalize matris Çizelge 2.27' de verilmiştir.

Çizelge 2.27 Normalize matris

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	0.3750	0.1250	0.4625	0.6250	0.7125	0.5000	0.0875
OT	0.2500	0.0000	0.2500	0.7500	0.6250	0.8750	0.3750
PT	0.3750	0.2500	0.5000	0.5000	0.2500	0.5000	0.5000
RT	0.2500	0.2500	1.0000	0.6250	0.6250	0.7500	0.3750
ST	0.3750	0.3750	1.0000	0.6250	0.7500	0.6250	0.1250
TT	0.3750	0.1250	0.8750	0.3750	0.8750	0.5000	0.2500
UT	0.1250	0.0000	0.8750	0.2500	0.7500	0.5000	0.5000

Normalize matris oluşturularak normalize matrsten de Çizelge 2.28'da verildiği üzere referans seri oluşturulmuştur.

Çizelge 2.28 Referans seri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Referans Seri	0.3750	0.3750	1.0000	0.7500	0.8750	0.8750	0.5000

Referans seri ile normalize matris değerleri arası mutlak fark, fark matrisi olarak oluşturulmuştur. Fark matrisi Çizelge 2.29’de verilmiştir.

Çizelge 2.29 Fark matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	0.0000	0.2500	0.5375	0.1250	0.1625	0.3750	0.4125
OT	0.1250	0.3750	0.7500	0.0000	0.2500	0.0000	0.1250
PT	0.0000	0.1250	0.5000	0.2500	0.6250	0.3750	0.0000
RT	0.1250	0.1250	0.0000	0.1250	0.2500	0.1250	0.1250
ST	0.0000	0.0000	0.0000	0.1250	0.1250	0.2500	0.3750
TT	0.0000	0.2500	0.1250	0.3750	0.0000	0.3750	0.2500
UT	0.2500	0.3750	0.1250	0.5000	0.1250	0.3750	0.0000

Fark matrisinde yer alan en küçük ve en büyük değerler kullanılarak gri ilişki katsayıları hesaplanmıştır. Gri ilişki katsayıları Çizelge 2.30’de görülmektedir.

Çizelge 2.30 Gri ilişki katsayıları

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	1.0000	0.6000	0.4110	0.7500	0.6977	0.5000	0.4762
OT	0.7500	0.5000	0.3333	1.0000	0.6000	1.0000	0.7500
PT	1.0000	0.7500	0.4286	0.6000	0.3750	0.5000	1.0000
RT	0.7500	0.7500	1.0000	0.7500	0.6000	0.7500	0.7500
ST	1.0000	1.0000	1.0000	0.7500	0.7500	0.6000	0.5000
TT	1.0000	0.6000	0.7500	0.5000	1.0000	0.5000	0.6000
UT	0.6000	0.5000	0.7500	0.4286	0.7500	0.5000	1.0000

Hesaplanan gri ilişki katsayıları AHP yöntemiyle bulunan kriter ağırlıkları ile çarpılarak 13 ekip için toplam gri ilişki katsayıları bulunmuştur ve Çizelge 2.31’ da gösterilmektedir.

Çizelge 2.31 Ağırlıklı gri ilişki katsayıları

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Toplam
NT	0.048	0.029	0.059	0.107	0.272	0.076	0.037	0.627
OT	0.036	0.024	0.048	0.143	0.234	0.153	0.058	0.694
PT	0.048	0.036	0.061	0.086	0.146	0.076	0.077	0.530
RT	0.036	0.036	0.143	0.107	0.234	0.115	0.058	0.727
ST	0.048	0.048	0.143	0.107	0.292	0.092	0.039	0.767
TT	0.048	0.029	0.107	0.071	0.389	0.076	0.046	0.767
UT	0.029	0.024	0.107	0.061	0.292	0.076	0.077	0.666

Toplam gri ilişki katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 7 ekibin sıralaması elde edilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki konsolide puanlar saha öncesi verilerdir. Yani bu veriler ödül sıralamasında direkt olarak kullanılmamaktadır. Konsolide puan Sıralaması 2017 verileri için Çizelge 2.32’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.32 2017 GRA Konsolide puan sıralaması

Sıralama	Konsolide Puan Türü	Toplam
1	ST	0.7673
2	TT	0.7666
3	RT	0.7273
4	OT	0.6941
5	UT	0.6661
6	NT	0.6267
7	PT	0.5297

2.1.5 GRA Saha puanları uygulaması 2017

Saha puanları için 7 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar Çizelge 2.33’ de görüldüğü üzere matrise yerleştirilmiştir.

Çizelge 2.33 Saha puanları matrisi

Saha Puan Tütü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	10.1	8.6	11	12	13.7	12	7.6
OS	9	8	11	13	15	15	13
PS	12	12	12	15	11	13	13
RS	11	9	14	12	15	14	10
SS	9	9	14	12	15	12	9
TS	11	8	14	13	14	11	9
US	11	9	14	11	16	13	12

Kriter matrisi en büyük ve en küçük değerleri kullanılarak normalize matris elde edilmiştir. Normalize matris Çizelge 2.34’de verilmiştir.

Çizelge 2.34 Normalize matris

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	0.2976	0.1190	0.4048	0.5238	0.7262	0.5238	0.0000
OS	0.1667	0.0476	0.4048	0.6429	0.8810	0.8810	0.6429
PS	0.5238	0.5238	0.5238	0.8810	0.4048	0.6429	0.6429
RS	0.4048	0.1667	0.7619	0.5238	0.8810	0.7619	0.2857
SS	0.1667	0.1667	0.7619	0.5238	0.8810	0.5238	0.1667
TS	0.4048	0.0476	0.7619	0.6429	0.7619	0.4048	0.1667
US	0.4048	0.1667	0.7619	0.4048	1.0000	0.6429	0.5238

Normalize matris oluşturularak normalize matrsten de Çizelge 2.35’de verildiği üzere referans seri oluşturulmuştur.

Çizelge 2.35 Referans seri

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Referans Seri	0.5238	0.5238	0.7619	0.8810	1.0000	0.8810	0.6429

Referans seri ile normalize matris değerleri arası mutlak fark, fark matrisi olarak oluşturulmuştur. Fark matrisi Çizelge 2.36’de verilmiştir.

Çizelge 2.36 Fark matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	0.2262	0.4048	0.3571	0.3571	0.2738	0.3571	0.6429
OS	0.3571	0.4762	0.3571	0.2381	0.1190	0.0000	0.0000
PS	0.0000	0.0000	0.2381	0.0000	0.5952	0.2381	0.0000
RS	0.1190	0.3571	0.0000	0.3571	0.1190	0.1190	0.3571
SS	0.3571	0.3571	0.0000	0.3571	0.1190	0.3571	0.4762
TS	0.1190	0.4762	0.0000	0.2381	0.2381	0.4762	0.4762
US	0.1190	0.3571	0.0000	0.4762	0.0000	0.2381	0.1190

Fark matrisinde yer alan en küçük ve en büyük değerler kullanılarak gri ilişki katsayıları hesaplanmıştır. Gri ilişki katsayıları Çizelge 2.37’de görülmektedir.

Çizelge 2.37 Gri ilişki katsayıları

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	0.5870	0.4426	0.4737	0.4737	0.5400	0.4737	0.3333
OS	0.4737	0.4030	0.4737	0.5745	0.7297	1.0000	1.0000
PS	1.0000	1.0000	0.5745	1.0000	0.3506	0.5745	1.0000
RS	0.7297	0.4737	1.0000	0.4737	0.7297	0.7297	0.4737
SS	0.4737	0.4737	1.0000	0.4737	0.7297	0.4737	0.4030
TS	0.7297	0.4030	1.0000	0.5745	0.5745	0.4030	0.4030
US	0.7297	0.4737	1.0000	0.4030	1.0000	0.5745	0.7297

Hesaplanan gri ilişki katsayıları AHP yöntemiyle bulunan kriter ağırlıkları ile çarpılarak 7 ekip için toplam gri ilişki katsayıları bulunmuştur ve Çizelge 2.38’da gösterilmektedir.

Çizelge 2.38 Ağırlıklı gri ilişki katsayıları

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Toplam
NS	0.028	0.021	0.068	0.068	0.210	0.072	0.026	0.493
OS	0.023	0.019	0.068	0.082	0.284	0.153	0.077	0.705
PS	0.048	0.048	0.082	0.143	0.137	0.088	0.077	0.621
RS	0.035	0.023	0.143	0.068	0.284	0.112	0.036	0.700
SS	0.023	0.023	0.143	0.068	0.284	0.072	0.031	0.643
TS	0.035	0.019	0.143	0.082	0.224	0.062	0.031	0.595
US	0.035	0.023	0.143	0.058	0.389	0.088	0.056	0.791

Toplam gri ilişki katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 7 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Ödül sıralaması 2017 verileri için Çizelge 2.39'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.39 2017 GRA saha puanları ödül sıralaması

Sıralama	Saha Puan Türü	Toplam
1	US	0.7909
2	OS	0.7054
3	RS	0.6998
4	SS	0.6430
5	PS	0.6214
6	TS	0.5950
7	NS	0.4926

2.2 TOPSIS Metodunun Uygulanması

İkinci olarak ÇÖKV yöntemlerinden TOPSIS yöntemi geometrik ortalama puanları, konsolide puanlar ve saha sonrası puanlar için uygulanmıştır.

2.2.1 TOPSIS Geometrik ortalama puanları uygulaması 2018

Geometrik ortalama için 13 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar matrise yerleştirilmiştir ve Çizelge 2.40'de görülmektedir.

Çizelge 2.40 Kriter matrisi

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	10.74	8.21	9.69	12.16	9.19	8.35	9.67
BG	11.00	9.21	12.49	13.22	13.09	13.45	10.22
CG	10.49	7.48	10.95	11.96	10.00	9.17	11.96
DG	11.00	10.39	10.95	14.49	14.49	13.96	11.00
EG	10.00	6.24	13.74	14.00	12.74	12.00	7.95
FG	8.24	6.48	13.73	14.00	11.70	11.47	9.93
GG	8.97	6.12	14.23	14.00	12.94	11.98	11.47
HG	10.59	10.97	13.30	12.32	14.37	11.60	11.97
IG	8.14	10.32	12.63	13.30	12.27	11.63	8.32
JG	8.82	9.43	11.15	12.22	14.64	11.98	11.74
KG	8.63	10.17	10.85	12.20	12.12	13.32	8.52
LG	9.87	7.54	8.82	12.20	12.70	12.18	9.77
MG	9.72	7.90	11.90	12.20	11.66	10.17	11.86

Kriter matrisi kullanılarak normalleştirme katsayıları hesaplanmıştır ve Çizelge 2.41’ da gösterilmiştir.

Çizelge 2.41 Normalleştirme katsayıları

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Normalleştirme Katsayısı	35.19	31.19	43.21	46.78	45.26	42.32	37.61

Bu katsayılar kullanılarak normalize kriter matrisi hazırlanmıştır ve Çizelge 2.42’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.42 Normalize kriter matrisi

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	0.3052	0.2631	0.2241	0.2599	0.2030	0.1973	0.2572
BG	0.3126	0.2953	0.2891	0.2827	0.2893	0.3179	0.2716
CG	0.2980	0.2399	0.2535	0.2556	0.2210	0.2165	0.3180
DG	0.3126	0.3332	0.2535	0.3098	0.3202	0.3299	0.2925
EG	0.2842	0.1999	0.3180	0.2993	0.2816	0.2835	0.2115
FG	0.2341	0.2078	0.3176	0.2993	0.2585	0.2710	0.2640
GG	0.2550	0.1961	0.3292	0.2993	0.2860	0.2830	0.3050
HG	0.3010	0.3517	0.3078	0.2634	0.3176	0.2740	0.3184
IG	0.2314	0.3309	0.2924	0.2843	0.2711	0.2748	0.2212
JG	0.2506	0.3024	0.2580	0.2612	0.3235	0.2830	0.3122
KG	0.2452	0.3260	0.2511	0.2609	0.2677	0.3148	0.2265
LG	0.2806	0.2418	0.2041	0.2609	0.2806	0.2878	0.2597
MG	0.2761	0.2531	0.2753	0.2609	0.2576	0.2403	0.3153

Normalize kriter matrisi değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize kriter matrisi elde edilmiştir ve Çizelge 2.43'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.43 Ağırlıklı normalize kriter matrisi

Geometrik Ortalama Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AG	0.0146	0.0125	0.0320	0.0371	0.0790	0.0302	0.0198
BG	0.0149	0.0141	0.0412	0.0403	0.1126	0.0486	0.0209
CG	0.0142	0.0114	0.0362	0.0365	0.0860	0.0331	0.0245
DG	0.0149	0.0159	0.0362	0.0442	0.1247	0.0504	0.0225
EG	0.0136	0.0095	0.0454	0.0427	0.1096	0.0434	0.0163
FG	0.0112	0.0099	0.0453	0.0427	0.1006	0.0414	0.0203
GG	0.0122	0.0094	0.0470	0.0427	0.1113	0.0433	0.0235
HG	0.0144	0.0168	0.0439	0.0376	0.1236	0.0419	0.0245
IG	0.0110	0.0158	0.0417	0.0406	0.1056	0.0420	0.0170
JG	0.0120	0.0144	0.0368	0.0373	0.1260	0.0433	0.0240
KG	0.0117	0.0155	0.0358	0.0372	0.1042	0.0481	0.0174
LG	0.0134	0.0115	0.0291	0.0372	0.1093	0.0440	0.0200
MG	0.0132	0.0121	0.0393	0.0372	0.1003	0.0367	0.0243

Bu matris üzerinde en büyük ve en küçük değerler bulunmuştur. Sonrasında en büyük ve en küçük uzaklık matrisleri oluşturulmuştur. En büyük ideal noktaya olan

uzaklık ve en küçük ideal noktaya olan uzaklıklar hesaplanmıştır. 13 ekip için yakınlık katsayısı ideal noktalara olan uzaklığa bağlı olarak elde edilir. Yakınlık katsayıları Çizelge 2.44’de verilmiştir.

Çizelge 2.44 Yakınlık katsayıları

Geometrik Ortalama Puan Türü	si+	si-	ci*
AG	0.0541	0.0066	0.1087
BG	0.0158	0.0411	0.7224
CG	0.0458	0.0137	0.2307
DG	0.0111	0.0519	0.824
EG	0.0211	0.0377	0.6412
FG	0.0284	0.0302	0.5151
GG	0.0182	0.0403	0.6893
HG	0.0115	0.0498	0.8127
IG	0.0245	0.0326	0.5708
JG	0.0147	0.0502	0.773
KG	0.0267	0.0323	0.5476
LG	0.0272	0.0336	0.553
MG	0.0313	0.026	0.4535

Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 13 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki geometrik ortalama verileri saha öncesi verilerdir. Yani bu veriler ödül sıralamasında direkt olarak kullanılmamaktadır. Sadece değerlendiricilerin, değerlendirme puanlarının geometrik ortalamasının sıralamada etkisini göstermek için uygulanmıştır. Sıralama Çizelge 2.45’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.45 Geometrik ortalama sıralaması

Sıralama	Geometrik Ortalama Puan Türü	Toplam
1	DG	0.824
2	HG	0.8127
3	JG	0.773
4	BG	0.7224
5	GG	0.6893
6	EG	0.6412
7	IG	0.5708
8	LG	0.553
9	KG	0.5476
10	FG	0.5151
11	MG	0.4535
12	CG	0.2307
13	AG	0.1087

2.2.2 TOPSIS Konsolide puanlar uygulaması 2018

Konsolide puanlar için 13 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar matrisine yerleştirilmiştir ve Çizelge 2.46’de görülmektedir.

Çizelge 2.46 Kriter matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	11	9	11	12	8	9	10
BT	11	9	13	13	14	13	10
CT	10	7	11	12	10	9	12
DT	11	11	11	14	15	14	10
ET	10	6.25	13.75	14	12.75	12	8.25
FT	8.25	6.5	13.75	14	11.75	11.5	10
GT	9	6.25	14.25	14	13	12	11.5
HT	9	10	13	12	12	10	11
IT	10	10	12	13	14	11	8
JT	9	9	11	12	15	11	12
KT	9	8	13	13	11	14	11
LT	9	6	11	13	11	14	11
MT	10	8	13	13	11	10	11

Kriter matrisi kullanılarak normalleştirme katsayıları hesaplanmıştır ve Çizelge 2.47’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.47 Normalleştirme katsayıları

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Normalleştirme Katsayısı	35.16	29.96	44.79	46.96	44.53	42.20	37.90

Bu katsayılar kullanılarak normalize kriter matrisi hazırlanmıştır ve Çizelge 2.48’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.48 Normalize kriter matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	0.3129	0.3004	0.2456	0.2556	0.1797	0.2132	0.2639
BT	0.3129	0.3004	0.2902	0.2768	0.3144	0.3080	0.2639
CT	0.2844	0.2337	0.2456	0.2556	0.2246	0.2132	0.3166
DT	0.3129	0.3672	0.2456	0.2981	0.3369	0.3317	0.2639
ET	0.2844	0.2086	0.3070	0.2981	0.2863	0.2843	0.2177
FT	0.2347	0.2170	0.3070	0.2981	0.2639	0.2725	0.2639
GT	0.2560	0.2086	0.3181	0.2981	0.2920	0.2843	0.3034
HT	0.2560	0.3338	0.2902	0.2556	0.2695	0.2369	0.2902
IT	0.2844	0.3338	0.2679	0.2768	0.3144	0.2606	0.2111
JT	0.2560	0.3004	0.2456	0.2556	0.3369	0.2606	0.3166
KT	0.2560	0.2671	0.2902	0.2768	0.2470	0.3317	0.2902
LT	0.2560	0.2003	0.2456	0.2768	0.2470	0.3317	0.2902
MT	0.2844	0.2671	0.2902	0.2768	0.2470	0.2369	0.2902

Normalize kriter matrisi değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize kriter matrisi elde edilmiştir ve Çizelge 2.49’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.49 Ağırlıklı normalize kriter matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AT	0.0149	0.0143	0.0350	0.0365	0.0699	0.0326	0.0203
BT	0.0149	0.0143	0.0414	0.0395	0.1224	0.0471	0.0203
CT	0.0136	0.0111	0.0350	0.0365	0.0874	0.0326	0.0244
DT	0.0149	0.0175	0.0350	0.0425	0.1311	0.0507	0.0203
ET	0.0136	0.0100	0.0438	0.0425	0.1115	0.0435	0.0168
FT	0.0112	0.0104	0.0438	0.0425	0.1027	0.0417	0.0203
GT	0.0122	0.0100	0.0454	0.0425	0.1137	0.0435	0.0234
HT	0.0122	0.0159	0.0414	0.0365	0.1049	0.0362	0.0223
IT	0.0136	0.0159	0.0382	0.0395	0.1224	0.0399	0.0163
JT	0.0122	0.0143	0.0350	0.0365	0.1311	0.0399	0.0244
KT	0.0122	0.0127	0.0414	0.0395	0.0962	0.0507	0.0223
LT	0.0122	0.0096	0.0350	0.0395	0.0962	0.0507	0.0223
MT	0.0136	0.0127	0.0414	0.0395	0.0962	0.0362	0.0223

Bu matris üzerinde en büyük ve en küçük değerler bulunmuştur. Sonrasında en büyük ve en küçük uzaklık matrisleri oluşturulmuştur. En büyük ideal noktaya olan uzaklık ve en küçük ideal noktaya olan uzaklıklar hesaplanmıştır. 13 ekip için yakınlık katsayısı ideal noktalara olan uzaklığa bağlı olarak elde edilir. Yakınlık katsayıları Çizelge 2.50’de verilmiştir.

Çizelge 2.50 Yakınlık katsayıları

Konsolide Puan Türü	di+	di-	ci*
AT	0.0652	0.0073	0.1007
BT	0.0119	0.0554	0.8232
CT	0.0493	0.0195	0.2836
DT	0.0111	0.0648	0.8536
ET	0.0236	0.0443	0.652
FT	0.0312	0.0359	0.5349
GT	0.0206	0.0472	0.6962
HT	0.0311	0.0368	0.5424
IT	0.018	0.0536	0.748
JT	0.0167	0.0624	0.7885
KT	0.0358	0.0334	0.4824
LT	0.0376	0.0326	0.4644
MT	0.0386	0.0284	0.4237

Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 13 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki konsolide puanları saha öncesi verilerdir. Yani bu veriler ödül sıralamasında direkt olarak kullanılmamaktadır. Sıralama Çizelge 2.51’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.51 Konsolide puan sıralaması

Sıralama	Konsolide Puan Türü	Toplam
1	DT	0.8536
2	BT	0.8232
3	JT	0.7885
4	IT	0.748
5	GT	0.6962
6	ET	0.652
7	HT	0.5424
8	FT	0.5349
9	KT	0.4824
10	LT	0.4644
11	MT	0.4237
12	CT	0.2836
13	AT	0.1007

2.2.3 TOPSIS Saha puanları uygulaması 2018

Saha puanları için 13 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar matrise yerleştirilmiştir ve Çizelge 2.52’de görülmektedir.

Çizelge 2.52 Kriter matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	11	10	13	13	10	10	13
BS	11	11	13	13	15	14	11
CS	10	12	15	13	10	15	13
DS	12	12	13	13	15	15	13
ES	10	8	15	14	15	12	11
FS	10	9	13	14	12	10	10
GS	10	7	13	14	15	12	11
HS	10	10	14	14	14	11	12
IS	11	10	12	14	14	12	12
JS	12	11	14	15	15	14	13
KS	11	9	12	12	11	14	11
LS	11	8	13	12	12	15	13
MS	11	10	15	12	13	14	13

Kriter matrisi kullanılarak normalleştirme katsayıları hesaplanmıştır ve Çizelge 2.53' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.53 Normalleştirme katsayıları

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Normalleştirme Katsayısı	38.91	35.62	48.67	48.09	47.91	47.03	43.43

Bu katsayılar kullanılarak normalize kriter matrisi hazırlanmıştır ve Çizelge 2.54' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.54 Normalize kriter matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	0.2827	0.2807	0.2671	0.2703	0.2087	0.2126	0.2993
BS	0.2827	0.3088	0.2671	0.2703	0.3131	0.2977	0.2533
CS	0.2570	0.3369	0.3082	0.2703	0.2087	0.3189	0.2993
DS	0.3084	0.3369	0.2671	0.2703	0.3131	0.3189	0.2993
ES	0.2570	0.2246	0.3082	0.2911	0.3131	0.2551	0.2533
FS	0.2570	0.2526	0.2671	0.2911	0.2505	0.2126	0.2303
GS	0.2570	0.1965	0.2671	0.2911	0.3131	0.2551	0.2533
HS	0.2570	0.2807	0.2876	0.2911	0.2922	0.2339	0.2763
IS	0.2827	0.2807	0.2465	0.2911	0.2922	0.2551	0.2763
JS	0.3084	0.3088	0.2876	0.3119	0.3131	0.2977	0.2993
KS	0.2827	0.2526	0.2465	0.2495	0.2296	0.2977	0.2533
LS	0.2827	0.2246	0.2671	0.2495	0.2505	0.3189	0.2993
MS	0.2827	0.2807	0.3082	0.2495	0.2714	0.2977	0.2993

Normalize kriter matrisi değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize kriter matrisi elde edilmiştir ve Çizelge 2.55' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.55 Ağırlıklı normalize kriter matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
AS	0.0135	0.0134	0.0381	0.0386	0.0813	0.0325	0.0230
BS	0.0135	0.0147	0.0381	0.0386	0.1219	0.0455	0.0195
CS	0.0123	0.0161	0.0440	0.0386	0.0813	0.0488	0.0230
DS	0.0147	0.0161	0.0381	0.0386	0.1219	0.0488	0.0230
ES	0.0123	0.0107	0.0440	0.0415	0.1219	0.0390	0.0195
FS	0.0123	0.0121	0.0381	0.0415	0.0975	0.0325	0.0177
GS	0.0123	0.0094	0.0381	0.0415	0.1219	0.0390	0.0195
HS	0.0123	0.0134	0.0410	0.0415	0.1138	0.0358	0.0213
IS	0.0135	0.0134	0.0352	0.0415	0.1138	0.0390	0.0213
JS	0.0147	0.0147	0.0410	0.0445	0.1219	0.0455	0.0230
KS	0.0135	0.0121	0.0352	0.0356	0.0894	0.0455	0.0195
LS	0.0135	0.0107	0.0381	0.0356	0.0975	0.0488	0.0230
MS	0.0135	0.0134	0.0440	0.0356	0.1056	0.0455	0.0230

Bu matris üzerinde en büyük ve en küçük değerler bulunmuştur. Sonrasında en büyük ve en küçük uzaklık matrisleri oluşturulmuştur. En büyük ideal noktaya olan

uzaklık ve en küçük ideal noktaya olan uzaklıklar hesaplanmıştır. 13 ekip için yakınlık katsayısı ideal noktalara olan uzaklığa bağlı olarak elde edilir. Yakınlık katsayıları Çizelge 2.56’ de verilmiştir.

Çizelge 2.56 Yakınlık katsayıları

Saha Puan Türü	di+	di-	ci*
AS	0.0446	0.008	0.1513
BS	0.0098	0.0433	0.8153
CS	0.0411	0.0206	0.3335
DS	0.0083	0.0449	0.8432
ES	0.0123	0.0426	0.7758
FS	0.0309	0.0178	0.3652
GS	0.0142	0.0417	0.746
HS	0.0164	0.0341	0.6755
IS	0.0161	0.0341	0.6795
JS	0.0046	0.0447	0.9071
KS	0.0354	0.0157	0.3074
LS	0.0272	0.0238	0.4674
MS	0.019	0.0298	0.6099

Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 13 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Sıralama Çizelge 2.57’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.57 Saha puanları sıralaması

Sıralama	Saha Puan Türü	Toplam
1	JS	0.9071
2	DS	0.8432
3	BS	0.8153
4	ES	0.7758
5	GS	0.746
6	IS	0.6795
7	HS	0.6755
8	MS	0.6099
9	LS	0.4674
10	FS	0.3652
11	CS	0.3335
12	KS	0.3074
13	AS	0.1513

2.2.4 TOPSIS Konsolide puanlar uygulaması 2017

Değerlendiricilerin ayrı puanlaması olmadığı için geometrik ortalama 2017 verileri için kullanılamamıştır. TOPSIS konsolide puanlar ve saha puanları için uygulanabilmektedir.

Konsolide puanlar için 7 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar matrise yerleştirilmiştir ve Çizelge 2.58’de görülmektedir.

Çizelge 2.58 Kriter matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	10	8	10.7	12	12.7	11	7.7
OT	9	7	9	13	12	14	10
PT	10	9	11	11	9	11	11
RT	9	9	15	12	12	13	10
ST	10	10	15	12	13	12	8
TT	10	8	14	10	14	11	9
UT	8	7	14	9	13	11	11

Kriter matrisi kullanılarak normalleştirme katsayıları hesaplanmıştır ve Çizelge 2.59’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.59 Normalleştirme katsayıları

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Normalleştirme Katsayısı	25.02	22.09	34.04	30.05	32.62	31.51	25.42

Bu katsayılar kullanılarak normalize kriter matrisi hazırlanmıştır ve Çizelge 2.60’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.60 Normalize kriter matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	0.3997	0.3621	0.3144	0.3993	0.3893	0.3491	0.3029
OT	0.3597	0.3169	0.2644	0.4326	0.3678	0.4443	0.3934
PT	0.3997	0.4074	0.3232	0.3661	0.2759	0.3491	0.4327
RT	0.3597	0.4074	0.4407	0.3993	0.3678	0.4125	0.3934
ST	0.3997	0.4527	0.4407	0.3993	0.3985	0.3808	0.3147
TT	0.3997	0.3621	0.4113	0.3328	0.4291	0.3491	0.3540
UT	0.3197	0.3169	0.4113	0.2995	0.3985	0.3491	0.4327

Normalize kriter matrisi değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize kriter matrisi elde edilmiştir ve Çizelge 2.61’ da gösterilmiştir.

Çizelge 2.61 Ağırlıklı normalize kriter matrisi

Konsolide Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NT	0.0191	0.0173	0.0449	0.0570	0.1516	0.0534	0.0233
OT	0.0172	0.0151	0.0377	0.0617	0.1432	0.0679	0.0303
PT	0.0191	0.0194	0.0461	0.0522	0.1074	0.0534	0.0333
RT	0.0172	0.0194	0.0629	0.0570	0.1432	0.0631	0.0303
ST	0.0191	0.0216	0.0629	0.0570	0.1551	0.0582	0.0242
TT	0.0191	0.0173	0.0587	0.0475	0.1671	0.0534	0.0273
UT	0.0153	0.0151	0.0587	0.0427	0.1551	0.0534	0.0333

Bu matris üzerinde en büyük ve en küçük değerler bulunmuştur. Sonrasında en büyük ve en küçük uzaklık matrisleri oluşturulmuştur. En büyük ideal noktaya olan uzaklık ve en küçük ideal noktaya olan uzaklıklar hesaplanmıştır. 7 ekip için yakınlık katsayısı ideal noktalara olan uzaklığa bağlı olarak elde edilir. Yakınlık katsayıları Çizelge 2.62’ da verilmiştir.

Çizelge 2.62 Yakınlık katsayıları

Konsolide Puan Türü	di+	di-	ci*
NT	0.0303	0.0471	0.6087
OT	0.0355	0.0437	0.5519
PT	0.0644	0.0171	0.2101
RT	0.0252	0.0478	0.6550
ST	0.0185	0.0565	0.7536
TT	0.0221	0.0637	0.7425
UT	0.0281	0.0531	0.6539

Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 7 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki konsolide puanlar saha öncesi verilerdir. Yani bu veriler ödül sıralamasında direkt olarak kullanılmamaktadır. Sıralama Çizelge 2.63’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.63 Konsolide puan sıralaması

Sıralama	Konsolide Puan Türü	Toplam
1	ST	0.7536
2	TT	0.7425
3	RT	0.655
4	UT	0.6539
5	NT	0.6087
6	OT	0.5519
7	PT	0.2101

2.2.5 TOPSIS Saha puanları uygulaması 2017

Saha puanları için 7 ekibin 7 kriter bazında aldığı puanlar matrise yerleştirilmiştir ve Çizelge 2.64’ de görülmektedir.

Çizelge 2.64 Kriter matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	10.1	8.6	11	12	13.7	12	7.6
OS	9	8	11	13	15	15	13
PS	12	12	12	15	11	13	13
RS	11	9	14	12	15	14	10
SS	9	9	14	12	15	12	9
TS	11	8	14	13	14	11	9
US	11	9	14	11	16	13	12

Kriter matrisi kullanılarak normalleştirme katsayıları hesaplanmıştır ve Çizelge 2.65' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.65 Normalleştirme katsayıları

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Normalleştirme Katsayısı	27.77	24.27	34.21	33.41	37.89	34.18	28.32

Bu katsayılar kullanılarak normalize kriter matrisi hazırlanmıştır ve Çizelge 2.66' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.66 Normalize kriter matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	0.3637	0.3544	0.3216	0.3592	0.3616	0.3511	0.2684
OS	0.3241	0.3296	0.3216	0.3891	0.3959	0.4389	0.4591
PS	0.4322	0.4945	0.3508	0.4490	0.2903	0.3804	0.4591
RS	0.3962	0.3709	0.4093	0.3592	0.3959	0.4096	0.3532
SS	0.3241	0.3709	0.4093	0.3592	0.3959	0.3511	0.3178
TS	0.3962	0.3296	0.4093	0.3891	0.3695	0.3219	0.3178
US	0.3962	0.3709	0.4093	0.3293	0.4223	0.3804	0.4238

Normalize kriter matrisi değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize kriter matrisi elde edilmiştir ve Çizelge 2.67' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.67 Ağırlıklı normalize kriter matrisi

Saha Puan Türü	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
NS	0.0174	0.0169	0.0459	0.0513	0.1408	0.0537	0.0207
OS	0.0155	0.0157	0.0459	0.0555	0.1541	0.0671	0.0354
PS	0.0206	0.0236	0.0501	0.0641	0.1130	0.0582	0.0354
RS	0.0189	0.0177	0.0584	0.0513	0.1541	0.0626	0.0272
SS	0.0155	0.0177	0.0584	0.0513	0.1541	0.0537	0.0245
TS	0.0189	0.0157	0.0584	0.0555	0.1438	0.0492	0.0245
US	0.0189	0.0177	0.0584	0.0470	0.1644	0.0582	0.0326

Bu matris üzerinde en büyük ve en küçük değerler bulunmuştur. Sonrasında en büyük ve en küçük uzaklık matrisleri oluşturulmuştur. En büyük ideal noktaya olan uzaklık ve en küçük ideal noktaya olan uzaklıklar hesaplanmıştır. 7 ekip için yakınlık katsayısı ideal noktalara olan uzaklığa bağlı olarak elde edilir. Yakınlık katsayıları Çizelge 2.68’de verilmiştir.

Çizelge 2.68 Yakınlık katsayıları

Saha Puan Türü	di+	di-	ci*
NS	0.0365	0.0285	0.4387
OS	0.0206	0.0479	0.6996
PS	0.0528	0.0263	0.3327
RS	0.0199	0.0459	0.6979
SS	0.0251	0.0436	0.6348
TS	0.0316	0.0347	0.5236
US	0.0204	0.0551	0.7295

Yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında ise 7 ekibin ödül sıralaması elde edilmiştir. Sıralama Çizelge 2.69’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.69 Saha puanları sıralaması

Sıralama	Saha Puan Türü	Toplam
1	US	0.7295
2	OS	0.6996
3	RS	0.6979
4	SS	0.6348
5	TS	0.5236
6	NS	0.4387
7	PS	0.3327

2017 yılı ödül alan çalışmalar US, OS, PS ve RS'dir.

GRA VE TOPSIS için sıralamalar 2018 yılı Çizelge 2.70' de görülmektedir.

Çizelge 2.70 GRA ve TOPSIS sıralaması 2018

	1. TUR PUANLAMA (SAHA ÖNCESİ)				2. TUR PUANLAMA (SAHA SONRASI)	
	Konsolide Puanlar (GRA)	Konsolide Puanlar (TOPSIS)	Geometrik ortalama (GRA)	Geometrik ortalama (TOPSIS)	Saha Sonrası Konsolide Puanlar (GRA)	Saha Sonrası Konsolide Puanlar (TOPSIS)
1	DT	DT	DG	DG	JS	JS
2	JT	BT	HG	HG	DS	DS
3	BT	JT	JG	JG	ES	BS
4	GT	IT	GG	BG	BS	ES
5	ET	GT	BG	GG	GS	GS
6	IT	ET	EG	EG	MS	IS
7	KT	HT	FG	IG	CS	HS
8	FT	FT	IG	LG	HS	MS
9	LT	KT	KG	KG	IS	LS
10	HT	LT	LG	FG	LS	FS
11	MT	MT	MG	MG	FS	CS
12	CT	CT	CG	CG	KS	KS
13	AT	AT	AG	AG	AS	AS

GRA VE TOPSIS için sıralamalar 2018 yılı Çizelge 2.71' da görülmektedir.

Çizelge 2.71 GRA ve TOPSIS sıralaması 2017

	Saha Öncesi Konsolide Puanlar (GİA)	Saha Öncesi Konsolide Puanlar (TOPSIS)	Saha Sonrası Konsolide Puanlar (GİA)	Saha Sonrası Konsolide Puanlar (TOPSIS)
1	ST	ST	US	US
2	TT	TT	OS	OS
3	RT	RT	RS	RS
4	OT	UT	SS	SS
5	UT	NT	PS	TS
6	NT	OT	TS	NS
7	PT	PT	NS	PS

2017 verileri incelendiğinde saha sonrası için ilk 4 ekip GIA ve TOPSIS analizlerinde aynıdır. Saha sonrası ve öncesi veriler incelendiğinde puanlar 2017 ve 2018 yılları için saha sonrasında artış eğilimindedir. Bunun sebepleri arasında ekiplerin iyileştirme çalışmalarını sahada kağıt üzerinden daha iyi ifade edebildikleri söylenebilir. Ayrıca ekiplerin KalDer'in iyileştirme raporlarını toplamadan önce yapmış olduğu bilgilendirme sunumuna ekiplerin katılımı bu noktada önem arz etmektedir.

2.3 Duyarlılık Analizi

Uygulanan yöntemlerin tutarlılığını ölçmek adına duyarlılık analizine başvurulmuştur. Değiştirilen koşullarda ödül sıralamasında değişiklik olup olmadığı araştırılmıştır.

AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları değiştirilerek GRA ve TOPSIS yönteminde sıralamanın nasıl değiştiği incelenmiştir. Ayrıca GRA ayırıcı sayı “ ζ ” değeri 0 ile 1 arasında değiştirilerek sıralamanın nasıl değiştiği incelenmiştir.

2.3.1 Kriter ağırlıkları için duyarlılık analizi

Duyarlılık analizi GRA ve TOPSIS yöntemi için ayrı ayrı saha sonrası puanlar kullanılarak yapılmıştır.

AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklar her seferinde tek kriter %25 artırılarak diğer kriterlerin ağırlıkları da belirlenmiş yüzdelerde düşürülerek değiştirilmiştir. Çizelge 2.72'de GRA için gösterildiği üzere W1 sütununda 1. kriterin ağırlığı %25

artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %1,25 azaltılmıştır. Aynı şekilde W2 sütununda 2. kriterin ağırlığı %25 artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %1,25 azaltılmıştır. W3 sütununda 3. kriterin ağırlığı %25 artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %4,15 azaltılmıştır. Aynı şekilde W4 sütununda 4. kriterin ağırlığı %25 artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %4,15 azaltılmıştır. W5 sütununda 5. kriterin ağırlığı %25 artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %16,6 azaltılmıştır. W6 sütununda 6. kriterin ağırlığı %25 artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %4,51 azaltılmıştır. W7 sütununda 7. kriterin ağırlığı %25 artırılırken, kalan 6 kriterin ağırlığı %2,08 azaltılmıştır. Yeni ağırlıklar için tutarlılık testi her seferinde yapılmış ve tutarlı olduğu görülmüştür. Yeni ağırlıklar GRA ve TOPSIS yöntemleriyle 2018 ve 2017 verileri için duyarlılık analizinde kullanılmıştır.

Çizelge 2.72 GRA ve TOPSIS kriter yeni ağırlıkları

Kriter	W (Original)	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
1	0.0477	0.0596	0.0471	0.0457	0.0457	0.0497	0.0455	0.0467
2	0.0477	0.0471	0.0596	0.0457	0.0457	0.0393	0.0455	0.0467
3	0.1427	0.1409	0.1409	0.1784	0.1368	0.1175	0.1363	0.1397
4	0.1427	0.1409	0.1409	0.1368	0.1784	0.1175	0.1363	0.1397
5	0.3893	0.3845	0.3845	0.3732	0.3732	0.4866	0.3718	0.3812
6	0.1529	0.1510	0.1510	0.1466	0.1466	0.1259	0.1911	0.1497
7	0.0770	0.0760	0.0760	0.0738	0.0738	0.0634	0.0735	0.0963

Çizelge 2.73' de GRA 2018 original sıralama ve ağırlıkların değiştirilmesiyle elde edilmiş sıralamalar bulunmuştur. Gri ilişkisel yöntemde kriter 5 ve 6'nın ağırlıkları değiştirildiğinde ödül sıralaması 6. sıradan itibaren değişmektedir. 5. kriterde HS, MS, IS ve C'nin sıralaması değişirken 6. kriterde ise KS ve FS'nin sıralaması değişmektedir. Kriter 5 ve 6 tüm kriterler içerisinde ağırlıkları original halinde en yüksek olduğundan duyarlılık analizine cevap vererek sıralamanın değişmesine sebep olmaktadır. Ödül sıralamasında ilk 3 çalışmaya ödül verildiğinden modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Çizelge 2.73 GRA 2018 duyarlılık analizi sıralaması

Original Sıralama	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS
DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS
ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS
GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS
MS	MS	MS	MS	MS	HS	MS	MS
CS	CS	CS	CS	CS	MS	CS	CS
HS	HS	HS	HS	HS	IS	HS	HS
IS	IS	IS	IS	IS	CS	IS	IS
LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS
FS	FS	FS	FS	FS	FS	KS	FS
KS	KS	KS	KS	KS	KS	FS	KS
AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS

Çizelge 2.74' de TOPSIS 2018 original sıralama ve ağırlıkların değiştirilmesiyle elde edilmiş sıralamalar bulunmuştur. TOPSIS yönteminde kriter 3, 5 ve 6'nın ağırlıkları değiştirildiğinde ödül sıralaması 6. sıradan itibaren değişmektedir. 3. Kriterde HS ve IS'nin, 5. kriterde KS ve CS'nin sıralaması değişirken 6. kriterde ise CS, KS ve FS'nin sıralaması değişmektedir. Kriter 3, 5 ve 6 tüm kriterler içerisinde ağırlıkları original halinde en yüksek olduğundan duyarlılık analizine cevap vererek sıralamanın değişmesine sebep olmaktadır. Ödül sıralamasında ilk 3 çalışmaya ödül verildiğinden modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Çizelge 2.74 TOPSIS 2018 duyarlılık analizi sıralaması

Original Sıralama	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS
DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS
BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS
ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS
IS	IS	IS	HS	IS	IS	IS	IS
HS	HS	HS	IS	HS	HS	HS	HS
MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS
FS	FS	FS	FS	FS	FS	CS	FS
CS	CS	CS	CS	CS	KS	KS	CS
KS	KS	KS	KS	KS	CS	FS	KS
AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS

Çizelge 2.75' de GRA 2017 original sıralama ve ağırlıkların değiştirilmesiyle elde edilmiş sıralamalar bulunmuştur. Gri ilişkisel yöntemde kriter 3, 4 ve 5'in ağırlıkları değiştirildiğinde ödül sıralaması değişmektedir. 3. kriterde RS ve OS, 4. kriterde PS ve SS'nin sıralaması değişirken 5. kriterde ise TS ve PS' nin sıralaması değişmektedir. Ödül sıralamasında ilk 3 çalışmaya ödül verildiğinden modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Çizelge 2.75 GRA 2017 duyarlılık analizi sıralaması

Original Sıralama	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
US	US	US	US	US	US	US	US
OS	OS	OS	RS	OS	OS	OS	OS
RS	RS	RS	OS	RS	RS	RS	RS
SS	SS	SS	SS	PS	SS	SS	SS
PS	PS	PS	PS	SS	TS	PS	PS
TS	TS	TS	TS	TS	PS	TS	TS
NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Çizelge 2.76'de TOPSIS 2017 original sıralama ve ağırlıkların değiştirilmesiyle elde edilmiş sıralamalar bulunmuştur. TOPSIS yönteminde kriter 1, 2, 3, 4 ve 5'in ağırlıkları değiştirildiğinde ödül sıralaması değişmektedir. Kriter 1, 2, 3 ve 5'te RS ve OS'nin, 4. kriterde OS ve US'nin sıralaması değişmiştir. Ödül sıralamasında ilk 3 çalışmaya ödül verildiğinden modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Çizelge 2.76 TOPSIS 2017 duyarlılık analizi sıralaması

Original Sıralama	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
US	US	US	US	OS	US	US	US
OS	RS	RS	RS	US	RS	OS	OS
RS	OS	OS	OS	RS	OS	RS	RS
SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS
NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

GRA ve TOPSIS yöntemleri kriter üstünlüklü ÇÖKV yöntemlerinden olmadığı için veri azlığı sebebiyle duyarlılık artmakta ve sıralama değişmektedir.

2.3.2 GRA Ayırıcı sayı için duyarlılık analizi

“ ζ ” değeri 0 ile 1 arasındadır ve genellikle 0.5 alındığı daha önceden belirtilmiştir. 2018 ve 2017 verileri için ayırıcı katsayı 0.1’den 1’e kadar ondalıklı sayılar verilerek sıralamalar tekrar elde edilmiştir. 2018 verileri Çizelge 2.77’de gösterilmiştir. Katsayı 0,4 alındığında sıralamanın 0.5 ile aynı olduğu görülmüştür. 0.6 ve 0.7 olduğunda HS ve CS, 0.8, 0.9 ve 1 olduğunda ise HS, IS ve CS sıralamalarının değiştiği görülmüştür.

Çizelge 2.77 Ayırıcı katsayı için sonuçlar 2018

ζ 0.1	ζ 0.2	ζ 0.3	ζ 0.4	ζ 0.5	ζ 0.6	ζ 0.7	ζ 0.8	ζ 0.9	ζ 1.0
DS	JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS	JS
JS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS
ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS
GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS	GS
CS	CS	CS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
MS	MS	MS	CS	CS	HS	HS	HS	HS	HS
LS	LS	HS	HS	HS	CS	CS	IS	IS	IS
HS	HS	IS	IS	IS	IS	IS	CS	CS	CS
IS	IS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS
AS	AS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS
KS	FS	AS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS
FS	KS	KS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS

2017 verileri Çizelge 2.78’da gösterilmiştir. Katsayı 0.3, 0.4, 0.6, 0.7, 0.8 ve 0.9 alındığında sıralamanın 0.5 ile aynı olduğu görülmüştür. 0.1 alındığında PS, RS ve SS, 0.2 alındığında PS ve SS, 1 alındığında ise RS ve OS sıralamalarının değiştiği görülmüştür.

Çizelge 2.78 Ayırıcı katsayı için sonuçlar 2017

ζ 0.1	ζ 0.2	ζ 0.3	ζ 0.4	ζ 0.5	ζ 0.6	ζ 0.7	ζ 0.8	ζ 0.9	ζ 1.0
US	US	US	US	US	US	US	US	US	US
OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	RS
PS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	OS
RS	PS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
SS	SS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS
NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS



3 SONUÇ VE ÖNERİLER

Kalite Çemberleri ve Kaizen Ödül Süreci ÇÖKV teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada amaç ÇÖKV yöntemlerinin ödül süreçlerinde yapılan sıralamalarda uygulanabilirliğini ifade etmek ve uygulanan farklı ÇÖKV yöntemlerinin sonuçlarını karşılaştırmaktır. Hayatımızdaki önceliklerimizin farklı önem derecesine sahip olduğu gibi değerlendiriciler ve iyileştirme çalışmaları için de farklı önem dereceleri mevcuttur.

2017 ve 2018 yılı verileri sırasıyla 7 ve 13 kaizen ekibi puanlamaları AHP, GRA ve TOPSIS yöntemleri yardımıyla sıralanmıştır. 2018 verileri için saha öncesi puanlarda tüm değerlendiricilerin puanlamaları ayrı ayrı kayıt edildiğinden geometrik ortalama alma imkanı bulunmuştur. H firması iyileştirme çalışması hem GRI hem de TOPSIS uygulamasına göre saha öncesi konsolide puanlama için sırasıyla 10. ve 7. sırada yer almaktadır. Konsolide puanlama değil de geometrik ortalama kullanıldığında GRA ve TOPSIS'e göre iyileştirme çalışması için sıralama 2 olarak gerçekleşmektedir.

H firması iyileştirme çalışmasındaki özel durum değerlendiriciler saha öncesi için puanlamayı 77, 89 ve 91 olarak gerçekleştirmişlerdir ve konsolide puan 77 olarak yani en düşük puan olarak belirlenmiştir. Konsolide puanları oluşturmak için yapılan yüzyüze uzlaşım toplantısında en düşük puanlamayı yapan değerlendirici diğer 2 değerlendiriciyi ikna ederek puanlamanın düşük gerçekleşmesine neden olmuştur. Bu da göstermektedir ki eğer karar vericilerden bir kısmı çok yüksek bir kısmı da çok düşük puanlama yapıyorsa geometrik ortalama bu farkı tolere ettiğinden sıralama karar vericilerden bağımsız daha objektif olarak yapılmaktadır.

2017 saha öncesi verilerinde baş değerlendiriciler konsolide puanları KalDer' e iletirken bazı baş değerlendiriciler konsolidasyon öncesi tüm değerlendiricilerin puanlamalarını da iletirken bazıları sadece konsolidasyon puanlarını iletmektedirler. Bu aşamada yetki baş değerlendiricinin insiyatifinde olup KalDer' e tüm puanlamaları göndermediği zaman KalDer de puanlamaların adil olup olmadığı tespit edememektedir. Raporların tüm değerlendiricilerin puanlaması ile gönderilmesi değerlendirici ekiplerine duyurulmalıdır. Böylece verilerin toplanması standart hale getirilmiş olacaktır. Tamamen karar destek sistemi üzerinden süreç

işletilirse zaten böyle bir duyuruya gerek kalmadan sistem iyileştirme projeleri içeriği ve kişi sayısına göre tasarlanabilir.

GRA ayırıcı sayı 0,1 iken DS iyileştirme çalışması 1. sırada yer almaktadır. 0,1 dışında diğer katsayılar için sıralamalara bakıldığında ise JS iyileştirme çalışması 1. sırada ve DS iyileştirme çalışması 2. sırada yer almaktadır. GRA ayırıcı sayı 1'e yaklaştıkça çözüm pozitif ideale yaklaşmaktadır. Saha sonrası puanlamalara kriter bazında bakıldığında 4. kriter yönetimin desteğinde JS iyileştirme çalışmasının 2 puan daha fazla alarak ilk sırada yer aldığı gözlemlenmektedir. Bu durumda DS iyileştirme ekibine bu konuda geri bildirim verilerek yönetimin desteği konusundaki uygulamalarının geliştirilmesi sağlanabilir.

TOPSIS ve GRA sıralamalarına bakıldığında saha sonrası puanlarda GRA sıralamasının sayısal sıralamayla birebir aynı olduğu görülmektedir. Örneğin GRA yöntemiyle bulunan sıralamada 78 puan alan FS iyileştirme çalışması, 80 puan alan AS ve KS iyileştirme çalışmalarından daha önce bir sıralamada yer almamıştır. Fakat TOPSIS ile elde edilen sıralamalara bakıldığında 78 puan alan FS iyileştirme çalışması 10. sırada yer alırken 88 puan alan CS iyileştirme çalışması 11. sırada ve 80 puan alan KS ve AS iyileştirme çalışmaları sırasıyla 12. ve 13. sıralarda yer almaktadır.

KalDer'in uyguladığı süreç adımlarının yanı sıra ekip çalışmalarının adil olarak değerlendirildiğinden emin olunması için ÇÖKV yöntemlerinin karar destek sistemine dönüştürülerek kullanılması önerilir.

Karar destek kullanılmasının değerlendiriciler üzerindeki etkisi de dikkate alınmalıdır. Her ne kadar ödüle başvuran ekipler ve dış çevre açısından olumlu olsa da değerlendiricilerin çalışma performansında olumsuz etkiye yol açabilir.

Saha sonrası için değerlendiriciler ayrı ayrı puanlama yapmamakta ve saha öncesi konsolidasyon üzerinden sahadaki gözlemlerine ve sordukları sorulara aldıkları cevaplara göre yine uzlaşım yolu ile tek bir puanlama yapmaktadırlar. Saha sonrası puanlara bakıldığında ise GRA' ya göre H 8. sırada, TOPSIS' e göre ise 7. sırada yer almaktadır.

Ödül süreçleri sıralaması için daha önceden literatürde ÇÖKV yöntemleri kullanılmadığı için sonuç karşılaştırması yapılamamıştır. Bu çalışma ilerleyen

zamanda yapılacak olan ödöl süreçlerinin değerdendirilmesinde olumlu katkı sağlayacak ve ÇÖKV tekniklerinin kullanılmasını yaygınlaştıracaktır. Ulaşılan sonuçlar literatür ile birlikte değerdendirilip tutarlılık kontrolü yapılmış ve sonuçlar analiz edilmiştir. Çalışmanın bir çıktısı da ÇÖKV yöntemlerinin karşılaştırılmasıdır ve önceki çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

SPSS paket programı kullanılarak 2017 ve 2018 verileri için GRA ve TOPSIS yöntemlerinin spearman korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. 2018 verileri için GRA-TOPSIS spearman korelasyon katsayısı 0.907 iken, 2017 verileri için GRA-TOPSIS spearman korelasyon katsayısı 0.893 olarak tespit edilmiştir. TOPSIS ve GRA yöntemlerinin birbirlerine üstünlüklerinin olmadığı ve birbirleri yerine kullanılabileceğı görülmüştür.

Gelecek çalışmalarda diğdr ÇÖKV yöntemi örneğın MOORA ile AHP birlikte kullanılarak sıralamalar ve duyarlılık analizleri tekrarlanabilir.

KAYNAKLAR LİSTESİ

- [1] Çetinay H., Operasyonel Mükemmellik El Kitabı 3, Kaizen Program Yönetimi, Kaizen Atölyesi , 2016
- [2] <http://www.kalder.org/tarihce>. Son Erişim: 10.12.2018
- [3] KalDer Ankara Şubesi Kalite Çemberi ve Kaizen Ödül Süreci Dokümanları, Ankara.
- [4] Demir M. H., Bircan B., Tütek H. (1985), Yönetmel Karar Verme, İzmir.
- [5] Ünal, G. (2010), Lojistikte hizmet sağlayıcısı seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli
- [6] Evren, R. ve Ülengin, F. (1992), Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- [7] Görener, A. (2009), Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 4(1), s. 99-110.
- [8] Tanyaş, M., (1983), Çok Ölçütlü Karar Verme Probleminin Çözümü, Sanayi Mühendisliği Dergisi, Yıl 2, Cilt 2, Sayı 8, İstanbul.
- [9] Özgörmüş, E., Mutlu, Ö., Güner, H. (2005), Bulanık AHP ile personel seçimi, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, s. 111-115.
- [10] Tsaur, S. H., Chang, T.Y. and Yen, C.H. (2002), The evaluation of airline service quality by Fuzzy MCDM, Tourism Management, 23(2), 107-115.
- [11] Lin, M.C., Wang, C.C., Chen, M.S. and Alec Chang, C. (2008), Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process, Computers in Industry, 59(1), 17-31.
- [12] Ustasüleyman, T. (2009), Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS yöntemi, Bankacılar Dergisi, 69: 33-43.
- [13] Wang, J-W., Cheng, C-H. and Huang, K.C. (2009), Fuzzy Hierarchical TOPSIS for supplier selection, Applied Soft Computing, 9(1), 377-386.
- [14] Bagheri, F. and Tarokh, M.J. (2010), A fuzzy approach for multi-objective supplier selection, International Journal of Industrial Engineering and Production Research, 21(1), 1-9.
- [15] Alp, S. , Engin, T. (2011), Trafik kazalarının nedenleri ve sonuçları arasındaki ilişkinin TOPSIS ve AHP yöntemleri kullanılarak analizi ve değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10 (19), 65-87.
- [16] Fazlollahtabar, H., Mahdavi, I., TalebiAshoori, M., Kaviani, S. and Mahdavi-Amiri, N. (2011), A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multi-period scheduling in an electronic market, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52, 1039-1052.
- [17] Shahrودي, K., Rouydel H., Assimi, S. and Eyvazi, H.R. (2011), Supplier selection and order allocation a main factor in supply chain, 3rd International Conference on Advanced Management Science, IACSIT Press: Singapore.

- [18] Supçiller, A.A. and Çapraz, O. (2011), AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi (12.Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı), 13, 1-22.
- [19] Bhutia P.W. and Phipon R. (2012), Application of AHP and TOPSIS method for supplier selection problem, IOSR Journal of Engineering, 2(10), 43-50
- [20] Günay, Z., (2018), 360 Derece Performans Değerleme Yetkinliklerinin Yönetici ve Çalışan Açısından Karşılaştırılması: Telekomünikasyon Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması, Gaziantep University Journal of Social Sciences, 17 (1), 1026-1040.
- [21] Jabbarzadeh A. (2018), Application of the AHP and TOPSIS in project management, Journal of Project Management, 125–130.
- [22] Madumjar, A., Sarkar, B. & Madumjar, P.K. (2005), Determination of quality value of cotton fibre using hybrid AHP-TOPSIS method of multi-criteria decision-making, The Journal of The Textile Institute, 96(5), 303-309.
- [23] Dinçer, H. and Görener, A. (2011), Performans değerlendirmesinde AHP - VIKOR ve AHP - TOPSIS yaklaşımları: Hizmet sektöründe bir uygulama. Sigma 29 Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 244-260.
- [24] Sennaroğlu, B. and Varlık, Çelebi, G. (2018), A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 160-173.
- [25] Aktepe, A. , Ersöz, S. (2014), AHP-VIKOR ve MOORA yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 25(1/2), 2-15.
- [26] Kuruüzüm, A., Atsan, N. (2001), “Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları”, Akdeniz Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 1, S. 1, s. 83-105.
- [27] Saaty, T. L. (1990), “How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Proses”, European Journal Of Operation Research, C. 48, S. 1, s. 9-26.
- [28] Akman, G., Alkan, A. (2006), Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde bir uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, C. 5, S. 9, s. 23-46
- [29] Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Sayın Okatan, B. ve Yaşar, F. (2016), Afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yerinin AHS-VIKOR bütünleşik yöntemi ile belirlenmesi: Erzincan ili örneği, Yönetim Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 14(1), 82-103.
- [30] Manap Davras, G., Karaatlı, M. (2014), Otel işletmelerinde tedarikçi seçimi sürecinde AHP ve BAHF yöntemlerinin uygulanması, H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(1), 87-112.
- [31] Bogdanovic, D., Nikolic, D. and Ilic I. (2012). Mining method selection by integrated AHP and PROMETHEE method, Anais da Academia Brasileira de Ciências, 84(1), 219-233.
- [32] Xi, J., Zhao, Z., Li, W. and Wang, Quan. (2016), A traffic accident causation analysis method based on AHP-apriori, Procedia Engineering, 137, 680- 687.

- [33] Deng, J. (1989), Introduction to Grey System Theory, The Journal of Grey System, Vol.1, No. 1: s. 1–24.
- [34] Yıldırım, F. B., Önder, E. (2014), Gri İlişkisel Analiz, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Yayıncılık, s. 227-242.
- [35] Tayyar, N., Akcanlı, F., Genç, E., Erem, I. (2014), BİST’ te Kayıtlı Bilişim ve teknoloji Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal performanslarının Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişki Analizi (GİA) Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Muhasebe ve Finansman Dergisi, s.28-30
- [36] Peker, İ., Baki, B. (2011), Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk sigortacılık Sektöründe performans Ölçümü, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi,(7),ISSN : 1307-9832
- [37] Baş, M. (2010), İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Gri İlişkisel Analiz Tekniği, Tekstil ve Deri Sektöründe Bir Uygulama, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [38] Güngör, C. (2013), Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Çok Kriterli Tesis Yeri Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzun Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] Delice, E. K. ve Zegerek, S. (2011), Gri İlişkisel Analiz ve Gri Çoklu Karar Verme Yöntemleri ile e-Haber Web Sitelerinin Değerlendirilmesi, 17. Ulusal Ergonomi Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 98-108.
- [40] Çakmak, Z., Baş, M. ve Yıldırım, E. (2012), Gri İlişkisel Analiz ve Uyum Analizi İle Bir İşletmede Karşılaşılan Üretim Hatalarının İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 17(1):123-142.
- [41] Demiray, A. (2007), Makine Seçim Probleminin Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Çözümü, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [42] Kaygısız Ertuğ, Z., ve Bülbül, M. E. (2015), İnovasyon Performansı Değerlendirme Sürecinde Ahs Ve Gia Bütünleşik Yaklaşımı: Süt Ürünleri Sektöründe Bir Uygulama, Dumlupınar University Journal of Social Science, 43, 149-160.
- [43] Li H., Adeli H., Sun J., Han, J. G. (2011), Hybridizing Principles Of TOPSIS With Case-Based Reasoning For Business Failure Prediction, Computers & Operations Research, C. 38, S. 2, s. 409–419.
- [44] Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N. (2009), Performance Evaluation Of Turkish Cement Firms With Fuzzy Analytic Hierarchy Process And Topsis Methods, Expert Systems With Applications, C. 36, S. 1, s. 702-715.
- [45] Özkan. G., (2013) Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik hayvancılık alanında bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Ulusal Tez Merkezi Veritabanı
- [46] Yurdakul, M., İç, Y. T. (2003), Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma, Gazi Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Dergisi. S. 18, C.1, s. 1-18.
- [47] Benitez, J. M., Martín, J. C., Román, C. (2007), Using Fuzzy Number For Measuring Quality Of Service In The Hotel Industry, Tourism Management, C. 28, S. 2 s. 544–555.

- [48] Onursal, B. (2009), Proje Seçiminde bulanık TOPSIS yöntemi ile bir model önerisi: inşaat sektörü uygulaması, Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [49] Shih, H.S., Shyr, H.J., Lee, E. S. (2007), An Extension Of TOPSIS For Group Decision Making, Mathematical And Computer Modelling, C. 45, S. 7, s. 801–813.
- [50] Özgül, Ö., Yazgan, H. (2006). Bir İşletme için TOPSIS ve AHP Yöntemleri ile ERP Yazılımının Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [51] Antucheviciene, J., Zakarevicius, A. ve Zavadskas, E. K. (2011) Measuring Congruence of Ranking Results Applying Particular MCDM Methods, Informatica, 22(3): 319-338.
- [52] Athawale, V. M. and Chakraborty, S. (2011), A Comparative Study on The Ranking Performance of Some Multi- Criteria Decision-Making Methods for Industrial Robot Selection, International Journal of Industrial Engineering Computations, 2: 831-850.
- [53] Çalışkan H., Kurşuncu B., Kurbanoglu C. ve Güven Ş.Y. (2012), TOPSIS Metodu Kullanılarak Kesici Takım Malzemesi Seçimi, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9: 35-42
- [54] Poklepović, T. and Babić, Z. (2014), Stock selection using a hybrid MCDM approach, Croatian Operational Research Review, 5: 273–290.
- [55] Ağaç, G., Baki, B., Peker, İ. ve Ar, İ. M. (2015), Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Serbest Bölge Yer Seçimi: Doğu Anadolu Bölgesi Örneği, Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi, 30(1): 79-113.
- [56] Arslan, R. ve Hüdaverdi B., Alternatif Sayısının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sonuçlarına Etkisi, Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 9.18: 239-264.